

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ГЕНЕТИКИ,
БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА»**

ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023

Сборник статей Международной
научно-практической конференции,
посвященной 136-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова

23-25 ноября 2023 г.

Саратов
2023

УДК 378:001.891
ББК 4
В12

В 12 Вавиловские чтения – 2023: Сборник статей межд. науч.-практ. конф., посвященной 136-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. – 662 с.

ISBN 978-5-7011-0837-8

Редакционная коллегия:

д-р с.-х. наук, профессор *К.Е. Денисов*
канд. с.-х. наук, доцент *О.В. Ткаченко*
канд. с.-х. наук, доцент *Л.Г. Курасова*

УДК 378:001.891
ББК 4

Материалы изданы в авторской редакции

ISBN 978-5-7011-0837-8

© ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023
© Авторы статей, 2023

Научная статья

УДК 929.52

В.А. Акимов.

Независимый исследователь, г. Саратов, Россия.

НОВЫЕ СВЕДЕНИЯ О СЕМЬЕ ВАВИЛОВЫХ (ПО МАТЕРИАЛАМ ЦГА Г. МОСКВЫ)

Аннотация: В статье рассматривается вопрос происхождения всемирно известных учёных-естествоиспытателей братьев Николая и Сергея Вавиловых на основе выявленных документов, хранящихся в Центральном государственном архиве города Москвы. Вводятся в научный оборот ряд фактов, касающихся семьи Вавиловых, которые не получили должного внимания со стороны исследователей.

Ключевые слова: Николай Вавилов, Сергей Вавилов, генеалогия.

V.A. Akimov.

Independent Researcher, Saratov, Russia

NEW INFORMATION ABOUT THE VAVILOV FAMILY (BASED ON THE MATERIALS OF THE CENTRAL STATE ARCHIVE OF MOSCOW)

Annotation: The article examines the question of the origin of the world-famous scientists-naturalists brothers Nikolai and Sergei Vavilov on the basis of identified documents stored in the Central State Archive of Moscow. A number of facts concerning the Vavilov family are introduced into scientific circulation, which have not received due attention from researchers.

Keywords: Nikolay Vavilov, Sergey Vavilov, genealogy.

В опубликованной литературе, посвящённой жизни и деятельности Николая и Сергея Вавиловых, наиболее полно вопрос их происхождения был описан в очерке доцента Тимирязевской сельскохозяйственной академии Федора Матвеевича Перекальского «О родине и фамилии Ивана Ильича, отца Н. И. и С. И. Вавиловых».

Главным источником информации стали рассказы троюродных братьев учёных, хотя данная ими информация не могла ответить на ряд вопросов и, тем самым не являлась исчерпывающей.

Данные о семье Вавиловых также содержатся в книгах Ф.Х.Бахтеева и В.Л. Лёвшина. Первой отдельной работой, посвящённой генеалогии семьи Вавиловых стала небольшая заметка Ильи Артемьевича Захарова-Гезехуса «Род Вавиловых», изданная в 2000 году в сборнике «Николай Иванович Вавилов и страницы истории советской генетики», где данные о предках учёных были даны не дальше их родителей, хотя в упоминаемом очерке Перекальского приведена информация про деда учёных и указано имя их прадеда по мужской линии, ставшего родоначальником фамилии.

Однако в обоих случаях исследователи не стали обращаться за документальным подтверждением собранной информации, хотя источник, откуда могла быть взята такая информация существует – Центральный Государственный Архив города Москвы, материалы биографического характера которого (такие как исповедальные ведомости, ревизские сказки и метрические книги) стали участником проекта российской IT-компании Яндекс «Яндекс Архивы», где материалы компании были не только оцифрованы, но и распознаны с помощью нейросетей.

Данное обстоятельство побудило начать целенаправленный поиск генеалогической информации о семье Вавиловых, так как документы московского архива по этой теме ещё не были изучены, и их информация доселе не была известна исследователям биографии учёных. Первым результатам поиска и посвящена настоящая работа.

Старейшим из выявленных нами документом о предках Вавиловых стала хранящаяся в фонде Московской Духовной Консистории Ведомства Святейшего Синода исповедная ведомость церкви села Ивашково Волоколамского уезда Московской губернии за 1841 год, где в числе прихожан упомянуты родные братья Вавила и Федор Фёдоровы 38 и 34 лет соответственно. К тому моменту они обзавелись семьями: женой Вавилы указана Анна Алексеевна 42 лет, а женой Фёдора – Агриппина Михайловна 34 лет. В семье Вавилы к тому моменту было четверо детей: Анастасия 19 лет, Илья 12 лет, Ирина 6 лет и Иван двух лет отроду. Вавила Фёдоров или на современный манер Фёдорович – родной прадед учёных, родившийся в 1802/03 годах, а его жена Анна Алексеевна – в 1798/99 годах соответственно. Таким образом выясняется имя родного прапрадеда Вавиловых – Фёдор, который вероятно всего родился в последней четверти XVIII столетия. Имя же родной прабабки учёных и вовсе не упоминалось в литературе и даётся впервые.

Старшая дочь Вавилы – Анастасия 1822 года рождения 9 ноября старого стиля 1841 года вышла замуж за крестьянина деревни Горы Ивана Фёдоровича Михайлова.

Младшая дочь Вавилы – Ирина 1825 года рождения если и вышла замуж, то по тем временам очень поздно: в метрической записи о рождении и крещении 1 и 2 января 1855 года соответственно в семье её брата Ильи дочери Татьяны, крёстной матерью которой она и стала, Ирина указана девицей.

Ведомость даёт информацию о дате рождения родного деда учёных Илье Вавиловиче – 1829 год и его родного брата Ивана – 1839 год. В пользу этого также свидетельствует найденная метрическая запись о венчании последнего, состоявшееся 12 января старого стиля 1858 года, где возраст жениха указан именно 18 лет. Женой Ивана Вавиловича стала восемнадцатилетняя крестьянка того же села Ивашково Анна Григорьева. Поручителями со стороны жениха выступили его родной брат Илья и Федор Федоров, который вероятно всего приходился жениху родным дядей. Если данная точка зрения оказывается верной, то первыми носителями фамилии Вавилов стали только родной дед

учёных и его брат. В этом же случае данная запись даёт точный ответ на вопрос о дате смерти самого Вавилы – до 1857 года включительно, иначе он смог бы как старший в семье выступить поручителем жениха на венчании своего младшего сына.

Немногим раньше женился и Илья Вавилович. Точная дата его венчания неизвестна. 23 июля старого стиля 1857 года у Ильи Вавилова и его жены Вассы Дмитриевны родилась дочь Анна, которая однако прожила недолго, так как 17 июля старого стиля 1874 года у них умер другой ребенок с тем же именем, родившийся 26 января. За полтора года до этого 17 января по старому стилю 1873 года у них в возрасте 4 лет умер сын Фёдор.

Детской смерти не удалось избежать и семье Ивана Вавилова. 17 июня 1871 года в возрасте 10 месяцев от простуды умерла дочь Анна. 1 апреля старого стиля 1880 года в возрасте года умерла дочь Арафима. 24 июля старого стиля 1877 года в возрасте 4 месяцев умер сын Фёдор. 4 января по старому стилю 1875 года в семье Ивана Вавилова родился сын Георгий, судьба которого в настоящий момент неизвестна. Неизвестна судьба и сына Дмитрия, родившегося 18 октября по старому стилю 1862 года.

Таковы на данный момент итоги начатой поисковой работы, которые показывают, что наше обращение к фондам столичного архивохранилища было оправдано и не напрасным. Однако приведённые нами факты и могут быть исчерпывающими, но они в тоже время помогают уточнить направление дальнейшего поиска информации о предках знаменитых на весь мир учёных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахтеев Ф.Х. Николай Иванович Вавилов. Новосибирск. 1988.
2. Лёвшин Л.В. Сергей Иванович Вавилов. М., 2003.
3. Н.И. Вавилов и страницы истории советской генетики. М. 2000.
4. Сергей Иванович Вавилов. Очерки и воспоминания. М. 1991.

Научная статья

УДК 579.23

С. А. Аленькина

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН» (ИБФРМ РАН), Саратов, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛЕКТИНОВ АЗОСПИРИЛЛ КАК АДАПТИВНЫЙ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИЕМ ВЫРАЩИВАНИЯ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В статье представлены данные, позволяющие рассматривать лектины азоспирилл как перспективные соединения для защиты растений от стресса и повышения их продуктивности. Изучали влияние лектинов эпифитного и эндофитного штаммов азоспирилл на абсолютное содержание РНК растения-хозяина при действии абиотических стрессов, что позволяет оценить участие этих белков в стимулировании ответа генетического аппарата растительной клетки на воздействие лимитирующих факторов.

Ключевые слова: корни проростков пшеницы, лектины, РНК, абиотический стресс

S.A. Alen'kina

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS)

USE OF AZOSPIRILLUM LECTINS AS AN ADAPTIVE AGROTECHNOLOGICAL PRACTICE FOR GROWING WINTER WHEAT

Annotation. This article presents data that allow us to consider azospirillum lectins as

promising compounds for protecting plants from stress and increasing their productivity. The influence of lectins of epiphytic and endophytic strains of azospirilla on the absolute content of host plant RNA under the action of abiotic stresses was studied, which makes it possible to evaluate the participation of these proteins in stimulating the response of the plant cell genetic apparatus to the impact of limiting factors.

Keywords: wheat germ roots, lectins, RNA, abiotic stress

Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, а также повышение устойчивости и адаптации растений к неблагоприятным агроклиматическим условиям и антропогенным воздействиям, являются актуальными для сельского хозяйства. В данное время большое внимание уделяется развитию экологически устойчивых сельскохозяйственных систем, в которых продуктивность растений обеспечивается использованием их биологических возможностей, при минимальном применении экологически опасных агрохимикатов – минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста. Почвенные микроорганизмы могут оказывать положительные эффекты на рост и питание растений. Изучению роли микроорганизмов в облегчении абиотических стрессов для растений уделяется большое внимание в последние несколько десятилетий. Микробы с их потенциальными внутренними метаболическими и генетическими способностями способствуют нивелированию воздействия абиотических стрессов для растений. Частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических или ассоциативных микроорганизмов является одним из основных способов достижения цели – создание экологически устойчивых сельскохозяйственных систем [Souza *et al.*, 2015; Аленькина *с соавт.*, 2019, 2020].

Ассоциативные бактерии рода *Azospirillum* занимают важное место среди микроорганизмов, обладающих потенциалом стимулировать рост и развитие растений. Среди высокомолекулярных и специфичных веществ, участвующих в межорганизменной коммуникации, важная роль принадлежит лектинам –

(глико)протеинам, связывающим строго определенные углеводные группы на поверхности клетки-мишени. С поверхности двух отличающихся по способу колонизации растений штаммов азоспирилл - *A. brasilense* Sp7(эпифит) и *A. brasilense* Sp245(эндофит) были изолированы лектины, являющиеся гликопротеинами, характеризующимися различными молекулярными массами и углеводной специфичностью [Alen'kina *et al.*, 2014; Shelud'ko *et al.*, 2009]. Многолетние исследования свойств и функций лектинов азоспирилл позволили утверждать о их полифункциональности [Alen'kina *et al.*, 2006; 2010; 2014; Аленькина *с соавт.*, 2022]. Значительный интерес представляют исследования процессов, сопровождающих изменение устойчивости в начальный период влияния на растения неблагоприятных факторов. Считается, что именно в этот период адаптации к неблагоприятным факторам происходят события, во многом определяющие весь последующий ход формирования устойчивости.

Высокая температура (гипертермия) отрицательно влияет на метаболизм растений. При нагревании нарушается четвертичная структура сложных белковых комплексов. Низкая температура также негативно сказывается на метаболизм, существенно снижая продуктивность. Известно, что максимальная температура прорастания для большинства сортов пшеницы равна в среднем 38°C, а оптимальная – в пределах от 20 до 32°C. Температура, находящаяся за пределами этих значений, считается неблагоприятной и отрицательно сказывается на растениях, приводя к снижению урожайности и качества зерна.

Действие стрессовых факторов на растения является причиной многочисленных структурных и функциональных изменений, которые направлены на выживание организма. Среди этих изменений существенную роль играет реакция генетического аппарата. В литературе немало данных, указывающих на существенные изменения показателей функционирования генов растений, подвергнутых воздействию абиотических стрессовых факторов [Choi *et al.*, 2007.].

Цель работы заключалась в сравнительной оценке способности лектинов *A. brasilense* Sp7 и *A. baldaniorum* Sp245 оказывать воздействие на содержание

РНК в корнях проростков пшеницы при воздействии смоделированных гипо- и гипертермии.

Исследовали два штамма азотфиксирующих ассоциативных бактерий рода *Azospirillum* – *A. brasilense* Sp7 и *A. baldaniorum* Sp245 из коллекции микроорганизмов ИБФРМ РАН (<http://collection.ibppm.ru>). Выделение лектинов с поверхности клеток бактерий проводили как было описано ранее [Alen'kina *et al.*, 2014].

В экспериментах использовали корни четырехдневных проростков семя пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта «Саратовская 29». Они были получены из поверхностно стерилизованных и выращенных в асептических условиях в чашках Петри на дистиллированной воде в темноте при 25°C. Для изучения влияния стресса, корни в течение двух часов подвергали совместному воздействию лектинов (концентрация 5, 10, 20 и 40 мкг/мл) и температуры +5°C, +42°C. В качестве контроля выступали корни проростков, выращенные при 25°C.

Общее содержание РНК в растительном материале определяли спектрофотометрическим методом [Ермаков *с соавт.* 1987]. Примеси полученных препаратов РНК идентифицировали с помощью сканирующей УФ-спектрофотометрии по отношению поглощений раствора при 260/280 и 260/235 [Уилсон *с соавт.*, 2012]. Суммарное содержание нуклеиновых кислот пересчитывали на сырую массу растительного материала и выражали в мг%.

Статистическую обработку данных проводили с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) с помощью пакета программ «AGROS» для статистического анализа. Объем выборки $n=3$. Варианты, достоверно различающиеся по критерию Фишера (F-критерию) при $p \leq 0,05$, обозначены в таблицах с результатами разными буквами латинского алфавита.

Результаты сравнительного изучения содержания РНК в корнях проростков пшеницы при обработке лектинами изучаемых штаммов в условиях смоделированных стрессов показало, что лектины при одинаковой напряженности экстремальных факторов отличались амплитудой изменения

изучаемых физиологических параметров. Это свидетельствует о различном воздействии лектинов на адаптационную способность растений в неблагоприятных условиях среды.

Было установлено, что прогрев корней проростков при стрессовой температуре 42°C в присутствии лектинов приводил к увеличению содержания тотальной РНК по сравнению с контролем – корни+гипертермия (таблица 1). После 30-минутной экспозиции в условиях гипертермии происходило максимальное повышение показателя на 25% для *A. brasilense* Sp7 и на 42% для *A. baldaniorum* Sp245 по сравнению с контролем. Для лектина *A. brasilense* Sp7 максимальный эффект был отмечен при концентрации 20 мкг/мл, для *A. baldaniorum* Sp245 при концентрации лектина 10 мкг/мл (таблица 1). Аналогичная картина наблюдалась при гипотермическом стрессе. Происходила повышение содержания РНК после получасового воздействия лектинов на корни. Различными были эффективные концентрации лектинов. Также как и в случае с гипертермией, для лектина *A. brasilense* Sp7 максимум повышения был отмечен при концентрации 20 мкг/мл (55%), для *A. baldaniorum* Sp245 при концентрации лектина 10 мкг/мл (77%).

Таблица 1.

Влияние лектинов на содержание РНК в корнях проростков
пшеницы при воздействии абиотических стрессов

Обработка	РНК, мг % на сырую массу							
	<i>A. brasilense</i> Sp7				<i>A. baldaniorum</i> Sp245			
	15	30	60	120	15	30	60	120
гипертермия								
контроль	60a	120a	115a	95a	60a	120a	115a	95a
5 мкг/мл	98b	128a	118a	98a	98b	135bc	120b	105b
10 мкг/мл	100c	132b	125c	115b	102c	170c	165d	124b
20 мкг/мл	126d	150d	135d	110a	110c	152c	145d	130c
40 мкг/мл	100c	132c	116a	102a	105c	129b	120b	128c
гипотермия								
контроль	60a	110a	105a	90a	60a	110a	105a	90a

5 мкг/мл	98b	131b	125c	100b	136c	155c	161d	134d
10 мкг/мл	120d	140c	130c	110b	160d	195d	171d	140d
20 мкг/мл	150d	170dc	160d	130c	135c	175d	140d	132d
40 мкг/мл	110d	130c	110b	96a	100b	130c	115b	110c

Результаты представлены как средние арифметические значения со стандартной ошибкой ($n=3$). Разными буквами обозначены достоверно отличающиеся величины ($P < 0.05$).

Результаты настоящей работы продемонстрировали участие лектинов азоспирилл в повышении способности растений переносить воздействие абиотических факторов, развивая биохимические реакции, направленные на усиление устойчивости растения. Изучение генетических механизмов позволит эффективно контролировать пути повышения урожайности растений и сохранения их продуктивности, что является актуальной фундаментальной и одновременно прикладной проблемой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А. Методы биохимического исследования растений Ленинград: Агропромиздат, 1987. С. 430.
2. Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. Москва: Бином. Лаборатория знаний. 2012. С. 848.
3. Alen'kina S.A., Payusova O.A., Nikitina V.E. (2006) Effect of *Azospirillum* lectins on the activities of wheat-root hydrolytic enzymes. *Plant Soil* 283:147–151.
4. Alen'kina S.A., Matora L.Y., Nikitina V.E. (2010) Assessment of the effect of azospirilla lectins on c-AMP level in plant cells. *Microbiology* 79:853–855.
5. Alen'kina S.A., Bogatyrev V.A., Matora L.Yu., Sokolova M.K., Chernysheva M.P., Trutneva K.A., Nikitina V.E. (2014) Signal effects of the lectin from the associative nitrogen-fixing bacterium *Azospirillum brasilense* Sp7 in bacterial–plant root interactions. *Plant Soil* 381:337–349.
6. Alen'kina S., Kupryashina M. (2022) Influence of *Azospirillum* lectins on the

antioxidant system response in wheat seedling roots during abiotic stress. *Soil Res.* 60:197–209.

7. Choi C.S., Sano H. (2007) Abiotic-stress induces demethylation and transcriptional activation of a gene encoding a glycerophosphodiesterase-like protein in tobacco plants. *Mol. Genet. Genom.* 277:589–595.

8. Shelud'ko A.V., Ponomareva E.G., Varshalomidze O.E., Vetchinkina E.P., Katsy E.I., Nikitina V.E. (2009) Hemagglutinating activity and motility of the bacterium *Azospirillum brasilense* in the presence of various nitrogen sources. *Microbiology* 78:696–702.

9. Souza R.D., Ambrosini A., Passaglia L.M.P. (2015) Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genet. Mol. Biol.* 38:401–419.

© Аленькина С. А., 2023

Научная статья

УДК 579.23

С.А. Аленькина

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН» (ИБФРМ РАН), Саратов, Россия.

АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МЕТАБОЛИТОВ ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИЙ

Аннотация. В статье представлены данные, позволяющие рассматривать лектины азоспирилл как перспективные соединения для защиты растений от стресса и повышения их продуктивности. Изучали влияние лектинов эпифитного и эндофитного штаммов азоспирилл на абсолютное содержание РНК растения-хозяина при действии абиотических стрессов, что позволяет оценить участие этих белков в стимулировании ответа генетического аппарата

растительной клетки на воздействие лимитирующих факторов.

Ключевые слова: корни проростков пшеницы, лектины, РНК, абиотический стресс.

S.A. Alen'kina

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS)

AGROBIOLOGICAL POTENTIAL OF SOIL BACTERIA METABOLITES

Annotation. This article presents data that allow us to consider azospirillum lectins as promising compounds for protecting plants from stress and increasing their productivity. The influence of lectins of epiphytic and endophytic strains of azospirilla on the absolute content of host plant RNA under the action of abiotic stresses was studied, which makes it possible to evaluate the participation of these proteins in stimulating the response of the plant cell genetic apparatus to the impact of limiting factors.

Keywords: wheat germ roots, lectins, RNA, abiotic stress

Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур, а также повышение устойчивости и адаптации растений к неблагоприятным агроклиматическим условиям и антропогенным воздействиям, являются актуальными для сельского хозяйства. В данное время большое внимание уделяется развитию экологически устойчивых сельскохозяйственных систем, в которых продуктивность растений обеспечивается использованием их биологических возможностей, при минимальном применении экологически опасных агрохимикатов – минеральных удобрений, пестицидов, регуляторов роста. Почвенные микроорганизмы могут оказывать положительные эффекты на рост и питание растений. Изучению роли микроорганизмов в облегчении абиотических стрессов для растений уделяется большое внимание в последние

несколько десятилетий. Микробы с их потенциальными внутренними метаболическими и генетическими способностями способствуют нивелированию воздействия абиотических стрессов для растений. Частичное или полное замещение агрохимикатов препаратами симбиотических или ассоциативных микроорганизмов является одним из основных способов достижения цели – создание экологически устойчивых сельскохозяйственных систем [Souza *et al.*, 2015; Аленькина *с соавт.*, 2019, 2020].

Ассоциативные бактерии рода *Azospirillum* занимают важное место среди микроорганизмов, обладающих потенциалом стимулировать рост и развитие растений. Среди высокомолекулярных и специфичных веществ, участвующих в межорганизменной коммуникации, важная роль принадлежит лектинам – (глико)протеинам, связывающим строго определенные углеводные группы на поверхности клетки-мишени. С поверхности двух отличающихся по способу колонизации растений штаммов азоспирилл - *A. brasilense* Sp7(эпифит) и *A. brasilense* Sp245(эндофит) были изолированы лектины, являющиеся гликопротеинами, характеризующимися различными молекулярными массами и углеводной специфичностью [Ален'кина *et al.*, 2014; Shelud'ko *et al.*, 2009]. Многолетние исследования свойств и функций лектинов азоспирилл позволили утверждать о их полифункциональности [Ален'кина *et al.*, 2006; 2010; 2014; Аленькина *с соавт.*, 2022]. Значительный интерес представляют исследования процессов, сопровождающих изменение устойчивости в начальный период влияния на растения неблагоприятных факторов. Считается, что именно в этот период адаптации к неблагоприятным факторам происходят события, во многом определяющие весь последующий ход формирования устойчивости.

Высокая температура (гипертермия) отрицательно влияет на метаболизм растений. При нагревании нарушается четвертичная структура сложных белковых комплексов. Низкая температура также негативно сказывается на метаболизм, существенно снижая продуктивность. Известно, что максимальная температура прорастания для большинства сортов пшеницы равна в среднем 38°C, а оптимальная – в пределах от 20 до 32°C. Температура, находящаяся за

пределами этих значений, считается неблагоприятной и отрицательно сказывается на растениях, приводя к снижению урожайности и качества зерна.

Действие стрессовых факторов на растения является причиной многочисленных структурных и функциональных изменений, которые направлены на выживание организма. Среди этих изменений существенную роль играет реакция генетического аппарата. В литературе немало данных, указывающих на существенные изменения показателей функционирования генов растений, подвергнутых воздействию абиотических стрессовых факторов [Choi *et al.*, 2007.].

Цель работы заключалась в сравнительной оценке способности лектинов *A. brasilense* Sp7 и *A. baldaniorum* Sp245 оказывать воздействие на содержание РНК в корнях проростков пшеницы при воздействии смоделированных гипо- и гипертермии.

Исследовали два штамма азотфиксирующих ассоциативных бактерий рода *Azospirillum* – *A. brasilense* Sp7 и *A. baldaniorum* Sp245 из коллекции микроорганизмов ИБФРМ РАН (<http://collection.ibppm.ru>). Выделение лектинов с поверхности клеток бактерий проводили как было описано ранее [Alen'kina *et al.*, 2014].

В экспериментах использовали корни четырехдневных проростков семени пшеницы *Triticum aestivum* L. сорта «Саратовская 29». Они были получены из поверхностно стерилизованных и выращенных в асептических условиях в чашках Петри на дистиллированной воде в темноте при 25°C. Для изучения влияния стресса, корни в течение двух часов подвергали совместному воздействию лектинов (концентрация 5, 10, 20 и 40 мкг/мл) и температуры +5°C, +42°C. В качестве контроля выступали корни проростков, выращенные при 25°C.

Общее содержание РНК в растительном материале определяли спектрофотометрическим методом [Ермаков *с соавт.* 1987]. Примеси полученных препаратов РНК идентифицировали с помощью сканирующей УФ-спектрофотометрии по отношению поглощений раствора при 260/280 и 260/235

[Уилсон *с соавт.*, 2012]. Суммарное содержание нуклеиновых кислот пересчитывали на сырую массу растительного материала и выражали в мг%.

Статистическую обработку данных проводили с использованием дисперсионного анализа (ANOVA) с помощью пакета программ «AGROS» для статистического анализа. Объем выборки $n=3$. Варианты, достоверно различающиеся по критерию Фишера (F-критерию) при $p \leq 0,05$, обозначены в таблицах с результатами разными буквами латинского алфавита.

Результаты сравнительного изучения содержания РНК в корнях проростков пшеницы при обработке лектинами изучаемых штаммов в условиях смоделированных стрессов показало, что лектины при одинаковой напряженности экстремальных факторов отличались амплитудой изменения изучаемых физиологических параметров. Это свидетельствует о различном воздействии лектинов на адаптационную способность растений в неблагоприятных условиях среды.

Было установлено, что прогрев корней проростков при стрессовой температуре 42°C в присутствии лектинов приводил к увеличению содержания тотальной РНК по сравнению с контролем – корни+гипертермия (таблица 1). После 30-минутной экспозиции в условиях гипертермии происходило максимальное повышение показателя на 25% для *A. brasilense* Sp7 и на 42% для *A. baldaniorum* Sp245 по сравнению с контролем. Для лектина *A. brasilense* Sp7 максимальный эффект был отмечен при концентрации 20 мкг/мл, для *A. baldaniorum* Sp245 при концентрации лектина 10 мкг/мл (таблица 1). Аналогичная картина наблюдалась при гипотермическом стрессе. Происходила повышение содержания РНК после получасового воздействия лектинов на корни. Различными были эффективные концентрации лектинов. Также как и в случае с гипертермией, для лектина *A. brasilense* Sp7 максимум повышения был отмечен при концентрации 20 мкг/мл (55%), для *A. baldaniorum* Sp245 при концентрации лектина 10 мкг/мл (77%).

Таблица 1.

Влияние лектинов на содержание РНК в корнях проростков

пшеницы при воздействии абиотических стрессов

Обработка	РНК, мг % на сырую массу							
	<i>A. brasilense</i> Sp7				<i>A. baldaniorum</i> Sp245			
	15	30	60	120	15	30	60	120
гипертермия								
контроль	60a	120a	115a	95a	60a	120a	115a	95a
5 мкг/мл	98b	128a	118a	98a	98b	135bc	120b	105b
10 мкг/мл	100c	132b	125c	115b	102c	170c	165d	124b
20 мкг/мл	126d	150d	135d	110a	110c	152c	145d	130c
40 мкг/мл	100c	132c	116a	102a	105c	129b	120b	128c
гипотермия								
контроль	60a	110a	105a	90a	60a	110a	105a	90a
5 мкг/мл	98b	131b	125c	100b	136c	155c	161d	134d
10 мкг/мл	120d	140c	130c	110b	160d	195d	171d	140d
20 мкг/мл	150d	170dc	160d	130c	135c	175d	140d	132d
40 мкг/мл	110d	130c	110b	96a	100b	130c	115b	110c

Результаты представлены как средние арифметические значения со стандартной ошибкой (n=3). Разными буквами обозначены достоверно отличающиеся величины ($P < 0.05$).

Результаты настоящей работы продемонстрировали участие лектинов азоспирилл в повышении способности растений переносить воздействие абиотических факторов, развивая биохимические реакции, направленные на усиление устойчивости растения. Изучение генетических механизмов позволит эффективно контролировать пути повышения урожайности растений и сохранения их продуктивности, что является актуальной фундаментальной и одновременно прикладной проблемой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.В., Луковникова Г.А. Методы биохимического исследования растений Ленинград: Агропромиздат, 1987. С. 430.

2. Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. Москва: Бином. Лаборатория знаний. 2012. С. 848.
3. Alen'kina S.A., Payusova O.A., Nikitina V.E. (2006) Effect of *Azospirillum* lectins on the activities of wheat-root hydrolytic enzymes. *Plant Soil* 283:147–151.
4. Alen'kina S.A., Matora L.Y., Nikitina V.E. (2010) Assessment of the effect of azospirilla lectins on c-AMP level in plant cells. *Microbiology* 79:853–855.
5. Alen'kina S.A., Bogatyrev V.A., Matora L.Yu., Sokolova M.K., Chernysheva M.P., Trutneva K.A., Nikitina V.E. (2014) Signal effects of the lectin from the associative nitrogen-fixing bacterium *Azospirillum brasilense* Sp7 in bacterial–plant root interactions. *Plant Soil* 381:337–349.
6. Alen'kina S., Kupryashina M. (2022) Influence of *Azospirillum* lectins on the antioxidant system response in wheat seedling roots during abiotic stress. *Soil Res.* 60:197–209.
7. Choi C.S., Sano H. (2007) Abiotic-stress induces demethylation and transcriptional activation of a gene encoding a glycerophosphodiesterase-like protein in tobacco plants. *Mol. Genet. Genom.* 277:589–595.
8. Shelud'ko A.V., Ponomareva E.G., Varshalomidze O.E., Vetchinkina E.P., Katsy E.I., Nikitina V.E. (2009) Hemagglutinating activity and motility of the bacterium *Azospirillum brasilense* in the presence of various nitrogen sources. *Microbiology* 78:696–702.
9. Souza R.D., Ambrosini A., Passaglia L.M.P. (2015) Plant growth-promoting bacteria as inoculants in agricultural soils. *Genet. Mol. Biol.* 38:401–419.

© Аленкина С. А., 2023

Научная статья

УДК 631.86

О.Е. Андреева

Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ САПРОПЕЛЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА

Аннотация. В статье рассматриваются результаты оценки последействия такого природного вещества, как сапропель на урожайность 4 культуры звена севооборота - гороха посевного Дударь. Наибольшую прибавку урожайности на четвертый год использования сапропеля в последействии принес вариант с внесением сапропеля в дозе 50 т/га.

Ключевые слова: агрохимические свойства, горох Дударь, гумус, урожайность, органические удобрения, светло-серая лесная почва, сапропель

О.Е. Andreeva

Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

EFFECT OF SAPROPEL ON PEAS YIELD

Annotation. The article discusses the results of assessing the aftereffect of such a natural substance as sapropel on the yield of the 4th crop of the crop rotation link - Dudar peas. The greatest increase in yield in the fourth year of using sapropel in the aftereffect was brought by the option of applying sapropel at a dose of 50 t/ha.

Keywords: agrochemical properties, Dudar peas, humus, productivity, organic fertilizers, light gray forest soil, sapropel.

Главной задачей агропромышленного комплекса страны в настоящее время является обеспечение населения натуральной и безопасной продукцией.

Выращивание сельскохозяйственных культур всегда сопряжено с использованием различных агротехнических приемов, некоторые из которых в перспективе негативно сказываются на общем почвенном плодородии. Использование органических удобрений, в частности их природных запасов, как мелиоративный прием является частью рационального использования почв. В один ряд с распространенными удобрениями органического происхождения, можно поставить и альтернативные, применение которых все еще изучается [1,2,3,4,5].

Помимо заботы о восстановлении почв, применение удобрений стоит в списке факторов, оказывающих влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур, так же как климатические факторы и сортовые особенности.

При проведении исследования была обозначена следующая цель: изучение последствий сапропеля на структуру урожая и урожайность гороха в светло-серой лесной тяжелосуглинистой почве.

Для достижения цели, решались такие задачи:

1. Исследовать агрохимический состав почвы опытного участка.
2. Изучить химический состав сапропеля.
3. Провести сравнительную оценку 4-го года последствий разных доз сапропеля на урожайность гороха посевного.

Исследования проводились в сельскохозяйственном производственном кооперативе «Слава» Чебоксарского муниципального округа Чувашской Республики. Опытный участок находится в СХПК «Слава» Чебоксарского района Чувашской Республики. Почва участка светло-серая лесная, тяжелосуглинистая, на лессовидном суглинке, имеет среднюю мощность пахотного слоя 30 см, подпахотного горизонта А2В – 7 см.

Содержание гумуса в пахотном слое почв опытного участка составляет 3,02 % (низкое содержание). Содержание подвижного фосфора по Кирсанову – 150-155 мг/кг (для зернобобовых культур - высокое), обменного калия – 135-

142 мг/кг (повышенное содержание), рН обменной кислотности – 5,6-5,7 (близкая к нейтральной).

Сапрпель – это естественное природное вещество, образующееся на дне озер; оно богато органическим веществом, азотом, фосфором, калием, кальцием, магнием, микроэлементами и биологически активными веществами. Его можно применять в биологическом земледелии в качестве удобрения для нивелирования многолетнего негативного воздействия на почву, улучшения агрохимического и агрофизического ее состава, улучшения биологических свойств.

Химический анализ сапрпеля был проведен в 2020 году в ИЛЦ Чувашского ГАУ. По внешним характеристикам сапрпель представляет собой сыпучую сухую массу темно-серого цвета. В сухом веществе удобрения содержится до органического вещества – до 45 %, азота – около 2 %, фосфора – до 3,9%, общего калия – 0,41%.

Сапрпель вносился в разных дозах под основную обработку почвы весной 2020 года, и последствие его исследовалось на протяжении 4 лет в звене севооборота «Яровая пшеница – картофель – ячмень – горох» без дополнительного использования каких-либо удобрений. Опытная культура 2023 года – горох Дударь (4 год изучения действия сапрпеля).

Варианты опыта следующие: 1. Контроль (без удобрений); 2. Сапрпель 15 т/га (далее – С 15 т/га); 3. Сапрпель 30 т/га (С 30 т/га); 4. Сапрпель 50 т/га (С 50 т/га).

Для расчета урожайности растения убирались с каждой делянки. Определение показателей структуры урожая включало в себя подсчет числа ветвей, междоузлий на каждом растении, количества продуктивных бобов, семян в бобе и измерение массы 1000 семян. Затем определялась биологическая урожайность гороха. Статистическая обработка результатов снопового анализа проводилась в Microsoft Office Excel.

Сумма обменных оснований пахотного слоя почвы изменяется от 11,6 до 12,5 мг-э/100г почвы; гидролитическая кислотность – 0,99-1,16 мг-э/100 г. Почва в известковании не нуждается.

Опытное поле было разбито на варианты площадью 12,21 м² (3,3 x 3,7 м); каждый из них изучался в 6-кратной повторности, с систематическим расположением опытных делянок. Урожайность гороха в 2023 г. представлена в таблице 2.

Таблица 1 - Урожайность гороха посевного Дударь в 2023 г.

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности, т/га
1	Контроль (без удобрений)	3,14	0
2	С 15т/га	3,22	0,08
3	С 30т/га	3,67	0,53
4	С 50 т/га	4,49	1,35
	НСР 05	0,11	

Из данной таблицы можно сделать вывод о том, что наибольшую прибавку урожайности дает внесение сапропеля в дозе 50 т/га и составляет 1,35 т/га. С уменьшением дозы внесения органического удобрения урожайность снижается и составляет с контролем разницу в 0,53 т/га (вариант №3) и 0,08 т/га (вариант №2).

Таким образом, при использования такого органического удобрения как сапропель на горохе посевном сорта Дударь даже на четвертый год последействия наблюдаются положительные различия с контрольным вариантом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vasilyev O. A. The effectiveness of the use of alternative fertilizers in the conditions of the Chuvash Republic (Эффективность использования альтернативных удобрений в условиях Чувашской Республики) / O. A. Vasilyev, A. N. Plyn, I. N. Nursov, N. N. Zaitseva, A. O. Vasilyev, N. A. Fadeeva, A. G.

- Lozhkin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2019. 2020. С. 012050.
2. Васильев, О.А. Влияние РКШ и трепела на биологические, агрохимические свойства почв, урожайность и биохимический состав картофеля / Васильев О. А., Евграфова И. П. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - №2. - 2008. – 118-120.
3. Васильев, О.А. Химический состав сапропеля и влияние его на агрохимические свойства светло-серой лесной почвы / О. А. Васильев, О. Е. Андреева, Л. Г. Сергеева, Н. Р. Васильева // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг.). Ч.1. – с. 83.
4. Васильев, О. А. Эффективность использование отходов биогазовой установки в качестве некорневой подкормки яровой пшеницы на серых лесных почвах Чувашии / О. А. Васильев, Н. Н. Зайцева, Д. П. Кирьянов // Журнал «Вестник Башкирского государственного аграрного университета», №4 (40), 2016 г. – с. 7-12.
5. Ложкин, А. Г. Влияние микроудобрений на рост, развитие и качество зерна сои / А. Г. Ложкин, О. А. Васильев, В. Г. Егоров // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: материалы II Международной научно-практической конференции (15 ноября 2019 г.). - Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2019. – С. 69-75.

Научная статья

УДК 632.51

Д.Д. Бабушкин^{1,2}

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова

²ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», город Саратов.

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДНЫХ ОБРАБОТОК НА ЧИСЛЕННОСТЬ ВИДОВОГО СОСТАВА СОРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПОСЕВАХ КУКУРУЗЫ

Аннотация: В исследованиях по изучению влияния гербицидных обработок на фитосанитарное состояние посева кукурузы, было отдельно отмечено влияние препаратов на изменение численности сорных растений каждого семейства.

Ключевые слова: сорные растения, гербициды, биологическая эффективность.

D.D. Babushkin^{1,2}

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov

²FGBNU Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn "Rossorgo", Saratov.

THE EFFECT OF HERBICIDE TREATMENTS ON THE NUMBER OF SPECIES COMPOSITION OF WEED VEGETATION IN CORN CROPS

Annotation: In studies on the influence of herbicide treatments on the phytosanitary state of corn sowing, the effect of drugs on the change in the number of weeds of each family was separately noted.

Keywords: weeds, herbicides, biological efficiency.

Биологические особенности кукурузы оказывают влияние на построение интегрированной системы защиты этой культуры от сорняков. Многие решения по защите кукурузы принимаются в предпосевной и посевной периоды - выбор предшественника, времени сева, гербицида и др. Профессиональное и грамотное решение этих вопросов дает возможность проводить менее затратные мероприятия во время роста и развития растений кукурузы[1,3]

Таблица 1 – Видовой состав и систематическая принадлежность сорных растений и влияние на их численность подобранных препаратов в посевах кукурузы

Вариант опыта	Название семейств сорных растений и их вид	Среднее количество сорных растений в посевах кукурузы по 3 повторностям, шт./м ²			Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль, %.	
		до обработки (1 учет)	через 2 недели (2 учет)	через 30 дней (3 учет)	через 2 недели (2 учет)	через 30 дней (3 учет)
Контроль	Мятликовые (<i>Poaceae</i>): Щетинник сизый Просо куриное	26,6	33,6	5,0	–	–
	Капустные (<i>Brassicaceae</i>): Ярутка полевая	2,0	2,0	0	–	–
	Амарантовые (<i>Amaranthaceae</i>): Амарант запрокинутый	4,6	6,0	5,7	–	–
	Астровые (<i>Asteraceae</i>): Дурнишник обыкновенный Бодяк полевой Молокан	2,3	2,6	10,3	–	–
	Бьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>): Бьюнок полевой	0,3	0,3	0,7	–	–

Вариант опыта	Название семейств сорных растений и их вид	Среднее количество сорных растений в посевах кукурузы по 3 повторностям, шт./м ²			Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль, %.	
		до обработки (1 учет)	через 2 недели (2 учет)	через 30 дней (3 учет)	через 2 недели (2 учет)	через 30 дней (3 учет)
Вариант 1 Аминопелик, ВР	Мятликовые (<i>Poaceae</i>): Щетинник сизый Просо куриное	21,0	10,0	13,0	52,4	38,1
	Капустные (<i>Brassicaceae</i>): Ярутка полевая	1,3	0,6	0,6	53,8	53,8
	Амарантовые (<i>Amaranthaceae</i>): Амарант запрокинутый	3,3	0,6	3,0	81,8	9,1
	Астровые (<i>Asteraceae</i>): Дурнишник обыкновенный Бодяк полевой Молокан	0,6	0	0,6	100	0
	Бьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>): Бьюнок полевой	2,0	0,3	0,3	85,0	85,0
Вариант 2 Ранголи- Тиран, ВДГ	Мятликовые (<i>Poaceae</i>): Щетинник сизый Просо куриное	18,6	2,6	6,0	86,0	67,8
	Капустные (<i>Brassicaceae</i>): Ярутка полевая	4,0	0,6	0,6	85,0	85,0
	Амарантовые (<i>Amaranthaceae</i>): Амарант запрокинутый	5,3	0	2,0	100	37,7
	Астровые (<i>Asteraceae</i>): Дурнишник обыкновенный Бодяк полевой Молокан	1,6	1,3	2,3	18,8	0
	Бьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>): Бьюнок полевой	1,0	0	0	100	100

Вариант опыта	Название семейств сорных растений и их вид	Среднее количество сорных растений в посевах кукурузы по 3 повторностям, шт./м ²			Снижение численности относительно исходной с поправкой на контроль, %.	
		до обработки (1 учет)	через 2 недели (2 учет)	через 30 дней (3 учет)	через 2 недели (2 учет)	через 30 дней (3 учет)
Вариант 3 Аминка Фло, КЭ	Мятликовые (<i>Poaceae</i>): Щетинник сизый Просо куриное	36,6	25,9	31,3	29,2	14,5
	Капустные (<i>Brassicaceae</i>): Ярутка полевая	3,6	2,3	2,3	36,1	36,1
	Амарантовые (<i>Amaranthaceae</i>): Амарант запрокинутый	4,3	3	3,3	30,2	23,3
	Астровые (<i>Asteraceae</i>): Дурнишник обыкновенный Бодяк полевой Молокан	2,0	1,3	2,0	35	0
	Бьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>): Бьюнок полевой	1,6	0,3	0,3	81,3	81,3
Вариант 4 Аминка Фло, КЭ + Ранголи- Тиран, ВДГ	Мятликовые (<i>Poaceae</i>): Щетинник сизый Просо куриное	23,6	16,3	17,0	30,9	28
	Капустные (<i>Brassicaceae</i>): Ярутка полевая	2,6	1,6	1,6	38,5	38,5
	Амарантовые (<i>Amaranthaceae</i>): Амарант запрокинутый	7,0	3,6	4,0	48,6	42,9
	Астровые (<i>Asteraceae</i>): Дурнишник обыкновенный Бодяк полевой Молокан	1,3	0,6	0,6	53,9	53,9
	Бьюнковые (<i>Convolvulaceae</i>): Бьюнок полевой	0	0	0	—	—

Из выше приведенной таблицы видно, что в учет через 2 недели после обработки на всех вариантах численность сорняков снижается, но через 30 дней

их количество вновь возрастает. Самым многочисленным во всех вариантах было отмечено семейство Мятликовых, лучше всего себя в борьбе с представителями данного семейства справился препарат Ранголи-Тиран, ВДГ. В предварительный учет средняя численность была отмечена - 18,6 шт/м², в последующие после обработки количество снизилось до 6 шт/м². Максимальная эффективность препарата при учете через 2 недели составила 86%, а после обработки через 30 дней снизилась до 67,8%.

Данный препарат был эффективнее других препаратов в борьбе с сорными растениями семейств Капустных и Вьюнковых. Так, например с сорняками семейством Капустных препарат справился на 85%, а во время предварительного учета их средняя численность была 4 шт/м², а после обработки 0,6 шт/м². Следует отметить высокую эффективность (100%) данного гербицида в борьбе с сорняками семейства вьюнковых.

С сорняками семейства Амарантовые хорошие результаты показали препараты Аминопелик, ВР и Ранголи-Тиран, ВДГ. В 1 варианте эффективность препарата достигала 81,8%, но в последующий учет эффективность снизилась до 9,1%. Численность сорняков в 1-й учет была 3,3 шт/м², после обработки 0,6 шт/м². Немного выше показатели эффективности были отмечены с препаратом Ранголи-Тиран, ВДГ, что достигало 100%, и в учет через 30 дней после обработки составила 37,7%. Количество сорняков в варианте до обработки составляло 5,3 шт/м², через 2 недели после обработки - 0 шт/м², а через 30 дней количество сорняков увеличилось до 2 шт/м².

Препарат Аминопелик, ВР дал хороший показатель в борьбе с представителями семейства Астровых, когда проводился учет через 2 недели после обработки. Эффективность препарата составила 100%. До обработки численность сорняков была 0,6 шт/м², через 2 недели после обработки 0 шт/м². При учете через 30 дней после обработки численность сорняков восстановилась и составила также 0,6 шт/м², соответственно эффективность препарата равна нулю.

Применение препаратов (баковая смесь) на варианте 4 показало стабильный эффективный результат в борьбе с сорняками семейства астровые. Гибель составила 53,9%, а фактическая численность во время предварительного учета составила 1,3 шт./м² и после обработок – 0,6 шт./м².

В результате исследований можно выделить, что лучше всего со всеми присутствующими представителями семейств сорной растительности кроме семейства Астровых справился препарат Ранголи - Тиран, ВДГ. С представителями семейства Астровых на 100% справился препарат Аминопелик, ВР, так же неплохой результат показал вариант с баковой смесью Аминка – Фло, КЭ + Ранголи - Тиран, ВДГ, что способствовало снижению засоренности в течение всех учетов, что составило эффективность в 53,9%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веневцев, В.З. Защита посевов кукурузы на зерно от сорной растительности в условиях Рязанской области/ В.З. Веневцев, М.Н. Захарова, Л.В. Рожкова// Владимирский земледелец.- №4.- 2016.- С. 15-18
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. Колос, 1968.
3. Захаренко, А.В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия: книга / А.В. Захаренко. - Москва: Изд-во МСХА, 2000. – 466 с.
4. Методические указания для проведения лабораторно-практических занятий по теме: «Изучение ассортимента пестицидов». Составили: Доцент Е.Ю Веретельник – 2012. – 20 с.

© Бабушкин Д.Д., 2023

Научная статья

УДК 632.51

Д.Д. Бабушкин^{1,2}, И.Д. Еськов¹, С.А. Зайцев², Д.П. Волков²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова

²ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», город Саратов.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЕРБИЦИДНЫХ ОБРАБОТОК

Аннотация. В наших исследованиях мы провели учет всего питомника кукурузы на морфометрические показатели. Исследование проводилось на восьми экспериментальных гибридах (ЮВ 100-39; ЮВ 140-39; ЮВ 140-40; ЮВ 140-41; ЮВ 170-40; ЮВ 170-41; ЮВ 200-39; ЮВ 200-40), что позволяет считать опыт двухфакторным: генотип – фактор А, применение гербицидов – фактор В.

Ключевые слова: Гибрид, початок, высота, растение.

VARIABILITY OF MORPHOMETRIC INDICATORS OF CORN HYBRIDS DEPENDING ON HERBICIDE TREATMENTS

Annotation. In our research, we took into account the entire corn nursery for morphometric indicators. The study was conducted on eight experimental hybrids (ЮВ 100-39; ЮВ 140-39; ЮВ 140-40; ЮВ 140-41; ЮВ 170-40; ЮВ 170-41; ЮВ 200-39; ЮВ 200-40), which allows us to consider the experience two-factor: genotype – factor A, the use of herbicides – factor B.

Keywords: Hybrid, cob, height, plant

Большинство сорняков максимально поглощают воду в первой половине вегетационного периода кукурузы, в июле-августе из-за дефицита доступной влаги накопление биомассы растений снижается. Поэтому негативное влияние сорной растительности в посевах кукурузы определяется конкурентными отношениями за влагу в почве по сравнению с питательным и световым режимами, но также стоит не забывать и о фитотоксичности подобранных препаратов которые могут вызвать нарушение нормального роста и развития культуры [2,3]

Материал и методика. Измерение морфометрических показателей производилось после цветения культуры. Схема опыта включала следующие варианты:

Контроль – без обработки гербицидами;

Вариант 1 – Аминопелик ВР (2,4-Д (диметиламинная соль 600 г/л);

Вариант 2 – Ранголи – Тиран, ВДГ (Римсульфурон 250 г/кг);

Вариант 3 – Аминка ФЛО, КЭ ((2,4-Д (малолетучие эфиры С7-С9) 550 г/л); (Флорасулам 7,4 г/л);

Вариант 4 – Аминка Фло, КЭ + Ранголи-Тиран, ВДГ.[4]

Схема посева 5м*2,6м агротехнические мероприятия общепринятые для интенсивной технологии возделывания кукурузы. Глубина посева кукурузы 4-6см.

Результаты. Стоит отметить, что на всех вариантах показатели были разные. С препаратом в 1 варианте опыта показатели средней высоты растений варьировались в пределах 124,8 – 170,2 см. Самым высокорослым гибридом оказался ЮВ 200-39, самым низкорослым ЮВ 170-41. По высоте заложения початка также был отмечен гибрид ЮВ 200-39 с показателем 65,9 см, самым низким ЮВ 200-40 (32,3 см).

При обработке препаратом во 2 варианте значительное увеличение высоты растения и высоты прикрепления початка по сравнению с другими было отмечено у гибрида ЮВ 200-39. Средняя высота растений 213,0 см, средняя высота заложения початка 82,6 см. Экспериментальный гибрид ЮВ

200-40 оказался самым низкорослым по всем морфометрическим параметрам в данном варианте опыта, что составило 173,0 см по высоте растений и 45,4 см по высоте прикрепления початка. В 3 варианте опыта самые высокие морфометрические показатели фиксировались у гибрида ЮВ 140-39, 169,2 см (высота растений) и 63,2 см (высота прикрепления початка). С самыми низкими значениями также отличился гибрид ЮВ 200-40, 118,9 см (высота растений) и 21,6 см (высота прикрепления початка).

У гибрида ЮВ 200-40 и в 4 варианте опыта было отмечено значительное уменьшение высоты растения и высоты прикрепления початка по сравнению с другими гибридами, что составило 151,2 см (высота растений) и 40,9 см (высота прикрепления початка). У ЮВ 140-40 зафиксирована самая большая средняя высота растения (186,6 см),

Самый высокий показатель по средней высоте заложения початка отмечен у гибрида ЮВ 200-39 (72,0 см).

В контрольном варианте показатели средней высоты растений варьировались в пределах 158,5 – 200,9 см. Самым высокорослым гибридом был отмечен ЮВ 200-39, самым низкорослым ЮВ 200-40. По высоте заложения початка также был отмечен гибрид 200-39 с показателем 74,7 см, самым низким ЮВ 200-40 (40,1 см) (таблица 1).

Таблица 1 – Морфометрические показатели растений кукурузы под влиянием гербицидных обработок

Вариант опыта	Гибриды	Средняя высота растения, см	Средняя высота заложения початка, см
Контроль	ЮВ 100-39	162,9	51,5
	ЮВ 140-39	165,2	51,8
	ЮВ 140-40	168,1	49,8
	ЮВ 140-41	164,9	56,8
	ЮВ 170-40	158,7	47,1
	ЮВ 170-41	167,0	52,5
	ЮВ 200-39	200,9	74,7
	ЮВ 200-40	158,5	40,1
Вариант 1 Аминопелик, ВР	ЮВ 100-39	161,4	56,2
	ЮВ 140-39	168,3	52,6
	ЮВ 140-40	165,3	66,1

Вариант опыта	Гибриды	Средняя высота растения, см	Средняя высота заложения початка, см
	ЮВ 140-41	146,1	49,6
	ЮВ 170-40	152,2	48,8
	ЮВ 170-41	124,8	53,3
	ЮВ 200-39	170,2	65,9
	ЮВ 200-40	129,2	32,3
Вариант 2 Ранголи-Тиран, ВДГ	ЮВ 100-39	184,2	60,5
	ЮВ 140-39	202,0	63,9
	ЮВ 140-40	197,4	65,3
	ЮВ 140-41	181,4	62,7
	ЮВ 170-40	182,5	51,2
	ЮВ 170-41	176,8	57,1
	ЮВ 200-39	213,0	82,6
Вариант 3 Аминка Фло, КЭ	ЮВ 100-39	165,2	53,4
	ЮВ 140-39	169,2	63,2
	ЮВ 140-40	165,2	58,2
	ЮВ 140-41	142,1	53,8
	ЮВ 170-40	153,9	51,8
	ЮВ 170-41	132,9	42,6
	ЮВ 200-39	164,3	60,7
	ЮВ 200-40	118,9	21,6
Вариант 4 Аминка Фло, КЭ + Ранголи- Тиран, ВДГ	ЮВ 100-39	176,1	67,4
	ЮВ 140-39	158,2	47,5
	ЮВ 140-40	186,6	65,5
	ЮВ 140-41	156,9	58,0
	ЮВ 170-40	178,3	57,7
	ЮВ 170-41	159,6	55,0
	ЮВ 200-39	172,1	72,0
	ЮВ 200-40	151,2	40,9
F _{факт(А)}		35,259*	61,922*
НСР _{0,05(А)}		4,797	1,605
F _{факт(В)}		13,358*	4,519*
НСР _{0,05(В)}		3,792	1,269
F _{факт(АВ)}		22,888*	111,641*
НСР _{0,05(АВ)}		10,727	3,589

В результате анализа источников варьирования у гибридов кукурузы установлено, в двухфакторном опыте, что доля влияния гибридов (фактор А) составляет 22,8%. А влияние фактора В (обработки гербицидами) составляет 4,9%. Эффективность взаимодействия факторов АВ составляет 59,2% (таблица 2).

Таблица 2 – Дисперсионный анализ показателей средней высоты кукурузы

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	47166,379	119	–	–	–
Блоки	2749,972	2	1374,986	31,548*	–
Варианты	41016,891	39	1051,715	24,131*	10,727
Фактор А	10756,833	7	1536,690	35,259*	4,797
Фактор В	2328,833	4	582,208	13,358*	3,792
Взаим. АВ	27931,225	28	997,544	22,888*	10,727
Остат.	3399,516	78	43,584	–	–

Также, при изучении данных варьирования высоты заложения початков у гибридов кукурузы установлено, в двухфакторном опыте, что доля влияния гибридов (фактор А) составляет 11,6%. А влияние фактора В (обработки гербицидами) составляет 0,5%. Эффективность взаимодействия факторов АВ составляет 84% (таблица 3).

Таблица 3 – Дисперсионный анализ показателей средней высоты заложения початка кукурузы

Источник	SS	df	ms	F	НСР
Общее	18153,340	119	–	–	–
Блоки	319,894	2	159,947	32,786*	–
Варианты	17452,918	39	447,511	91,730*	3,589
Фактор А	2114,619	7	302,088	61,922*	1,605
Фактор В	88,177	4	22,044	4,519*	1,269
Взаим. АВ	15250,122	28	544,647	111,641*	3,589
Остат.	380,528	78	4,879	–	–

Вывод. При изучении морфометрических показателей питомника можно выделить, что самое значительное увеличение высоты растения и высоты прикрепления початка по сравнению с другими были отмечены в варианте с препаратов Ранголи – Тиран, ВДГ.

В ходе исследований нами было установлено, что доля влияния на показатели высоты растений и высоты заложения початков эффективнее повлияло взаимодействия факторов АВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. Колос, 1968.

2. Сотченко В.С., Горбачёва А.Г., Панфилов А.Э., Казакова Н.И., Ветошкина И.А. Норма и стабильность реакции раннеспелых гибридов кукурузы на условия вегетации // Кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 39-43.

3. Методические указания для проведения лабораторно-практических занятий по теме: «Изучение ассортимента пестицидов». Составили: Доцент Е.Ю. Веретельник – 2012. – 20 с.

© Бабушкин Д.Д., 2023

Научная статья

УДК 631.1

М.А. Барулина¹, А.В. Голиков¹, Е.В. Панкратова^{1,2}, К.В. Кочелаевская², Е.В. Рыжова²

¹Институт проблем точной механики и управления РАН, г. Саратов, Россия

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ГРАДАЦИЯХ СЕРОГО НА ПРИМЕРЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА СНИМКОВ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС

Аннотация. В работе исследована возможность использования современных алгоритмов искусственного интеллекта для решения задач классификации изображений в градациях серого с минимальной ошибкой отнесений к ошибочному классу. Проведенные эксперименты показали, что использование нейросетевых ансамблей является одним из способов решения данной задачи при использовании, охране, защите, воспроизводстве лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, задачи классификации изображений, нейросетевые ансамбли, классификации изображений в градациях серого.

M.A.Barulina¹, A.V.Golikov¹, E.V.Pankratova^{1,2}, K.V. Kochelaevskaya², E.V.Ryzhova²

¹Institute of Problems of Precision Mechanics and Control of the Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

METHODS FOR SOLVING PROBLEMS OF GRAYSCALE IMAGE CLASSIFICATION USING THE EXAMPLE OF THE RESULTS OF THE ANALYSIS OF IMAGES OF FOREST PROTECTION STRIPS

Annotation. The paper investigates the possibility of using modern artificial intelligence algorithms to solve problems of grayscale image classification with a minimum error of attribution to an erroneous class. The experiments have shown that the use of neural network ensembles is one of the ways to solve this problem in the use, protection, protection, reproduction of forests located on agricultural lands.

Keywords: artificial intelligence, machine learning, image classification tasks, neural network ensembles, classifications from.

Использование современных цифровых технологий при использовании, охране, защите, воспроизводстве лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения позволит более эффективно управлять земельными ресурсами, рационально использовать трудовые и производственных ресурсы. Одним из способов решения данной задачи является использование нейросетевых ансамблей. Целью данной работы является исследование возможности применения алгоритмов, способных

решать задачу классификации изображений в градациях серого с минимальной ошибкой отнесения к ошибочному классу.

Наиболее распространенной задачей в области машинного обучения является задача классификации изображений [1]. Среди различных видов этой задач подобного типа нужно выделить классификацию изображений, представленных в градациях серого, для которых важно минимизировать ошибку отнесения объекта к ложному классу. Одним из примеров такого рода задач является задача классификации результатов аэроснимков, когда ошибочное отнесение изображение к определенному классу приводит или к неполучению необходимого, или получению ненужного вмешательства.

Для достижения поставленной цели были обучены широко распространенные нейросетевые решения-классификаторы (такие как DenseNet201 и Xception), а также современные модели-трансформеры (ViT, DeiT), которые впервые были описаны в 2020-2021 году.

Одной из основных проблем задач классификации, решаемых с использованием алгоритмов глубокого обучения, является сбор достаточного количества высококачественных изображений для каждого из прогнозируемых классов, при этом особенно важно, чтобы каждый класс содержал примерно равное количество снимков. Интеллектуальный анализ изображений, взятых из открытых интернет-источников, вполне может помочь собрать необходимое количество изображений приемлемого качества.

Оценка качества в задачах классификации происходит по следующему сценарию:

- TP – true positive: классификатор верно отнёс объект к рассматриваемому классу.
- TN – true negative: классификатор верно утверждает, что объект не принадлежит к рассматриваемому классу.
- FP – false positive: классификатор неверно отнёс объект к рассматриваемому классу.

- FN – false negative: классификатор неверно утверждает, что объект не принадлежит к рассматриваемому классу.

Здесь про TP, TN, FP, FN, а так же понятия, выражающиеся через них, мы говорим в рамках одного класса бинарной классификации. В такой системе подразумевается, что реальное число объектов класса 0 (для бинарного случая 0/1) может выражаться

$$TP_0 + FN_0 = FP_1 + TN_1$$

Confusion matrix (матрица ошибок / несоответствий / потерь, CM)

Вычислим TP, FP, FN по CM

	1	i	k
1		FP _i	
i	FN _i	TP _i	FN _i
k		FP _i	

– квадратная матрица размера $k \times k$, где $CM_{t,c}$ – число объектов класса t , которые были квалифицированы как класс c , а $k \sum_{i=1}^n$ – число классов. При этом значения ячеек CM могут быть вычислены по формуле:

$$CM(y, y^*)_{t,c} = \sum_{i=1}^n [(y_i=t) \wedge (y_i^*=c)],$$

где y_i – реальный класс объекта, а y_i^* – предсказанный.

Рассмотрим для бинарного случая:

	Принадлежит классу (P)	Не принадлежит классу (N)
Предсказана принадлежность классу	TP	FP
Предсказано отсутствие принадлежности классу	FN	TN

По тому же принципу матрица несоответствий строится для многоклассовой классификации:

Предсказанный	Класс A (C ₁)	Класс B (C ₂)	Класс C (C ₃)
---------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

класс			
1 (P ₁)	T ₁	F ₁₂	F ₁₃
2 (P ₂)	F ₂₁	T ₂	F ₂₃
3 (P ₃)	F ₃₁	F ₃₂	T ₃

В этом случае TP, TN, FP и FN считаются относительно некоторого класса (i) следующим образом:

$$TP_i = T_i$$

$$FP_i = \sum_{c \in Classes} F_{i,c}$$

$$FN_i = \sum_{c \in Classes} F_{c,i}$$

$$TN_i = All - TP_i - FP_i - FN_i$$

Процесс интеллектуального анализа полученных данных включает несколько этапов, среди которых особенно хочется отметить способы сбора изображений. Разработанные два "паучьих" сценария в [2] показали свою несомненную эффективность. –

Сначала был разработан сценарий с использованием Scrapy, которая представляет собой быстрый фреймворк для обхода веб-страниц с открытым исходным кодом, написанный на Python для извлечения данных с веб-страниц [3]. Данный скрипт использовался для получения изображений из Instagram-аккаунтов.

Потом второй spider был разработан с использованием Selenium и использовался в браузере Chrome для получения изображений из Google. Selenium - это веб-драйвер на Python, который позволяет эмулировать реальное поведение пользователя на веб-страницах [4].

Проблема использования нейронных сетей в задаче диагностики стадии

Ранее подобного рода модели показали свою эффективность [2,5]

С развитием технологий и разработок в области машинного обучения (ML) и глубокого обучения (DL) разрабатываются все более совершенные методы обработки данных и изображений.

Специфика моделей ML и DL для решения задач различного рода, основные проблемы этих моделей, а также трудности и потенциальные риски их использования обсуждаются в [6].

Вначале была осуществлена предобработка данных посредством программной библиотеки Pandal. Изображения были конвертированы в формат TIFF, требуемый для обучения вышеупомянутых нейросетей. Каждому изображению была сопоставлена соответствующая категория.

В качестве одной из оценок качества работы модели была использована матрица искажений (confusion matrix), которая позволяет сделать выводы о том, насколько хорошо модель научилась определять объекты данного класса. Матрица искажений включает в себя такие величины как True Positive, False Positive, True Negative, False Negative для каждого из классов, относительно которых осуществляется классификация. True Positive (TP) или True Negative (TN) - количество объектов “класса А” или количество объектов не из “класса А”, которые были правильно распознаны нейросетью. Величины False Positive (FP) и False Negative (FN) - количество объектов, которые были неправильно отнесены или не отнесены к “классу А”, соответственно.

Далее была решена задача классификации изображений на три различных класса (Норма, Засуха, Вырубка). Результаты представлены в Таблице 1.

Нейросети-трансформеры (ViT, DeiT) примерно в 38% случаев неправильно относили изображения с новообразованиями к объектам класса “Норма”. Другими словами, 38% участков при классификации с помощью этих алгоритмов имеют риск быть не отнесены к ненадлежащему классу.

В результате анализа результатов обучения было принято решение о целесообразности использования ансамбля из различных нейронных сетей для решения поставленной в работе задачи. Поэтому на заключительном этапе было осуществлено решение задачи о двух последовательных бинарных классификаций вместо одной тернарной. Сначала применялась классификация на объекты класса “Норма” и “Отклонение”, а затем - классификация на объекты “Засуха” и “Вырубка”.

При изучении результатов обучения удалось определить, что для первичной классификации наиболее подходящей нейросетью для используемой выборки является DenseNet201, которая может хорошо осуществить классификацию объекта на «Отклонение» (TP = 0.93). При этом допускается, что объекты класса «Норма» могут также быть отнесены к ложному классу (FP = 0.78), однако в данном случае ошибка не представляет угрозу, а лишь подразумевает возможное дополнительное обследование объекта на предмет наличия отклонения.

Для осуществления вторичной классификации на виды отклонения лучше всего из исследуемых нейросетей себя показывают нейросети ViT и Xception. ViT отлично определяет «Вырубка» отклонение (TP = 1 и TN = 0.59), но также соотносит к нему часть объектов из другого класса (FP = 0.41). В свою очередь, Xception может хорошо определять «Вырубка» отклонение (TP = 0.9), но она с трудом отделяет от него «Засуха» (FP = 0.77).

Заключение. В работе показана возможность применения алгоритмов ИИ для решения задач классификации изображений в градациях серого с минимальной ошибкой отнесений к ошибочному классу. Проведенные эксперименты показали, что одним из способов решения данной задачи является использование нейросетевых ансамблей. В частности, использование двух последовательных бинарных классификаций вместо одной тернарной позволяет минимизировать шанс ошибки отнесения объекта в неправильный класс, но вместе с этим требует большего количества ресурсов для реализации. Качество классификации может быть улучшено увеличением набора данных, снижением его несбалансированности и с помощью других подходов.

В любом случае, на данный момент трансформаторы можно признать наиболее перспективными нейронными сетями для задач классификации в различных отраслях народного хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barulina M., Sanbaev A., Okunkov S., Ulitin I., Okoneshnikov I. Deep Learning Approaches to Automatic Chronic Venous Disease Classification. *Mathematics*. 2022. 10, 3571. <https://www.mdpi.com/2227-7390/10/19/3571>
2. И.В. УЛИТИН, С. В. ОКУНЬКОВ, Е.В Внукон Методы решения задач классификации изображений в градациях серого на примере результатов рентгеновской маммографии
3. Scrapy. Доступно онлайн: <https://scrapy.org/> (дата обращения 25 августа 2022 года).
4. Selenium автоматизирует браузеры. Вот и все! Доступно онлайн: <https://www.selenium.dev/> (дата обращения 25 августа 2022 года).
5. Барулина М., Санбаев А., Окуньков С., Улитин И., Оконешников И. Подходы глубокого обучения к автоматической классификации хронических заболеваний вен. *Математика* . 2022; 10(19):3571. <https://doi.org/10.3390/math10193571>
6. Чжоу С.К.; Гринспен Х.; Давацкос К.; Дункан Дж.С.; Гиннекен Б.В.; Мадабхуши А.; Принс Дж.Л.; Рюкерт Д.; Саммерс Р.М. Обзор глубокого обучения в медицинской визуализации: особенности визуализации, технологические тенденции, тематические исследования с основными моментами прогресса и перспективами на будущее. Инструкция. IEEE 2021, 109, 820-838. [[Google Scholar](#)] [[Перекрестная ссылка](#)]

© Барулина М.А., 2023

Научная статья

УДК 635.65/631.84

О.С. Башинская, А.А. Рожкова, А.Ю. Лёвкина

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г. Саратов

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОПРЕПАРАТА «РИЗОБОФИТ» НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ НИЖНЕВОЛЖСКОГО РЕГИОНА

Аннотация. В 2022 году на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» была проведена оценка эффективности биопрепарата «РизоБаш» при предпосевной обработке семян зернобобовых культур. Максимальная прибавка урожая установлена у сортов сои Чира-1 и Покровская при обработке семян, она составила 0,15 т/га (16%) и 0,10 т/га (9%). Наибольший стимулирующий эффект проявился у сортов сои: Чира-1, Марина, Покровская.

Ключевые слова: соя, азотфиксация, микробиологические препараты, урожайность.

O.S.Bashinskaya, A.A.Rozhkova, A.Yu Levkina

FGBNU RosNIISK "Rossorgo", Saratov

STUDY OF THE EFFECT OF THE BIOLOGICAL PREPARATION "RHIZOBOPHYTE" ON THE PRODUCTIVITY OF LEGUMINOUS CROPS IN THE CONDITIONS OF THE LOWER VOLGA REGION

Annotation. In 2022, an evaluation of the effectiveness of the biological preparation "Rizobash" during the pre-sowing treatment of leguminous seeds was carried out at the experimental field of RosNIISK "Rossorgo". The maximum yield increase was established for soybean varieties Chira-1 and Pokrovskaya during seed treatment, it was 0.15 t/ha (16%) and 0.10 t/ha (9%). The greatest stimulating effect was manifested in soybean varieties: Chira-1, Marina, Pokrovskaya.

Keywords: soy, nitrogen fixation, microbiological preparations, yield.

Культура соя по своему разнообразному биологическому и химическому составу семян, а также многостороннему использованию в пищевых, кормовых

и технических целях является сельскохозяйственной культурой мирового значения. В мире посевы сои по площади превышают 100 млн га, выращивают ее в основных растениеводческих регионах более 80 стран. Производство этой культуры в мире превышает 300 млн т. Успешное продвижение обусловливается как ее огромными возможностями в пищевой индустрии, так и агрономическими и даже экологическими преимуществами по сравнению с другими сельскохозяйственными культурами [1]. В настоящее время промышленное производство химических азотных удобрений требует значительных энергозатрат, а также они могут быть вредны с точки зрения экологической безопасности. Поэтому при возделывании зернобобовых культур большое практическое значение имеет фиксация молекулярного азота воздуха биологическим путем [2]. Белок и жир являются важнейшими питательными элементами, содержащимися в бобах сои. Среднее содержание полноценного протеина в семенах сои колеблется в пределах 32–48% с высококачественным аминокислотным составом, жира – 16–25% и углеводов – более 20%. Также в состав зерна сои входит большое количество растворимых сахаров, макро- и микроэлементов, витаминов и минеральных солей. Из 1 т семян получают 0,7–0,75 т шрота, содержащего, около 40% протеина и 14% жира. Высокие кормовые достоинства сои и являются главной причиной широкого распространения во многих регионах страны. Положительная динамика увеличения объёма производства сои в РФ определяется стабильно высокими мировыми и российскими ценами на семена, улучшением экономического состояния отечественного сельского хозяйства, а также ростом эффективности селекции сои [3]. Саратовская область является благоприятной зоной для возделывания сои. Основой успешного возделывания сои в этом регионе является применение комплекса удобрений связанных с технологией возделывания, а также правильный подбор высокопродуктивных сортов [4, 5]. На это были направлены исследования с целью проведения сравнительного анализа влияния инокулянтов на урожайность сои различных сортов.

Цель исследований: оценка эффективности биопрепарата «РизоБаш» при обработке семян, его влияние на хозяйственно-ценные признаки сортов сои в условиях Саратовской области. В задачи исследований входило: определение полевой всхожести семян сортов сои; изучение морфометрических показателей; учет урожайности.

В 2022 году на поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» заложен двухфакторный опыт:

фактор А- препарат РизоБаш;

фактор В- сорта:

1. сорт Марина селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»;
- 2- Чира-1 селекции ФГБНУ Чувашского НИИСХ;
- 3- Мерчен селекции ФГБНУ Чувашского НИИСХ;
- 4- Мария селекции ФГБНУ Чувашского НИИСХ;
- 5- Покровская селекции ФГБНУ Чувашского НИИСХ.

Обработка семенного материала сои биопрепаратом «РизоБаш» осуществлялась перед посевом за 3 дня. Норма расхода препарата «РизоБаш» – 3 л/т, а объем рабочего раствора 0,5 л на 1 кг семян. В качестве прилипателя использовали препарат Биолипостим (0,3 мл на 1 кг семян). Площадь деланки – 15,4 м², повторность трехкратная, размещение рендомезированными блоками. Густота стояния растений сои – 250 тыс. раст./га. Измерение хозяйственно-ценных признаков и учет продуктивности проводился по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнялась с помощью программ «AGROS 2.09» методом дисперсионного двухфакторного анализа. Климат данной зоны – резко-континентальный. Количество осадков по годам колеблется в пределах 229-633 мм, и в среднем составляет 479 мм. Почвенный покров в основном представлен черноземами выщелоченными и обыкновенными среднесиловыми. При закладке опыта руководствовались методическими указаниями.

В нашем опыте большое влияние на количество взошедших семян оказали погодные условия в период посева семян и наличия влаги в почве. На графике представлены средние данные за 2022 год исследования. На средний показатель полевой всхожести во многом повлияли засушливые условия 2022 года в период посева, что отрицательно сказалось на дружности всходов и дальнейшее развитие растений. Проведена оценка полевой всхожести различных сортов сои обработанные препаратом «РизоБаш».

Исследования в опыте показали увеличение полевой всхожести на всех сортах от 4 до 6,4%. Самая высокая полевая всхожесть отмечена на сорте Марина на контроле 87,7% на препарате РизоБаш 93,3%; наименьший показатель у сорта Чира-1 контроль 80,7 %, на препарате 84,7%. (рисунок 1).

Наибольшее влияние препарата оказало на сортах Покровская и Мерчен-увеличение всхожести на 6,4 и 6,3% соответственно. Обработка семян «Ризобашем» меньше всего повлияла на всхожесть сорта Чира-1. Увеличение всхожести составила всего 4%.

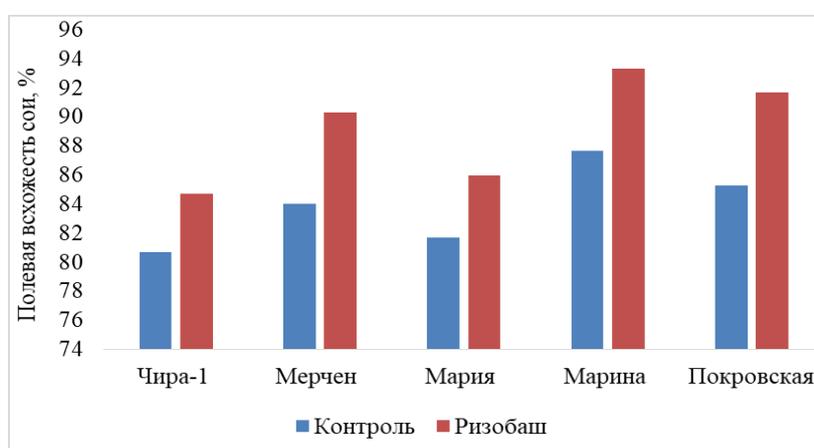


Рисунок 1 – Полевая всхожесть сои, %

Основополагающим показателем развития растений является структура урожая. Даже незначительные изменения в агротехнологии возделывания сои приведет либо к увеличению, либо к уменьшению признаков растений. Главным признаком, определяющим технологичность сорта, является высота растений. Она может различаться в зависимости от сорта, почвенно-

климатических условий, агротехнологии. В среднем за год исследований (табл.1) высота растений на контрольных вариантах опыта варьировала от 56,6 см (Чира-1) до 86,1см (Марина). Показатель на варианте с сортом Покровская максимальный в опыте он на 4,3% превысил высоту растений на контроле – 77,5 см.

Высота прикрепления нижних бобов – важный показатель для определения наиболее технологичных для сорта норм высева и схемы посева. В исследовании на всех вариантах опыта отмечено прикрепление нижнего боба от 6,5 на сорте Чира-1 до 15,3 на сорте Марина. Величина показателя повышается на вариантах с препаратом Покровская на 4 см (до 15,7 см) и на сорте Чира-1 на 2,1 см (до 8,6 см).

Таблица 1 – Структура урожая сои в 2022г.

Сорта	Высота растения, см		Высота прикрепления нижнего боба, см		Урожайность семян, т/га	
	контроль	опыт	контроль	опыт	контроль	опыт
Чира-1	56,6	53,8	6,5	8,6	0,81	0,96
Мерчен	65,1	59,4	9,4	7,8	0,99	1,01
Мария	58,1	57,2	7,7	5,3	0,96	0,98
Марина	86,1	80,1	15,3	15,0	1,16	1,23
Покровская	73,0	77,5	11,7	15,7	1,01	1,11
	НСР _{0,05} (А) 1,385		НСР _{0,05} (А) 0,370		НСР _{0,05} (А) 0,22	
	НСР _{0,05} (В) 2,190		НСР _{0,05} (В) 0,586		НСР _{0,05} (В) 0,35	
	НСР _{0,05} (АВ) 3,097		НСР _{0,05} (АВ) 0,828		НСР _{0,05} (АВ) 0,49	

Высокие показатели урожайности получены на сорте Марина 1,23 т/га и Покровская – 1,11т/га. Увеличение урожайности под влиянием препарата наблюдалось на всех изучаемых сортах от 0,02 до 0,15 т/га. Максимальная прибавка урожайности наблюдалась у сорта Чира-1 (0,15 т/га) и Покровская (0,10т/га).

Заключение. Результаты проведённых исследований позволили выявить наиболее эффективные элементы агротехнологии сои в условиях Нижнего Поволжья. Лучшими в опыте стали районированные сорта Марина и

Покровская. На проведение инокуляции препаратом «Ризобаш» лучше всего отозвался сорт Покровская и Чира-1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василенко С.А., Метлина Г.В., Кравченко Н.С. Влияние сроков посева на качество семян, экономическую и энергетическую эффективность возделывания сои // *Зерновое хозяйство о России*. 2019. № 2 (62). С. 3–7
2. Оразаева И.В., Муравьев А.А. Показатели продуктивности сортов сои в зависимости от инокуляции семян и азотного удобрения // *Достижения науки и техники АПК*. 2018. N 4. С. 34-37. Иваненко А.С., Созонова А.Н. Хозяйственно-биологическая и селекционная ценность скороспелых сортов сои в лесостепной зоне Зауралья // *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2020. № 10 (183). С. 3–16. DOI: 10.33920/sel-05-2010-01.
3. Иванова Г.Ф., Левицкая Н.Г. Изменчивость максимально возможного и суммарного испарения на территории Саратовской области в условиях меняющегося климата // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия «Науки о Земле»*. 2015. Т. 15. Вып. 3. С. 5–8. DOI: 10.18500/1819-7663-2015-15-3-5-8.
4. Ларионов М.В., Ларионов Н.В., Левкина Г.В. Факторы деградации почв и атмосферного воздуха и их влияние на состояние растений в городских и пригородных экосистемах // *Samara Journal of*

© Башинская О.С., Рожкова А.А., Лёвкина А.Ю., 2023

Научная статья

УДК 633.11

Г.А. Бекетова, О.В. Зубкова, А.А. Ушакова, Т.Б. Кулеватова.

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», Саратов

ОЦЕНКА СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ.

Аннотация. Приведены результаты изучения 48 сортов яровой мягкой пшеницы по урожайности зерна, продолжительности периода «всходы - колошения», высоте растений, массе 1000 зерен, натурной массе зерна в условиях 2023 года. Выявлены наиболее перспективные образцы для селекции.

Ключевые слова: сорт, яровая мягкая пшеница, натурная масса зерна, масса 1000 зерен.

G.A. Beketova, O.V. Zubkova, A.A. Ushakova, T.B. Kulevatova.

Federal Centre of Agriculture Research of the South-East Region, Saratov

EVALUATION OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES BY ECONOMIC AND VALUABLE TRAITS

Annotation. The results of the study of 48 varieties of spring soft wheat on grain yield, duration of the period "sprouting - mowing", plant height, weight of 1000 grains, full grain weight in the conditions of 2023 are given. The most promising samples for breeding were identified.

Keywords: variety, spring soft wheat, natural grain weight, 1000 grains weight.

Введение Пшенице принадлежит ведущая роль в обеспечении населения продовольствием и сельскохозяйственных животных кормовым зерном [1]. Важной и актуальной задачей для стабилизации производства зерна на фоне широкого варьирования агроклиматических условий является создание сортов, обеспечивающих высокие урожаи и высокое качество продукции [2, 3].

В решении проблемы создания высокоурожайных, высококачественных сортов важную роль играет оптимизация параметров подбора исходного материала.

Цель исследований – изучение хозяйственно-ценных признаков у сортов яровой мягкой пшеницы и выявление наиболее перспективных из них для селекционной работы.

Материал и методика исследований. Объектами исследования являются 48 сортов яровой мягкой пшеницы, созданные в различных селекционных центрах (Саратов, Самара, Пенза, Ульяновск, Кинель и др.). Работа была проведена в лаборатории селекции и семеноводства яровой мягкой пшеницы ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», в питомнике экологического испытания. Предшественник – озимая пшеница. Тип почвы – маломощный среднесуглинистый южный чернозем. Повторность опыта трехкратная, размещение сортов в блоках рендомизированное. Норма высева 3,7 млн. всхожих семян на гектар. Учетная площадь делянки составляет 4,2 м². Фенологические наблюдения проводили согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Физические свойства зерна: масса 1000 зерен, натурная масса зерна были определены общепринятыми методиками.

Вегетационный период 2023 года характеризуется как средне засушливый. Гидротермический коэффициент увлажнения мая-июля равен 0,7. Количество осадков за весенне-летний период развитие растений составило в мае - 37,4 мм (87% от нормы), в июне – 59,3 мм (132 % от нормы), в июле – 40,9 мм (80% от нормы). Температура воздуха в период вегетации пшеницы составила в мае – 16,2 °С (108 % от нормы), в июне – 18,3 °С (94 % от нормы), в

июле – 22,0 °С (103 % от нормы). Максимальное отличие от многолетних данных наблюдалось в 3 декаде мая 20,4 °С (125% от нормы) и в первой декаде июля 24,2 °С (115 % от нормы).

Результаты исследований. Период «всходы – колошения» у образцов варьировал от 40 до 52 дней. Короткий период «всходы-колошения» наблюдался у сортов: Альбидум 43, Гречанка, Саратовская 42, Саратовская 60, а наиболее продолжительный - у сорта Александрит и у образцов из Казахстана, Ульяновска и Китая (Табл. 1).

Высота растений у сортов колебалась от 64,6 до 97,0 см. Максимальная выраженность признака у сортов Александрит (97 см) и Саратовская 74 (96 см). Самыми низкорослыми были образцы из Китая (64,6 -70,8).

Урожайность зерна варьировала от 1,4 т/га до 3,6 т/га. Наибольшее значение у сорта Саратовская 75. Также следует выделить по урожайности следующие сорта: Симбирцит, Маргарит, Саратовская 76, Саратовская 73, Саратовская 74, Саратовская 68 и Экада 113.

Таблица 1

Характеристика сортов яровой мягкой пшеницы по хозяйственно-ценным признакам, 2023 г.

Название сорта	Оригинатор	Всходы-колошение, сут.	Высота растений, см	Урожайность, т/га
1	2	3	4	5
М.Русак	Саратов	44 hijklmnopg	93,7 lmnop	1,89 abcdefgh
М.Полтавка	Саратов	43 efgh	93,2 klmnop	1,98 abcdefghijk
Саррубра	Саратов	42 bc	86 fghijklmn	1,95 abcdefghij
Эр.82.02	Саратов	45 hijklmnopgr	93,2 klmnop	2,56 defghijklmnopgrst
Стекловидная 1	Саратов	41 abc	88,4 ijklmnop	1,92 abcdefghi
Альбидум 43	Саратов	40 a	83,9 fghijk	2,13 abcdefghijklm
Саратовская 36	Саратов	43 efgh	89,5 ijklmnop	2,41 defghijklmnopg
Саратовская 38	Саратов	43 cdefg	92,0 jklmnop	2,15 abcdefghijklm
Саратовская 39	Саратов	44 fghijkl	89,3 ijklmnop	2,73 hijklmnopgrst
Саратовская 42	Саратов	42 bcde	87,3 fghijklmnop	2,18 abcdefghijklm
Саратовская 46	Саратов	43 defgh	88,7 ijklmnop	2,40 cdefghijklmnop
Саратовская 55	Саратов	44 efghij	88,7 ijklmnop	2,56 defghijklmnopgrst

Саратовская 58	Саратов	45 hijklmnopgr	88,6 ijklmnop	2,58 defghijklmnopgrst
Саратовская 60	Саратов	42 bcde	87,9 ghijklmnop	2,75 ijklmnopgrstu
Саратовская 62	Саратов	44 efghij	83,8 fghijk	2,71 hijklmnopgrst
Саратовская 64	Саратов	43 efgh	90,1 ijklmnop	2,70 ghijklmnopgrst
Саратовская 66	Саратов	44 efghij	87,6 ghijklmnop	2,68 ghijklmnopgrst
Саратовская 68	Саратов	45 ijklmnopgrst	94,0 mnop	3,18 oprstu
Саратовская 70	Саратов	44 ghijkl	91,6 jklmnop	2,89 lmnopgrstu
Саратовская 71	Саратов	46 nopgrstuvw	88,6 ijklmnop	2,56 defghijklmnopgrst
Саратовская 73	Саратов	46mnopgrstuvw	92,0 jklmnop	3,29 rstu
Саратовская 74	Саратов	ghijkl	96,0 op	3,20 pgrstu
Саратовская 75	Саратов	46 pgrstuvw	92,3 jklmnop	3,57 u
1	2	3	4	5
Саратовская 76	Саратов	45 lmnopgrstu	91,3 jklmnop	3,25 grstu
Александрит	Саратов	52	97 p	2,79 jklmnopgrstu
Гречанка	Саратов	41 ab	78,5 defg	2,82 klmnopgrstu
Симбирцит	Ульяновск	45 klmnopgrstu	91,1 jklmnop	3,33 tu
Маргарита	Ульяновск	46 rstuvw	91,4 jklmnop	3,32 stu
Ульяновская 101	Ульяновск	50	87,9 ghijklmnop	1,83 abcde
Ульяновская 105	Ульяновск	50	87,6 ghijklmnop	2,92 mnopgrstu
Экада 113	Пенза, Самара	50	91,2 jklmnop	3,12 nopgrstu
Экада 109	Казань	48 z	90,0 ijklmnop	1,95 abcdefghij
Тулайковская 108	Самара	47 wxyz	78,4 cdefg	2,48 defghijklmnopgrst
Тулайковская 5	Самара	43 efgh	83,6 fghijk	2,41 defghijklmnopg
Омская 35	Омск	47 vwxyz	81,1 efghi	2,68 fghijklmnopgrst
Учитель	Оренбург	43 efgh	90,6 ijklmnop	2,44 defghijklmnopg
Казахстанская 10	Казахстан	46 stuvwxy	83,2 fghij	2,93 mnopgrstu
Лютесценс 90	Казахстан	46 oprstuvw	88,6 ijklmnop	2,59 efghijklmnopgrst
Целинная 50	Казахстан	49	84,8 fghijklm	2,52 defghijklmnopgrst
Шортадинская 95	Казахстан	49	95,1 nop	2,60efghijklmnopgrst
Олмакен	Казахстан	45 jklmnopgrst	86,2 fghijklmn	2,39 bcdefghijklmnop
Самгау	Казахстан	47 uvwxyz	88,2 hijklmnop	2,75 ijklmnopgrstu
Hei 73	Китай	46 grstuvw	70,8 abcd	1,78 abcde
Siu San 08-51266	Китай	46 tuvwxу	67,5 a	1,54 a
Longmai 35	Китай	49	70,9 abcd	1,43 a
Bei mai 9	Китай	48 xyz	78,2 bcdef	1,86 abcdefg
LF13-142	Китай	48 yz	67,1 a	1,74 abcd
LF13-1009	Китай	48	64,6 a	1,56 a
F критерий		32,7*	7,4*	4,64*
НСР 0,5		1,3	7,9	0,68

Примечания: * Значимо на 5% уровне

Масса 1000 зерен в зависимости от сорта варьировала от 28,1 до 41,0 г. Наиболее крупное зерно формировали Саратовская 73, Гречанка, Саратовская 71, Экада 109, Симбирцит, а относительно мелкое - Веi mai 9, LF13-142, LF13-1009, Тулайковская 5 (Табл. 1).

Среди признаков, характеризующих физические свойства зерна большое значение придается натурной массе, которая лежит в основе классификации пшеницы по качеству во многих странах. Для сильной пшеницы первого и второго классов данный показатель должен быть не менее 750 г/л, для третьего не менее 730 г/л. У большинства сортов наблюдается высокая натурная масса зерна. За исключением 4 сортов: Маргарита, Ульяновская 101, Экада 109 и Омская 35. Максимальная выраженность данного признака отмечена у LF13-1009 (807 г/л).

Таблица 2

Физические свойства зерна у сортов яровой мягкой пшеницы, 2023 г.

Название сорта	Оригинатор	Масса 1000 зерен, г	Натурная масса зерна, г/л
1	2	3	4
М.Русак	Саратов	30,5 abcd	757 fghijklmno
М.Полтавка	Саратов	34,8 efghij	767 opgrs
Саррубра	Саратов	33,1 cdef	758 fghijklmnopg
Эр.82.02	Саратов	35,0 efghijkl	747 cdef
Стекловидная 1	Саратов	36,3 efghijklmnopg	752 efghij
Альбидум 43	Саратов	35,5 efghijklm	765 nopgrs
Саратовская 36	Саратов	37,4 hijklmnopgrs	753 efghijklm
Саратовская 38	Саратов	35,8 efghijklmn	762 jklmnopgrs
Саратовская 39	Саратов	35,8 efghijklmno	769 pgrst
Саратовская 42	Саратов	35,3 efghijklm	766 opgrs
Саратовская 46	Саратов	37,0 ghijklmnopg	767 opgrs
Саратовская 55	Саратов	36,7 fghijklmnopg	761 ijklmnopgr
Саратовская 58	Саратов	37,2 hijklmnopg	759 ghijklmnopg
Саратовская 60	Саратов	35,6 efghijklm	764 mnopgrs
Саратовская 62	Саратов	37,4 hijklmnopgrs	763 klmnopgrs
Саратовская 64	Саратов	38,7 klmnopgrs	744 bcde
Саратовская 66	Саратов	36,4 fghijklmnopg	769 grst
Саратовская 68	Саратов	36,0 efghijklmnop	756 fghijklmno
Саратовская 70	Саратов	39,7 pgrs	764 mnopgrs
Саратовская 71	Саратов	39,6 opgrs	760 ijklmnopgr
Саратовская 73	Саратов	41,0 s	764 mnopgrs

Саратовская 74	Саратов	37,1 hijklmnopg	767 opgrs
Саратовская 75	Саратов	35,5 efghijklm	780 uvw
Саратовская 76	Саратов	36,3 efghijklmnopg	767 opgrs
Александрит	Саратов	37,1 hijklmnopg	759 hijklmnopg
Гречанка	Саратов	41,0 rs	751 efghij
Симбирцит	Ульяновск	39,4 nopgrs	748 defgh
Маргарита	Ульяновск	38,1 jklmnopgrs	738 abc
Ульяновская 101	Ульяновск	38,4 jklmnopgrs	730 a
Ульяновская 105	Ульяновск	35,5 efghijklm	759 hijklmnopgr
Экада 113	Пенза, Самара	38,4 jklmnopgrs	758 fghijklmnopg
1	2	3	4
Экада 109	Казань	39,8 grs	735 ab
Тулайковская 108	Самара	33,7 defgh	754 efghijklm
Тулайковская 5	Самара	32,6 bcde	766 opgrs
Омская 35	Омск	35,7 efghijklmn	737 abc
Учитель	Оренбург	36,5 fghijklmnopg	756 fghijklmno
Казахстанская 10	Казахстан	38,7 lmnopgrs	753 efghijk
Лютесценс 90	Казахстан	36,8 fghijklmnopg	764 lmnopgrs
Целинная 50	Казахстан	34,7 efghij	747 cdef
Шортадинская 95	Казахстан	37,7 ijklmnopgrs	750 efghi
Олмакен	Казахстан	38,0 jklmnopgrs	773 stuv
Самгау	Казахстан	38,9 mnopgrs	770 rstu
Hei 73	Китай	33,0 cdef	778 tuvww
Siu San 08-51266	Китай	34,0 efghi	759 hijklmnopgr
Longmai 35	Китай	35,9 efghijklmno	781 vw
Bei mai 9	Китай	28,1 a	766 opgrs
LF13-142	Китай	29,9 abc	784 w
LF13-1009	Китай	28,9 a	806 x
F критерий		6,9*	16,3*
НСР 0,5		3,1	9,4

Примечания: * Значимо на 5% уровне

Таким образом, изучение сортов по хозяйственно-ценным признакам позволяет выделить источники: с наиболее коротким периодом «всходы-колошение», по высоте растений, массе 1000 зерен и урожайности зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш. Урожайность и адаптивность сортов яровой пшеницы различных групп спелости в условиях лесостепи Северного Зауралья. Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2022;(3):67-75.

2. Новый сорт яровой мягкой пшеницы Аль Варис для целей хлебопечения / Н. Василова, Д-л. Ф. Асхадуллин, Д-р. Ф. Асхадуллин и др. // Земледелие. 2019. № 1. С. 38–42. doi: 10.24411/0044-3913-2019-10111.

3. Зуев Е.В., Брыкова А.Н., Никифоров М.Н. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрально- Черноземной зоны России. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013; (1):217-219.

© Бекетова Г.А., 2023

Научная статья

УДК 338.43

А.В. Белокопытов

Смоленская государственная сельскохозяйственная академия, г. Смоленск,
Россия

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы, связанные с цифровизацией аграрного сектора экономики, определены тенденции в уровне цифровизации экономических процессов на основе доминирующих индикаторов развития, выделены основные направления дальнейшей трансформации ключевых аспектов социально-экономического развития отрасли.

Ключевые слова: цифровая экономика, сельское хозяйство, интернет, информационные технологии

A. V. Belokopytov

Smolensk State Agricultural Academy, Smolensk, Russia

PROBLEMS AND PROSPECTS OF DIGITALIZATION IN THE

AGRICULTURAL SECTOR OF THE ECONOMY

Annotation. The article examines the problems associated with the digitalization of the agricultural sector of the economy, identifies trends in the level of digitalization of economic processes based on the dominant development indicators, and highlights the main directions for further transformation of key aspects of the socio-economic development of the industry.

Keywords: digital economy, agriculture, Internet, information technology

В условиях постиндустриального общества экономика находится в стадии цифровой трансформации [1,3]. Цифровая экономика и стремительное развитие информационно-коммуникативных технологий ключевой тренд современного общества, который несомненно затронул и аграрный сектор экономики.

Стремительное распространение цифровой экономики ставит перед приоритетными отраслями все более новые и более технологичные задачи по модернизации системы организации и управления производством [2,4]. Это не обошло и сельское хозяйство как приоритетную отрасль страны.

Ключевые цели национальной программы «Цифровая экономика», которая реализуется в 2019-2024 гг., определены как:

- рост инвестиционных издержек на развитие цифровизации экономики;
- создание устойчивой и безопасной информационно-телекоммуникационной инфраструктуры высокоскоростной передачи, обработки и хранения больших объемов информации, предназначенной для всех предприятий и граждан;
- применение в значительных объёмах именно отечественного программного обеспечения федеральными и региональными государственными органами власти и организациями.

Таблица 1 - Основные показатели цифровой экономики в России

Показатели	2010	2015	2017	2019	2021
Валовая добавленная стоимость сектора ИКТ в процентах к ВВП	2,71	2,81	2,87	2,81	2,84
Соотношение экспорта и импорта товаров,	5,3	16,8	9,9	11,4	13,6

связанных с ИКТ, %					
Удельный вес населения, использующего интернет практически каждый день, в общей численности населения в возрасте от 15-74 лет, %	26	55	61	73	79
Удельный вес населения, использующего интернет для получения государственных и муниципальных услуг в электронной форме, в общей численности населения в возрасте от 15-74 лет, %	...	39,6	64,3	77,6	81,5
Индекс цифровизации экономики (характеризует использование широкополосного интернета, облачных сервисов, RFID-технологии, включенность в электронную торговлю организаций всех видов экономической деятельности)	...	2	27	...	31
Удельный вес организаций предпринимательского сектора, использующих широкополосной интернет, %	64	79	82	84	88
облачные сервисы, %	...	18	23	25	26

Анализ развития цифровых трендов в условиях экономических санкций показывает «пробуксовку» отдельных индикаторов цифровой трансформации экономики страны (табл.1). Так, валовая добавленная стоимость сектора информационно-коммуникативных технологий в общей структуре ВВП за 2010-2021 гг. выросла всего 0,13% и составила 2,84%. При этом удельный вес организаций предпринимательского сектора, использующих широкополосной интернет, увеличился также незначительно – на 9%. Положительной тенденцией можно назвать значительный рост соотношения экспорта и импорта товаров, связанных с применением ИКТ – рост в 2,6 раза.

В целом цифровизация общества и экономики идет, но темпы роста более низкие чем в других развитых странах мира. При этом надо отметить, что показатель IDI в Российской Федерации за исследуемый период вырос 4,4 до 7,9 (почти в 2 раза).

В качестве основных задач цифровой трансформации в приоритетных отраслях экономики, в том числе в АПК, следует указать:

- переход к цифровому сельскому хозяйству, точному земледелию, активному использованию цифровых технологий для повышения производительности труда работников;

- формирование механизмов и мер поддержки для внедрения цифровых технологий в отрасли народного хозяйства;
- обеспечение прослеживаемости сельскохозяйственной и другой продукции (метки, чипы, идентификаторы, технологии, устройства, системы);
- предоставление пакета персональных (матрицы) технологических решений для участников рынка;
- внедрение торговых онлайн-платформ и систем для продвижения продукции;
- формирование предложений по корректировке нормативно-правовых актов и нормативно-технических требований для перехода в цифру;
- формирование учебно-методических комплексов (стандарты, методики, программы) обучения;
- обеспечение совместимости процессов и стандартов производства продукции с общемировыми для выхода России на лидирующие позиции как экспортера основных видов продукции.

Одним из барьеров эффективного финансирования внедрений технологий интернета вещей является многообразие решений, опирающихся на различные технологические стандарты. В настоящий момент сложно определить, какие из них станут лидерами в своих областях. Для развития внедрения технологий интернета вещей в АПК требуется постоянная координация с экспертами в области стандартов, протоколов и их параметров, а также используемых средств беспроводного доступа для интернета вещей. При разработке государственной политики в области научного технологического развития, стандартизации технологий в АПК эффективное взаимодействие с экспертным сообществом возможно достичь путем формирования на базе Госстандарта рабочей группы в области стандартизации с учетом предложений некоммерческой организации «Ассоциация участников рынка интернета вещей» (далее - Ассоциация интернета вещей) и привлечением отраслевых ассоциаций, экспертного сообщества и представителей государства. В рамках

усиления процессов активной цифровизации АПК следует выделить такие приоритетные направления как:

- развитие инфокоммуникационной инфраструктуры, включая инфраструктуру передачи данных и инфраструктуру цифровых услуг (цифровую инфраструктуру); включение в систему мер государственного стимулирования агропроизводителей требований по использованию технологий интернета вещей;
- создание технологического и промышленного базиса для внедрения технологий интернета вещей, включение в систему мер государственного стимулирования отечественных разработчиков и производителей аппаратно-программных средств;
- расширение спектра предоставляемых в электронном виде услуг, внедрение автоматической отчетности, оптимизация затрат на развитие и сопровождение Системы государственного информационного обеспечения в сфере сельского хозяйства.

Таким образом, в современных условиях требуется значительная активизация работы с учетом государственной поддержки в вопросах цифровой трансформации экономики, наращивание темпов развития и использования ИКТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варич М.И., Давлетшин Р.Р. Цифровизация сельского хозяйства в рамках проекта развития сельского хозяйства в Российской Федерации до 2025 года // Молодой ученый. 2020. № 2 (292). С. 354-357
2. Литвина Н.И., Черкашов М.В., Савичкина Н.В. Цифровизация сельского хозяйства // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 2 (63). С. 174-180
3. Миронкина А.Ю., Трофименкова Е.В., Белокопытов А.В. Модели пространственной кластеризации темпов социально-экономического развития регионов Центрального федерального округа // В сборнике: Проблемы и перспективы развития кооперации и интеграции в современной

экономике. Сборник статей I Международной научно-практической конференции. 2018. С. 325-331

4. Чуба А.Ю., Чуба А.Ю. Современные решения в области цифровизации и автоматизации сельского хозяйства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 5 (79). С. 163-165

© Белокопытов А.В., 2023

Научная статья

УДК 631.559.2:633.111.1

А.А. Беляева, В.А. Павлова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. В статье рассматривается эффективность работы препаратов с физиологическим действием фунгицида Амистар Экстра и росторегулятора Моддус. Применение данных препаратов благоприятно повлияло на урожайность и элементы продуктивности озимой мягкой пшеницы. Результаты исследований показали, что урожайность увеличивалась под влиянием этих препаратов в среднем на 34-40%. От совместного их применения была получена максимальная урожайность и составила 3,55 т/га - в 2021 году и 5,39 т/га – в 2022 году.

Ключевые слова: препарат с физиологическим действием, озимая мягкая пшеница, элементы продуктивности, урожайность, Амистар Экстра, Моддус

A.A. Belyaeva, V.A. Pavlova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

FORMATION OF PRODUCTIVITY OF WINTER SOFT WHEAT

Annotation. The article considers the effectiveness of drugs with the physiological effect of the fungicide Amistar Extra and the growth regulator Moddus. The use of these drugs had a positive effect on the yield and productivity elements of winter soft wheat. The results of the studies showed that the yield increased under the influence of these drugs by an average of 34-40%. From their joint application, the maximum yield was obtained and amounted to 3,55 t/ha - in 2021 and 5,39 t/ha – in 2022.

Keywords: drug with physiological action, winter soft wheat, elements of productivity, yield, Amistar Extra, Moddus

Озимая мягкая пшеница является одной из распространенных продовольственных культур в мировом производстве.

Одним из основных направлений повышения эффективности производства зерна озимой мягкой пшеницы является применение различных препаратов физиологического действия, которые не только пролечивают растения, но и вызывают ряд сопутствующих эффектов, таких, как повышение устойчивости к различным абиотическим стрессам, улучшение качества зерна [1, 3-5].

Внедрение таких разработок позволяет увеличивать продуктивность озимой пшеницы на 5-10 ц/га и более, и улучшать качественные показатели зерна. Поэтому возникла необходимость изучения влияния препаратов с физиологическим действием на формирование продуктивности озимой мягкой пшеницы.

Полевые исследования проводили в 2021 и 2022 гг. в СХА «Новые Выселки» Калининского района Саратовской области.

Почва опытного участка - чернозем обыкновенный среднемощный среднегумусный тяжелосуглинистый. Площадь делянки 1350 м² (13,5 м x 100 м). Норма высева 3,5 млн. шт./га. Фоновые обработки: 2021 г. – Т1: Дерби 175 (0,07 л/га) + Каратэ Зеон (0,2 л/га); Т2: Эфория (0,2 л/га); 2022 г. – Т1: Камаро (0,5 л/га) + Каратэ Зеон (0,2 л/га); Т2: Эфория (0,2 л/га).

Объектами исследований были сорт озимой мягкой пшеницы Анастасия и препараты с физиологическим действием (Амистар Экстра и Моддус). Схема опыта включала следующие варианты: 1) Контроль (без обработки); 2) Амистар Экстра в норме 0,75 л/га; 3) Амистар Экстра в норме 0,75 л/га + Моддус в норме 0,3 л/га.

Препараты Амистар Экстра и Моддус применяли на посевах озимой пшеницы в период конец кущения – начало выхода в трубку (Т1, ВВСН 29-31).

Опыт закладывали в трехкратной повторности. Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам [2]. Полученные данные анализировали методом дисперсионного анализа со сравнением частных средних по тесту Дункана с использованием пакета программ AGROS 2.10.

Применение регуляторов роста приводит к сдвигам в обмене веществ, аналогичным тем, которые возникают под влиянием определенных внешних условий (долгота дня, температура и др.), к ускорению образования генеративных органов, усилению или торможению роста и т. п. Эффективным препаратом, повышающим морозо- и засухоустойчивость и предупреждающим полегание озимой и яровой пшеницы, является тринексапак-этил [1, 3].

По данным наших исследований максимальная урожайность озимой мягкой пшеницы отмечалась при совместном применении препаратов Амистар Экстра и Моддус и составила в среднем за два года 4,47 т/га, что выше контроля на 65%.

Урожайность озимой мягкой пшеницы в 2022 году была выше на 34%, чем в 2021 году, за счет сложившихся более благоприятных погодных условий

и хорошей влагообеспеченности почвы. По данным дисперсионного анализа в годы исследований существенные различия наблюдались по всем изучаемым вариантам. В среднем за два года между вариантами Амистар Экстра и Амистар Экстра + Моддус существенных различий не было.

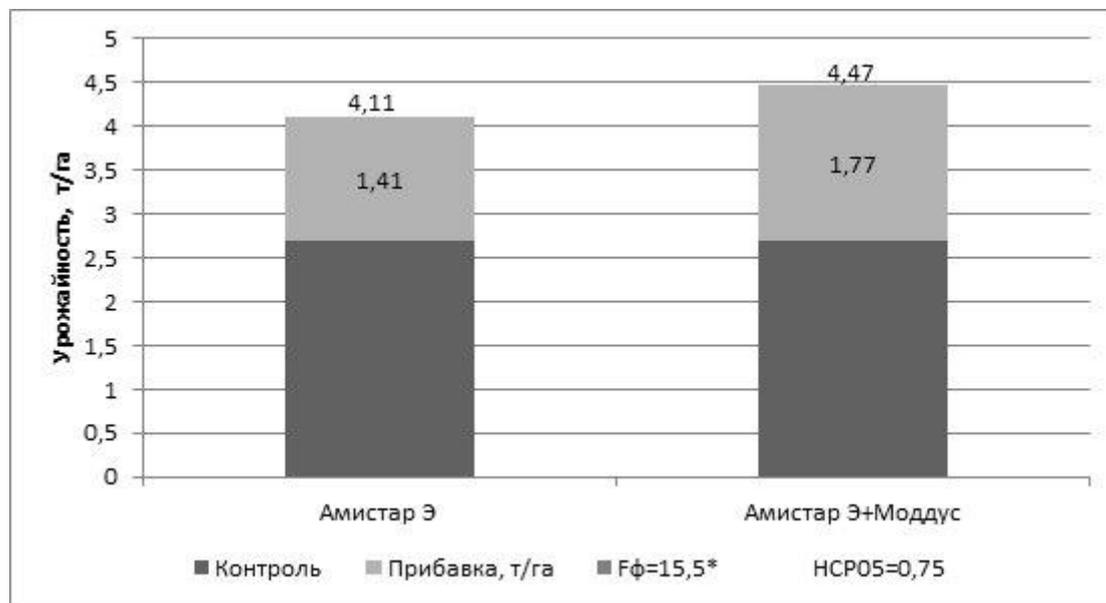


Рисунок 1. Урожайность озимой мягкой пшеницы, среднее за два года

Максимальная прибавка урожайности озимой мягкой пшеницы отмечалась при совместном применении препаратов Амистар Экстра и Моддус и составила 1,77 т/га, что выше варианта с Амистар Экстра на 0,36 т/га. Математическая обработка данных доказывает достоверность проведенного опыта (рисунок 1).

При изучении элементов продуктивности озимой мягкой пшеницы было отмечено, что препараты Амистар Экстра и Моддус и, особенно их совместное применение, способствовало сохранению количества продуктивных стеблей к уборке, приводило к увеличению коэффициента кущения, количества зерен в колосе и массы зерна с одного колоса (таблица 1).

Таблица 1. Элементы продуктивности озимой мягкой пшеницы, среднее за два года

Варианты опыта	Кол-во растений на 1 м ² , шт.	Кол-во стеблей на 1 м ² , шт.	Кoeffициент кущения	Кол-во зерен в колосе, шт.	Масса зерна с 1 колоса, г

Контроль	350	541a	1,5a	31a	0,55a
Амистар Экстра 0,75 л/га	350	559b	1,8b	40b	0,70b
Амистар Экстра 0,75 л/га + Моддус 0,3 л/га	350	659c	1,9b	38b	0,70b
F _{факт}	36,7	24,6*	18,9*	18,9*	67,51*
НСР ₀₅	-	38,4	0,1	3,4	0,04

Расчет экономической эффективности от применения препаратов в 2021 году показал, что доход на варианте с Амистар Экстра составил 5,3 тыс. руб./га, на варианте совместного применения Амистар Экстра + Моддус – 8,3 тыс. руб./га, в 2022 году соответственно – 18,4 тыс. руб./га и 21,5 тыс. руб./га.

Формирование продуктивности озимой мягкой пшеницы напрямую зависело от ее роста и развития. Применение препаратов с физиологическим действием в посевах озимой мягкой пшеницы (фунгицид Амистар Экстра в норме 0,75 л/га и росторегулятор Моддус в норме 0,3 л/га) дали прибавку урожая в среднем 34-40%. От совместного их применения была получена максимальная урожайность и составила 3,55 т/га - в 2021 году и 5,39 т/га – в 2022 году.

Данные препараты, примененные в период конец кущения – начало выхода в трубку, повлияли благоприятно на рост и развитие растений озимой мягкой пшеницы, увеличили их стрессоустойчивость, что привело к получению максимального урожая, что согласуется с данными научных исследований Богомазова С.В. и др. [1] и Лысенко Н.Н., Прудниковой Е.Г. [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомазов С.В., Кочмин А.Г., Тихонов Н.Н., Кудин С.М., Эффективность применения регуляторов роста ретардантного действия в технологии возделывания семенных посевов озимой пшеницы // Нива Поволжья. 2017. № 1 (42). С.15-19.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Изд. 4-е, доп. и перераб. М. Колос. 1979. 416 с.
3. Кефели В.И., Прусакова Л.Д. Химические регуляторы растений. Москва: Знание. 1985. 62 с.
4. Лысенко Н.Н., Прудникова Е.Г. Влияние фунгицида Амистар Экстра и регулятора роста Бинорам на болезни листового аппарата и физиолого-биохимические показатели яровой пшеницы // Вестник аграрной науки. 2018. 1(70). С. 8-13.
5. Немченко В.В., Цыпышева М.Ю. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на структуру урожая и продуктивность яровой пшеницы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 8 (118). С. 5-8.

© Беляева А.А., Павлова В.А., 2023

Научная статья

УДК 631.559.2:633.162

А.А. Беляева¹, О.В. Ткаченко¹, Г.Л. Бурыгин^{1,2}, Н.Д. Заводилкин¹

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов ФИЦ СНЦ РАН, г. Саратов, Россия

РИЗОСФЕРНЫЕ БАКТЕРИИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Аннотация. В статье рассматривается способность ризосферных бактерий стимулировать рост и продуктивность растений. Урожайность ярового ячменя

по вариантам варьировала от 1,7 до 2,14 т/га в условиях степного Поволжья. При инокулировании семян на вариантах с применением штаммов ризосферных бактерий *Azospirillum baldaniorum* Sp 245, *Ochrobactrum cytisi* IPA 7.2, *Enterobacter ludwigii* К 7 формируется высокопродуктивный ассимиляционный аппарат и высокая урожайность зерна ярового ячменя. На данных вариантах получена прибавка урожая 0,27-0,44 т/га.

Ключевые слова: яровой ячмень, фотосинтетический аппарат, урожайность, ризосферные бактерии, штаммы.

A.A. Belyaeva¹, O.V. Tkachenko¹, G.L. Burygin^{1,2}, N.D. Zavidilkin¹

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms – Subdivision of the Federal State Budgetary Research Institution Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

RHIZOSPHERIC BACTERIA AND THEIR INFLUENCE ON THE PRODUCTIVITY OF SPRING BARLEY

Annotation. The article discusses the ability of rhizosphere bacteria to stimulate the growth and productivity of plants. The yield of spring barley by variants varied from 1.7 to 2.14 t/ha in the conditions of the steppe Volga region. When inoculating seeds on variants using strains of rhizospheric bacteria *Azospirillum baldaniorum* Sp245, *Ochrobactrum cytisi* IPA 7.2, *Enterobacter ludwigii* K 7, a highly productive assimilation apparatus and high yield of spring barley grain are formed. On these variants, a yield increase of 0.27-0.44 t/ha was obtained.

Keywords: spring barley, photosynthetic apparatus, yield, rhizospheric bacteria, strains

Яровой ячмень (*Hordeum sativum distichum* L.) широко распространен в России, как продовольственная, кормовая и техническая культура.

Ростстимулирующие ризобактерии (PGPR) получили широкую известность во всем мире из-за важности и значимости в сельском хозяйстве. Это связано с уменьшением использования химических удобрений и необходимостью биологического земледелия в рамках охраны окружающей среды. Населяющие ризосферу и ризоплану бактерии образуют с корневой системой растений прочные ассоциации и формируют специфические ризосферные бактериальные сообщества [1,2,5]. Необходимым условием для проявления положительного воздействия PGPR-бактерий на растения является успешное заселение ими ризосферы и поверхности корней [1,3,4].

В связи с этим возникла необходимость изучения влияния различных штаммов ризосферных бактерий на формирование продуктивности ярового ячменя.

Исследования проводились на опытном поле УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Вавиловский университет, расположенном в Энгельском районе Саратовской области. Преобладающий тип почв - темно-каштановый. Опыт закладывался в четырехкратной повторности, рендомизированным методом.

Объектами исследований был сорт ярового ячменя Маргарет и штаммы ризосферных бактерий. Семена перед посевом инокулировали суспензиями штаммов бактерий *Azospirillum baldaniorum* Sp245, *Azospirillum brasilense* Sp7, *Azospirillum brasilense* SR80, *Azospirillum brasilense* SR88, *Azospirillum brasilense* Cd, *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 и *Enterobacter ludwigii* K7, полученными из чистых культур бактерий в логарифмической фазе роста. Штаммы бактерий были взяты из коллекции ризосферных микроорганизмов Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов Российской академии наук (World Data Centre for Microorganisms – WDCM № 1021; <http://collection.ibppm.ru>).

Учеты и наблюдения проводили по общепринятым методикам. Полученные данные анализировали методом дисперсионного анализа со

сравнением частных средних по тесту Дункана с использованием пакета программ AGROS 2.10.

По данным наших исследований максимальная площадь листьев формируется у всех изучаемых вариантов в фазу колошения ячменя, затем наблюдается снижение площади листьев за счет отмирания листьев.

Максимальная площадь листьев получена у вариантов *Azospirillum baldaniorum* Sp245, которая составила 20,2 тыс. м²/га. На этом же варианте наблюдался высокий фотосинтетический потенциал - 1268 тыс. м²/га сутки. Чистая продуктивность фотосинтеза составляла 3,8 г/м²*сутки.

На вариантах с применением штаммов бактерий *Azospirillum baldaniorum* Sp 245, *Ochrobactrum cytisi* IPA 7.2, *Enterobacter ludwigii* К 7 формируется высокопродуктивный ассимиляционный аппарат, где площадь листьев составляла 19,3-20,2 тыс. м²/га, чистая продуктивность фотосинтеза – 3,8-3,9 г/м²*сутки.

Урожайность ярового ячменя по вариантам варьировала от 1,7 до 2,14 т/га.

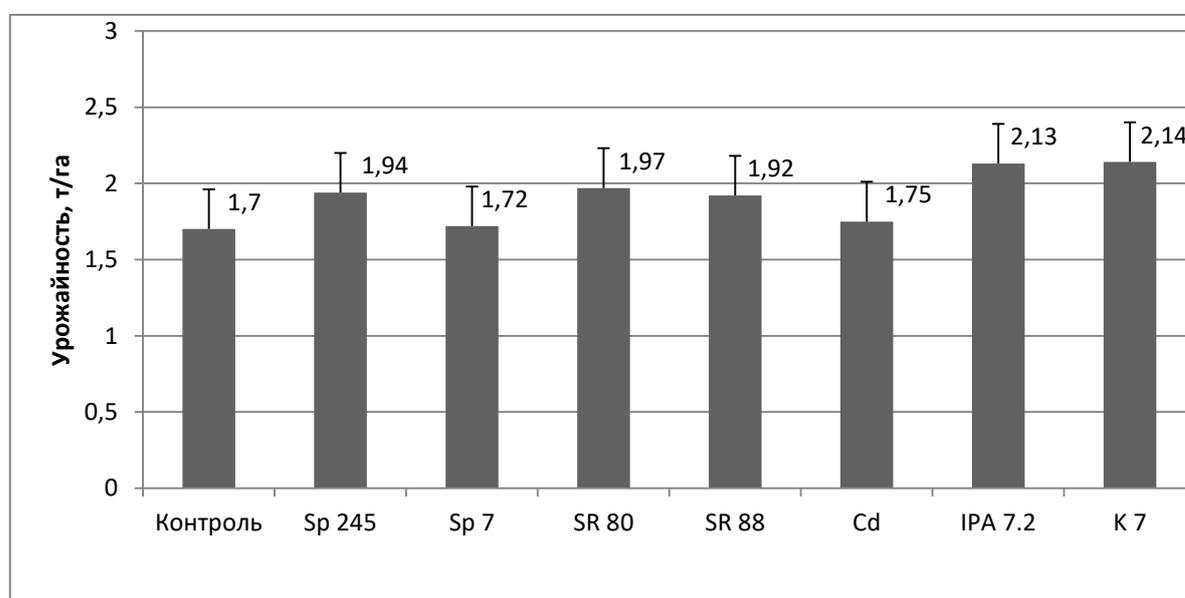


Рисунок 1. Урожайность зерна ярового ячменя сорта Маргрет

Наши исследования показали, что максимальная урожайность была сформирована на вариантах со штаммами *Azospirillum baldaniorum* Sp 245, *Ochrobactrum cytisi* IPA 7.2, *Enterobacter ludwigii* К 7 и составила

соответственно 1,97 т/га, 2,13 т/га и 2,14 т/га и существенно различалась в сравнении с контролем, что подтверждается данными дисперсионного анализа (рисунок 1).

Способность ризосферных бактерий стимулировать рост и продуктивность растений подтверждается данными других авторов [4]. По данным наших исследований можно сделать вывод, что на вариантах с применением штаммов ризосферных бактерий *Azospirillum baldaniorum* Sp 245, *Ochrobactrum cytisi* IPA 7.2, *Enterobacter ludwigii* К 7 формируется высокопродуктивный ассимиляционный аппарат и высокая урожайность зерна ярового ячменя. На данных вариантах получена прибавка урожая 0,27-0,44 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние ризобактерий на продуктивность яровой твердой пшеницы /А.А. Беляева [и др.] //Вавиловские чтения-2019: Сборник статей межд. науч.-практ. конф., посвященной 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов: Амирит, 2019. С. 15-16.
2. Влияние штаммов ризобактерий на фотосинтетический аппарат ярового ячменя в вегетационном опыте /А.А. Беляева, Л.А.Тер-Саркисова, Н.Д.Заводилкин, О.В.Ткаченко, Г.Л.Бурыгин //Вавиловские чтения – 2022: Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Сара-тов: Амирит, 2022. С.251-253.
3. Иммуитет, адаптивность и качество сортов яровой твердой пшеницы в регионе Среднего Поволжья [Электронный ресурс]: монография /М.В. Беляева [и др.]. Самара, 2018. 49с.
4. Колесников Л.Е., Белимов А.А., Донес П.М. Биологическая эффективность ассоциативных штаммов ризобактерий в посевах мягкой пшеницы //Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (54). С. 57-64.

5. Феоктистова, Н. В. Ризосферные бактерии/ Н.В. Феоктистова, А.М. Марданова, Г.Ф. Хадиева и др. //Ученые записки Казанского университета. Сер. Естественные науки. 2016. № 2. С. 207-224.

© Беляева А.А., Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л., Заводилкин Н.Д., 2023

Научная статья

УДК: 633.11: 631.582 (477.7)

Е.Г. Бердникова

ФГБОУ ВО Херсонский аграрный университет

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРЕДШЕСТВЕННИКА В УСЛОВИЯХ ЮГА ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Проблема повышения эффективности производства этой культуры и улучшения качественных показателей зерна является одной из основных задач аграрной науки. Как свидетельствуют данные научно-исследовательских учреждений и производства, озимая пшеница имеет достаточно высокие потенциальные возможности и в благоприятных условиях может формировать урожай до 80-100 ц зерна с 1 га В условиях высокого насыщения севооборотов масличными культурами и при достаточно большого удельного веса озимой пшеницы остро стоит вопрос о возможности и целесообразности использования масличных культур как предшественников для озимых.

Ключевые слова: озимая пшеница, предшественник, севооборот, урожайность, масличные культуры, плодородие.

E.G. Berdnikova

Kherson Agrarian University

PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT DEPENDING ON ITS PREDECESSOR IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH OF THE KHERSON REGION

Annotation. The problem of increasing the production efficiency of this crop and improving the quality indicators of grain is one of the main tasks of agricultural science. According to the data of research institutions and production, winter wheat has sufficiently high potential and under favorable conditions can form a yield of up to 80-100 kg of grain per 1 ha. In conditions of high saturation of crop rotations with oilseeds and with a sufficiently large specific gravity of winter wheat, the question of the possibility and expediency of using oilseeds as precursors for winter crops is acute.

Keywords: winter wheat, precursor, crop rotation, yield, oilseeds, fertility.

Озимая пшеница – ведущая зерновая культура сельскохозяйственного производства. Основные посевы которой сосредоточены в степной, где удельный вес ее в структуре посева зерновых составляет почти 50%. По содержанию питательных веществ зерно озимой пшеницы наиболее соответствует потребностям питания человека. Из зерна ее изготавливают муку, крупу, крахмал. За счет этого человек получает около половины необходимых организму белков и углеводов, 70-80% витамина В1, значительную долю витаминов РР и Е, минеральных и других веществ.

Озимая пшеница – основная зерновая культура хлебов первой группы. Это самая ценная и наиболее распространенная зерновая продовольственная культура. Существуют три цивилизации, которые формировались на основе важнейших трех зерновых культур – пшеницы, риса, кукурузы. Более половины населения мира использует на пищевые цели зерно пшеницы. Пшеничный хлеб отличается непревзойденными вкусовыми качествами и по питательности и переваримости преобладает хлеб из муки всех других зерновых культур. В

100 г хорошего пшеничного хлеба содержится 240-260 ккал, а макарон, манной крупы, различных видов печенья – 350-360 ккал. В зерне пшеницы 11-20% белка, 62-74% крахмала, 2-3% жира, примерно столько же клетчатки и золы. Усвояемость продуктов, произведенных из пшеничной муки, 94-96%. Отходы мукомольного производства-отруби, мучная пыль, а также солому и полову используют на корм скоту. Озимая пшеница является хорошим ранним зеленым кормом. Из нее можно заготавливать также силос и сенаж. Как очень пластичная культура пшеница растет в широком зональном диапазоне, включая вертикальную зональность.

До настоящего времени вопрос о качестве масличных культур как предшественников для озимых изучено недостаточно. Более того, появляются утверждения как среди производителей, так и среди ученых, о негативном влиянии некоторых масличных культур на плодородие почвы, его фитосанитарное состояние и производительность последующих культур [2]. Все это приводит к осторожному отношению производителей по расширению площадей масличных культур и использованию в севооборотах. Зарубежными учеными убедительно доказано, что уровень урожайности озимой пшеницы после озимого рапса мало меняется при сева ее по другим культурам.

Среди факторов, обуславливающих уровень производительности озимой пшеницы, следует выделить правильное чередование культур в севообороте. Этот технологический элемент не требует дополнительных затрат средств, но увеличивает урожай, одновременно способствуя рациональному использованию влаги и питательных элементов из почвы, обеспечивая сохранение и воспроизводство ее плодородия, улучшая фитосанитарное состояние.

Влияние различных предшественников на продуктивность озимой пшеницы

Предшественники	Урожайность зерна, ц/га		(среднее по годам)
	2017-2018	2019-2020	
Рапс яровой	43,2	40,1	41,6
Горох	40,6	36,8	38,7
Ячмень	33,7	35,3	34,5

НИР_{0,5}

1,07

1,11

Как видим, роль предшественников при выращивании озимой пшеницы даже в зоне достаточного увлажнения чрезвычайно высока. К тому же, они влияют на качество зерна, развитие болезней и засоренность посевов озимой пшеницы [3]. Удовлетворительными предшественниками озимой пшеницы является кукуруза на силос, картофель, рапс, гречиха, посеяна в оптимальные сроки, многолетние травы на два укоса.

Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от предшественников

Предшественник	Содержание, %		Стекловидность, %
	Сырого белка	Сырой клейковины	
Горох	15,0	26,3	70
Ячмень	13,1	23,0	62
Рапс яровой	13,8	26,0	71

Особенно важным обстоятельством в актуальности изучения масличных культур как предшественников озимой пшеницы является распространенное в последнее время мнение о глубоконегативном влиянии такой культуры как рапс на плодородие почвы [2]. При изучении влияния масличных предшественников на экологические факторы жизни растений, темпы роста и развития,

производительность и качество урожая последующей озимой пшеницы. Наблюдается обратная закономерность: в севообороте рапс, как предшественник способствовал большему формированию урожая зерна в среднем на 2,9 ц/га в сравнении предшественника горох и на 7,1 ц/га по сравнению с предшественником ячмень.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гасенко А.Я. Действие предшественника на посевные и урожайные качества семян озимой пшеницы / А.Я. Гасенко, А.А. Журавль // орошаемого земледелия. - 1974. - Вып. 18. - С. 24 - 27.
2. Лихочвор В.В. Озимая пшеница / В.В. Лихочвор, Р.Р. Проц. - Львов: НПФ "Украинские технологии", 2006. - 216 с.
3. Мединец В.Д. Зависимость урожая зерна озимой пшеницы от накопления надземной массы / В.Д. Мединец // Весник с.-х. науки. - 1967. - №1. - С.19 - 26.

© Бердникова Е.Г., 2023

Научная статья

УДК: 633.11:631.526.3.(477.7)

И.В.Бойчук

ФГБОУ ВО Херсонский аграрный университет

УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА СОРТОВ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ СТЕПИ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной статье рассматривается урожайность зерна сортов пшеницы озимой в условиях южной степи Херсонской области.

Ключевые слова: пшеница, сорт, урожайность, культура.

I.V.Boychuk

Kherson Agrarian University

GRAIN YIELD OF WINTER WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN STEPPE OF THE KHERSON REGION

Annotation. This article examines the grain yield of winter wheat varieties in the conditions of the southern steppe of the Kherson region.

Keywords: wheat, variety, yield, culture.

Постановка проблемы. Озимая пшеница - основная продовольственная культура. Именно ее урожайность и рентабельность выращивания в значительной мере определяют степень благосостояния сельскохозяйственных товаропроизводителей. Внедрение новых сортов озимой пшеницы в производство - путь к увеличению рентабельности ее выращивания озимая пшеница - основная продовольственная культура в нашем государстве.

Именно ее урожайность и рентабельность выращивания в значительной мере определяют степень благосостояния сельскохозяйственных товаропроизводителей. Такое состояние обусловлено многими факторами, одним из которых является использование для посевов семян невысоких репродукций и устаревших сортов, не отвечающих современным требованиям высокоинтенсивного земледелия. По продовольственному значению и масштабам производства видное место занимает пшеница. Производство выращивания этой культуры всех континентах нашей составляет 615 млн. тонн. В воздушно-сухом зерне пшеницы содержится (%): белка -16,8, безазотистых экстрактивных веществ (преимущественно крахмала) - 63,8, клетчатки - 2, жиров-2, золы -1,8, воды -13,6, и даже ферменты и витамины (группа В и провитамин А). Зерно пшеницы используется чтобы получить муку, в крупяной, макаронной и кондитерской промышленности. Внедрение новых сортов озимой пшеницы в производство - путь к увеличению рентабельности ее

выращивания озимая пшеница - основная продовольственная культура в нашем государстве. Именно ее урожайность и рентабельность выращивания в значительной мере определяют степень благосостояния сельскохозяйственных товаропроизводителей. Мукомольные и хлебопекарные качества: Формирует высокое содержание белка и клейковины, включенное в Госреестр «ценных» сортов РФ. Повышение производства продовольственного зерна пшеницы в значительной степени зависит от потенциальных возможностей сорта и степени ее реализации при различных климатических условиях и технологий выращивания. Поэтому идентификация сортового состава этой культуры с различными адаптивными свойствами и типом развития по параметрам экологической пластичности и стабильности урожайности в настоящее время является чрезвычайно актуальным и имеет важное практическое значение. В Южной Степи Херсонщины это биологическое явление способствует активной весенней вегетации растений при сокращенном дне обеспечивает хорошее использование влаги и интенсивное формирование биологического урожая.

Использование положительного эффекта этого взаимодействия в производственных условиях, путем оптимизации сортового состава пшеницы к конкретным агроэкологическим условиям и внедрение в производство сортов двуручек пшеницы, как страховой культуры, безусловно послужит повышению конкурентной способности сортов пшеницы различного типа развития. На решение этих актуальных вопросов и были направлены наши исследования.

Изложение основного материала исследований: Сорт как уникальная биологическая основа интенсивных технологий является незаменимым фактором, без которого невозможны высокие урожаи. Итак, старые сорта выращивать нецелесообразно: они убыточны. Значительно более урожайные, более прибыльные, а следовательно, и ценные новые сорта, зарегистрированные в течение последних лет. Подбирая сорт озимой пшеницы, надо учитывать не только особенности почвенно-климатических зон, но и подзон, хозяйств, предшественников, уровней хозяйствования, сроков сева, уровень интенсивности сорта, требования к условиям выращивания, время

созревания, стабильность урожайности и качество продукции, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, болезней, вредителей и тому подобное. Согласно требованиям к условиям выращивания и генетическим потенциалом, сорта последней сортозмины можно отнести к таким типам. Сорта по этим факторам бывают высокоинтенсивные, полунинтенсивного и универсальные. К высокоинтенсивным принадлежат в основном низкорослые сорта - Колумбия, Смуглянка, Палма, Ремеслизна, Киевская 8, Харус, Ятрань 60, Переяславка, Уважение, Дриада1, Кирия, а из старых - скифянки, Одесская 162 и другие. При подсчете урожая зерна озимой пшеницы принимаются во внимание три основных показателя: количество, качество и структурные элементы которые определяют. Формирование урожая зерна сортов озимой пшеницы.

По данным таблицы мы видим, что наиболее урожайным был сорт Одесская 267, который сформировал урожай зерна на уровне 57,4 ц с 1 га, сорт Любава одесская сформировал урожай на 1,8 ц / га ниже Одесской 267. Низкую урожайность на уровне 50 ц / га сформировал сорт Дриада 1 при малой массе 1000 зерен, составила 29 г. Сорта озимой пшеницы Крестьянка и Находка одесская сформировали урожай соответственно 53,1; и 49,6 ц с одного гектара.

Таблица 1

Урожайность и масса 1000 семян сортов пшеницы озимой

Среднее за 2020-2021 гг.

№п/п	Сорт	Урожайность зерна, ц/га	Масса 1000 семян, г
1	Одесская 267	57,4	33
2	Находка одесская	49,6	35
3	Крестьянка	53,1	36
4	Дриада 1	50,6	29
5	Любава одесская	55,6	32
НСР ₀₅ , ц/га		1,9-2,2	-

Величина урожая зерна озимой пшеницы обусловлена структурными элементами (табл. 2)

Таблица 2.

Показатели структуры урожая зерна сортов пшеницы озимой

Среднее за 2020-2021 гг.

№п/п	Сорт	Кустистость	Средняя длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт
1	Одесская 267	13	8,3	48,0
2	Находка одесская	12	8,4	43,0
3	Крестьянка	10	7,8	33,0
4	Дриада1	13	7,4	44,0
5	Любава одесская	13	7,9	49,0

Высокие урожаи зерна озимой пшеницы для сорта Одесская 267 обеспечивались высокой кустистостью и средней длиной колоса и количеством зерен в колосе. В сортах Находка Одесская - 267 и Дриада 1 количество зерен в колосе была сформирована на уровне 43-49 шт., В то время как в сорта Крестьянка этот показатель был низким и составлял 33 шт.

Выводы: Таким образом, из выше изложенного видно, что среди испытываемых сортов наиболее урожайным был сорт Одесская 267 и Любава Одесская, что смогли сформировать высокий урожай за счет элементов производительности: продуктивной кустистости и количества зерен в колосе. Качество зерна пшеницы формируется под влиянием внешних условий выращивания и биологических особенностей сортов, его качественными показателями являются: содержание белка и клейковины (%), выход хлеба из 100 г муки в см³. Хлебопекарные свойства муки характеризует упругость, растяжимость теста, физические и химические факторы теста, которые определяют силу муки. Получение высоких урожаев озимой пшеницы в орошаемых условиях, оправдано лишь тогда, когда оно не дает резкого

снижения качества зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базалий В.В. Принципы адаптивной селекции озимой пшеницы в зоне южной Степи / В.В. Базалий -Херсон: Айлант, 2004. -244 с.
2. Бондаренко В.И. и др. Морозостойкость, зимостойкость и урожай озимой пшеницы в зависимости от условий увлажнения и питания растений / В.И. Бондаренко, А.Д. Артюх, В.В. Облако // Вестник с. - г. науки - 1975 - №10. - С. 22 - 26.
3. Генкель П.А. Засухоустойчивость и продуктивность растений / П.А. Генкель // Сельскохозяйственная биология. - 1979. - Т.14. - №3. - С. 316 - 322.

© Бойчук И.В., 2023

Научная статья

УДК 632.51

С.Ю. Борисов

АО ГЕОМИР, ГК Русагро

ЦИФРОВОЙ МОНИТОРИНГ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР С ПОМОЩЬЮ БПЛА

Аннотация. В последние годы использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) стало популярным в различных отраслях, включая сельское хозяйство. В статье рассматривается возможность использования агродронов для мониторинга засоренности сельскохозяйственных культур на основе анализа трудозатрат, оценки точности работы нейросетей и сравнительной экономической эффективности рекомендаций, сформированных нейросетями на основании отчетов распознавания сорняков по фотографиям, сделанным с помощью БПЛА.

Ключевые слова: БПЛА, сельское хозяйство, цифровизация, мониторинг.

Borisov S.

GEOMIR JSC, Rusagro Group of Companies

CROP MONITORING USING UNMANNED AERIAL VEHICLES

Annotation. In recent years, the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) has become popular in various industries, including agriculture. The article discusses the possibility of using UAVs to monitor weediness of agricultural crops based on the analysis of labor costs, assessment of the accuracy of neural networks and comparative cost-effectiveness of automatic recommendations formed based on reports of weed recognition from photographs taken by UAVs.

Keywords: UAV, agriculture, digitalization, monitoring.

Введение. Сельское хозяйство играет решающую роль в обеспечении глобальной продовольственной безопасности. Сегодня отрасль сталкивается с серьезными вызовами, включая растущий спрос на сельскохозяйственную продукцию, проблемы безопасности пищевых продуктов, эффективное управление водными ресурсами [2]. Широкое использование удобрений и пестицидов в сочетании с интенсификацией сельскохозяйственной деятельности может привести к экологическим проблемам. Ситуацию усугубляют ограниченность пахотных земель и сокращение числа сельскохозяйственных производителей во всем мире. Ожидается, что эти проблемы усилятся из-за прогнозируемого роста населения к 2050 году до 9,7 миллиардов человек [7]. Для решения этих проблем необходимы инновационные подходы в земледелии, например использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Сельскохозяйственные дроны, оснащенные современными датчиками и технологиями визуализации, обеспечивают мониторинг посевов, скота и земель в режиме реального времени. Данные, полученные с помощью БПЛА, могут быть интегрированы с ГИС системами

управления сельскохозяйственным производством [6]. Выявляя проблемы на ранней стадии, фермеры могут предпринять целенаправленные действия, ведущие эффективному распределению ресурсов и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы

Цель исследования: определить эффективность применения дронов для обследования сельскохозяйственных полей на засоренность в сравнении с классическими методами; оценить эффективность распознавания сорняков с помощью нейросетей; оценить эффективность автоматических рекомендаций по защите сельскохозяйственных культур от сорняков.

В ходе исследования использовались БПЛА (DJI Mavic 2 Pro), приложение для автоматического распознавания сорняков и рекомендаций по применению гербицидов АссистАгро (<https://agroassist.ru>), методы оценки точности работы нейросети.

Полученные результаты

Оценка эффективности поиска сорняков с помощью дрона.

Эффективность оценивалась по двум показателям:

- Минимально затраченное время на обследование
- Максимальное количество найденных видов сорняков

Изучались 4 схемы обследования: маршрутное (пешее) обследование методом «конверта», дистанционное (БПЛА) обследование методом «конверта», дистанционное обследование методом равномерно расставленных точек, дистанционное обследование методом «ромашка». Для осмотров выбраны 2 поля озимой пшеницы в Корочанском районе Белгородской области: Поле №1 площадь 48 га; Поле №2 площадь 121 га.

Число точек на поле определялось, согласно Исаеву, 1990, поля до 10 га – 9 точек осмотра, до 50 га – 16 точек осмотра, от 50 га – 25 точек осмотра. Осмотр методом «ромашка» – кратно 6 точкам с округлением в большую сторону (таблица 1).

Таблица 1.

Сравнительная оценка методов обследования на засоренность

Показатели	Информация	Схема обследования			
		Маршрутное, «конверт»	Дистанционное, «конверт»	Дистанционное, равномерные точки	Дистанционное, «ромашка»
Количество точек осмотра, ед.	Поле №1	16	16	16	18
	Поле №2	25	25	25	30
Затраченное время, мин	Поле №1	60	17	20	15
	Поле №2	115	27	30	25
Среднее затраченное время, минут/10 га	-	11,00	2,89	3,32	2,60
Доля обнаруженных видов сорняков, ед.	Всего 10 видов	80%	70%	90%	90%
	Всего 12 видов	75%	75%	92%	83%
Средняя численность сорняков, ед./м ²	Поле №1	52,25	51,43	52,75	51,17
	Поле №2	74,16	69,56	79,52	77,37
Средняя численность сорняков, ед./м ²	Всего 169 га	67,94	64,41	71,92	69,93

Среди рассмотренных вариантов осмотров наиболее трудозатратным является маршрутное (пешее) обследование. Этот вариант нами выбран в качестве базового. Вариант дистанционного осмотра методом «ромашка» является наиболее привлекательным с точки зрения затрат времени на обследование и эффективности полученной информации (доля обнаруженных видов сорняков). Средняя численность сорняков между исследуемыми схемами

имела несущественное расхождение, но превышала критический порог вредоносности (КПВ) [3,5].

Оценка эффективности распознавания сорняков с помощью нейросетей.

Для определения точности работы нейросети использовалась выборка из 192 фотографий (по 12 снимков с 4 полей одной культуры), полученных в результате осмотров полей озимой и яровой пшеницы, сои, подсолнечника хозяйств Тамбовской и Белгородской областей.

Исследуемые объекты разделены на два класса – двудольные и злаковые. Внутри класса двудольные выделены наиболее распространенные однолетние и многолетние виды сорняков.

Общая точность работы нейросетей определялась путем оценки точности детектора и точности классификатора. Детектор – специализированная нейросеть, способная обнаруживать и детектировать нужные объекты на снимках (растение/не растение). Классификатор – специализированная нейросеть, способная классифицировать детектированные объекты (определять принадлежность растения к классу).

Методика оценки точности описана Tobias Schlosser, 2023 и рассчитывается по формулам:

Точность детектора = $(TP + FP_class) / (TP + FP_class + FP + FN)$

Точность классификатора = $TP / (TP + FP_class)$

Итоговая точность = $TP / (TP + FP_class + FP + FN)$, где

TP - количество верно детектированных и верно классифицированных объектов

FP_class - количество верно детектированных, но неверно классифицированных объектов

FP - количество ложных срабатываний детектора

FN - количество пропусков детектора

Результаты исследования отражены в таблице 2

Таблица 2.

Оценка точности распознавания сорняков нейросетями АссистАгро

Таксономическая принадлежность	Точность детектора	Точность классификатора	Общая точность
Двудольные - семядоли	97,7%	94,5%	92,3%
Двудольные - 1я пара настоящих листьев (мутовка)	98,2%	93,6%	91,9%
Двудольные - 2я пара настоящих листьев (мутовка)	98,0%	92,6%	90,7%
Двудольные - 3я-5я пара настоящих листьев (мутовка)	99,5%	91,6%	91,1%
Двудольные - переросшие	100,0%	89,7%	89,7%
Двудольные – побеги, отпрыски (возобновление вегетации)	99,7%	86,9%	90,2%
Горец вьюнковый - 1я пара настоящих листьев	97,9%	86,9%	85,1%
Горец вьюнковый - 2я пара настоящих листьев	98,2%	87,2%	85,6%
Горец вьюнковый - 3я-5я пара настоящих листьев	98,6%	86,8%	85,6%
Горец почечуйный - 1я пара настоящих листьев	97,3%	87,3%	84,9%
Горец почечуйный - 2я пара настоящих листьев	98,8%	85,8%	84,8%
Горец почечуйный - 3я-5я пара настоящих листьев	99,7%	85,0%	84,7%
Марь, лебеда (виды)- 1я пара настоящих листьев	98,0%	91,6%	89,8%
Марь, лебеда (виды) - 2я пара настоящих листьев	99,1%	89,5%	88,7%
Марь, лебеда (виды) - 3я-5я пара настоящих листьев	99,7%	87,4%	87,1%

Чистец, пикульник одноление - 1я пара настоящих листьев	97,7%	88,3%	86,3%
Чистец, пикульник одноление - 2я пара настоящих листьев	99,1%	88,4%	87,6%
Чистец, пикульник одноление - 3я-5я пара настоящих листьев	99,3%	86,7%	86,1%
Щирица (виды) - 1я пара настоящих листьев	98,4%	86,2%	84,8%
Щирица (виды) - 2я пара настоящих листьев	99,1%	87,6%	86,8%
Щирица (виды) - 3я-5я пара настоящих листьев	99,3%	86,4%	85,8%
Вьюнок 2го года - появление отпрысков	98,2%	89,7%	88,1%
Молочай (виды) - возобновление вегетации	98,8%	85,7%	84,7%
Осот, Бодяк, Латук - возобновление вегетации	98,6%	87,3%	86,1%
Полынь, Ромашка - возобновление вегетации	98,8%	86,2%	85,2%
Хвощ - весенний побег	98,2%	85,8%	84,3%
Яснотковые многолетние (- возобновление вегетации)	99,5%	85,6%	85,2%
Злаковые - до 2 листа	97,5%	92,7%	90,4%
Злаковые - 3-5 лист	98,4%	92,6%	91,1%
Злаковые - кущение	98,9%	91,8%	90,8%

Нейронные сети АссистАгро достигли наилучшей точности на ранних фазах роста и развития по классам двудольные и злаковые сорняки – 90,2-92,3%. Точность распознавания отдельных видов и фенофаз сорняков превысила 85%, что является релевантным для принятия решения по выбору гербицидов или их баковых смесей.

Пример работы нейронных сетей изображен на рис.1



Рис.1. Работа детектора и классификатора нейросетей АссистАгро

Оценка эффективности автоматических рекомендаций по защите растений от сорняков.

Изучены два подхода к определению эффективности автоматических рекомендаций сформированных нейросетями с использованием отчетов распознавания сорняков по фотографиям, сделанным с помощью БПЛА:

- оценка прямой экономии за счет снижения норм расхода гербицидов и количества обработок на ранних фазах развития сорняков;
- сравнительная оценка экономической эффективности различных технологических вариантов обработки посевов гербицидами или их баковыми смесями.

Исследования проводились в 2023 году в хозяйствах Тульской и Белгородской областей на примере защиты сои.

С целью оценки прямой экономии ресурсов были выбраны поля Белгородской области площадью 6800 га. Мониторинг с помощью агродронов осуществлялся в фенофазу 1 пара настоящих листьев (примордиальные листья) культуры. В результате поля были разделены на три типа засоренности:

- Поля, общей площадью 2500 га. Засоренность однолетними двудольными сорняками (марь, щирица, чистец, горцы и др.), фаза семядоли – 1

пара настоящих листьев, вьюнком – появление отпрысков, до 1 экз/м², однолетними злаковыми сорняками – 1-2 лист. Нейросеть предложила баковую смесь с использованием Бентасила, ВР (2,0 л/га), Алсиона, ВДГ (0,008 кг/га), Легиона Комби, КЭ (0,5 л/га). Логика работы нейросети обоснована ранними фазами развития сорняков и незначительной численностью вьюнка.

- Поля, общей площадью 800 га. Засоренность однолетними двудольными сорняками (марь, щирица, чистец, горцы и др.), фаза семядоли – 1 пара настоящих листьев, однолетними злаковыми сорняками 1-5 лист. Нейросеть предложила баковую смесь с использованием Бентасила, ВР (2,0 л/га), Алсиона, ВДГ (0,006 кг/га), Легиона Комби, КЭ (0,7 л/га). Логика работы нейросети обоснована ранними фазами развития двудольных и началом перерастания злаковых сорняков

- Поля, общей площадью 3500 га. Засоренность однолетними двудольными сорняками (марь, щирица, чистец, горцы и др.), фаза семядоли – 2 пара настоящих листьев, вьюнком – до 2 экз/м², однолетними злаковыми сорняками – 1-5 лист. Нейросеть предложила баковую смесь с использованием Бентасила, ВР (2,2 л/га), Алсиона, ВДГ (0,008 кг/га), Легиона Комби, КЭ (0,7 л/га). Логика работы нейросети обоснована началом перерастания двудольных и злаковых сорняков, средней численностью вьюнка. Из этой группы поля, общей площадью 500 га были обработаны схемой, предусмотренной технологической картой хозяйства.

Исследуемые системы обеспечили защиту с высоким уровнем эффективности – против однолетних сорняков >90%, против вьюнка полевого >80% (таблица 3). Существенных отклонений биологической эффективности между схемой, предусмотренной технологической картой хозяйства и схемой, предложенной нейросетью не получено.

Таблица 3.

Биологическая эффективность гербицидов в Белгородской области

Схема обработки	Площадь, га	Гербицид	Норма, кг,л/га	Снижение численности		
				Однолетние двудольные	Многолетние двудольные	Однолетние злаковые
<i>Система защиты, предусмотренная технологической картой хозяйства</i>						
1 обработка	500	Бентасил, ВР	2,5	98%	87%	-
	500	Алсион, ВДГ	0,008			
2 обработка	500	Легион Комби, КЭ	0,7	-	-	99%
<i>Система защиты рекомендованная нейросетью</i>						
1 обработка	2500	Бентасил, ВР	2	95%	83%	99%
	2500	Алсион, ВДГ	0,008			
	2500	Легион Комби, КЭ	0,5			
1 обработка	800	Бентасил, ВР	2	96%	-	97%
	800	Алсион, ВДГ	0,006			
	800	Легион Комби, КЭ	0,7			
1 обработка	3000	Бентасил, ВР	2,2	97%	81%	95%
	3000	Алсион, ВДГ	0,008			
	3000	Легион	0,7			

		Комби, КЭ				
--	--	--------------	--	--	--	--

Таблица 4.

Прямая экономия за счет снижения норм расхода гербицидов
и количества обработок

Схема обработки	Площадь, га	Гербицид	Норма расхода, кг,л/га	Объем препарата на всю площадь, кг,л	Экономия гербицида, кг,л	Стоимость 1 литра, без НДС, руб.	Стоимость обработки 1 га, без НДС, руб	Экономия на всей площади сумму, без НДС, руб.
Система защиты, предусмотренная технологической картой хозяйства								
1 обработка	6300	Бентасил, ВР	2,5	15750	-		206,00	
1 обработка		Алсион, ВДГ	0,008	50,4	-			
2 обработка	6300	Легион Комби, КЭ	0,7	4410	-		206,00	
Система защиты рекомендованная нейросетью								
1 обработка	2500	Бентасил, ВР	2	5000				
		Алсион, ВДГ	0,008	20				
		Легион Комби, КЭ	0,5	1250				
1 обработка	800	Бентасил, ВР	2	1600				
		Алсион	0,006	4,8				

		, ВДГ						
		Легион Комби, КЭ	0,7	560				
1 обработ ка	3000	Бентас ил, ВР	2,2	6600				
		Алсион , ВДГ	0,008	24				
		Легион Комби, КЭ	0,7	2100				
Итого:	6300	Бентас ил, ВР		13200	2550	1267	206,00	3 230 850, 00
		Алсион , ВДГ		48,8	1,6	12500		20 000,00
		Легион Комби, КЭ		3910	500	2167		1 083 500,00
Всего:							1 297 800, 00	4 334 350, 00

В соответствии с технологической картой во избежание фитотоксичности запланировано 2 отдельные обработки. Первая – против двудольных сорняков в фазу 2 тройчатый лист сои максимальной нормой расхода баковой смеси Бентасила, ВР и Алсиона ВДГ и последующая обработка граминицидом Легион Комби, КЭ в фазу 3 тройчатого листа. За счет выявления проблемы на ранних стадиях развития сорняков обработки были проведены в фазу 1 тройчатый лист культуры со снижением норм расхода Бентасила, ВР, Алсиона, ВДГ и Легиона Комби, КЭ, что позволило рекомендовать их в одной баковой смеси. В результате экономия гербицидов на варианте применения схемы, сформированной нейросетью составила 4,3 млн.руб, экономия за счет сокращения одной обработки – 1,3 млн.рублей.

С целью сравнительной оценки экономической эффективности различных технологических вариантов выбраны поля сои Тульской области площадью 956 га. Мониторинг с помощью агродронов осуществлялся в фазу 1 тройчатый лист культуры. Возрастной состав однолетних двудольных сорняков варьировал с фазы семядоли до 5 пары настоящих листьев с преобладанием мари – 32,5 экз/м², горцев 11,6 экз/м², падалицы подсолнечника 2,8 экз/м², из многолетних двудольных доминировали виды осота 2,2 экз/м², вьюнок – до 3,1 экз/м². Численность однолетних злаковых сорняков в фазе 1-5 листа составила 11,8 экз/м².

Технологической картой была предусмотрена однократная обработка гербицидом Видброк Плюс, МЭ с нормой расхода 2,0 л/га. Учитывая возрастной и видовой состав сорняков, нейросеть предложила альтернативную схему защиты – баковую смесь гербицидов Бентасил, ВР (1,8 л/га), Алгоритм, КЭ (0,5 л/га) и Галлон, КЭ (0,8 л/га). Этот вариант нами выбран в качестве основного.

Использование основного варианта обеспечило наивысшую биологическую эффективность против перерастающих однолетних двудольных сорняков (таблица 5). Это обеспечило сохранение урожая сои на варианте, предложенном нейросетью на 7%.

Таблица 5.

Биологическая эффективность гербицидов в Тульской области

Гербицид	Норма, кг,л/га	Снижение численности		
		Однолетние двудольные	Многолетние двудольные	Однолетние злаковые
<i>Система защиты, предусмотренная технологической картой хозяйства</i>				
Видброк Плюс, МЭ	2	77%	81%	93%
<i>Система защиты рекомендованная нейросетью</i>				
Бентасил, ВР	1,8	91%	84%	97%
Алгоритм, КЭ	0,5			

Галлон, КЭ	0,8			
------------	-----	--	--	--

Таблица 6.

Экономическая эффективность защиты от сорняков в Тульской области

Показатель	ТК хозяйства	Рекомендательная система
Площадь, га	10	946
Урожайность, т/га	2,00	2,14
Объем на продажу, т	20	2 024
Цена реализации с НДС, руб/т	38 200	38 200
Цена реализации без НДС, руб/т	34 727	34 727
Стоимость семян, руб/т	(4 500)	(4 206)
Затраты на удобрения, руб/т	(3 999)	(3 737)
Затраты на СЗР, руб/т	(3 637)	(3 686)
Затраты на ГСМ, руб/т	(1 548)	(1 446)
Затраты на оплату труда (переменные), руб/т	(563)	(526)
Переменная стоимость, руб/т	(14 246)	(13 601)
Маржа вклада, руб/т	20 481	21 127
Общехозяйственные затраты, руб/т	(1 038)	(970)
Затраты на хранение, руб/т	(1 127)	(1 054)
Логистические и коммерческие расходы, руб/т	(2 165)	(2 024)
Валовая прибыль, руб/т	18 316	19 103
Арендная плата за землю и земельный налог, руб/т	(812)	(759)
Амортизация техники, руб/т	(1 434)	(1 340)
Итого F&O, руб/т	(2 246)	(2 099)
ЕВИТДА, руб/т	16 070	17 004
Себестоимость 1 тонны товарной продукции, руб/т	(18 658)	(17 724)

Экономическая эффективность схем обработки оценивалась путем сравнения прибыли до вычета расходов по выплате процентов, налогов, износа

и начисленной амортизации (ЕВИТДА) и себестоимости товарной продукции. При использовании баковой смеси Бентасил, ВР, Алгоритм, КЭ и Галлон, КЭ показатель ЕВИТДА увеличился на 4249 руб/га, а себестоимость снизилась на 934 руб/т, что подтверждает экономическую эффективность рекомендаций, сформированных нейросетями.

Выводы. В исследовании изучены современные методы мониторинга с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В результате доказана возможность проведения быстрого обследования больших площадей с помощью агродронов и получение актуальных данных о засоренности полей. Высокая детализация съемки и автоматизация процессов обработки данных с использованием технологий компьютерного зрения позволяет с точностью выше 90% определять классы и выше 85% – наиболее распространенные виды сорняков. На основании полученных данных нейросеть формирует релевантные рекомендации, позволяющие повысить эффективность защитных мероприятий и инвестиций на гектар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Schlosser, T. A Consolidated Overview of Evaluation and Performance Metrics for Machine Learning and Computer Vision / Tobias Schlosser, Michael Friedrich, Trixy Meyer, and Danny Kowerko – Junior Professorship of Media Computing, Chemnitz University of Technology: 09107 Chemnitz, Germany, 2023. – 42 p.
2. Бондарева, С.А. Продовольственная безопасность: учебное пособие / С. А. Бондарева; Волгоградский институт управления – филиал РАНХиГС. – Волгоград: Изд-во Волгоградского института управления – филиала РАНХиГС, 2021. – 90 с.
3. Васильев, И.П. Практикум по земледелию: учебник. / И.П.Васильев, А.М.Туликов, Г. И.Баздырев. - Москва: КолосС, 2005. – 423 с.
4. Исаев, В.В. Прогноз и картографирование сорняков / В. В. Исаев. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 193 с.

5. Матюк, Н.С. Мониторинг и управление плодородием почв в агроэкосистемах: электронное учебное пособие / Н.С.Матюк, В.А.Шевченко, М.А.Мазиров, В.Д.Полин, В.А.Николаев, О.А.Савоськина, С.И.Чебаненко // под редакцией Н.С.Матюка - Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева: Издательство РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2022. - 138-140
6. Можейко, О. Дроны для агрономов: новые возможности БПЛА в сельском хозяйстве / ГлавАгроном: официальный сайт. 2023. – <https://glavagronom.ru>
7. ООН: население Земли к 2050 году превысит 9,8 млрд человек / ТАСС: официальный сайт. 2017. – <https://tass.ru/obschestvo/4357817>

© Борисов С.Ю., 2023

Научная статья

УДК 631.811.94

Р.А. Боровик, Д.Ю. Деревяшкин

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, г. Москва, Россия

ВЛИЯНИЕ ЭДТА ЛАНТАНА И ЭДТА ИТТРИЯ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ ОГУРЦА В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ

Аннотация. Среди перспективных технологий повышения устойчивости овощных культур к разнообразным стрессовым условиям в настоящее время особый интерес вызывают некоторые редкоземельные металлы. В условиях недостаточной влагообеспеченности одним из первых страдает фотосинтез – ключевой процесс в формировании товарной растительной продукции. В

настоящем исследовании проведено изучение возможности повышения адаптивной способности фотосинтетического аппарата огурца к дефициту почвенной влаги путём применения хелатов (ЭДТА) лантана и иттрия для обработки семян и некорневой подкормки. Исследования проводилось в контролируемых условиях в фитотроне. Для оценки эффективности работы фотосинтетического аппарата проведено определение содержания хлорофиллов и параметров протекания фотосинтеза методом PAM-флуориметрии. Результаты показали разнонаправленное воздействие хелатов лантана и иттрия на определяемые показатели.

Ключевые слова: огурец, редкоземельные металлы, лантан, иттрий, дефицит влаги, фотосинтез.

R.A. Borovik, Ph.D.; D.Y. Derevyashkin

Pryanishnikov All-Russian Scientific Research Institute of Agrochemistry, Moscow, Russia

IMPACT OF LANTANUM EDTA AND YTTRIUM EDTA ON THE PHOTOSYNTHETIC SYSTEM OF CUCUMBER UNDER CONDITIONS OF SOIL MOISTURE DEFFICIENCY

Annotation: Today, rare earth elements have garnered interest in the field of prospective technologies aimed at increasing the tolerance of vegetable crops to various environmental stress factors. The key physiological process for the successful formation of field products is photosynthesis, which is significantly inhibited under conditions of soil moisture deficiency. This paper is dedicated to studying the opportunity to enhance the effectiveness and stability of the photosynthetic system in cucumber plants through the seed and foliar application of lanthanum EDTA and yttrium EDTA. The experiment was conducted under controlled conditions in a phytotron. Chlorophyll content and PAM-fluorometer parameters of photosynthesis were determined to estimate the effectiveness and stability of the photosynthetic

system in cucumber plants. The results demonstrate that lanthanum and yttrium have a multidirectional impact on the determined indicators.

Keywords: cucumber, rare earths, lanthanum, yttrium, soil moisture deficiency, photosynthesis.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие овощеводства и рост потребности в сельскохозяйственной продукции требуют поиска современных и эффективных агрономических приёмов поддержания высокой продуктивности растений. Одним из ключевых элементов формирования товарной продукции является фотосинтез – процесс ассимиляции солнечной энергии, эффективность и стабильность которого находится в тесной взаимосвязи с окружающей средой. Особое значение в этом процессе имеет влагообеспеченность растений. В условиях дефицита влаги ингибируются почти все биохимические реакции, что приводит к снижению активности хлоропластов, а это в свою очередь негативно сказывается на урожайности культур и их толерантности к стрессовым условиям [1, 2].

Поиск способов повышения эффективности и стабильности работы фотосинтетического аппарата растений является актуальной задачей агрономической науки. Одним из агентов, способных вызывать у культурных растений стойкий отклик в повышении сопротивляемости к неблагоприятным факторам среды, могут являться некоторые ультрамикрорезультаты, в частности, редкоземельные металлы (РЗМ). Изучению вопросов их использования в агрономической практике посвящено множество работ, среди которых нередко отмечается их положительное влияние на продуктивность многих сельскохозяйственных культур [3–5]. Однако в этой области до сих пор остаётся немало белых пятен, которые требуют изучения.

Настоящая статья посвящена изучению возможности повышения устойчивости растений огурца к неблагоприятным условиям, вызванным дефицитом влаги, путём обработки семян и листьев слабо концентрированными

растворами хелатов (ЭДТА) редкоземельных металлов (РЗМ), а именно лантана и иттрия. Ранее в нашем исследовании было показано, что применение РЗМ способствует повышению толерантности растений к низкотемпературному стрессу [6].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на базе лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ВНИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова. Исследуемая культура – огурец (*Cucumis sativus* L., 1753) сорта Кураж F1. Растения выращивали в контролируемых условиях в фитотроне. Схема опыта включала контроль и два варианта с обработкой ЭДТА лантана в концентрации 0,001 мг La/л и ЭДТА иттрия 1 мг Y/л. Повторность 4-х кратная. Перед закладкой опыта проводилась обработка семян указанными растворами. В течение вегетации двукратно проводилась обработка по листу в фазу одного настоящего листа и перед началом стрессового воздействия в фазу 5 листьев. Опрыскивание проводится до полного смачивания.

Для опыта использовалась почва, отобранная из пахотного горизонта дерново-подзолистой почвы. Почва была предварительно очищена от крупных органических остатков и просеяна через сито 2 мм. Наименьшая влагоёмкость (НВ) почвы определена по экспресс-методу Кабаева. Подготовленную почву в количестве 400 г в пересчёте на абсолютно сухую массу набивали в пластиковые сосуды с перфорированным дном объёмом 0,75 л. В каждый сосуд вставляли поливную трубку. Перед высевом почва была увлажнена до 80% от НВ.

Семена обрабатывали испытываемыми растворами согласно схеме опыта в массовом соотношении 1:5 (семена:раствор). Время экспозиции – 2 часа. После семена равномерно высевали в сосуды по 6 штук на глубину 1-1,5 см. В фазе 1 настоящего листа провели прореживание до 3 растений.

В течение вегетации поддерживался стабильный режим освещённости и температуры: день – 9 ч, +23°C; ночь – 15 ч, +20°C. Полив проводили каждый

рабочий день. 2/3 объёма воды вносилось сверху, 1/3 – через поливную трубку.

Режим увлажнения поддерживали согласно таблице 1:

Таблица 1. Режим увлажнения почвы в сосудах.

Период	Дни	Влажность почвы
Посев – всходы	0-5	70-80% НВ
Всходы – фаза 5 листьев	6-27	50-60% НВ
Фаза 5 листьев – потеря тургора	28-34	50-60% НВ → 30-40% НВ
Потеря тургора – стресс 7 дней	35-41	30-40% НВ
Стресс 7-ой день - восстановление	42-43	50-60% НВ

Параметры эффективности протекания фотосинтеза определялись перед второй обработкой (28 день опыта, фаза 5 листьев), перед началом (35 день опыта) и после стрессового воздействия (43 день опыта). Измерения проводили методом РАМ-флуориметрии, определены следующие показатели: $Y(II)$ – эффективный выход флуоресценции, доля световой энергии, используемая для осуществления фотохимических процессов в фотосистеме II, $Y(NPQ)$ – нефотохимическое регулируемое тушение флуоресценции – доля нефотохимических потерь световой энергии, расходуемая на работу защитного механизма отвода избыточной световой энергии, $Y(NO)$ – нефотохимическое нерегулируемое тушение флуоресценции – доля рассеянной световой энергии [7]. Измерение и расчёт параметров проводили флуориметром Junior-РАМ с приложением WinControl-3.29 при естественном внешнем освещении в режиме «Act.-Yield». Измерение флуоресценции проводилось на нижней лопасти адаксиальной стороны первого и второго листа.

Содержание фотосинтетических пигментов определялось в ацетоновой вытяжке на спектрофотометре Helios Omega. Содержания хлорофиллов А и В рассчитывали с помощью эмпирического уравнения Хольма-Веттштейна. Содержание стабильных фотосинтетических пигментов определяли после выдерживания растительного образца в термостате при температуре +56°C. Анализ на содержание и стабильность пигментов проводился в период, когда влажность почвы была снижена до 30-40% НВ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание и стабильность фотосинтетических пигментов. Засуха оказывает негативное влияние на фотосинтетический аппарат, приводит к ингибированию синтеза ряда важнейших пигментов, непосредственно участвующих в фотосинтезе, а также принимающих участие в защите хлоропластов [1]. В рамках проведённого эксперимента было обнаружено, что на фоне применения ЭДТА иттрия отмечается незначительное понижение уровня содержания хлорофилла А по отношению к контролю на 11,4% (табл. 2Таблица). В контроле и на варианте с применением ЭДТА лантана содержание хлорофилла А было примерно одинаковым и составило в среднем 18,25 мг/г.

Содержание хлорофилла В показало более ярко выраженную динамику по опыту в условиях дефицита влаги. На фоне обработке растений огурца раствором ЭДТА иттрия содержание хлорофилла В выросло по отношению к контролю на 1,4 мг/г при $НСР_{05} = 1,7$ мг/г. Содержание хлорофилла В у растений огурца на варианте с обработкой лантаном почти не отличалась от контроля.

Оценка стабильности фотосинтетических пигментов показала, что стрессовое воздействие, вызванное дефицитом влаги, слабо повлияло долю стабильной фракции хлорофиллов А и В. В среднем доля стабильной фракции на вариантах без обработки под стрессовой экспозицией составляла 91,5-95,9%.

Использование для обработки огурца растворов ЭДТА лантана и иттрия привело к выраженному снижению доли стабильной фракции хлорофилла. В наибольшей степени это проявилось на фоне применения лантана. На этом варианте отмечено снижение доли стабильной фракции хлорофиллов А и В на 33,7 и 31,3%. А там, где применялся иттрий, доля снизилась на 18,0 и 15,9% соответственно при $НСР_{05} = 20,8\%$ для хлорофиллов А и 12,7% для хлорофиллов В.

Таблица 2. Содержания и доля стабильной фракции хлорофиллов А и В в листьях огурца.

Вариант	Контроль	ЭДТА La	ЭДТА Y	НСР ₀₅
Содержание хлорофиллов А, мг/г	18,3 ± 2,0	18,2 ± 1,1	16,2 ± 1,3	3,0
Доля стабильной фракции хлорофиллов А, %	95,9	62,1	77,8	20,8
Содержание хлорофиллов В, мг/г	9,4 ± 1,4	9,1 ± 1,3	10,9 ± 0,7	1,7
Доля стабильной фракции хлорофиллов В, %	91,5	60,2	75,6	12,7

Флуориметрические параметры протекания фотосинтеза. Анализируя динамику эффективного выхода флуоресценции [Y(II)], можно заметить, что во условиях дефицита влаги эффективность работы фотосистемы II снижается (табл. 3). На всех вариантах значения эффективного выхода флуоресценции на 35 день опыта (влажность почвы снижена до 30-40% НВ, на растениях появляются первые признаки завядания) ниже, чем в 28 и 43 дни (нормальное увлажнение 50-60% НВ, тургор нормальный). То же самое, наблюдается в динамике скорости работы электрон-транспортной цепи.

Обработка растений раствором ЭДТА лантана по листу привела к увеличению параметра Y(II) на 28 день по отношению к контролю на 21,5%. Вместе с ним возросла скорость работы ЭТЦ на 21,4%. К этому моменту была проведена только одна листовая обработка по схеме опыта. На фоне применения ЭДТА иттрия эффективность работы фотосистемы в это время оставалась на уровне контроля.

В период воздействия стресса на 35 день опыта эффективность работы фотосистемы II возросла только на варианте с применением хелата лантана. Параметр Y(II) вырос на 15,6% по отношению к контролю, а скорость ЭТЦ на 15,9%. А вот после применения хелата итрий напротив наблюдалось резкое снижение эффективности работы фотосистемы II на 28,6%.

Нефотохимическое регулируемое тушение флуоресценции [Y(NPQ)] – параметр, показывающий, какая доля избыточной световой энергии отводится защитными механизмами фотосистемы II. Анализ динамики этого показателя позволят увидеть, что у растений во время стрессовой экспозиции на 35 день

опыта уровень регулируемого тушения несколько подрастает по сравнению со значениями, измеренными на 28 день в условиях нормального увлажнения. Это свидетельствует о мобилизации защитных механизмов в ответ на стресс. Однако, это явление не наблюдается на варианте, где проводилась обработка раствором ЭДТА иттрия.

На 28 день опыта, перед началом плавного осушения, применение ЭДТА иттрия привело к некоторому повышению уровня регулируемого тушения флуоресценции на 8,7% к контролю. А вот в результате применения ЭДТА лантана этот показатель значительно упал – на 21,9%, что является статистически значимым. В период начала стрессового воздействия на фоне лантана и иттрия отмечено снижение значения параметра $Y(NPQ)$ на 10,1% и 18,4% соответственно. По-видимому, редкоземельные металлы оказывают негативное влияние на антистрессовые механизмы защиты хлоропластов.

Таблица 3. Параметры работы фотосистемы II в листьях огурца.

День опыта	Контроль	ЭДТА La	ЭДТА Y	НСР ₀₅
Эффективный выход флуоресценции [Y(II)].				
28 день	0,187 ± 0,035	0,227 ± 0,029	0,181 ± 0,023	0,042
35 день	0,173 ± 0,038	0,200 ± 0,024	0,123 ± 0,080	0,071
43 день	0,181 ± 0,040	0,230 ± 0,059	0,221 ± 0,042	0,072
Нефотохимическое регулируемое тушение флуоресценции [Y(NPQ)].				
28 день	0,313 ± 0,047	0,245 ± 0,070	0,340 ± 0,013	0,066
35 день	0,360 ± 0,017	0,324 ± 0,040	0,294 ± 0,092	0,078
43 день	0,335 ± 0,041	0,303 ± 0,007	0,329 ± 0,036	0,053
Нефотохимическое нерегулируемое тушение флуоресценции [Y(NO)].				
28 день	0,500 ± 0,079	0,558 ± 0,148	0,495 ± 0,045	0,135
35 день	0,467 ± 0,037	0,477 ± 0,047	0,583 ± 0,172	0,141
43 день	0,485 ± 0,056	0,458 ± 0,041	0,450 ± 0,019	0,057
Скорость ЭТЦ [ETR]. 28 день, мМоль эл./($m^2 \cdot c$)				
28 день	32,9 ± 6,2	39,9 ± 5,1	31,9 ± 4,0	7,4
35 день	30,4 ± 6,7	35,2 ± 4,2	21,7 ± 14,1	12,5

43 день	$31,9 \pm 7,1$	$40,5 \pm 10,4$	$39,0 \pm 7,5$	12,7
---------	----------------	-----------------	----------------	------

После окончания стрессового воздействия и восстановления тургора на 43 день опыта уровень работы фотосистемы II и регулируемого тушения флуоресценции восстановился до значений, которые регистрировались перед началом стрессовой экспозиции. Кроме того, как было отмечено ранее, на фоне стресса, вызванного дефицитом влаги, доля стабильных пигментов остаётся на высоком уровне. Таким образом, дефицит влаги не вызывает долгосрочного снижения коэффициента полезного действия и стабильности фотосистем клетки.

Нефотохимическое нерегулируемое тушение флуоресценции $[Y(NO)]$ – это доля рассеянной световой энергии. На варианте с применением ЭДТА иттрия в период стрессового воздействия наблюдается максимальное значение этого показателя. Это связано со снижением эффективности работы фотосистемы II и эффективности работы защитных механизмов хлоропластов.

ВЫВОДЫ

Проведённый динамический анализ фотосинтетического аппарата огурца сорта Кураж F1 в условиях нормального увлажнения и при стрессе, индуцированного дефицитом влаги позволяет сделать следующие выводы.

1. Дефицит влаги снижает эффективность работы фотосинтетического аппарата, но при этом мобилизуются защитные механизмы отвода избыточной световой энергии. Это выражается в снижении эффективного выхода флуоресценции и повышении уровня нефотохимического регулируемого тушения флуоресценции.
2. На фоне применения ЭДТА лантана в условиях дефицита влаги содержание фотосинтетических пигментов не меняется, но снижается доля их стабильной фракции.
3. Обработка растений ЭДТА лантана повышает эффективность работы фотосинтетического аппарата как в условиях нормального увлажнения, так и в условиях дефицита влаги. Это выражается в возрастании эффективного выхода флуоресценции и скорости работы электрон-транспортной цепи.

4. Использование для обработки растений ЭДТА иттрия в условиях дефицита влаги в целом привело к негативным последствиям – изменилось соотношение А и В в пользу последних. Также несколько снизилась доля стабильной фракции хлорофиллов. На фоне стресса применение ЭДТА иттрия привело к снижению эффективности работы защитных механизмов хлоропластов.

5. После восстановления нормального уровня увлажнения почвы и тургора произошло быстрое восстановление работы фотосинтетического аппарата, что говорит об отсутствии долгосрочных негативных эффектов кратковременного снижения влажности почвы в сочетании с обработками РЗМ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Razi K. Drought stress-induced physiological mechanisms, signaling pathways and molecular response of chloroplasts in common vegetable crops / K. Razi, S. Muneer // *Critical Reviews in Biotechnology*. – 2021. – Т. 41. – № 5. – С. 669-691.
2. Drought Stress in Plants: An Overview / M. Farooq [et al.] // *Plant Responses to Drought Stress: From Morphological to Molecular Features* / ed. R. Aroca. – Berlin, Heidelberg: Springer, 2012. – Drought Stress in Plants. – P. 1-33.
3. Kotelnikova A. Lanthanides in the Soil: Routes of Entry, Content, Effect on Plants, and Genotoxicity (a Review) / A. Kotelnikova, O. Rogova, V. Stolbova // *Eurasian Soil Science*. – 2021. – Vol. 54. – Lanthanides in the Soil. – P. 117-134.
4. Водяницкий Ю.Н. Лантаниды почвы и их влияние на растения / Ю.Н. Водяницкий // *Агрохимия*. – 2012. – № 4. – С. 84-96.
5. Redling K. Rare Earth Elements in Agriculture with Emphasis on Animal Husbandry / K. Redling Google-Books-ID: NgzonAAACAAJ. – München: DVG-Service, 2006. – 326 p.
6. Боровик Р.А. Влияние Применения Хелатов Редкоземельных Элементов На Фотосинтетический Аппарат Кукурузы При Пониженных Температурах / Р.А. Боровик, А.С. Шкуркина. – Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, 2023.

7. Chlorophyll fluorometry in evaluating photosynthetic performance: key limitations, possibilities, perspectives and alternatives / V. Lysenko [et al.] // Physiology and Molecular Biology of Plants. – 2022. – Vol. 28. – Chlorophyll fluorometry in evaluating photosynthetic performance. – № 11. – P. 2041-2056.

© Боровик Р.А., Деревяшкин Д.Ю.

Научная статья

УДК 51-74; 631.4

В.Н. Буйлов, С.В. Чумакова, А.А. Жиздюк

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИССЛЕДОВАНИИ СТРУКТУРЫ ПОЧВЫ

Аннотация. В работе представлена схема взаимного расположения частиц почвы в зависимости от ее типа. Схема представлена таким образом, чтобы показать геометрическую интерпретацию разреза пласта почвы, учитывающую, как ее плотные составляющие, так и пустоты между ними. Также выведена функциональная зависимость между типом почвы и ее структурными характеристиками, описывающими ее содержимое. Представлена когнитивная матрица и получены формулы связи количественных характеристик типов почвы при различных ее составляющих. Выведенные формулы и таблица когнитивной матрицы позволили при помощи теоретических изысканий определять тип исследуемого фрагмента почвы, определенный ранее в учении С.А. Захарова.

Ключевые слова. Математическая модель, почва, функциональная зависимость, матрица, схема, геометрическая интерпретация.

MATHEMATICAL MODELING IN THE STUDY OF SOIL STRUCTURE

Annotation. The work presents a diagram of the relative arrangement of soil particles, regardless of its type. The diagram is presented in such a way as to show a geometric interpretation of the section of the soil layer, taking into account both its dense components and the voids between them. A functional relationship between the type of soil and its structural characteristics that describe its contents has also been derived. A cognitive matrix is presented and formulas for connecting the quantitative characteristics of soil types with its various components are obtained. The derived formulas and the table of the cognitive matrix made it possible, with the help of theoretical research, to determine the type of soil fragment under study, previously determined in the teachings of S.A. Zakharova.

Keywords: Mathematical model, soil, functional dependence, matrix, diagram, geometric interpretation.

Известное учение С.А. Захарова о морфологических свойствах почв позволило распределить их по типам или видам в зависимости от размеров и от формы ее составных элементов [1]. Таким образом, наличие объема пустот или твердых частиц, а также других составляющих в почве, непосредственно зависит от ее типа.

В данной работе рассматривается определение влияния количественных характеристик почвы на ее тип посредством теоретических изысканий, а именно с позиции таких разделов математики, как алгебра, геометрия, математический анализ, интегральное исчисление, позволивших получить, в частности, математическую модель [2], [3].

Результаты исследований.

В процессе исследований был рассмотрен фрагмент почвы, который представляет собой совокупность твердых элементов произвольной формы и пустот.

На рисунке 1 представлена схема, описывающая взаимное расположение частиц почвы между которыми находятся пустоты или растительно – стержневые элементы, образующиеся за счет неплотного прилегания почвенных частиц друг к другу [6].

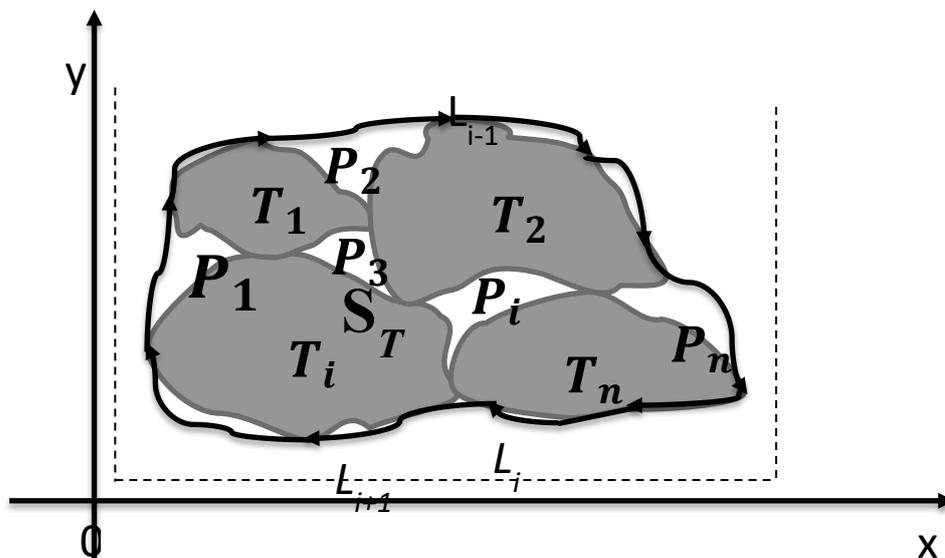


Рисунок 1. $T_1, T_2, \dots, T_i, \dots, T_n$ – отдельные элементы почвы, $P_1, P_2, \dots, P_i, \dots, P_n$ – пустоты между частицами почвы; $L_1, L_2, \dots, L_{i-1}, l_i, L_{i+1}, \dots, L_n$ – опорные точки, разбивающие путь интегрирования L на части $(L_i; L_{i+1})$ $i = 1, 2, \dots, i, i + 1, \dots, n$. В работе рассмотрен аналитический способ подсчета габаритов фрагмента почвы. Для этого была использована теория интегральных исчислений.

- Площадь вертикального сечения известна заранее, что предусмотрено проведением теоретических изысканий и практического эксперимента.
- Площадь вертикального сечения фрагмента почвы нашли при использовании криволинейного интеграла 2-ого рода (с указанием направления интегрирования), учитывая параметры, как отдельные компоненты фрагмента почвы, так и возможное наличие пустот между указанными компонентами.

Обозначили линию, описывающую расположение элементов почвы, как L и сопоставили ее с путем интегрирования, то есть L является границей области.

Путь интегрирования L разбили на участки, тогда

$$f_i \in (T_{i-1}; T_i), f_{i+1}(x) \in (T_i; T_{i+1}) \text{ и т.д. то есть } T = \sum_{i=1}^n (T_i; T_{i-1}), \text{ где}$$

$T_1, T_2, \dots, T_{i-1}, T_i, T_{i+1}, \dots, T_n$ – опорные точки, разбивающие путь интегрирования T на участки интегрирования $(T_{i-1}; T_i), i = 1, 2, \dots, i, i + 1, \dots, n..$

Ввели следующие обозначения:

S_T – площадь, занимаемая исследуемым фрагментом почвы в разрезе (m^2);

S_{T_i} – площадь вертикального сечения занимаемого твердыми частицами почвы, (m^2);

S_{P_m} – площадь пустот и / или растительно - стержневых остатков, (m^2);

L – линия контура, (m).

Используя интеграл по контуру [5], получили формулу подсчета габаритов элемента почвы, которые будут равны площади вертикального сечения S_T (формула(1)):

$$S_T = \oint_L \left(\sum_{i=1}^n f_i(x) \right) dx \quad (1)$$

Далее, по формулам (2) и (3) нашли S_{T_i} и S_{P_m}

$$S_{T_i} = \oint_L \left(\sum_{i=1}^n f_{T_i}(x) \right) dx \quad (2)$$

$$S_{P_{ij}} = \oint_T \left(\sum_{i=1}^n f_{P_j}(x) \right) dx \quad (3)$$

S_{T_j} - площадь, занимаемая исследуемым фрагментом почвы в разрезе (m^2);

S_{T_i} – площадь вертикального сечения занимаемого твердыми частицами почвы, (m^2);

$S_{P_{ij}}$ – площадь пустот и / или растительно - стержневых остатков, (m^2).

Таблица 1

S_{T_i}	S_{T_j}	S_{T_1}	S_{T_2}	...	S_{T_j}	...	S_{T_n}
S_{T_1}	$S_{p_{11}}$	$S_{p_{12}}$	...	$S_{p_{1j}}$	...	$S_{p_{1n}}$
S_{T_2}	$S_{p_{21}}$	$S_{p_{22}}$	...	$S_{p_{2j}}$	...	$S_{p_{2n}}$
...	...	...	...	...	...	$S_{p_{11}}$
S_{T_i}	$S_{p_{i1}}$	$S_{p_{i2}}$	...	$S_{p_{ij}}$	...	$S_{p_{in}}$
...	...	...	...	...	...	$S_{p_{11}}$
S_{T_n}	$S_{p_{n1}}$	$S_{p_{n2}}$	...	$S_{p_{nj}}$	...	$S_{p_{nn}}$

При дальнейших исследованиях удобно воспользоваться предложенной таблицей 1., являющейся когнитивной матрицей для полученных ранее данных S_{T_j} , S_{T_i} и $S_{P_{ij}}$.

Причем, рассматриваемые величины связаны формулой

$$S_{P_{ij}} = |S_{T_i} - S_{T_j}| \quad (4)$$

Или

$$S_{T_i} = |S_{T_j} - S_{P_{ij}}| \quad (5)$$

На основании формул (1) – (5) получена функциональная зависимость (6):

$$S_{T_i} = F (S_{T_j}; S_{P_{ij}}) \quad (6)$$

При известном количестве N твердых частиц почвы возможно теоретическое определение типа почвы, согласно морфологическим свойствам (1), то есть (7):

$$T_{T_i} = \frac{S_{T_i}}{N} = \frac{\oint_L (\sum_{i=1}^n f_{T_i}(x)) dx}{N} \quad (7)$$

Выводы. Проведение теоретических изысканий на основе построенной авторами математической модели (1) – (7) позволило определить тип почвы по С.А. Захарову, исходя из геометрической интерпретации, позволившей схематично (рисунок 1) изобразить в декартовой прямоугольной системе координат срез пласта почвы, а последующий вывод формул на основании опорных математических разделов [4], [5] позволил закончить исследования.

Так, на основании экспериментальных данных, получены элементы когнитивной матрицы (таблица 1)

$$S_{T_i} = 551,8$$

$$S_{T_i} = 612,5$$

$$S_{p_{ij}} = 60,7$$

$$T_{T_i} = \frac{S_{T_i}}{N} = \frac{551,8}{89} = 6,2$$

Исходя также из внешнего вида фрагментов почвы, а именно: элементы с относительно правильной формой, поверхность граней сравнительно ровная, ребра острые, позволило сделать вывод о типе почвы, как крупноореховатой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Витковская, С.Е., Морфология почв: учебно-методическое пособие / С.Е. Витковская. СПб, 2022. – 38 С.
2. Чумакова С.В., Абдразакова Я.Р. Применение математического моделирования к задачам прикладного характера // В сборнике: СОВРЕМЕННАЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ. Материалы III международной научно-практической конференции. 2020. С. 147-150.
3. Чумакова С.В., Попов Д.А. Математические методы и компьютерные технологии в исследовании компонентов природной среды // В сборнике: Специалисты АПК нового поколения. Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2016. С. 872-875
4. Камышова, Г.Н. Математический анализ. Учебное пособие./ Г.Н. Камышова, С.В. Чумакова, Н.Н. Терехова // Саратов, 2012. – 88 с.
5. Соколов, Н.М. Влияние конструктивных параметров почвообрабатывающего орудия на образование противэрозионного микрольефа / Соколов Н.М., Покусаев П.А., Чумакова С.В. // Аграрный научный журнал. 2023. № 5. С. 160-165.

© Буйлов В.Н., Чумакова С.В., Жиздюк А.А., 2023

Научная статья

УДК 631.5+633.111.1(571.1)

В.Д. Василевский

Омский аграрный научный центр, г. Омск, Россия

СОРТОВАЯ РЕАКЦИЯ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Аннотация. Представлены экспериментальные данные по изучению отзывчивости сортов мягкой яровой пшеницы на интенсивность возделывания при их размещении по чистому пару и зерновому предшественнику на опытном поле отдела семеноводства Омского АНЦ в 2021 г. Исследовано влияние интенсивной технологии выращивания на урожайность зерна пшеницы по сравнению с экстенсивной.

Ключевые слова: пшеница мягкая яровая, сорт, предшественник, технология, урожайность.

V.D. Vasilevsky

FSBSI «Omsk agrarian scientific center», Omsk, Russia

VARIETY REACTION OF SOFT SPRING WHEAT ON THE INTENSITY OF CULTIVATION IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA

Annotation. Experimental data are presented on the study of the responsiveness of soft spring wheat varieties to the intensity of cultivation when they are placed on pure fallow and a grain predecessor on the experimental field of the seed production department of the Omsk ARC in 2021. The influence of intensive cultivation

technology on wheat grain yield in comparison with extensive technology has been studied.

Keywords: soft spring wheat, variety, predecessor, technology, yield.

Введение. Яровая пшеница является наиважнейшей продовольственной культурой, как в мировом производстве зерна, так и в зерновом производстве РФ, Западно-Сибирского региона и Омской области.

За последние 22 года посевные площади, занятые яровой пшеницей в РФ, уменьшились с 15,5-14,7 млн. га в 2001-2005 гг. до 13,1-12,8 млн. га в 2021-2022 гг. А площади, занимаемые в нашей стране озимой пшеницей, за этот период, наоборот, почти в 2 раза увеличились, с 8,5 до 16,7 млн. га. В целом пшеница в РФ в 2022 г. размещалась на площади 29,5 млн. га, в то время как в 2001 г. – лишь на 23,8 млн. га. Урожайность зерна яровой пшеницы повысилась с 1,30-1,57 т/га в 2001-2005 гг. до 1,68-1,89 т/га в 2017-2021 гг. Валовые сборы зерна яровой пшеницы в РФ в 2021 и 2022 гг. составили, соответственно, 23,0 и 30,4 млн. тонн. В Омской области яровая пшеница в 2021-2022 гг. высевалась на площади 1387-1436 тыс. га, что составляло 69,8-72,1% от всей площади зерновых культур. Валовые сборы зерна этой культуры в 2021 и 2022 гг. составили 2,18 и 2,02 млн. тонн при урожайности 1,52 и 1,46 т/га. Невысокая урожайность основной продовольственной культуры в нашем регионе, в первую очередь, определяется низким уровнем естественного плодородия наших почв. Поэтому дальнейшее повышение урожайности зерна пшеницы будет определяться интенсификацией зернового производства, а именно, широким применением органических и минеральных удобрений, химических средств защиты растений, мелиорантов и др. В связи с вышеизложенным, вполне закономерным для научного изучения является вопрос грамотного подбора продуктивных сортов яровой пшеницы, отличающихся высокой отзывчивостью на применение интенсивных технологий возделывания, эффективно использующих предоставляемые им ресурсы.

Интенсификация производства зерна базируется на трёх главных составляющих: высокоурожайном сорте, высоком фоне минерального питания и защите растений. Основной составляющей этой триады является генетический потенциал возделываемых растений, реализуемый селекционерами путем создания новых высокоурожайных сортов [1, 2]. На долю сорта и технологии возделывания в повышении урожайности приходится по 25%, удобрений – 50%. При интенсификации растениеводства удельный вес сорта увеличивается до 34–50%, удобрений – 30, средств защиты растений – 25–30% [3]. Главной причиной недобора урожаев зерна является несоответствие возделываемого сорта уровню интенсификации применяемой технологии. Особенно важен дифференцированный подход к подбору сортов в настоящее время, когда одни хозяйства широко применяют интенсивные технологии, а другие – не могут обеспечить посевы необходимыми дозами удобрений и комплексом защиты растений [4].

Задачами исследования явились: 1) изучение в условиях южной лесостепи Западной Сибири уровня урожайности сортов мягкой яровой пшеницы различных групп спелости при размещении по агрофонам с разной интенсивностью возделывания; 2) оценка степени интенсивности изучаемых сортов мягкой яровой пшеницы и их отзывчивости на применение интенсивной технологии возделывания в зависимости от предшественника.

Методика и условия проведения исследования. В качестве объектов исследования использовались 26 сортов мягкой яровой пшеницы, в том числе 9 сортов среднеранней группы спелости, 10 – среднеспелой и 7 – среднепоздней. Изучаемые сорта пшеницы: Памяти Азиева (St.), Боевчанка, ДГ 48-18, Новосибирская 31, Омская 36, Омская юбилейная, Столыпинская 2 и Тарская 12 (Россия); Ликамеро (Франция) – среднеранние; Дуэт (St.), Сигма 5, Мелодия, Омская 38 и Омская 44 (Россия); Арабелла (Польша); Гранни (Австрия и Россия); КВС Аквилон и КВС Буран (Германия); КВС Торридон (Англия) – среднеспелые; Элемент 22 (St.), Лидер 80, Омская 35, Омская 42,

Уралосибирская и Уралосибирская 2 (Россия); Тризо (Германия) – среднепоздние.

Посев осуществлен 15 мая 2021 г. сеялкой ССФК-7М сплошным рядовым способом с шириной междурядий 15 см и нормой высева 4,5 млн. всхожих семян/га на глубину 4-6 см по двум предшественникам – чистому пару и зерновому предшественнику (2-я культура после пара) на опытном поле отдела семеноводства ФГБНУ «Омский АНЦ» в южной лесостепи Западной Сибири. По каждому предшественнику было наложено два фона технологии возделывания – экстенсивная и интенсивная. Экстенсивная технология в плане химизации заключалась лишь в прополке посевов пшеницы в фазе кущения баковой смесью гербицидов (Примадонна, СЭ, 0,55 л/га+Гранат, ВДГ, 0,015 г/га+Овсюген Экспресс, КЭ, 0,55 л/га). Интенсивная технология кроме химической прополки (с добавлением Биостима зернового, 1,0 л/га) включала в себя протравливание семян за 3-5 дней до посева (Скарлет, МЭ, 0,35л/т+10 л воды/т), обработку в фазе колошения баковой смесью (фунгицид Титул Дуо, ККР, 0,35 л/га+инсектицид Эсперо, КС, 0,1 л/га+Биостим зерновой, 1,0 л/га) и допосевное локальное внесение минеральных удобрений: по пару 115 кг/га аммофоса ($N_{14}P_{60}$); по зерновому предшественнику – 115 кг/га аммофоса и 135 кг/га аммиачной селитры ($N_{60}P_{60}$). Норма расхода воды при опрыскивании посевов – 200 л/га. Основная и предпосевная обработка почвы, уход за посевами зерновых проводились по технологии, общепринятой для яровой пшеницы в данной зоне.

Опыт проведен по методике Государственного сортоиспытания с.-х. культур. Площадь одной делянки 20 м², повторность 3-кратная. Учёт урожая проводили зерноуборочным комбайном «Хеге 125» путем сплошного обмолота растений с каждой делянки и приведением урожая зерна к 14%-й стандартной влажности и 100%-й чистоте. Статистическая обработка урожайных данных проведена методом дисперсионного анализа в изложении Б.А. Доспехова [5].

Почва опытного участка – чернозем слабо выщелоченный средне- и тяжелосуглинистый с мощностью гумусовых горизонтов 38-44 см.

Вегетационный период 2021 г. характеризовался значительным дефицитом осадков в конце июля и августа и существенным превышением среднемесячных температур в июле и августе, особенно, в первой декаде июля и последней декаде августа. Сумма среднесуточных температур выше 10°C за май-август 2021 г. составила 2264°C, при норме 1645°C. За это время выпало 133,2 мм осадков (64% от их среднемноголетнего количества 207,0 мм). Гидротермический коэффициент (ГТК Селянинова А.Т.) за период май-август составил 0,59 при среднемноголетнем его значении 1,10, что свидетельствует о слабой (или умеренной) засухе в течение летнего периода. В июле наблюдалась средняя засуха: ГТК этого месяца был равен 0,51.

Результаты исследования и их анализ. Испытание сортов мягкой яровой пшеницы по чистому пару на фоне экстенсивной технологии (табл. 1) показало, что в среднеранней группе сортов самой высокой зерновой продуктивностью, достоверно превышающей урожайность стандартного сорта Памяти Азиева на 0,24-0,32 т/га при НСР₀₅=0,19 т/га, характеризовались три сорта: Омская 36, Омская юбилейная и Тарская 12 (4,12-4,20 т/га). Сорта Боевчанка и ДГ 48-18 обеспечивали урожайность зерна (3,90-3,93 т/га) на уровне стандарта (3,88 т/га).

На фоне применения интенсивной технологии возделывания по пару самой высокой урожайностью зерна (4,91-5,06 т/га) отличались сорта Памяти Азиева (St.), Боевчанка, ДГ 48-18, Омская юбилейная и Тарская 12 при НСР₀₅=0,17 т/га.

При размещении после зернового предшественника на экстенсивном фоне наиболее высокой урожайностью зерна выделялись сорта Омская 36 и Омская юбилейная (2,92-2,94 т/га); при интенсивной технологии возделывания – Боевчанка и Ликамеро (3,77-3,80 т/га). В среднеспелой группе при ее размещении по пару при экстенсивной технологии возделывания существенно превосходили стандартный сорт Дуэт по урожайности зерна (4,37-3,53 т/га) четыре сорта – Сигма 5, Омская 44, Мелодия и КВС Буран. На интенсивном фоне при посеве по пару самую высокую урожайность (6,30-5,42 т/га)

обеспечивали семь сортов – Арабелла, Гранни, Сигма 5, КВС Аквилон, КВС Буран, КВС Торридон и Мелодия. При размещении по зерновому предшественнику на экстенсивном фоне наиболее высокоурожайными оказались те же сорта, что и при посеве по пару на интенсивном фоне, за исключением сорта КВС Торридон, – Арабелла, Гранни, Сигма 5, КВС Аквилон, КВС Буран и Мелодия (2,59-2,87 т/га); на интенсивном фоне – Арабелла, Гранни, КВС Буран и Мелодия (3,97-4,39 т/га). В группе среднепоздних сортов пшеницы на экстенсивном фоне при посеве по обоим предшественникам самым высокоурожайным сортом был сорт Омская 35.

Таблица 1 – Урожайность зерна сортов мягкой яровой пшеницы в зависимости от предшественника и интенсивности технологии возделывания, т/га

Название сорта	Урожайность зерна, т/га				Коэффициент интенсивности сорта
	Пар чистый		Зерновые		
	Технология				
	Экстен-сивная	Интен-сивная	Экстен-сивная	Интен-сивная	
<i>Среднеранние сорта</i>					
Памяти Азиева (St.)	3,88	5,06	2,62	3,60	66,7
Боевчанка	3,90	4,92	2,54	3,77	65,0
ДГ 48-18	3,93	4,91	2,61	3,57	62,8
Лицамеро	3,10	4,75	2,51	3,80	61,2
Новосибирская 31	3,70	4,59	2,60	3,46	54,4
Омская 36	4,12	4,48	2,94	3,45	42,1
Омская юбилейная	4,20	4,97	2,92	3,58	56,0
Столыпинская 2	3,59	4,57	2,70	3,43	51,1
Тарская 12	4,18	5,05	2,41	3,43	72,1
Среднее по группе	3,84	4,81	2,65	3,57	59,0
<i>Среднеспелые сорта</i>					
Дуэт (St.)	3,24	4,04	2,26	3,23	48,6
Арабелла	3,37	5,42	2,69	4,38	74,6
Гранни	3,42	5,70	2,70	4,39	82,0

Сигма 5	4,37	5,55	2,87	3,77	73,2
КВС Аквилон	3,38	5,73	2,64	3,71	84,4
КВС Буран	3,53	6,30	2,76	4,17	96,7
КВС Торридон	3,31	5,07	2,23	3,50	77,6
Мелодия	3,67	5,78	2,59	3,97	87,2
Омская 38	3,11	4,12	2,02	2,95	57,4
Омская 44	3,96	4,71	2,34	3,38	64,8
Среднее по группе	3,54	5,24	2,51	3,75	74,7
<i>Среднепоздние сорта</i>					
Элемент 22 (St.)	4,12	5,58	2,39	3,86	87,2
Лидер 80	3,26	4,47	1,84	3,34	71,9
Омская 35	4,37	4,91	2,71	3,87	60,1
Омская 42	3,29	4,14	2,03	3,20	57,7
Тризо	3,68	5,16	2,37	3,59	76,2
Уралосибирская	2,52	3,44	2,06	2,77	37,7
Уралосибирская 2	3,43	4,68	2,26	3,28	66,1
Среднее по группе	3,52	4,63	2,24	3,42	65,3
НСР ₀₅	0,19	0,17	0,14	0,14	-

При интенсивной технологии возделывания при размещении пшеницы по пару лучшим по зерновой продуктивности оказался сорт Элемент 22 (St.), а по зерновому предшественнику – Элемент 22 (St.) и Омская 35.

При размещении пшеницы по пару урожайность зерна в среднем по среднеранней группе сортов при использовании интенсивной технологии возделывания составила 4,81 т/га, экстенсивной – лишь 3,84 т/га, среднеспелой и среднепоздней, соответственно, – 5,24 и 3,54 т/га, 4,63 и 3,52 т/га. Прибавка урожайности зерна от интенсификации возделывания пшеницы по пару в среднем по группам составила: среднеранней – 0,97, среднеспелой – 1,70, среднепоздней – 1,11 т/га, или, соответственно, 25,3, 48,0 и 31,5%. При посеве после зернового предшественника урожайность зерна пшеницы в среднем по среднеранней, среднеспелой и среднепоздней группам спелости при использовании интенсивной технологии возделывания составила, соответственно, 3,57, 3,75 и 3,42 т/га, экстенсивной – лишь 2,65, 2,51 и 2,24 т/га.

Прибавка урожайности зерна от интенсификации возделывания пшеницы по зерновому предшественнику в среднем по группам составила: среднеранней – 0,92, среднеспелой – 1,24, среднепоздней – 1,18 т/га, или, соответственно, 34,7, 49,4 и 52,7%. Таким образом, в условиях средней июльской засухи наиболее высоким уровнем отзывчивости на интенсивный фон возделывания при размещении пшеницы по пару характеризовались в среднем сорта среднеспелой группы (48,0%), по зерновому предшественнику – среднеспелой и среднепоздней групп (49,4 и 52,7%).

При размещении пшеницы по зерновому предшественнику уровень урожайности зерна на фоне экстенсивной технологии в среднем по среднеранней, среднеспелой и среднепоздней группам спелости был значительно ниже, чем по чистому пару, соответственно, на 1,19, 1,03 и 1,28 т/га, или на 31,0, 29,9 и 36,4%; на фоне интенсивной технологии возделывания, соответственно, на 1,24, 1,49 и 1,21 т/га, или на 25,8, 28,4 и 26,1%.

Расчет коэффициента интенсивности сорта по Удачину Р.А., Головоченко А.П. [5] показал, что наиболее интенсивными в условиях 2021 г. проявили себя в среднеранней группе сорта Боевчанка, Памяти Азиева (St.) и Тарская 12 (65,0-72,1); среднеспелой – Омская 44, Сигма 5, Арабелла, КВС Торридон, Гранни, КВС Аквилон, Мелодия и КВС Буран (64,8-96,7); среднепоздней – Уралосибирская 2, Лидер 80, Тризо и Элемент 22 (St.) (66,1-87,2). Самой высоко отзывчивой на интенсивный фон возделывания оказалась среднеспелая группа сортов пшеницы (74,7). Сорта среднепоздней группы пшеницы в среднем характеризовались коэффициентом интенсивности 65,3, среднеранней – 59,0.

Наиболее отзывчивыми на интенсивный фон возделывания пшеницы по пару (табл. 2) оказались сорта Ликамеро (среднеранняя группа, 38,6); КВС Торридон, Арабелла, Мелодия, Гранни, КВС Аквилон и КВС Буран (среднеспелая группа, 41,1-64,7); Элемент 22 (St.) и Тризо (среднепоздняя группа, 34,1-34,6). Самой высокой отзывчивостью на интенсивность

возделывания при размещении по пару характеризовались среднеспелые сорта КВС Буран, КВС Аквилон, Гранни и Мелодия (64,7-49,3).

Лучшими по отзывчивости на интенсивный фон возделывания при размещении пшеницы по зерновому предшественнику оказались сорта Боевчанка и Ликамеро (среднеранняя группа, 40,5-42,4); КВС Торридон, Мелодия, КВС Буран, Арабелла и Гранни (среднеспелая группа, 41,8-55,6); Омская 35, Омская 42, Тризо, Элемент 22 (St.) и Лидер 80 (среднепоздняя группа, 38,2-49,3).

Самую высокую отзывчивость на интенсивность возделывания при размещении по зерновому предшественнику проявляли среднеспелые сорта КВС Буран, КВС Аквилон, Гранни и Мелодия (55,6-45,4) и среднепоздние – Лидер 80 и Элемент 22 (St.) (49,3-48,4).

В среднем по группам сортов коэффициент отзывчивости на интенсивную технологию при размещении пшеницы по зерновому предшественнику у среднеранних сортов был в 1,33 раза больше, чем при посеве по пару; у среднепоздних – в 1,51 раза. У сортов пшеницы среднеспелой группы, наиболее адаптированной к условиям южной лесостепи Западной Сибири, отзывчивость на интенсивную технологию по обоим предшественникам была примерно одинаковой (40,6 и 39,9).

Таблица 2 – Отзывчивость сортов мягкой яровой пшеницы на интенсивность возделывания в зависимости от предшественника

Название сорта	Прибавка урожайности зерна по интенсивной технологии к экстенсивной, т/га		Коэффициент отзывчивости сорта на интенсивную технологию	
	Предшественник			
	Пар чистый	Зерновые	Пар чистый	Зерновые
<i>Среднеранние сорта</i>				
Памяти Азиева (St.)	1,18	0,98	27,6	32,2
Боевчанка	1,02	1,23	23,8	40,5

ДГ 48-18	0,98	0,96	22,9	31,6
Лицамеро	1,65	1,29	38,6	42,4
Новосибирская 31	0,89	0,86	20,8	28,3
Омская 36	0,36	0,51	8,4	16,8
Омская юбилейная	0,77	0,66	18,0	21,7
Столыпинская 2	0,98	0,73	22,9	24,0
Тарская 12	0,87	1,02	20,3	33,6
Среднее по группе	0,97	0,92	22,6	30,1
<i>Среднеспелые сорта</i>				
Дуэт (St.)	0,80	0,97	18,7	31,9
Арабелла	2,05	1,69	47,9	55,6
Гранни	2,28	1,69	53,3	55,6
Сигма 5 (ДГ 48-3)	1,18	0,90	27,6	29,6
КВС Аквилон	2,35	1,07	54,9	35,2
КВС Буран	2,77	1,41	64,7	46,4
КВС Торридон	1,76	1,27	41,1	41,8
Мелодия	2,11	1,38	49,3	45,4
Омская 38	1,01	0,93	23,6	30,6
Омская 44	0,75	1,04	17,5	34,2
Среднее по группе	1,71	1,24	39,9	40,6
<i>Среднепоздние сорта</i>				
Элемент 22 (St.)	1,46	1,47	34,1	48,4
Лидер 80	1,21	1,50	28,3	49,3
Омская 35	0,54	1,16	12,6	38,2
Омская 42	0,85	1,17	19,9	38,5
Тризо	1,48	1,22	34,6	40,1
Уралосибирская	0,92	0,71	21,5	23,4
Уралосибирская 2	1,25	1,02	29,2	33,6
Среднее по группе	1,10	1,18	25,7	38,8

Стабильно обеспечивали достаточно высокий уровень отзывчивости на интенсивный фон при посеве по обоим предшественникам в среднеранней группе – сорт Лицамеро; среднеспелой – Арабелла, Гранни КВС Буран, КВС Торридон и Мелодия; среднепоздней – Элемент 22 (St.) и Тризо.

Выводы. В условиях средней июльской засухи 2021 г. прибавка урожайности зерна от интенсификации возделывания при посеве пшеницы по пару в среднем по группам спелости составила: среднеранней – 0,97, среднеспелой – 1,70, среднепоздней – 1,11 т/га, или, соответственно, 25,3, 48,0 и 31,5%; после зернового предшественника, соответственно, 0,92, 1,24 и 1,18 т/га, или, 34,7, 49,4 и 52,7%. Самым высоким коэффициентом интенсивности в среднем характеризовалась среднеспелая группа сортов (74,7); у среднепоздней группы он составлял 65,3, среднеранней – 59,0. Наиболее высокоинтенсивными сортами в среднеранней группе оказались сорта Памяти Азиева (St.), Боевчанка, ДГ 48-18, Ликамеро и Тарская 12 (61,2-72,1); среднеспелой – Арабелла, Гранни, Сигма 5, КВС Аквилон, КВС Буран, КВС Торридон, Мелодия и Омская 44 (64,8-96,7); среднепоздней – Элемент 22 (St.), Лидер 80, Тризо и Уралосибирская 2 (66,1-87,2). Стабильно высокой отзывчивостью на интенсивность возделывания при размещении пшеницы по пару и зерновому предшественнику отличались сорта: Ликамеро (среднеранний сорт); Арабелла, Гранни, КВС Буран, КВС Торридон и Мелодия (среднеспелые); Элемент 22 (St.) и Тризо (среднепоздние).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. М.: Агрорус, 2008. Т. 1. 814 с.
2. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России. М.: Агрорус, 2004. 1109 с.
3. Чепелев В.П., Шорохова А.И. Реакция ячменя на условия выращивания в регионе Среднего Урала / Сб. науч. трудов Уральской ГСХА. Екатеринбург, 2001. 345 с.
4. Борисоник З.Б., Мусатова А.Г., Галаницкая О.И. Урожайность ярового ячменя в зависимости от метеорологических условий и агротехнических факторов // Докл. ВАСХНИЛ. 1989. №1. С. 9-11.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 308 с.

6. Удачин Р.А., Головоченко А.П. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы // Селекция и семеноводство. 1990. № 5. С. 2-6.

© Василевский В.Д., 2023

Научная статья

УДК 631.86

О.Е. Андреева, А.Н. Ильин, О.А. Васильев

Чувашский государственный аграрный университет г. Чебоксары, Россия

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА

Аннотация. В данной статье показаны результаты экономической эффективности последействия сапропеля и куриного помета на горохе Дударь на четвертый год после внесения в звене севооборота «Яровая пшеница – картофель – ячмень - горох». Опыты закладывались на светло-серой лесной почве весной 2020 г. Варианты полевого опыта: 1. Контрольный вариант, 2. Сапропель 15 т/га, 3. Сапропель 30 т/га, 4. Сапропель 50 т/га, 5. Куриный помет 15 т/га, 2. Куриный помет 30 т/га. В первый год, в связи с засушливыми условиями вегетационного периода и высокими затратами, рентабельность производства яровой пшеницы оказалась отрицательной во всех вариантах. За последующие годы рентабельность производства сельскохозяйственных культур превысила показатель контрольного варианта в десятки раз, что окупало затраты

Ключевые слова: горох Дударь, куриный помет, рентабельность, сапропель, себестоимость, светло-серая лесная почва, урожайность.

О.Е. Andreeva, A.N. Ilyin, O.A. Vasiliev

ECONOMIC EFFECTIVENESS OF ORGANIC FERTILIZERS IN THE CROPE ROTATION LINK

Annotation. This article shows the results of the economic efficiency of the aftereffect of spropel and chicken manure on Dudar peas in the fourth year after application in the crop rotation link “Spring wheat - potatoes - barley - peas”. The experiments were carried out on light gray forest soil in the spring of 2020. Field experiment options: 1. Control option, 2. Spropel 15 t/ha, 3. Spropel 30 t/ha, 4. Spropel 50 t/ha, 5. Chicken manure 15 t/ha, 2. Chicken manure 30 t/ha. In the first year, due to dry growing season conditions and high costs, the profitability of spring wheat production turned out to be negative in all options. Over the subsequent years, the profitability of agricultural crop production exceeded the control variant tens of times, which recouped the costs.

Key words: Dudar peas, chicken manure, profitability, spropel, cost, light gray forest soil, productivity.

Интенсивное земледелие на светло-серых лесных почвах Чувашской Республики возможно только при условии воспроизводства их плодородия и требует как использования минеральных и органических удобрений, так и поддержания обменной кислотности пахотного слоя на уровне близкой к нейтральной [1, 2, 3, 4]. Систематическое использование органических удобрений способно улучшить не только агрохимические, но и агрофизические и биологические свойства почвы [5, 6, 7, 8]. При этом использование органических удобрений, содержащих в себе не только повышенные концентрации макроэлементов питания сельскохозяйственных культур, но и кальция с магнием, и микроэлементов решает ряд задач, связанных с расширенным воспроизводством плодородия полей севооборотов и экономикой сельскохозяйственного производства. К таким органическим удобрениям

относятся куриный помет и сапропель. Насколько долго прослеживается последствие данных органических удобрений – является актуальным в земледелии.

Цель исследований – определить последствие однократного внесения в светло-серую лесную почву сапропеля и куриного помета на 4 год использования в звене севооборота, без дополнительного внесения каких-либо удобрений.

Научные исследования по изучению последствия органических удобрений были начаты весной 2020 г., когда органические удобрения были внесены под предпосевную обработку почвы. Культуры звена севооборота: «Яровая пшеница Московская 35 – картофель Гала – ячмень Эльф – горох Дударь». Варианты полевого опыта: 1. Контрольный вариант, 2. Сапропель 15 т/га (С 15), 3. Сапропель 30 т/га (С 30), 4. Сапропель 50 т/га (С 50), 5. Куриный помет 15 т/га (КП 15), 2. Куриный помет 30 т/га (КП 30). Площадь каждого варианта равна 12,2 м². Исследования в каждом варианте опытов производились в шестикратной повторности.

Урожайность сельскохозяйственных культур в звене севооборота за все годы проведения исследований была выше в вариантах с использованием органических удобрений (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность сельскохозяйственных культур звена севооборота «Яровая пшеница – картофель - ячмень – горох»

№ п.п.	Варианты опытов	Урожайность в вариантах по годам, т/га			
		Яровая пшеница, 2020 г.	Картофель, 2021 г.	Ячмень, 2022 г.	Горох, 2023 г.
1	Контрольный	1,20	8,7	2,06	3,14
2	С 15 т/га	1,24	15,3	2,35	3,22
3	С 30 т/га	1,64	14,3	2,89	3,67
4	С 50 т/га	2,08	11,2	3,12	4,49

5	КП 15 т/га	2,00	17,3	2,73	3,92
6	КП 30 т/га	2,67	25,5	3,05	4,53

Рентабельность применения органических удобрений рассчитывалась, исходя из стоимости картофеля на рынке 10000 руб/т, яровой пшеницы – 10000 руб/т, ячменя – 8000 руб/т, гороха – 20000 руб/т.; сапропеля – 3000 руб/т, куриного помета – 500 руб/т.

Расчеты экономической эффективности применения удобрений показывают, что в первый год опыта, в связи с низкой урожайностью яровой пшеницы (засушливые условия вегетационного периода) и высокой стоимостью удобрений, в несколько раз увеличивших затраты, рентабельность ее производства была отрицательной (табл. 2).

Таблица 2 – Рентабельность производства сельскохозяйственных культур в звене севооборота «Яровая пшеница – картофель - ячмень – горох»

№ п.п.	Варианты опытов	Рентабельность в вариантах по годам, %			
		Яровая пшеница, 2020 г.	Картофель, 2021 г.	Ячмень, 2022 г.	Горох, 2023 г.
1	Контроль	-18,8	1,6	12,9	73,0
2	С - 15 т/га	-79,6	11,0	45,2	77,0
3	С - 30 т/га	-88,1	32,7	31,7	99,3
4	С - 50 т/га	-90,0	46,6	71,4	138,5
5	КП - 15 т/га	-41,2	133,3	50,0	111,4
6	КП - 30 т/га	-32,6	222,1	67,3	140,4

Однако суммарная рентабельность производства сельскохозяйственных культур в звене севооборота за четыре года возделывания, в вариантах с использованием удобрений, по сравнению с контрольным вариантом, повысилась в несколько раз, и затраты на покупку и внесение удобрений окупились «сторицей».

Таким образом, затраты на покупку и внесение удобрений начинают окупать себя, начиная с первого года последствия на картофеле, особенно резко в вариантах с использованием куриного помета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vasilyev O. A. The effectiveness of the use of alternative fertilizers in the conditions of the Chuvash Republic (Эффективность использования альтернативных удобрений в условиях Чувашской Республики) / O. A. Vasilyev, A. N. Piyin, I. N. Nursov, N. N. Zaitseva, A. O. Vasilyev, N. A. Fadeeva, A. G. Lozhkin // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2019. 2020. С. 012050.
2. Васильев, О.А. Химический состав сапропеля и влияние его на агрохимические свойства светло-серой лесной почвы / О. А. Васильев, О. Е. Андреева, Л. Г. Сергеева, Н. Р. Васильева // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Чувашской АССР, Почетного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Александра Ивановича Кузнецова (1930-2015 гг.). Ч.1. – с. 83.
3. Восстановление плодородия деградированных серых лесных почв Южной части Нечерноземной зоны Российской Федерации / О. А. Васильев, В. Г. Егоров, А. Н. Ильин, К. П. Никитин // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2017. – № 1(144). – С. 29-35. – EDN YFWETF.
4. Иванова, Т.Н. Динамика агрохимических показателей плодородия почв по результатам локального мониторинга / Т.Н. Иванова, В.С. Сергеев // Вестник Башкирского аграрного университета. - № 2 (42). – 2017. – с. 11-15.
5. Ильин, А. Н. Интенсивность изменения почвенного покрова и особенности агрохимических свойств светло-серых лесных почв Северной части

Чебоксарского района Чувашской Республики / А. Н. Ильин, О. А. Васильев, А. О. Васильев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4(11). – С. 44-51. – DOI 10.17022/dr4k-t109. – EDN LPRWQI.

6. Косоуров, Ю.С. Ф. Мелиорация и хозяйственное освоение эродированных балочных и крутосклонных земель Башкирии / Ю.Ф. Косоуров // Монография. - Уфа, 1996 - 164 с.

7. Кувшинов, Н. М. Оптимизация агрофизических свойств серых лесных почв под сельскохозяйственные культуры / Н. М. Кувшинов // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV международной научной конференции. - Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2018. - С. 89-94.

8. Ложкин, А. Г. Мониторинг физического состояния серых лесных почв при сельскохозяйственном использовании / А. Г. Ложкин, А. В.Чернов, В. Г. Егоров // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2018. - № 5 (160). – С. 57-62.

© Васильев О.А., 2023

Научная статья

УДК 631.847.21:633.13+633.16

А.А. Вейнбендер, Н.Н. Шулико

ФГБНУ Омский аграрный научный центр, Омск, Россия

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМА ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ РИЗОСФЕРЫ ЗЕРНОФУРАЖНЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Представлены данные по изменению численности отдельных групп микроорганизмов при бактеризации семян зернофуражных культур Мизорином

и Флавобактерином. Установлено положительное влияние биопрепаратов ассоциативной азотфиксации на прикорневую микрофлору, наибольшее стимулирующее влияние оказало применение биопрепарата Флавобактерин.

Ключевые слова: ризосфера, инокуляция, ассоциативная азотфиксация, микроорганизмы.

A.A. Veinbender, N.N. Shuliko

Omsk Agricultural Research Center, Omsk, Russia

THE EFFECT OF INOCULATION ON THE BIOLOGICAL ACTIVITY OF THE RHIZOSPHERE OF GRAIN CROPS

Annotation. Data on the change in the number of individual groups of microorganisms during the bacterization of seeds of grain crops with Mizorin and Flavobacterin are presented. Siberian Hercules oats proved to be the most responsive, where, when using Mizorin inoculation, the number of micromycetes increased by 2 times, relative to the control variant. The number of cellulose-destroying microflora increased with Flavobacterin biologization (144,8 thousand CFU/g).

Key words: rhizosphere, inoculation, associative nitrogen fixation, microorganisms.

Введение. Широко распространенные в природе микроорганизмы постоянно присутствуют в почве, водоемах, пищевых продуктах, на поверхности тела и внутри организма человека, животных и растений. При участии микроорганизмов происходит разложение различных органических веществ в почвах и водоемах, круговорот веществ и энергии в природе, повышение уровня плодородия почвы, насыщение почвы плодородием [1].

Устойчивое развитие земледелия, экономически эффективное и экологически безопасное функционирование сельскохозяйственного производства базируется на мерах по сохранению почвенного плодородия. Наряду с широким применением промышленных средств химизации не менее

важное значение в системах воспроизводства плодородия почв имеет использование биологических ресурсов [2]. Использование известных и поиск новых приёмов биологической интенсификации земледелия не умаляет значимости рационального применения минеральных удобрений [3].

В этой связи для реализации высокого потенциала микробно-растительных отношений необходимо развивать агробиологические исследования по возделыванию сельскохозяйственных культур в условиях широкого применения микробных препаратов [4, 5].

Цель исследований – изучить влияние применения биопрепаратов ассоциативных diaзотрофов на биологические свойства ризосферы зернофуражных культур сортов Омской селекции.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили на полях отдела семеноводства ФГБНУ «Омский АНЦ» в 2022 году. Объектами исследований были сорта зернофуражных культур – ячмень Омский 101, овес Сибирский Геркулес селекции Омского АНЦ (ФГБНУ «СибНИИСХ»), а также ризосфера. Для инокуляции семян были использованы препараты комплексного действия, изготовленные во Всероссийском НИИ сельскохозяйственной микробиологии (ФГБНУ ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург, Пушкин) Мизорин (*Arthrobacter mysorens*), Флавобактерин (*Flavobacterium*). Почва опытного участка – лугово-черноземная среднемошная среднегумусная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,5%, рН вод – 6,5. Посев культур выполнен сеялкой ССФК-7,0 в оптимальные сроки с проведением комплекса весенне-полевых работ. Вегетационный период 2022 г. был недостаточно увлажнённым, ГТК за май август составил 0,81. Инокуляция семян проводилась в день посева, рекомендованной дозой. Отбор проб ризосферы проводился в фазы развития растений: кущение (июнь), колошение (июль), налив зерна (август). Учет численности почвенных микромицетов проводили на подкисленной среде Чапека, целлюлозоразрушающие микроорганизмы определяли на плотной питательной среде Гетчинсона [6]. Математическая

обработка данных проводилась дисперсионным анализом по Б. А. Доспехову [7].

Результаты и обсуждения. Для микромицетов почва является естественной средой обитания, они способны усваивать разнообразные органические субстраты, легко приживаются в ризоплане, ризосфере растений и могут достаточно быстро размножаться [8].

Для более интенсивного разложения клетчатки в почве, осуществляемого почвенными грибами, требуется минеральный азот, поэтому при внесении дополнительного биологического азота (за счет ассоциативной азотфиксации) численность их возрастает [9].

В проведенных исследованиях тоже выявлено увеличение микромицетов при инокуляции семян ячменя Омский 101 Мизорином и Флавобактерином в 5,2-3 раза по отношению к контрольному варианту (рис.).

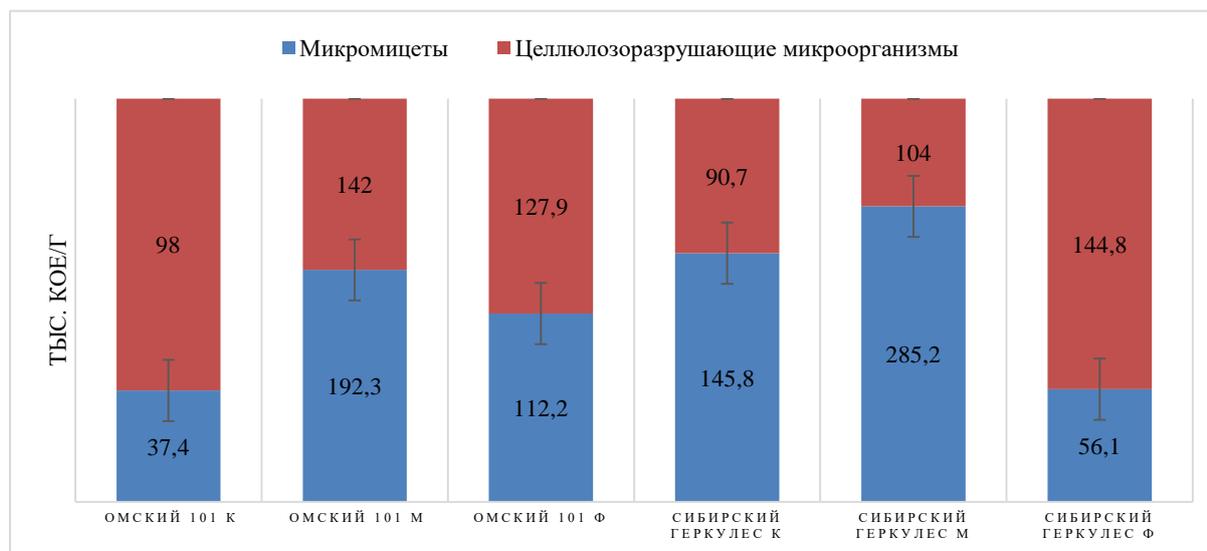


Рисунок – Численность почвенных микроорганизмов в ризосфере зернофуражных культур при применении инокуляции, n=3

Примечание К-контроль, М-Мизорин, Ф-Флавобактерин*

Аналогичная ситуация наблюдалась в изменении численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов, где увеличение составило 44-29 ед. В ризосфере овса Сибирский Геркулес численность почвенных микрогрибов была наиболее высокой при бактериализации семян Мизорином на 40,6 единиц выше относительно контрольного варианта. Подобная закономерность

прослеживалась и в изменении численности целлюлозоразрушающих микроорганизмов в ризосфере овса. Их наибольшая активность отмечена при предпосевной обработке семян Флавобактерином, биопрепарат Мизорин не оказал существенного влияния на тестируемую группу микрофлоры.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии биопрепаратов ассоциативной азотфиксации на прикорневую микрофлору, наибольшее стимулирующее влияние оказало применение биопрепарата Флавобактерин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сердюченко, И. В. Почвенная микробиология : Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, направленность «Почвенно-агрохимическое обеспечение АПК» (программа бакалавриата) / И. В. Сердюченко, А. Г. Кощачев, Н. Н. Гугушвили. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – 98 с. – ISBN 978-5-907598-70-6. – EDN FQWEKF.
2. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 3. Устойчивость почв к антропогенному воздействию. – Пушкино : ОНТИ ПНЦ РАН, 2001. – 203 с.
3. Храмцов, И. Ф. Современное состояние плодородия почвы и продуктивности агроценозов при длительном применении приёмов биологизации и средств химизации / И. Ф. Храмцов, Н. А. Воронкова, Н. Ф. Балабанова // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 2. – С. 392.
4. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия : монография / под редакцией А. А. Завалина, А. П. Кожемякова. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2010. – 64 с. – ISBN 978-5-93808-188-8.

5. Эффективность препаратов ассоциативных азотфиксаторов при инокуляции семян различных сортов ячменя в условиях Юга Западной Сибири / А. М. Стрелецкий, О. Ф. Хамова, Н. А. Поползухина [и др.] // Плодородие. – 2018. – № 4(103). – С. 49-52.
6. Теппер Е. З. Практикум по микробиологии учебное пособие для вузов / Е. З. Теппер, В. К. Шильникова ; под редакцией В. К. Шильниковой. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Дрофа, 2004. – С. 256
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Агропромиздат, 1985. – С. 351
8. Марьина-Чермных, О. Г. Возможность использования почвенных грибов для биологической борьбы с корневыми гнилями зерновых культур / О. Г. Марьина-Чермных // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2016. – Т. 2, № 2(6). – С. 33-37
9. Биологическая активность ризосферы зернофуражных культур при применении бактериальных препаратов / Н. Н. Шулико, О. Ф. Хамова, Ю. Ю. Паршуткин, А. М. Стрелецкий // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 1(57). – С. 85-92. – DOI 10.18286/1816-4501-2022-1-85-92

© Вейнбендер А.А., Шулико Н.Н., 2023

Научная статья

УДК 631

В.О. Верховгляд, В.А. Курукина

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г.Самара,
Россия

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ЗДОРОВЬЕ ПОЧВЕННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Аннотация. В статье рассматривается важная роль сельского хозяйства в мировой экономике. В 2020 году сельское хозяйство обеспечило работой 874 миллиона человек, что составляет 27% от общей численности рабочих мест в мире. Мировое производство основных сельскохозяйственных культур составило 9,5 миллиардов тонн в 2021 году, что на 54% больше по сравнению с 2000 годом. Органическое сельское хозяйство ставит в приоритет использования биоудобрений, а не химические. Его преимущества включают качество почвы, питательную ценность продуктов и методы контроля болезней. Особое внимание уделяется сравнению органических и традиционных систем земледелия по урожайности, качеству продукции, экономическим показателям и качеству почвы. В будущем органические продукты будут более доступны и способствовать здоровому образу жизни.

Ключевые слова: органическое земледелие, земледелие, почва, сельское хозяйство, земледелие, качество почвы.

V.O Verkhoglyad, V.A. Kurukina

Samara State Technical University, Samara, Russia

THE IMPACT OF ORGANIC FARMING ON THE HEALTH OF THE SOIL ECOSYSTEM

Annotation. The article discusses the important role of agriculture in the world economy. In 2020, agriculture provided jobs for 874 million people, which is 27% of the total number of jobs in the world. The global production of major agricultural crops amounted to 9.5 billion tons in 2021, which is 54% more than in 2000. Organic agriculture prioritizes the use of biofertilizers, not chemical ones. Its benefits include soil quality, nutritional value of products, and disease control methods. Special

attention is paid to the comparison of organic and traditional farming systems in terms of yield, product quality, economic indicators and soil quality. In the future, organic products will be more accessible and promote a healthy lifestyle.

Keywords: organic farming, agriculture, soil, agriculture, agriculture, soil quality.

Основной экономической деятельностью сельского хозяйства является производство различных видов сельскохозяйственных культур, фруктов, цветов, овощей, а также скотоводство. Это чрезвычайно важно для экономики страны. Темпы роста сельского хозяйства связаны с воздействием нестабильных погодных условий, таких как поздние муссоны и засуха. Стратегии сельскохозяйственных технологий должны быть разработаны в ответ на проблемы изменения климата. Качество и размер земли существенно влияют на сельскохозяйственное производство и доходы фермеров. Чем больше учёных, исследователей и фермеры ищут новые стратегии, чтобы улучшить качество почвы и обеспечивать основной доход, тем больше растет интерес к альтернативным системам земледелия. Диверсификация сельскохозяйственных систем в первую очередь используется для повышения уровня органического углерода в почве, улучшения состояния почвы, снижения финансовых рисков, повышения эффективности использования ресурсов, увеличение урожайности и сокращения опасных внешних воздействий на окружающую среду. Плотность посевов можно увеличить за счет использования покровных культур. Даже если многие сорта покровных культур не используются в коммерческих целях, сокращение общего количества азота может повысить потенциал урожайности других культур и помочь улучшить качество почвы. Чтобы увеличить доход в сельскохозяйственной системе, покровные культуры можно использовать в качестве кормовых.

Традиционное земледелие связано с небрежным применением ядовитых пестицидов. Люди подвергаются воздействию пестицидов из-за незнания их применения и потребления остатков в продукте, что может привести к различным типам заболеваний.

Учитывая серьезные недостатки химических пестицидов, биопестициды широко используются для уничтожения определенных вредителей, и эту задачу могут выполнить многие типы живых организмов. Например, Фитофторавиды (биогербициды), Триходермавиды (биофунгициды) и Бацилла Тюрингская (биоинсектициды). Биопестициды являются жизнеспособной альтернативой традиционным пестицидам, поскольку они недороги и безопасны для использования. Благодаря своей биоразлагаемости они не наносят вреда окружающей среде. Несмотря на то, что органическое сельское хозяйство дает меньший урожай, этот тип сельского хозяйства лучше подходит для здорового образа жизни и устойчивой окружающей среды.

В соответствии с терминологией Международной организации ООН по продовольствию и сельскому хозяйству FAO (Food and Agriculture Organization) органическое земледелие – это «комплексная система управления производством, которая стимулирует и усиливает благополучие аграрной экосистемы, включая биологическое разнообразие, биологические циклы и биологическую активность почвы, что достигается использованием всех возможных агрономических, биологических и механических методов в противоположность применению синтетических материалов для выполнения специфических функций внутри системы» [1].

Кроме того, существует возможность повышения продуктивности с использованием различных систем земледелия, таких как севооборот – размещение культур; подбор сортов растений; ресурсосберегающую обработку почвы; применение органических удобрений, таких как солома и сидератов; борьба с сорняками, вредителями и болезнями с помощью биологических методов. Пример севооборота представлен на рисунке 1.

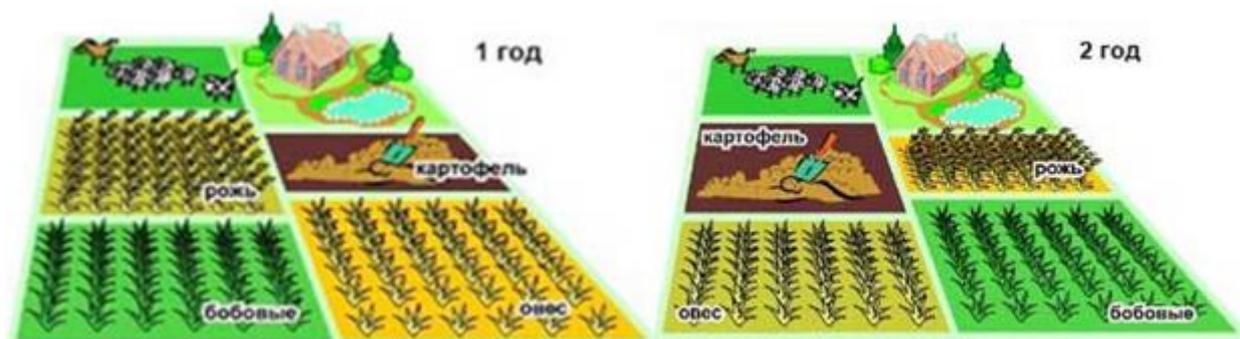


Рисунок 1 – севооборот. Благодаря севообороту и совмещению культур в этой системе земледелия увеличилась урожайность и питательная ценность овощей и растений

Аграрная мысль, с другой стороны, подчеркивает важность семейного мелкого фермерства. В этом смысле органическое сельское хозяйство является дополнительной мерой, которую можно принять для защиты как здоровья человека, так и окружающей среды. Его основная цель – сократить использование химических пестицидов и замедлить изменение климата. Состояние почвы является наиболее важным фактором в органическом земледелии, поскольку она содержит множество макро- и микроэлементов, которые необходимы для развития здоровых растений.

Продовольственные рынки в большинстве развивающихся стран остро нуждаются в улучшенной системе производства, и некоторые утверждают, что органическое сельское хозяйство является лучшим способом добиться этого. Значительный рост производства органического сельского хозяйства, направлен на защиту здоровья человека, экологическую безопасность и что делает его одним из наиболее показательных подходов.

Население большинства развивающихся стран является основным ограничивающим фактором экономического развития. Больше население означает меньше свободного пространства для ведения сельского хозяйства, поэтому увеличение производства продуктов питания на меньшем участке земли имеет важное значение для борьбы с бедностью. Демократические правительства рассматривают обеспечение продовольствием как одну из своих основных обязанностей [2]. Основной задачей метода органического

земледелия является повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Кроме того решение проблемы повышения урожайности также возможно с помощью технологий. Таким образом, правительство страны устанавливает основу для исследований, направленных на улучшение органического производства широкого спектра товаров.

Сравнение сельскохозяйственных систем должно начинаться с реального сельскохозяйственного поля. Текстура почвы, особенности почвы, система орошения, схема посевов, климатический фактор и географическое состояние полевого участка – наиболее важные факторы при проведении сельскохозяйственных исследований. В той или иной форме каждый из этих элементов имеет решающее значение для успеха сельскохозяйственной экосистемы.

Органическое сельское хозяйство до сих пор не является финансово выгодным для фермеров, которые его практикуют [3]. Во-первых, широкой общественности не хватает знаний об органических продуктах. Во-вторых, правительства разных стран не предпринимают каких-либо существенных действий против множества различных химических пестицидов, которые использовались на рынках в течение нескольких десятилетий. Несмотря на то что существует запрет на некоторые пестициды, многие частные предприятия продолжают ими незаконно торговать. Несмотря на различные преимущества органического земледелия, такие как использование различных энергетических циклов и экологических процессов, отказ от использования потенциально вредных химических веществ, использование севооборота, добавление органических веществ в почву и поддержание биоразнообразия микроорганизмов в почве [4].

Органическое и традиционное земледелие представляют собой две отдельные области сельского хозяйства, каждая из которых имеет свои проблемы управления и надзора. При выборе типа учитываются такие факторы как: местоположение, землепользование, почва, система земледелия, удобрения и выбор пестицидов [5]. Также данные методы основаны на том факте, что

фермеры принимают рыночные решения на основе таких критериев, как себестоимость производства, рыночный спрос и управление, несмотря на максимальную урожайность. Урожайность культуры максимальна при традиционном типе земледелия, чем при органическом. Иногда культуру выращивают органически по причинам, отличным от удовлетворения потребительского спроса, например, в рамках севооборота или для улучшения плодородия почвы [6]. Влияние системы земледелия на почвенные микроорганизмы, общее органическое вещество почвы, а также влияние сорняков или болезней можно легко обнаружить при испытаниях на небольших участках. Несмотря на это, исследования, включающие высококомобильные компоненты, такие как круговорот питательных веществ, добавление навоза и переработка растительных остатков или кормов, требуют огромных ферм [7,8].

В последнее время мир сильно обеспокоен экологической безопасностью, поэтому в последние годы увеличилась популярность органического земледелия. Помимо улучшения общего состояния здоровья людей, органическое сельское хозяйство также помогает поддерживать экологический баланс. Органические удобрения почвы – одно из решений проблемы увеличения запасов продовольствия для растущего населения, которая стала критической с учетом глобального потепления. Чтобы изменить профиль почвы, необходимо вносить различные органические удобрения, такие как биоудобрения, биогумус, сидераты и биостимуляторы. Севооборот; ресурсосберегающая обработка почвы, применение органических удобрений, борьба с сорняками, вредителями и болезнями с помощью биологических методов – все это способы, которые можно использовать для повышения урожайности и биоразнообразия в системе органического земледелия. Появляется все больше данных, демонстрирующих положительное влияние органических продуктов на здоровье человека, качество почвы, биоразнообразие и стабильность экосистем по всему миру. Кроме того, наилучшей стратегией обеспечения продовольственной безопасности в будущем является использование органических удобрений в сочетании с

диверсификацией сельскохозяйственных культур и стабильность экосистем по всему миру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций FAO / [Электронный ресурс] // Официальный сайт ООН : [сайт]. – URL: <https://www.fao.org/home/ru/> (дата обращения: 25.09.2023).
2. Шеннан К. Биотические взаимодействия, экологических знаний и сельское хозяйство / Шеннан К. // Soc.Nat.Resoung. – 2008 – С. 717-739.
3. Легун К. Культивирующие институты: органическое сельское хозяйство и интегративные экономический выбор / Легун К. // Soc. Nat. Resoung 24. – 2011 – С. 455-468.
4. Пудак Д., Бокан Н. Органическое сельское хозяйство – показатель социальных ценностей / Пудак Дж., Бокан Н. // Sociol. Prostor 49 – 2011 – С. 137-163.
5. Дринкуотер Л.Е., Летурно Д.К., Воркне Ф., Ван Брюгген, Шеннан К. Фундаментальные различия между традиционными и органическими агроэкосистемами томатов в Калифорнии / Дринкуотер Л.Е., Летурно Д.К., Воркне Ф., Ван Брюгген, Шеннан К. // Ecol/ Appl 5. – 1995 – С. 1098-1112.
6. Йерун Грут, Жерар Оумен, Уолтер Россинг. Многоцелевая оптимизация и проектирование систем земледелия / Йерун Грут, Жерар Оумен, Уолтер Россинг // Agr/ Syst. 110 – 2012 – С. 63-77.
7. Земледелие.: учебник для вузов / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин, и др.. – Москва : Колос, 2020. – 551 с.
8. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / ред. В.С. Никляев. – Москва : Былина, 2000. – 555 с.

© Верхогляд В.О., Курукина В.А., 2023

Научная статья

УДК 631

В.О. Верхогляд, В.А. Курукина

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г.Самара,
Россия

ЗАВИСИМОСТЬ ПИТАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ОТ ВИДА ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Аннотация. В статье рассматривается важная роль органического земледелия на питательные свойства сельскохозяйственных культур. Приведено сравнение органического и традиционного землепользования с точки зрения качества питательных веществ. Органическое сельское хозяйство ставит в приоритет использования не химические, а биоудобрения. Его преимущества включают качество почвы, питательную ценность продуктов и методы контроля болезней. Особое внимание уделяется сравнению органических и традиционных систем земледелия по качеству продукции и почвы.

Ключевые слова: органическое земледелие, сельскохозяйственные культуры, почва, сельское хозяйство, земледелие, качество почвы.

V.O Verkhoglyad, V.A. Kurukina

Samara State Technical University, Samara, Russia

DEPENDENCE OF THE NUTRITIONAL PROPERTIES OF AGRICULTURAL CROPS ON THE TYPE OF AGRICULTURE

Annotation. The article discusses the important role of organic farming on the nutritional properties of crops. The comparison of organic and traditional land use in terms of nutrient quality is given. Organic agriculture prioritizes the use of

biofertilizers rather than chemical ones. Its benefits include soil quality, nutritional value of products, and disease control methods. Special attention is paid to the comparison of organic and traditional farming systems in terms of product and soil quality.

Keywords: organic farming, agricultural crops, soil, agriculture, agriculture, soil quality.

Основной экономической деятельностью сельского хозяйства является производство различных видов сельскохозяйственных культур, фруктов, цветов, овощей. Мировое производство основных сельскохозяйственных культур составило 9,5 миллиардов тонн в 2021 году, что на 54% больше по сравнению с 2000 годом. Темпы роста сельского хозяйства связаны с воздействием нестабильных погодных условий, таких как поздние муссоны и засуха. Стратегии сельскохозяйственных технологий должны быть разработаны в ответ на проблемы изменения климата. Качество и размер земли существенно влияют на сельскохозяйственное производство.

Качество почвы улучшается за счет органической системы, которая также смягчает изменение климата [1]. Углерод почвы (SOC) имеет решающее значение, поскольку он улучшает физическую структуру почвы (водоудерживающую способность, инфильтрацию воды), катионообменную способность, биологические свойства почвы, такие как увеличение состава питательных веществ, круговорот воды, уменьшение некоторых почвенных патогенов и химические свойства почвы, например снижение кислотности почвы [2]. Некоторые анализы показывают, что SOC увеличивается быстрее при органическом управлении и что углерод, потерянный во время вспахивания, восстанавливается за счет органических вложений [3]. Доказано, что за 4 года ПОУ в слое почвы толщиной 0 – 15 см увеличивается на 44%, тогда как при использовании традиционной методики оно увеличивается всего на 16% [4]. В случае покровных культур с точки зрения питательных веществ

органическое земледелие имеет решающее значение, поскольку оно снижает потери питательных веществ из-за эрозии и выщелачивания почвы [5].

В основном метаанализ изотопа ^{15}N показал, что севооборот органических вносимых бобовых культур улучшил общее количество ^{15}N в почве и зерновых. Расширенное 12-летнее исследование в Дании показало, что выщелачивание азота со временем уменьшалось по мере увеличения общего органического вещества почвы и улучшения структуры почвы с помощью промежуточных культур [6].

Исследование показало, что болезни органических систем не наносят достаточного ущерба растению или урожаю, чтобы о них можно было беспокоиться. Фитофтороз, болезни листьев и ложная мучнистая роса являются распространенными заболеваниями органической системы. Для борьбы преимущественно с ложной мучнистой росой, фитофторозом и мучнистой росой в основном применяют сульфат, медь и различные соединения на основе бикарбоната. Потери урожая из-за вредителей обычно оцениваются в пределах от 26 до 40 процентов во многих системах земледелия [7]. По оценкам одного исследования, ежегодно во всем мире распыляется 3,6 миллиарда килограммов активных веществ, что оказывает крайне негативное и разрушительное воздействие на окружающую среду [8].

Эффективность пестицидов, ловушек и других методов варьируется в зависимости от вида вредителя, времени года, региона и защищаемой культуры. Однако синтетические средства борьбы с вредителями могут нанести ущерб естественной защите. Как органические, так и традиционные методы борьбы с вредителями во многом зависят от определенного временного диапазона. Борьба с сорняками и насекомыми в органических системах может занять много времени, если не использовать севооборот. Заболевания растений можно значительно уменьшить, отрегулировав микробиом почвы. Для листовых возбудителей и членистоногих вредителей наиболее распространенным методом борьбы является использование биопестицидов, разрешенных к использованию в органическом земледелии. Севооборот, обработка почвы и

эффективная система управления почвой, в которой приоритетом является увеличение содержания органического углерода в почве, также являются ключом к предотвращению передаваемых через почву заболеваний в органическом земледелии [9].

Около 40 процентов планеты используется для сельского хозяйства, что делает управление земельными ресурсами важнейшей частью этой отрасли. Недавние исследования показывают, что видовое богатство органического сельского хозяйства более значимо, чем традиционное сельское хозяйство [10]. Чрезмерное использование химических пестицидов является основным фактором утраты биоразнообразия в традиционных сельскохозяйственных системах.

В Европе исследование показало, что использование фунгицидов и пестицидов отрицательно влияет на разнообразие растений, используемых наземногнездящимися птицами [11]

Несмотря на свою важность, органическое сельское хозяйство, возможно, не сможет принести достаточную прибыль или выгоду для всех исчезающих или находящихся под угрозой исчезновения видов. Это показывает, что защита природных ландшафтов имеет решающее значение для выживания всех видов. Кроме того, почва играет жизненно важную роль в сохранении биоразнообразия, которое содержит множество экосистемных функций, включая тип почвы, ее состав, структуру, круговорот питательных веществ и подавление вредителей. Многие методы, используемые в органическом земледелии, включают использование покровных культур, севооборот, сокращение использования пестицидов и обработку почвы – все это критические факторы сохранения биоразнообразия. В сельскохозяйственных местообитаниях некоторые виды хорошо адаптированы к почве и ресурсам сельскохозяйственных угодий, тогда как другие в основном зависят от леса и очень чувствительны к любым нарушениям, существование которых требует тщательного управления [12].

Содержание органического вещества в почве можно увеличить за счет использования зеленых удобрений в органической сельскохозяйственной системе. Но типичные методы ведения сельского хозяйства могут уменьшить удержание влаги в почве, содержание питательных веществ в почве и ее структуру. Совмещение культур и покровные культуры – это две практики, которые могут помочь сохранить плодородие почвы и биоразнообразие в долгосрочной перспективе. Можно увеличить количество азота в почве без добавления каких-либо химикатов, используя стратегию совмещения культур, включающую бобовые. Таким образом, использование бобовых и органических удобрений, таких как совмещение культур, может повысить урожайность и улучшить качество почвы. В органическом сельском хозяйстве гипс можно использовать вместо химических удобрений для улучшения плодородия почвы.).

Сравнение органического и традиционного земледелия с точки зрения качества питательных веществ: органическая цветная капуста содержит больше антиоксидантов, чем обычная; в органических кабачках обнаружено более высокое содержание калия; органическое зерно оказалось более питательным по сравнению с обычным; также было обнаружено, что в органических помидорах более высокое содержание витамина С.

Таким образом, органическое сельское хозяйство использует широкий спектр стратегий для улучшения здоровья и плодородия почвы, управления питательными веществами, производства урожая и производства макро- и микроэлементов. Наряду с этим, органическое земледелие можно использовать для увеличения содержания N (азота) в почве за счет использования азотфиксирующих бобовых культур в совмещении культур, а также севооборота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фрейбауэр А., Раунсвелл М., Смит П., Верхаген Ж. Связывание углерода в сельскохозяйственных почвах Европы. / 1. Фрейбауэр А., Раунсвелл М., Смит П., Верхаген Ж. // *Geoderma* 122. – 2004 – С. 1-123.

2. Пападопулос А., и др. Приводит ли органическое земледелие к улучшению физического качества почвы? / Пападопулос А., и др. // *Geoderma* 213. – 2011 – С. 435-443.
3. Фернандес А.Л. и др. Связи между структурой почвенного бактериального сообщества и функциями круговорота питательных веществ в почвах долгосрочных органических ферм после внесения покровных культур и органических удобрений / Фернандес А.Л. и др. // *Sci. Total Environ* 566– 2016 – С. 949-959.
4. Мессмер М. и др. Рациональное использование питательных веществ в органическом земледелии и последствия для стратегий прямого и непрямого отбора / Мессмер М. и др. // *Organic Crop Breeding* . – 2012 – С. 15-38.
5. Фернандес и др. Связи между структурой почвенного бактериального сообщества и функциями круговорота питательных веществ в почвах долгосрочных органических ферм после внесения покровных культур и органических удобрений/ Фернандес и др // *Sci. Total Environ*. 110 – 2010 – С. 949-959.
6. Англад Ж. и др. Азотный баланс поверхности почвы при выращивании органических и традиционных товарных культур на водоразделе Сены / Англад Ж. и др // *Sci. Total Environ*. 110 – 2015 – С. 82-92.
7. Эрке Е.К. Потери урожая из-за вредителей/ Эрке Е.К. // *Sci*. 144 – 2006 – С. 31-43.
8. Петти Ж., Баруча З.П. Комплексная борьба с вредителями для устойчивой интенсификации сельского хозяйства в Азии и Африке / Петти Ж., Баруча З.П. // *Insects* 6– 2015 – С. 152-182.
9. Мацолла М., Маничи Л.М. Болезнь саженцев яблони: роль микробной экологии в возникновении и борьбе с ней. / Мацолла М., Маничи Л.М. // *Annu. Rev. Phutopathol*. 50 – 2012 – С. 45-65.
10. Марья Р., Херцон И. Виик Э. Элте Ж. Манд М. и др. Экологически чистое управление как промежуточная стратегия между органическим и

традиционным сельским хозяйством для поддержания биоразнообразия / Марья Р., Херцон И. Виик Э. Элтс Ж. Манд М. и др. // *Biol.* – 2014 – С. 178, 146-154.

11. Гейгер Ф., Берендзе Ф. и др. Стойкое негативное воздействие пестицидов на биоразнообразие и потенциал биологического контроля на европейских сельскохозяйственных угодьях. / Гейгер Ф., Берендзе Ф. и др. // Базовое приложение. Экология. 12. – 2011 – С. 386-437.

12. Ньютон А.С., Бенаяс, Буллок. Многоцелевая оптимизация и проектирование систем земледелия / Ньютон А.С., Бенаяс, Буллок // Экология. Окружающая среда. 6 – 2008 – С. 329-336.

© Верхогляд В.О., Курукина В.А., 2023

Научная статья

УДК 633.1 : 631.527

Вильховой Я.Е., Вертикова Е.А., Газиев В.Ю., Логунов Д.В., Игнатова В.Н.

РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва

ОЦЕНКА ВЫСОТЫ РАСТЕНИЙ И ДЛИНЫ КОЛОСА СОРТООБРАЗЦОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРЕЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Аннотация. Проведена сравнительная оценка сортообразцов яровой мягкой пшеницы в коллекционном питомнике по высоте растений и длине колоса. Выявили ценные низкорослые образцы для селекции в условиях Нечернозёмной зоны Российской Федерации. Сортообразцы Ac Read, Ac Phil, Biggar рекомендованы для дальнейшего изучения с целью выявления генов, контролирующей короткостебельность. Образцы Glentea и Culter имели

наибольшую длину колоса, что при достаточной плотности колоса может выступать дополнительным фактором увеличения урожайности.

Ключевые слова: яровая пшеница, высота растений, короткостебельность, низкорослость, длина колоса, сортообразцы, урожайность.

Vilkhovoy Y.E., Vertikova E.A., Gaziev V.Y., Logunov D.V., Ignatova V.N.

Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy

ASSESSMENT OF PLANT HEIGHT AND SPEAK LENGTH OF SPRING SOFT WHEAT VARIETIES IN THE CONDITIONS OF THE CENTRAL NON-BLACK EARTH REGION

Annotation. A comparative assessment of spring soft wheat varieties in a collection nursery was carried out in terms of plant height and ear length. We identified valuable low-growing specimens for selection in the conditions of the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation. The varieties Ac Read, Ac Phil, Biggar are recommended for further study in order to identify genes that control short stemness. The Glentea and Culter samples had the longest ear length, which, with sufficient ear density, can be an additional factor in increasing yield.

Keywords: spring wheat, plant height, short stalk, stunting, ear length, varietal patterns, yield.

Мягкая пшеница (*Triticum aestivum* L.) по значимости среди продовольственных культур занимает третье место после кукурузы (*Zea mays*) и риса (*Oryza sativa*). Зерно мягкой пшеницы используется не только в пищевой промышленности, но и как сырьё для приготовления спирта, крахмала и корма для животных [1, 2]. В современных макроэкономических условиях Россия – один из крупнейших экспортёров зерна пшеницы во всем мире.

В условиях Нечерноземной зоны Российской Федерации обильные осадки и иногда шквалистый ветер часто приводят к полеганию посевов, что

затрудняет уборку и приводит к значительному снижению урожайности и качества зерна. Потери урожая зерна при раннем полегании растений составляют до 30 %, а при полегании в фазу начала восковой спелости – до 11–17 % урожая. Устойчивость к полеганию у пшеницы генетически может быть обусловлена разными признаками: большим диаметром стебля и толщиной стенки соломины, более короткими междоузлиями; наиболее выраженная корреляция обнаружена с длиной второго и третьего нижних междоузлий и прочностью соломины на излом [2].

Уменьшение высоты растений – одно из основных направлений современной селекции. Большое количество устойчивых к полеганию короткостебельных образцов относятся к зарубежной селекции [2]. Исследованиями отмечены различные корреляционные связи между высотой растений и урожайностью зерна образцов [2, 3]. Растения с коротким стеблем лучше противостоят действию порывистого ветра и интенсивных атмосферных осадков в период вегетации, но, как правило, являются менее урожайными [2].

Признак «высота растений» существенно варьирует по годам; отмечена зависимость высоты пшеницы от условий вегетации. Следовательно, генетически разнообразный по высоте растений исходный материал пшеницы для селекционной работы необходимо подбирать с учетом агрометеорологических и почвенных условий региона дальнейшего использования (выращивания) сорта.

Цель данной части исследования коллекции яровой мягкой пшеницы заключалась в оценке сортообразцов коллекционного питомника по высоте растений и выделении лучших для дальнейшего анализа по другим значимым признакам и использования в селекционных программах скрещиваний в качестве родительских форм. Также оценивалась длина колоса для определения величины корреляции с длиной растений в коллекции.

Материалы и методы. Изучаемый материал состоял из 36 сортообразцов отечественной и зарубежной селекции различного эколого-географического происхождения: Ac Cadillac, Ac Cozinne, Ac Domain, Ac Gabriel, Ac Karma, Ac

Minto, Ac Nanda, Ac Phil, Ac Read, Ac Taber, Altap, Barrie, Biggar, Bluesky, BW-90, Catepwa, CDC Merlin, CDC Teal, Chester, Columbus, Culter, Glentea, Kenyon, Laura, Leader, Iowa 119, Majestic, Mc Kenzie, Milton, Napayo, Oslo, Pasqua, Roblin, Wildcat, Саратовская 74, Фаворит.

Саратовская 74 – сорт, включенный в Госреестр селекционных достижений по Уральскому (9) региону; Фаворит – по Нижневолжскому (8) региону. Таким образом коллекция состоит полностью из образцов инорайонной и зарубежной селекции.

Полевые опыты проводили на полях Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Селекционные посевы яровой пшеницы в годы исследований размещали в рамках селекционного севооборота. Агротехнические мероприятия применяли стандартные для данной зоны исследований. Учетная площадь делянки 1 м², число рядков на делянке – 6; повторность в опыте трехкратная, размещение вариантов производилось методом полной рандомизации.

Контроль за ростом и развитием яровой мягкой пшеницы осуществляли в соответствии с методикой Государственного сортоиспытания. Полученные данные обрабатывали методом однофакторного дисперсионного анализа (модель для размещения вариантов методом полной рандомизации) с помощью программы статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции «Agros» версии 2.09.

Метеорологические данные за вегетационный период 2023 г. предоставлены Метеорологической обсерваторией им. В.А. Михельсона РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

Результаты. Вегетационный период 2023 года характеризовался как крайне неустойчивый (рис. 1). Результаты анализа высоты растений приведены в таблице 1.



Рис. 1. Сравнение температуры и осадков вегетационного периода пшеницы 2023 г. со среднемноголетними

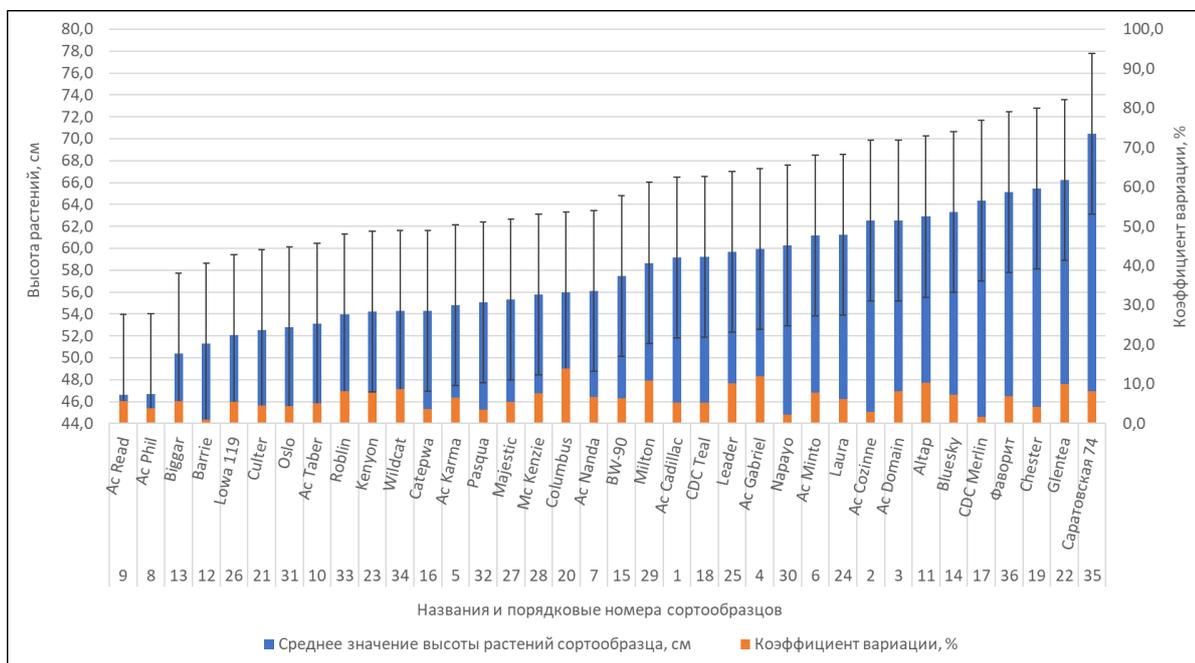


Рис. 2. Высота растений изучаемых сортообразцов коллекции яровой мягкой пшеницы (ранжированный ряд)

В результате исследований установили, что изучаемая коллекция по высоте растений, согласно Международному классификатору СЭВ рода *Triticum* L. [4],

представлена тремя группами. Первая группа – *карлики* с высотой растений менее 50 см: Ac Read, Ac Phil, Biggar. Вторая группа – *полукарлики* с высотой растения от 51 до 65 см: Barrie, Lova 119, Culter, Oslo, Ac Taber, Roblin, Kenyon, Wildcat, Caterwa, Ac Karma, Pasqua, Majestic, Mc Kenzie, Columbus, Ac Nanda, BW-90, Milton, Ac Cadillac, CDC Teal, Leader, Ac Gabriel, Napayo, Ac Minto, Laura, Ac Cozinne, Ac Domain, Altap, Bluesky, CDC Merlin. Третья группа – *низкорослые* растения от 66 до 80 см: Фаворит, Chester, Glentea, Саратовская 74. Коэффициент вариации по сортообразцам варьировал от 1,0 % до 13,9 % и в среднем по образцам составил 6,5 %; относительная ошибка опыта – 4,54 %; НСР₀₅ – 7,34 см.

Длина колоса по вариантам в виде ранжированного ряда представлена на рис. 3. Длина колоса среди сортообразцов коллекции варьировала от 5,8 до 9,5 см (размах вариации 3,7 см) при среднем значении 7,3 см (коэффициент вариации – 12 %); коэффициент вариации по образцам варьировал от 1,2 % до 17,8 % и в среднем по коллекции составил 5,9 %; относительная ошибка опыта – 5,5 %; НСР₀₅ – 1,0 см.

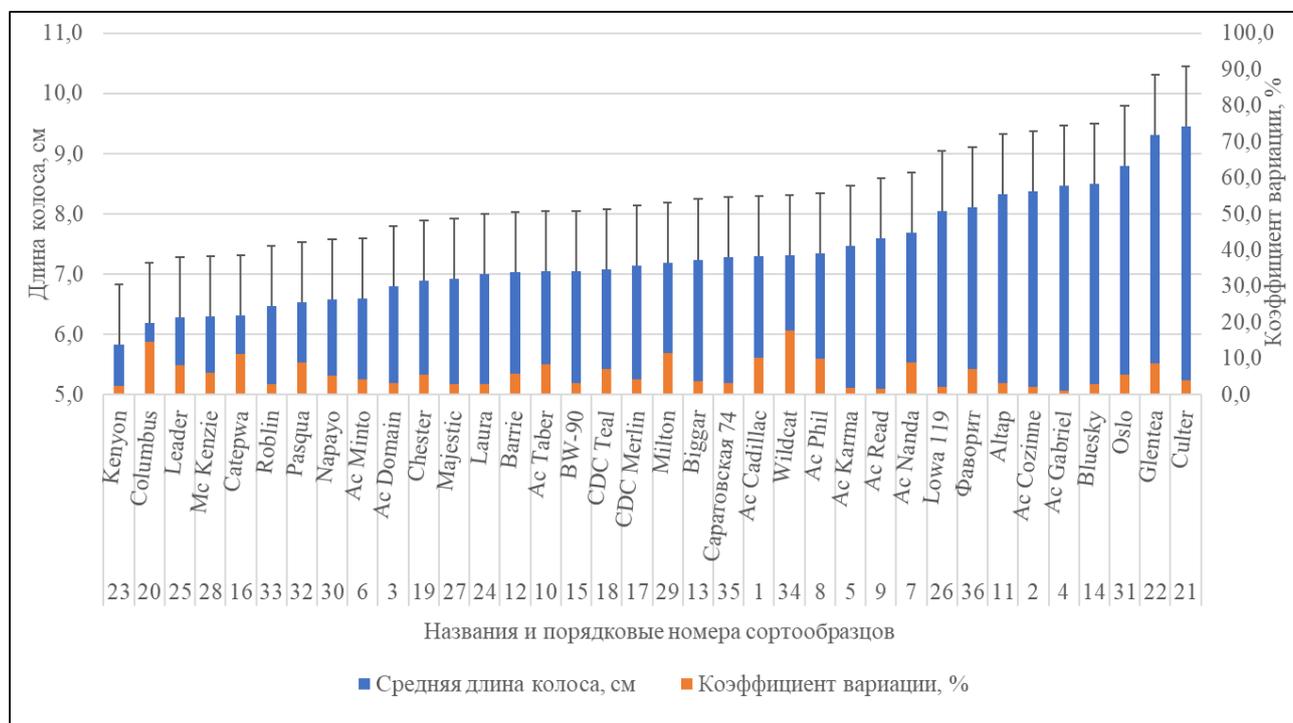


Рис. 3. Длина колоса изучаемых сортообразцов коллекции яровой мягкой пшеницы (ранжированный ряд)

Корреляция между высотой растений и длиной колоса (средние значения по вариантам) в коллекции не обнаружена ($r=0,13$).

Выводы. Таким образом, в результате проведённых исследований оценили коллекцию яровой мягкой пшеницы по высоте растения и по длине колоса. Сортообразцы, относящиеся к группе карликов: As Read, As Phil, Biggar рекомендованы для дальнейшего изучения на генетический контроль высоты растений и оценки по основным хозяйственно-значимым признакам (урожайность и элементы её структуры, качество зерна). Наибольшей длиной колоса отличились сортообразцы Glentea и Culter (более 9 см). На последующих этапах анализа коллекции будет рассчитана плотность колоса, которая позволит оценить полученные значения длины колоса как элемента продуктивности. Корреляция между высотой растений и длиной колоса в опыте не обнаружена ($r=0,13$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давыдова, Н.В. Особенности подбора исходного материала для селекции яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья / Н.В. Давыдова, А.О. Казаченко // Вестн. Алт. гос. аграр. ун-та. – 2013. – №5. – С. 5-9.
2. Таранова, Т.Ю. Оценка коллекционных образцов яровой мягкой пшеницы на короткостебельность и устойчивость к полеганию / Т.Ю. Таранова, А.И. Кинчаров, Е.А. Дёмина, О.С. Муллаянова // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 4. – С. 48-53.
3. The association of grain yield and agronomical traits with genes of plant height, photoperiod sensitivity and plastid glutamine synthetase in winter bread wheat (*TRITICUM AESTIVUM* L.) collection Bazhenov M.S., Bepalova L.A., Kocheshkova A.A., Chernook A.G., Puzyrnaya O.Y., Agaeva E.V., Nikitina E.A., Igonin V.N., Bazhenova S.S., Vertikova E.A., Kharchenko P.N., Karlov G.I., Divashuk M.G. International Journal of Molecular Sciences. 2022. № 23 (19). С. 11402.

4. Международный классификатор СЭВ рода *Triticum* L. – Ленинград: ВИР, 1984

© Вильховой Я.Е., Вертикова Е.А., Газиев В.Ю., Логунов Д.В., Игнатова В.Н., 2023

Научная статья

УДК 631.58

А.И. Волков, А.С. Степанов, К.С. Данилов

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Россия

РАЗВИТИЕ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы современного развития точного земледелия Республики Марий Эл на основе цифровых технологий. Ключевыми трендами совершенствования являются: внедрение GPS и GIS технологий, дистанционное зондирование земли, а также практика переменного нормирования и технология оценки урожайности. В ведущих агропредприятиях республики сегодня успешно применяются данные элементы цифровизации.

Ключевые слова: развитие, точное земледелие, цифровые технологии, агропромышленный комплекс, сельское хозяйство.

A.I. Volkov, A.S. Stepanov, K.S. Danilov

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

DEVELOPMENT OF PRECISION AGRICULTURE BASED ON DIGITAL TECHNOLOGIES

Annotation. The article discusses the issues of modern development of precision agriculture in the Republic of Mari El based on digital technologies. The key improvement trends are: the introduction of GPS and GIS technologies, remote sensing of the earth, as well as the practice of variable rationing and yield assessment technology. Leading agricultural enterprises of the republic today successfully apply these elements of digitalization.

Keywords: development, precision agriculture, digital technologies, agro-industrial complex, agriculture.

Стремительное развитие цифровых технологий во многих сферах жизнедеятельности человека стимулирует рост наукоемких разработок и стартапов в отдельных отраслях народного хозяйства. Не является исключением и отечественная аграрная отрасль. Однако, сегодня по-прежнему существует острая необходимость во внедрении инновационных информационных технологий в российский агропромышленный комплекс, в том числе и в сельское хозяйство Республики Марий Эл (РМЭ). Это позволит минимизировать расходы на производство качественной сельскохозяйственной продукции за счет автоматизации технологических операций и эффективного менеджмента [1-5].

В отечественном агропромышленном комплексе успешная цифровая трансформация возможна лишь путем тесного взаимодействия между производителями сельхозтехники и создателями электроники, а также разработчиками программного обеспечения. Эти три драйвера являются фундаментальной основой для динамичного роста аграрного производства в нашей стране. Следовательно, актуальным является изучение передовых практик по применению цифровых технологий и обмен имеющегося опыта между различными группами сельхозпредприятий, успешно внедряющих инновации [6-10].

Цель работы – изучение возможности развития точного земледелия на основе цифровых технологий в РМЭ.

Важнейшими направлениями сельхозпроизводства в этом регионе являются птицеводство, молочное и мясное скотоводство, свиноводство. Успешная производственная деятельность таких крупных предприятий, как ООО «Птицефабрика Акашевская», агрохолдинг «Йола», СПК «Звениговский», ЗАО «Племзавод Семеновский», АО «Племзавод Шойбулакский» с элементами цифровизации позволяет обеспечивать население республики и соседних регионов качественными молочными и мясными продуктами. Однако, рост поголовья сельскохозяйственных животных и птицы невозможен без наличия стабильной кормовой базы, которая зиждется на успешном развитии точного земледелия. Миссией точного земледелия является сохранение и преумножение плодородия почвы для формирования максимальной продуктивности сельскохозяйственных культур [12-14].

Эволюция точного земледелия сегодня протекает путем совершенствования системы сельскохозяйственного менеджмента, базовыми элементами которой являются широкое внедрение GPS и гис- (GIS) технологий, дистанционное зондирование земли (ДЗЗ), практика переменного нормирования (Variable Rate Technology) и технология оценки урожайности (Yield Monitor Technologies) [11].

Применение данных инноваций позволяет в крупных хозяйствах марийской республики, насчитывающих десятки тысяч гектаров обрабатываемых земель, своевременно и достоверно оценивать пространственные и временные показатели, находящиеся под природно-антропогенным влиянием, мониторить агрохимическое состояние почв для оптимизации минерального питания полевых и кормовых культур и фитосанитарное состояние посевов для эффективного использования средств защиты растений. Как показывают результаты исследований, внедрение высокотехнологичных систем точного земледелия способствует уменьшению материальных затрат в среднем на 40-60 %, что существенно удешевляет стоимость конечной растениеводческой продукции. Функциональной основой точного земледелия являются сбор, обработка и анализ большого количества

информации, которая, в конечном итоге трансформируется в цифровые базы данных почв и цифровые карты, что упрощает ведение мониторинга и позволяет ежегодно специалистам сельхозпредприятий совершенствовать технологию возделывания сельскохозяйственных культур.

В целом в РМЭ существуют благоприятные предпосылки для массового внедрения информационных технологий в практику точного земледелия, что подтверждается успешным передовым практическим опытом сельхозпредприятий – лидеров аграрной отрасли региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артизанов, А.В. Обеспеченность аграрного производства сельскохозяйственными машинами и агрегатами / А.В. Артизанов, О.В. Фаттахова, А.И. Волков // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2020. – № 22. – С. 541-544.
2. Богданов, К.В. Роль роботизации в подготовке специалистов аграрной направленности / К.В. Богданов, О.В. Фаттахова, А.И. Волков // Шаг в науку. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет; АЛЕФ, 2021. – С. 466-469.
3. Волков, А.И. Анализ технологий возделывания полевых культур в условиях Чувашии / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова // Аграрная Россия. – 2019. – № 2. – С. 3-7.
4. Волков, А.И. Интеллектуальные технологии для механизации сельскохозяйственного производства / А.И. Волков, Д.В. Залеский, К.С. Данилов // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. – С. 51-54.
5. Волков, А.И. Качественное аграрное образование для успешного развития Республики Марий Эл / А.И. Волков, И.В. Киндулкин, К.С. Родионов // Развитие социально-экономического, научно-технологического потенциала

- регионов как фактор укрепления позиции России в современном мире. – Абакан: Хакаское кн. Изд-во им. В.М. Торосова, 2023. – С. 191-195.
6. Волков, А. И. «Прямой» посев после картофеля / А. И. Волков, Л. Н. Прохорова, Р. А. Шабалин // Аграрная Россия. – 2023. – № 5. – С. 10-13.
7. Волков, А.И. Цифровые технологии в профессиональной деятельности агроинженера / А.И. Волков, О.В. Фаттахова, К.В. Богданов // Шаг в науку. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет; АЛЕФ, 2021. – С. 475-478.
8. Волков, А. И. No-till в биоагроценозах: актуальность, технические средства и перспективы внедрения / А. И. Волков, Л. Н. Прохорова. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2020. – 152 с.
9. Данилов, К.С. Агротехнические характеристики современных ротационных косилок / К.С. Данилов, И.В. Киндулкин, А. И. Волков // Студенческая наука – первый шаг в академическую науку.– Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – Часть 3. – С. 694-697.
10. Иванов, Д.А. Компьютерные программы для автоматизации трудоемких процессов в животноводстве / Д.А. Иванов, А.И. Волков, Л.Н. Прохорова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2022. – С. 597-599.
11. Лучшие практики использования информационных технологий в АПК / Кондратьева [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 84 с.
12. Прохорова, Л.Н. Способ повышения количества и качества зерна / Л.Н. Прохорова, А.С. Степанов, Р.А. Шабалин // Безопасность и качество товаров. – Саратов: ООО «Амирит», 2022. – С. 120-122.
13. Сидоров, О.О. Производство и потребление картофеля в Приволжском федеральном округе / О.О. Сидоров, И.В. Киндулкин, А.И. Волков // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 172-173.

14. Шабалин, Р.А. Эффективность возделывания зерновых культур / Р.А. Шабалин, К.С. Родионов, Л.Н. Прохорова // Студенческая наука – первый шаг в академическую науку. Том Часть 1. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 382-385.

© Волков А.И., Степанов А.С., Данилов К.С., 2023

Научная статья

УДК 504.064.37:574.47

Е.А. Высоцкая¹, Ю.А. Куликов²

¹Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

²ООО «ИнфоБиС», г. Саратов, Россия

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛУГОВО-ПАСТБИЩНЫХ БИОЦЕНОЗОВ

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследования динамики развития надземной растительной биомассы природного лугово-пастбищного биоценоза за полный вегетационный период с использованием средств дистанционного мониторинга на основе результатов мультиспектральной спутниковой съемки с последующей цифровой обработкой исходных поканальных спектральных изображений. Описан механизм оценки прироста биомассы и его пространственно-временной характеристики.

Ключевые слова: биологический ресурс лугово-пастбищных сообществ, естественный биоценоз, дистанционный мониторинг, вегетационные индексы, пространственная и временная динамика вегетации.

Е.А. Vysotskaya¹, Y.A. Kulikov²

¹Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

²InfoBiS LLC, Saratov, Russia

REMOTE MONITORING OF MEADOW-PASTURE BIOCENOSSES PRODUCTIVITY

Annotation. The article discusses the results of a study of the dynamics of the development of aboveground plant biomass of natural meadow-pasture biocenosis for the full growing season using remote monitoring based on the results of multispectral satellite imagery with subsequent digital processing of the original channel-by-channel spectral images. The mechanism of estimation of biomass growth and its spatio-temporal characteristics is described.

Keywords: biological resource of meadow-pasture biocenoses, natural biocenosis, remote sensing, vegetation indexes, spatial and temporal dynamics of vegetation.

Изучение методов дистанционного мониторинга состояния и динамики функционирования биологических ресурсов природных популяций имеет высокую значимость для разработки и оптимизации способов их сельскохозяйственного использования. В настоящее время имеется ряд инструментов дистанционных исследований состояния растительной биомассы, основанных на физических принципах спектрального анализа, таких как мультиспектральная космо- или аэрофотосъемка. Информативность исследований может быть значительно повышена при использовании специализированных цифровых инструментов (программного обеспечения), позволяющих выполнять оперативную обработку первичных данных и анализ массивов обработанных материалов мультиспектральной съемки.

Исследования, результаты которых изложены в данной статье, проводились в период с первой декады апреля по последнюю декаду октября 2023 года. В качестве объекта исследования был выбран участок территории,

занятой пойменным лугом. Место расположения исследуемого участка – северо-запад Семилукского района Воронежской области, левый приток реки Ольшанка, входящей в бассейн водосбора реки Дон. Общая площадь участка составляет 8.94 га в границах однородного массива с естественной травянистой растительностью вдоль русла ручья. Схема пространственного расположения и границы участка показаны на рис. 1. Выделение границ, расчет площади исследуемого участка, обработка и анализ материалов мультиспектрального дистанционного мониторинга были выполнены с использованием набора специализированного программного обеспечения: АгроСигнал, Quantum GIS.

Территория участка занята типичной для региона травянистой растительностью, формирующей лугово-пастбищный биоценоз с преобладанием злаковых видов в сочетании с осоками, небольшой долей бобовых растений и разнотравьем. Луг имеет смешанный тип хозяйственного использования - сенокос и пастбище [1, 2, 4].

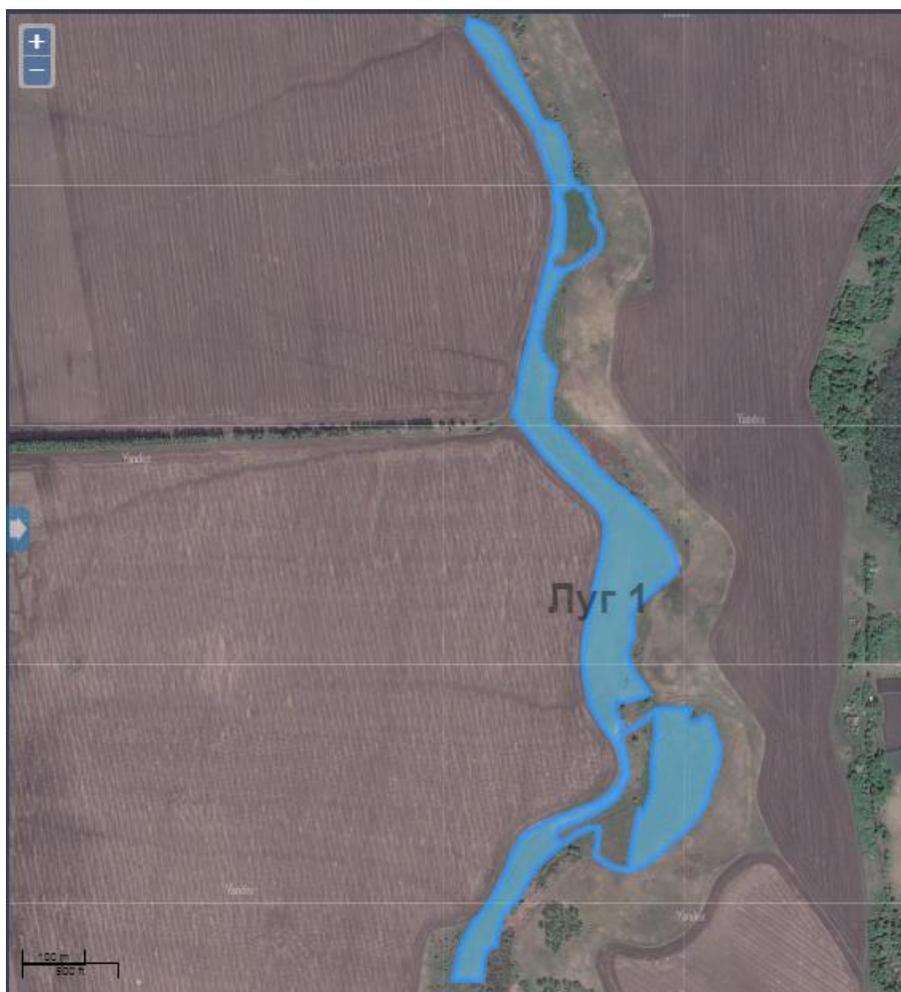


Рис. 1 Пространственное расположение и границы объекта исследования

В качестве метода исследования был использован анализ результатов периодической мультиспектральной космосъемки с последующим расчетом разностного вегетационного индекса NDVI (Normalized Differential Vegetation Index). Источником поканальной мультиспектральной съемки территории был выбран ИСЗ Sentinel 2, имеющий пространственное разрешение съемки в красном и ближнем инфракрасном диапазонах – 10 метров на пиксель. Интервал выполнения съемки – 2-3 дня, в зависимости от варьирующей линии охвата сцены съемки и параметров солнечно-синхронной орбиты космического аппарата. Расчет вегетационного индекса NDVI выполнялся по общепринятой формуле, основанной на отношении разности интенсивностей инфракрасного и красного каналов к их сумме.

На основе полученной серии изображений с рассчитанным индексом NDVI, характеризующим степень развития зеленой биомассы, был выполнен анализ ее пространственно-временной динамики в пределах участка лугово-пастбищного биоценоза. Визуализация пространственного распределения биомассы в различные периоды наблюдений производилась посредством создания карт интенсивности значения индекса NDVI с цветовым выделением зон соответствующих диапазонов значений. Для исследования использовались мультиспектральные снимки с долей облачного покрытия менее 0,1%, что позволило избежать влияния атмосферных искажений.

В качестве опорной даты для исследования динамики прироста наземной биомассы лугово-пастбищного биоценоза был выбран момент начала активной вегетации преобладающих видов травянистых растений, совпадающий по времени с устойчивым переходом дневных температур атмосферного воздуха через границу $+10^{\circ}\text{C}$, а соответственно, началом периода активных температур. В Семилукском районе Воронежской области в 2023 году датой перехода дневных температур через отметку $+10^{\circ}\text{C}$ стало 04 апреля. Первый мультиспектральный снимок, удовлетворяющий критериям исследования по

проценту облачного покрытия, был получен 06.04.2023. Средневзвешенное значение индекса NDVI в границах исследуемого участка составило 0.3. При этом, на цветовой карте пространственного распределения биомассы отмечалась значительная неравномерность (рис. 2) – значения NDVI в диапазоне от 0.25 до 0.40 отмечались на 47% площади участка, значения от 0.15 до 0.25 были зарегистрированы на 42% площади. При этом доля площади участка со значениями менее 0.15 составила 11%.

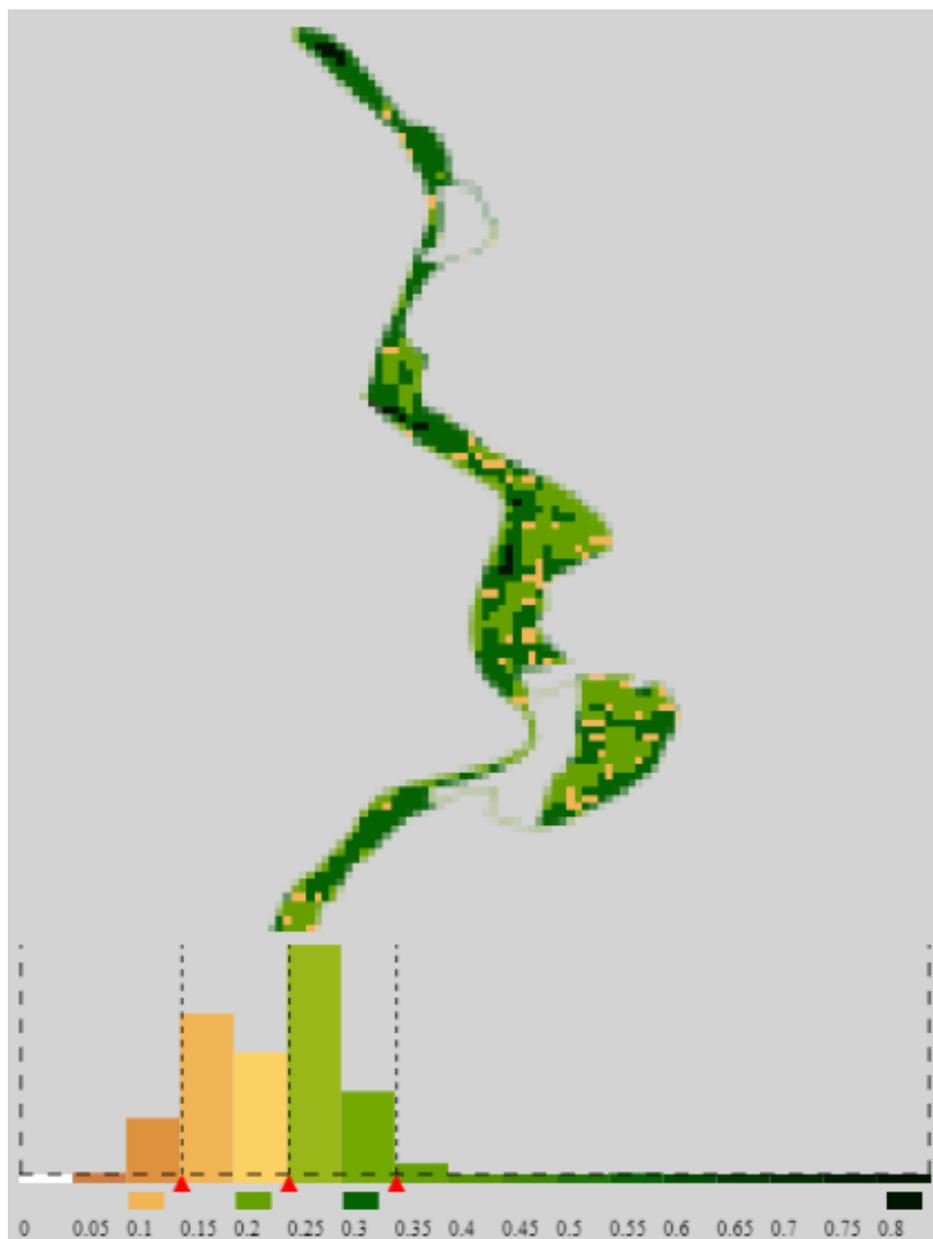


Рис.2 Распределение площадей исследуемого участка по диапазонам значений индекса NDVI на момент начала вегетации (06.04.2023)

За период вегетации было получено 33 снимка, удовлетворяющих критериям безоблачности (облачное покрытие менее 0.1%). Хронологический анализ изменений индекса NDVI позволил рассчитать скорость прироста биомассы от начала вегетации до выполнения первого укоса, а также от момента начала послеукосного отрастания до второго укоса.

Первый укос травостоя производился в период с 15 по 17 июня. При этом, средневзвешенное значение индекса NDVI, рассчитанное на основе снимка от 07.06 составляло 0.84, что можно считать хозяйственно-значимым пиком биомассы, соответствующим достижению готовности для скашивания. На снимке от 17.06 отмечается резкое снижение значения индекса NDVI для всей площади участка до средневзвешенного уровня 0.44, обусловленного завершением кошения и уменьшением объема вегетирующей биомассы. Продолжительность периода от момента начала вегетации до достижения пикового значения биомассы составила 62 дня. На рисунках 3 и 4 показаны карты индекса NDVI, для первого пика биомассы и первого послеукосного минимума.



Рис. 3 Карта индекса NDVI по достижении первого сезонного пика биомассы (NDVI=0.84) от 07.06.2023



Рис. 4 Карта индекса NDVI после первого укоса (NDVI=0.44) от 17.06.2023

Продолжительность периода нарастания биомассы от момента первого укоса (17.06) до достижения значения $NDVI = 0.85$ (17.07) составила 30 дней. При этом, в период с 17.07 по 09.08 наблюдался дальнейший рост значений индекса до уровня $NDVI = 0.88$, который соответствовал эквивалентному развитию надземной биомассы лугово-пастбищного биоценоза. Значение $NDVI = 0.88$, отмечаемое по результатам обработки снимка от 09.08 можно считать абсолютным сезонным максимумом. Второй укос травостоя пришелся на 16 по 19 августа. Индекс NDVI, рассчитанный по результатам съемки от 19.08 демонстрирует средневзвешенное значение 0.54. После второго укоса наблюдается значительное снижение скорости прироста значений индекса NDVI, связанное со снижением интенсивности прироста биомассы.

Максимальное значение $NDVI=0.75$ наблюдалось 23.09, после чего наступил устойчивый плавный спад, продолжившийся до окончания периода исследования.

Анализ характера изменений индекса $NDVI$ в течение вегетационного периода с учетом закономерностей, выявленных более ранними исследованиями [3, 5], позволяет предположить возможность применения описанного принципа для дистанционного мониторинга динамики прироста и пространственного распределения биомассы биоценозов и входящих в их состав популяций хозяйственно ценных видов растений. Описанный способ мониторинга может иметь важное значение для оптимизации сельскохозяйственного использования биологического ресурса природных территорий, занятых естественными биоценозами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базилевич Н. И., Гребенщиков О. С., Тишков А. А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. М.: Наука, 1986. 296 с.
2. Базилевич Н. И., Семенюк Н. В. Биологическая продуктивность луговой степи Центральночерноземного биосферного заповедника при различных режимах использования // Экологический мониторинг в биосферных заповедниках социалистических стран.– Пущино, 1982. С. 115-142.
3. Куликова Е.В., Куликов Ю.А., Горбунова Н.С., Гончарова А.Д., Масликова С.В. Возможность использования гис-технологий и спектральных вегетационных индексов при мониторинговых исследованиях почв // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2022. №2(15). С.140-145.
4. Радченко Т.А., Морозова Л.М., Веселкин Д.В., Федоров Ю.С. Оценка состояния растительности: луга и тундры : [учеб.- метод. пособие]. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. 86 с.

5. Toigildin A., Kulikov Yu., Toigildina I., Ayupov D., Nikiforova S., Ibragimova Ch. Geographic information systems in forecasting the winter wheat yield geographic information systems in forecasting the winter wheat yield // В сб.: XIV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2021". Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Volume 1. Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry. Сер. "Lecture Notes in Networks and Systems" 2022. С. 322-329.

© Высоцкая Е.А., Куликов Ю.А., 2023

Научная статья

УДК УДК 338

Д.Н. Гиляжева, И.Ю. Каневская, Н.А. Иванова, Т.В. Овчинникова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В АО «СОКУР-63»

Аннотация: в статье проанализировано наличие основного и дополнительного оборудования, предложено модернизировать основное оборудование и рассчитан срок окупаемости капитальных вложений.

Ключевые слова: хлеб и хлебобулочные изделия, модернизация, тестомес.

D.N. Gilyazheva, I.Y. Kanevskaya, N.A. Ivanova, T.V. Ovchinnikova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

MODERNIZATION OF MAIN EQUIPMENT AT JSC SOKUR-63

Annotation. The article analyzes the availability of main and additional equipment, proposes to modernize the main equipment and calculates the payback period of capital investments.

Keywords: bread and bakery products, modernization, dough mixer.

АО «СОКУР» - 63 – одно из пяти крупных предприятий, которые производят хлеб и хлебобулочные изделия в Саратовской области.

АО «СОКУР-63» занимает среди своих конкурентов в 2020 году 7 место с удельным весом 4,4%, что на 7,6 п.п. меньше уровня 2015 г. Это, конечно, очень резкое снижение удельного веса в общей доле предприятий, производящие хлебобулочные изделия. [1]

Поставщиками сырья для производства продукции являются:

- муки пшеничной 1 сорта – Саратовский Комбинат Хлебопродуктов;
- муки пшеничной высшего сорта – ООО Сандуюч Базарный Карабулак;
- муки ржаной – ООО Пугачевский мукомольный завод;
- масла подсолнечного – ООО Товарное хозяйство;
- прочих пищевых ингредиентов – ООО Пищевые технологии г. Саратов.

Организационная характеристика АО «СОКУР – 63» наработанная годами своим опытом и трудом, имеет достаточно содержательное и наполненное моментами значение для дальнейшей стабильной деятельности как экономического объекта.

Для любого производства важное значение имеет наличие и качество оборудования, посредством которого осуществляется выпуск продукции.

В табл. 1 представлена характеристика основного и дополнительного оборудования в предприятии.

Таблица 1. Характеристики основного и дополнительного оборудования на АО «СОКУР -63»

Наименования оборудования	Технические данные
Основное оборудование	
Мукопросеиватель ПВГ- 600 М	600 кг/ч, вибращ. типа, с магнитн.

	улавливателем, 0,55 кВт, 680x820x980, 380 В
Машина тестомесильная ТММ-140	1,1кВт, планетарный, 140 литров, дежа подкатная нерж, 550кг/ч, 1280x850x995
Дежа подкатная ТММ-140 (нержавейка)	140 л, d=795 мм, h= 722 мм, 87 кг нерж.
ПЕЧЬ пекарская ХПЭ-500 нержавейка	3 камеры, 1035x1275x1600, 380В, 19,2кВт, 100-290гр.С, пароувл, отключ. ТЭНов, загрузка -72 хлебн. формы №7, по 2 противня (700x460) на каждую камеру
Шкаф расстойный электрический ШРЭ-2,1	830x940x1530, с пароувлажн., на 144 хлебн.формы №7лист 700*460 , дверь-металл, 1,6 кВт, 220Вт, 830x940x1530, с пароувлажн
Противень для ХПЭ	стальной ,700x460
Кассета хлебных форм ЗЛ7	для выпечки формового хлеба, мах. массой 0,75 кг
Вспомогательное оборудование	
СТОЛ кондитерский СП-311/2008	2000x800x850, столешница БУК толщ.40 мм, каркас краш.сталь, внизу решетка
СТОЛ пристенный СРП 1500/600	с бортом, 1500x600x870, нерж.столешница, ножки оцинков.
СТЕЛЛАЖ СК 1200/400	1200x400x1800, стойки и полки нерж.
Тележка стеллажная ТС-16-Р для транспортирования тестовых заготовок, между печами, шкафам расстойки и столом разделки	
Весы 150 МДА-7 (МЖА-7) (20 гр.)	НПВ= 150 кг, погр. 20гр., гр.,платформа 450x600
Весы CAS SW-1-5	НПВ= 5кг, платф.241x192мм, фасовка, НмПВ= 40гр, погр.2 гр, 2.7кг
Шкаф холодильный R 700 MS	700л, стекл.двери, 0...+8, окр.до +32, 800x685x2010, 141 кг, Danfoss
Ящик для хлебобулочных изделий	740x450x125

Данные представленной таблицы свидетельствуют о наличии в АО «СОКУР – 63» всего оборудования, необходимого для производства хлебобулочных и кондитерских изделий. Однако, на одном из этапов производственного процесса, а именно при замешивании теста в тестомесильной машине имеются потери сырья в размере 5 % от стоимости, которые остаются на дне тестомеса. В связи с этим, необходимо рассмотреть

приобретение машины тестомесильной меньшего размера, чтобы снизить объемы сырья при замешивании. Поэтому необходимо провести модернизацию основных производственных фондов. Модернизация оборудования позволит повысить качество получаемой продукции на выходе при производстве.

Тестомесильные машины предназначены для замешивания теста из различных видов муки. Применяются тестомесильные машины на хлебопекарных предприятиях, цехах общественного питания, ресторанах, кафе.

Некоторые тестомесительные машины оборудованы таймером для отсчета времени замеса теста, кроме того, существует устройства для реверсивного вращения месильного органа по окончании работы для снятия с него теста.

Тестомес подбирается в зависимости от производительности печи и от вида теста. Для дрожжевого и сдобного теста применяются спиральные тестомесы. Если в ассортименте пекарни большой объем одного вида продукции, и, соответственно, необходимо замешивать один вид теста, то применяются тестомесы с подкатной дежой.

Для бисквитного и песочного теста, а также для производства крема необходим не тестомес, а машина для взбивания – планетарный миксер. [2]

Среди широкого выбора машин и агрегатов предоставленного в настоящее время на рынке технологического оборудования для производства продуктов питания, различных по цене и технологическим параметрам, мы остановили свой выбор на тестомесе, ёмкостью чаши 50 л., производительностью 200 кг/ч., в качестве поставщика выбрана московская фирма «Агролиния».

В табл. 2 представлен расчет окупаемости капитальных вложений.

Таблица 2. Расчет срока окупаемости капитальных вложений

Показатели	План
Сумма капитальных вложений, тыс. руб.	263,3
Прибыль от продаж, тыс. руб.	20417
Срок окупаемости, лет.	0,01

Рентабельность инвестиций, %	77,5
------------------------------	------

По представленному расчету видно, что срок окупаемости тестомеса составит 0,01 года.

Таким образом, модернизации основных производственных фондов АО «СОКУР – 63».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гиляжева Д.Н., Каневская И.Ю., Гавва Е.С., Белов Д.С., Гусева Е.В., Толстова А.Н. Хлебопекарная отрасль Саратовской области на российском рынке / Д. Н. Гиляжева, И. Ю. Каневская, Е. С. Гавва [и др.] // Экономика: вчера, сегодня, завтра. – 2023. – Т. 13, № 4-1. – С. 115-124. – DOI 10.34670/AR.2023.42.11.016. – EDN LHYAC.
2. Тестомесильные машины (тестомесы) [Электронный ресурс]. - <http://agrolinia.ru/xlebprom/28-testomesilnye-mashiny-testomesy.html>
3. Обзор рынка хлеба и хлебобулочных изделий (с товарными группами) в России-2022: стабильный рост производственных показателей [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.sostav.ru/blogs/32702/35014>.

© Гиляжева Д.Н., Каневская И.Ю., Иванова Н.А., Овчинникова Т.В., 2023

Научная статья

УДК 631.527

С.В. Гончаров

«Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ВАВИЛОВ НА ВОРОНЕЖСКОЙ ЗЕМЛЕ

Аннотация. Представлены материалы о деятельности Н.И. Вавилова, который при определенном стечении обстоятельств мог бы стать заведующим кафедрой селекции Воронежского СХИ в 1917 году. Открытый им закон гомологических рядов в наследственной изменчивости растений был впервые доложен на III Всероссийском съезде селекционеров, проходившем в Саратове в 1920 г., второй - на I Всероссийском съезде по прикладной ботанике 23-29 сентября того же года в Воронеже. В бытность руководителем ВИРа ученый неоднократно посещал Каменно-Степную опытную станцию (впоследствии НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева).

Ключевые слова: ученый, селекция, генетика

S. V. Goncharov

"Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I"

NIKOLAI IVANOVICH VAVILOV ON VORONEZH LAND

Annotation. Information about the Vavilov's activities is presented. Under a certain set of circumstances, Vavilov could become the head of the breeding department of the Voronezh Agricultural Institute in 1917. The law of homological series in the hereditary variability of plants has been discovered by him was first reported at the III National Congress of Breeders, held in Saratov in 1920, the second time - at the I National Congress on Applied Botany on September 23-29 of the same year in

Voronezh. When he was the head of VIR, the scientist repeatedly visited the Kamennaya Steppe experimental station (later the V.V. Dokuchaev Research Institute of Agricultural Sciences).

Keywords: scientist, selection, genetics

В 2022 году 110-летие Воронежского государственного агроуниверситета им. императора Петра I невероятным образом совпало с 135-летием со дня рождения академика Вавилова Н.И. – одного из десяти самых значимых людей XX века. Используя современные понятия, Вавилов первым в стране запустил «стартап» генетики как науки, а воспоминания о Вавиллове Н.И. – историческая параллель с гением в химии Д.И. Менделеевым.

В биографии Вавилова есть страницы, связанные с воронежским краем. Впервые Николай Иванович оказался в Воронеже по печальному поводу. Его сестра, Лидии Ивановна, ученый-микробиолог, приехавшая в Воронеж для участия в ликвидации эпидемии черной оспы, умерла, заразившись от больных. До 2017 года молодой ученый работал на селекционной станции Московского сельхозинститута над проблемами иммунитета растений, и в 29 лет перед ним встала проблема выбора. Возникла перспектива работы в Саратове и одновременно в Воронеже, где появилась вакансия адъюнкт-профессора кафедры частного земледелия. Подав документы и собравшись для переезда в Воронеж, Вавилов вскоре узнал, что должность уже предложена И.В. Якушкину. К тому же для Воронежского СХИ, как и для всей страны наступали тяжелые дни. Разгорался пожар Мировой войны; студентов 1896 года рождения призывали в армию с 31 января 1916 года. Проблемы со здоровьем ректора ВСХИ К.Д. Глинки не способствовали управляемости вуза. В итоге Вавилов выбрал более перспективный в то время Саратов – центр изучения сельского хозяйства Юго-Востока, где с сентября 1917 г.

1920-й год в жизни Николая Ивановича был отмечен крупным научным событием: завершена большая работа по формулированию закона гомологических рядов в наследственной изменчивости растений. С публичным

докладом Вавилов впервые выступил на III Всероссийском съезде селекционеров, проходившем в Саратове в июне 1920 года. Второй раз с докладом о «Законе гомологических рядов в наследственной изменчивости» Вавилов выступил в том же году на I Всероссийском съезде по прикладной ботанике, проходившем 23-29 сентября в Воронеже.

Великая земледельческая держава производила перед революцией пятую часть всего хлеба на земном шаре, и, тем не менее, долгое время в России вообще не было научного центра по сельскому хозяйству. Такой центр – Бюро по прикладной ботанике – возник лишь в 1894 году. Воронежская областная и Каменно-Степная сельскохозяйственные опытные станции выделялись тогда своей организованностью, а город Воронеж – научными силами. Идея созыва съезда была поддержана Опытным отделом Наркомзема, а ее реализация поручена Воронежским областным организациям. Бюро оргкомитета по созыву съезда возглавил Б.А. Келлер, его членами были Б.А. Иванов и С.К. Чаянов – профессора Воронежского сельскохозяйственного института.

Среди делегатов съезда были представители научных учреждений Москвы, Петрограда, Саратова, Харькова, Курска, Тамбова, Кубани, других регионов. В почетный президиум вошли А.А. Ячевский (председатель съезда), Н.И. Вавилов, В.Р. Зеленский, В.И. Талиев и другие ученые.

По просьбе оргкомитета съезда Вавиловым был сделан повторный доклад о Законе гомологических рядов, получивший исключительно высокую оценку.

В период руководства ВИРОм Н.И. Вавилов регулярно и на длительные сроки приезжал в Каменную Степь: делал научные сообщения, планировал проведение опытов, контролировал ход их выполнения. В 1932-1934 годах Каменно-Степная опытная станция была реорганизована в Центрально-Черноземный селекцентр. По установившейся практике на лето из Ленинграда приезжали научные сотрудники института растениеводства для закладки географических посевов института. Вавилов также проявлял неизменный интерес к сети географических посевов мировых коллекций растений,

собранных в его экспедициях, неоднократно посещая Каменную Степь, заряжая энергией сотрудников и единомышленников.

Дальше? Борьба. Доносы. Репрессии. Тюрма. Вечность.

Непростая судьба Вавилова Н.И. и его сподвижников «масштабировалась» в науке: произошел «развод» селекции и генетики. На генетике закреплен ярлык «продажной девки империализма», а практическая селекция тренировалась в «воспитании». До сегодняшнего дня противоречия этого разлада не преодолены.

Решение о запрете выращивания трансгенных растений в РФ принято без учета мнения ученых и лишь укрепляет позиции транснациональных компаний. В России допустимо прямое использование, переработка пищевых продуктов и кормов ГМ-сои. При этом мировой рынок семян оценивается в 65 млрд долларов, в том числе ГМ-семена - более половины данной суммы при 13% посевных площадей.

Анализ текущего состояния отечественного рынка семенного материала показывает существенную импортозависимость, особенно по гибридным культурам. Степень национальных разработок в современных методах селекции не превышает 30%. Угрожающие цифры использования зарубежных технологий и продуктов во всех звеньях производственно-сбытовых цепочек создают дополнительные риски, особенно в условиях экономического противостояния с Западом.

Забывать о Н.И. Вавиллове и его сторонниках – значит игнорировать истинные причины возникновения импортозависимости в нашей стране. Достижение технологического суверенитета страны во всех направлениях, включая селекционно-семеноводческую отрасль, видится в первую очередь, в признании роли ученого, педагога, профессионала. Из трагической истории с целым поколением ученых должны быть сделаны выводы. Решения, затрагивающие экономическую сферу, не могут быть эффективными без обоснования ученых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Есаков В. Д. Николай Иванович Вавилов. Страницы биографии / В.Д. Есаков // РАН, Институт российской истории, Комиссия по сохранению и разработке науч. наследия акад. Н. И. Вавилова. – М.: Наука, 2008 – 288 с.
2. Резник С. Эта короткая жизнь. Николай Вавилов и его время /С. Резник. - Издательство Захаров, 2017 – 1056 с. [электронный ресурс]. URL:<https://libking.ru/books/nonf-/nonf-biography/1073211-semen-reznik-eta-korotkaya-zhizn-nikolaj-vavilov-i-ego-vremya.html> (дата обращения: 5.11.2023).
3. Гончаров С.В. Николай Алексеевич Успенский: 135 лет со дня рождения / С.В. Гончаров // Аграрная наука XXI века: мат. Международной науч.-практ. конф., посвященной 90-летию каф. селекции и семеноводства и 135-летию со дня рождения д-ра с.-х.н., проф., заслуженного деятеля науки РСФСР Н.А. Успенского (7-8 декабря 2022 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022 – 243 с.
4. Памяти Николая Ивановича Вавилова. Каменная Степь (НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева) Переписка сотрудников Степного отделения с Н.И. Вавиловым. – Каменная Степь 1922-1925 гг. Издание второе. / ФГБНУ "НИИСХ ЦЧП" - Каменная Степь : Истоки, 2017 - 75 с.
5. Гончаров С.В., Куликов Р.Н. Глобальные вызовы для отечественной селекции /С.В. Гончаров, Р.Н. Куликов // Трубы КубГАУ. – 2022 - №4(97). – С. 58-65.

© Гончаров С.В., 2023

Научная статья

УДК 331.108

О.С. Горбунова

ФГБОУ ВО Уральский государственный экономический университет, г.

Екатеринбург, Россия

НЕОБХОДИМОСТЬ ПРОФОРИЕНТАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА АПК

Аннотация. На аграрный сектор экономики в современных условиях возложена огромная миссия – обеспечение продовольственной безопасности страны в условиях санкций и импортозамещения. Но на пути решения этой важнейшей задачи отрасль сталкивается с определенными проблемами. Одна из них – отсутствие высококвалифицированных кадров. В данной статье рассматривается вопрос привлечения кадров посредством профориентации школьников.

Ключевые слова: профориентационная работа, агроклассы, сельское хозяйство, АПК, кадры.

O. S. Gorbunova

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

THE NEED FOR CAREER GUIDANCE IN THE FORMATION OF THE PERSONNEL POTENTIAL OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Annotation. In modern conditions, the agricultural sector of the economy is entrusted with a huge mission – ensuring the country's food security in the face of sanctions and import substitution. But on the way to solving this most important task, the industry faces certain problems. One of them is the lack of highly qualified personnel. This article discusses the issue of attracting personnel through vocational guidance of schoolchildren.

Keywords: career guidance, agroclasses, agriculture, agro-industrial complex, personnel.

Без высококвалифицированных кадров развитие аграрной отрасли не имеет благоприятных прогнозов. Селу нужны как специалисты и руководители, так и рабочие сельскохозяйственных отраслей, особенно молодого возраста. Но как показывает практика труд на селе малопривлекателен для современной молодежи.[1,3] По проведенным опросам студентов выпускных курсов аграрного ВУЗа, с целью выявления количества планирующих устроиться на сельхозпредприятия, были получены следующие результаты.

Среди опрошенных студентов 57% допускают возможность устроиться на работу по полученной в сельскохозяйственном ВУЗе специальности; 19% учатся просто для получения высшего образования и не рассматривают работу в сельскохозяйственных организациях, 10 % не хотят покидать город, но рассматривают трудоустройство в городских предприятиях, связанных с аграрным бизнесом; остальные 14% затруднились ответить[2]. Необходимо ответить, что приоритетным для выпускников оказались предприятия в черте города или пригородные предприятия, с удобной транспортной логистикой., даже если они не будут соответствовать полученной специальности.

Следовательно, существует потребность привлечения кадров на село, обладающих необходимыми знаниями и умениями. Для этого необходимо наладить процесс, совокупность взаимосвязанных действий государства и руководства организаций аграрного профиля для привлечения специалистов. Этапы таких действий нами предлагаются в виде схемы (рисунок 1).



Рисунок 1– Совокупность действий (этапов) формирования кадров сельского хозяйства

При этом профессиональная ориентационная работа, по нашему мнению, является главенствующей во всей этой цепи.[4] Важно не упустить момент становления интересов ребенка, подростка, привлечь его внимание к данной отрасли, показать необходимость и важность труда в данной отрасли.

В организации профориентационной работы интересен опыт Уральского аграрного университета. В Свердловской области практически все ВУЗы ведут работу по оказанию помощи в выборе профессии, ежегодно растет количество проектов по программе ранней профессиональной подготовки и профориентации школьников. Уральский государственный аграрный университет не исключение. Он открывает специализированные классы для школьников, объединяя ребят с общей заинтересованностью аграрным

хозяйством. Например, в городе Асбест открыт эколого-биологический класс на базе средней общеобразовательной школы[5]. Цель такого профильного класса - не только помощь в профессиональной ориентации в отрасли сельского хозяйства, но и рассказать о важности данной отрасли, о ее современных технологиях.

Занятия в таком классе помогут ребятам, увлеченным биологией и анатомией, углубиться в свои знания, раскрыться и поучаствовать в различных проектах, занимая призовые места.

В настоящее время обучение в таком классе рассчитано на два года. Конечно, в первую очередь, это ребята, увлекающиеся биологическими науками. Занятия для школьников проводят ведущие педагоги университета и практики из организаций сельского хозяйства. Реализация данной программы предполагает получение дополнительных теоретических и практических навыков, в результате которых школьники будут разрабатывать и защищать собственные проекты, с которыми имеется возможность участвовать в конференциях и конкурсах. Отмеченные индивидуальные достижения ВУЗ принимает во внимание при поступлении на 1 курс университета, например, дополнительные баллы к результатам ЕГЭ.

«Одной из задач Национального проекта «Образование» 2018-2024 (от 24.12.18 г.) является формирование эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодёжи, основанной на принципах справедливости, всеобщности и направленной на самоопределение и профессиональную ориентацию всех обучающихся»[5]. Именно такую цель и предполагается реализовывать с помощью создания агроклассов.

Для этого рекомендуется выбирать пилотные регионы, где развивать полноценные агрошколы, с привлечением Министерства агропромышленного комплекса и потребительского рынка Свердловской области, активно развивающихся агропредприятий региона, ученых и педагогов аграрной направленности.

Проект создания агроклассов позволяет возродить имидж аграрных профессий, помогая привлекать молодые целеустремленные кадры к работе в сельской местности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипова, Н. И. Современные проблемы управления персоналом: монография / Н. И. Архипова, С. В. Назайкинский, О. Л. Седова. – Москва : Издательство Проспект, 2018. – 160 с.
2. Горбунова, О. С. Профессиональная ориентация учащихся как инструмент формирования человеческого капитала аграрного сектора экономики региона / О. С. Горбунова, С. В. Петрякова, М. В. Бражник // Бизнес. Образование. Право. – 2018. – № 2(43). – С. 104-108. – DOI 10.25683/VOLBI.2018.43.271. – EDN XMMSOL.
3. Зарубина Е. В. Проблемы адаптации персонала в современных российских организациях // Современные проблемы управления и регулирования: теория, методология, практика. Сборник статей II Международной научно-практической конференции / Под общей редакцией Г. Ю. Гуляева. Пенза, 2017. С. 134-136.
4. Субочев, Н. С. Цифровые инструменты управления адаптацией персонала в современных организациях / Н. С. Субочев, Е. Д. Патутина // Социально-гуманитарные знания. – 2019. – № 3. – С. 261-267.
5. Уральский аграрный университет открыл профильный класс в Асбесте. Режим доступа: <https://urgau.ru/104-novosti/1195-uralskij-agrarnyj-universitet-otkryl-profilnyj-klass-v-asbeste>

© Горбунова О.С., 2023

Научная статья

УДК 633.854.78:575

М.П. Горюнков¹, О.В. Ткаченко¹, С.П. Кудряшов²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, г. Саратов, Россия

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ДЕТЕРМИНАЦИЯ ПРИЗНАКА СОДЕРЖАНИЯ ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ В МАСЛЕ У ПОДСОЛНЕЧНИКА

Аннотация. Содержание олеиновой кислоты в масле у подсолнечника является важным признаком в селекции на качество. Представлен литературный обзор результатов исследований наследования признака высокого, а также среднего содержания олеиновой кислоты в масле. Приведены ДНК-маркеры, позволяющие идентифицировать генотипы с высоким содержанием олеиновой кислоты.

Ключевые слова: генетическая детерминация, высокоолеиновость, подсолнечник, масличность, жирно-кислотный состав, олеиновая кислота

M.P. Goryunkov¹, O.V. Tkachenko¹, S.P. Kudryasho²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Federal Agrarian Scientific Center of the South-East, Saratov, Russia

GENETIC DETERMINATION OF THE SIGN OF HIGH OLEINICITY OF SUNFLOWER OIL

Annotation. The content of oleic acid in sunflower oil is an important feature in quality selection. A literary review of the results of studies on the inheritance of a sign of high and medium oleic acid content in oil is presented. DNA markers allowing identification of genotypes with a high content of oleic acid are given.

Keywords: genetic determination, high oleinity, sunflower, oil content, fatty acid composition, oleic acid

Введение. Подсолнечник – основная масличная культура в Российской Федерации. Она занимает свыше 70 % посевных площадей и обеспечивает 85 % валового сбора. В большинстве стран потребление растительного масла возрастает, а сливочного – снижается. Подсолнечное масло используется в пищу в чистом виде, идёт на изготовление маргарина, майонеза, овощных и рыбных консервов, кондитерских и хлебобулочных изделий. непригодное в пищу масло, применяют при изготовлении мыла, олифы, линолеума и других изделий [1].

Олеиновая кислота в масле подсолнечника препятствует окислению, и поэтому масло высокоолеиновых образцов остается стабильным долгое время, что особенно важно для консервирования и технического использования. В данный момент в промышленном производстве существует дифференциация подсолнечного масла на три типа по содержанию в нём олеиновой кислоты: традиционное (14-39 %), среднеолеиновое (43-72 %) и высокоолеиновое (75-91 %) [8].

Высокоолеиновое подсолнечное масло по соотношению олеиновой и линолевой жирных кислот – аналог оливкового масла, которое является эталоном пищевых масел. При этом подсолнечное масло превосходит оливковое по содержанию витамина Е (в 3-4 раза) [26]. Среднеолеиновое масло имеет оптимальное сочетание высокой окислительной стабильности и достаточного содержания эссенциальной омега-6 линолевой кислоты (около 20%). Поэтому в настоящее время на мировом рынке возрастает спрос на среднеолеиновое масло [26].

Площади посева под средне- и высокоолеиновым подсолнечником в мире постоянно растут. Так в 2019 г. посевные площади под средне-высокоолеиновым подсолнечником в ключевых странах-производителях подсолнечника возросли примерно на 40 % и составили около 1,3 млн га. По примерным оценкам в России средне- и высокоолеиновый подсолнечник высевается на 2 % от общей занимаемой площади [4]. В России главной

сложностью коммерческого развития этого направления является инертность маслоперерабатывающей промышленности в приеме нового типа сырья.

Одним из перспективных направлений в генетике и селекции подсолнечника является изучение признака содержания олеиновой кислоты в масле и последующее создание гибридов с повышенной олеиновостью.

Впервые высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец был создан во ВНИИМК (Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур им. В.С. Пустовойта). Изучение состава масла подсолнечника и установление наследования признака высокоолеиновости методом гибридологического анализа показало, что наследование высокоолеиновости контролируется одним геном *Ol* с полным, либо частичным доминированием [25, 11]. В последующих работах, однако было установлено, что наследование этого признака имеет более сложный характер. Например, сообщалось о присутствии генов малого действия [24], а также был определен локус *M1*, который действует как модификатор мутации *Ol* [20].

При изучении наследования признака содержания олеиновой кислоты в поколениях F_1 , F_2 и BC_1 , было обнаружено, что признак высокоолеиновости контролируется тремя доминантными комплементарными генами Ol_1 , Ol_2 и Ol_3 [10].

Во ВНИИМК был описан сложный генетический контроль этого признака в различных комбинациях скрещиваний. В результате проведенного гибридологического анализа установили, что признак высокоолеиновости контролируется одним доминантным геном *Ol* с неполным проявлением в гетерозиготе при наличии нестабильного супрессора, находящегося в генотипе некоторых линий с низким содержанием олеиновой кислоты [9].

Несмотря на явные доказательства доминантной природы *Ol* иногда описывалось рецессивное поведение гена *Ol* при скрещивании высокоолеиновых линий с низкоолеиновыми линиями [9]. Такое рецессивное поведение мутации *Ol* было объяснено наличием аллеля *M1* – предполагаемого гена-модификатора, который переводит *Ol* в рецессивное состояние [11].

Наличие предполагаемого гена-супрессора было также высказано при получении 3:1 (не высокоолеиновая / высокоолеиновая) при анализе сегрегационных популяций подсолнечника [15].

Изучению наследования признака среднеолеиновости уделялось гораздо меньше внимания. Во ВНИИМК была предложена гипотеза о том, что признак повышенного содержания олеиновой кислоты у инбредной линии ЛГ27 контролируется рецессивным аллелем *ol'*. Также обнаружен сильный материнский эффект при скрещивании ЛГ27 с обычной линией [9]. Однако в настоящее время систематического изучения наследования признака среднеолеиновости масла не проводилось.

На следующем этапе исследований была установлена связь молекулярных маркеров с содержанием олеиновой кислоты.

Маркеры RAPD, связанные с основным геном *Ol*, были картированы на хромосоме 14 [21]. Данный ген *Ol* определяет до 56% дисперсии фенотипов и, как было продемонстрировано, является геном *FAD2*, кодирующим десатуразу жирных кислот (фермент дельта-12-олеат-десатураза (*FAD2*), которая превращает олеиновую кислоту в линолевую [2, 23]. У подсолнечника было идентифицировано три аллеля *FAD2*: *FAD2-1*, -2 и -3, кодирующих данный фермент [14]. *FAD2-1* проявляет сильную экспрессию в развивающихся семенах, тогда как *FAD2-2* и -3 экспрессируются слабо. Из трех аллелей гена генов *FAD* аллель, *FAD2-1* играет ключевую роль в синтезе линолевой кислоты и при мутации увеличивает концентрацию олеиновой кислоты в семенах подсолнечника [14]. Обнаружено, что *FAD2-1* в мутантных линиях, гомозиготных по *Ol* мутации приводит к ослаблению экспрессии этого гена [5]. Доминантная природа мутации *Ol* объясняется сложной организацией локуса, содержащего две копии генов, кодирующих *FAD2-1* [23]. Было продемонстрировано, что присутствие второй уменьшенной копии приводит к накоплению малых интерферирующих РНК, которые индуцируют подавление гена первой функциональной копии [16]. Одного аллеля гена *Ol* достаточно, чтобы вызвать высокий уровень содержания олеиновой кислоты [15, 16].

После работ по секвенированию последовательности мутантного гена был предложен маркер, позволяющий выявлять DELTA-12-HOS-аллель, обуславливающий синтез неактивного фермента и, соответственно, высокоолеиновый фенотип [5;7]. Маркер DELTA-12-HOS-аллеля – это фрагмент амплификации, имеющий длину 870 п.н. Данный маркер был выявлен исследователями у 42 образцов высоко олеинового подсолнечника, ведущих своё происхождение от сорта Первенец [6].

Сообщалось о дополнительных локусах незначительного эффекта в хромосомах 8 и 9, объясняющих до 10% фенотипической дисперсии [7]. Исследование QTL, основанное на высокопроизводительном генотипировании, дополнительно идентифицировало другие локусы, расположенные в группах сцепления 9 и 6 хромосом, объясняющие соответственно 12 и 6 % дисперсии фенотипа [15]. Эти наблюдения совпадали с гипотезами о влиянии генетического фона на признаки, контролируемый геном *Ol* [9]. Генетический контроль накопления олеиновой кислоты остаётся предметом обсуждения в настоящее время.

Результаты, полученные в исследовании Gubaev et al. и опубликованные в 2023 г. [13] подтверждают ранее выдвинутую гипотезу о моногенном контроле признака с высоким содержанием олеиновой кислоты [24, 15, 21]. Несмотря на несколько исследований, в которых обсуждалась роль дополнительных генов, влияющих на основные эффекты, никаких дополнительных локусов в этом исследовании выявлено не было [13]. Кроме того, исследователи также идентифицировали потенциальное событие транслокации между хромосомами 7 и 14 в кроссе VK876xVK101 [13]. Эта возможная транслокация была идентифицирована благодаря связи, обнаруженной между генетическими маркерами из хромосом 7 и 14, а также из-за ассоциации маркеров, физически расположенных на хромосоме 7, с повышенным содержанием олеиновой кислоты, о которой впервые сообщили в этом исследовании.

Для картирования и выявления мутации (*Ol* mutation) у подсолнечника были использованы различные типы маркеров. Два RAPD-маркера: F15-690 и

АС10-765 (7,0 и 7,2 сМ) были связаны с геном *Ol*₁ [9]. Позже локус *Ol*₁-FAD2-1 был помещён на 14 хромосому [21, 23]. Авторы предоставили доминантные маркеры INDEL для отслеживания мутации *Ol* в дополнение к идентификации 49 SNP и пяти INDEL маркеров в 3'-области FAD2-1 [23]. Три года спустя был опубликован кодоминантный SSR-маркер, тесно связанный с мутацией *Ol*, и доминантные маркеры, специфичные для этой мутации [16]. Кроме того, в дополнение к QTL на 14 хромосоме были идентифицированы два QTL повышенного содержания олеиновой кислоты на 8 и 9 хромосомах. Два маркера HO_Fsp_b для QTL на 14 хромосоме и ORS762 для QTL на 8 хромосоме объясняли около 60% фенотипической вариации повышенного содержания олеиновой кислоты [23]. Некоторые из маркеров были использованы для валидации в многочисленных линиях [5, 11, 12]. Schuppert G.F. et al. обосновал эффективность маркера F4-R1, как наиболее эффективного в маркер-опосредованной селекции на повышенное содержание олеиновой кислоты [23].

Во ВНИИМК были проведены исследования по идентификации набора линий с разным содержанием олеиновой кислоты в масле семян подсолнечника и валидации молекулярно-генетических маркеров для обнаружения мутации высокоолеиновости. В исследовании Иванова с соавторами [3] при помощи маркера F4/R1 (табл. 1) в исследуемых родительских линиях подсолнечника № 1-5 подтвердилось наличие в генотипе мутации *Ol*, а у линий № 6-10 – она отсутствовала. Гибриды по маркеру несут только доминантный аллель мутантного типа. Следовательно, маркер F4/R1 не дает полной информации об аллельном состоянии гена. Авторами был валидирован маркер N1-1F/N1-1R (табл. 1), позволяющий детектировать гетерозиготные генотипы у гибридов, родительские формы которых несут контрастные аллели. Этот маркер в дальнейшем может применяться для более эффективного генотипирования мутации высокоолеиновости масла. Перспективность использования такого типа маркеров обусловлена тем, что они позволяют определять гибридное

состояние аллелей гена *FAD 2-1* и выполнять отбор гетерозиготных генотипов из расщепляющихся популяций.

Таблица 1

Нуклеотидные последовательности праймеров для выявления аллелей гена *Ol* (*FAD 2-1*) (г. Краснодар, ВНИИМК, 2020 г. с изменениями [2])

Название праймера	Последовательность нуклеотидов праймера (5'–3')	Оптимальная $t_{отж}$ (°C)	Молекулярная масса продукта (п. н.)	Источник
F13	TCAACAGCCTCTTCCTCCTCAG	60	342	[23]
R5	GTAGTTTTGGAAAGCTAGAGAC C			
F4	GTAACGTCTGCGCGCTTGCAGACATCA	60	653	
R1	GGTTTTGCATGAGGGACTCGATC GAGTG			
N1-2F	CAAACCACCACCCACTAAC	64-58	3100	[7; 16]
N2-1R	AGCGGTTATGGTGAGGTCAG			
N1-3F	GAGAAGAGGGAGGTGTGAAG	65	891	
N2-1R	AGCGGTTATGGTGAGGTCAG			
N1-3F	GAGAAGAGGGAGGTGTGAAG	60	1000	
N2-2R	ACAAAGCCCACAGTGTCGTC			
N1-3F	GAGAAGAGGGAGGTGTGAAG	60	1400	
N2-3R	GCCATAGCAACACGATAAAG			
N1-1F	TTGGAGTTCGGTTTATTTAT	50	240	
N1-1R	TTAGTAAACGAGCCTGAAC			

Данные маркеры просты в использовании и требуют использования только агарозных гелей. Результаты генотипирования могут быть получены на любом этапе развития растения. Следовательно, селекционеры могут выбраковывать генотипы без мутации высокоолеиновости до цветения, экономя затраты на поддержание нежелательных генотипов. Представленные результаты могут быть использованы для маркер-сопутствующего отбора родительских мутантных форм при получении гибридов на основе генотипов, различающихся по жирно-кислотному составу [2].

Заключение

Подводя итог обзора детерминации признака высокоолеиновости масла у подсолнечника, можно подтвердить, что генетический контроль данного признака остаётся предметом обсуждения.

Большинство исследователей сходятся во мнении о моногенном контроле признака высокоолеиновости геном *O1*. При этом есть данные о контроле признака среднеолеиновости рецессивным аллелем *o1'*.

Исследователями был предложен ряд молекулярных маркеров для идентификации генотипов с повышенным содержанием олеиновой кислоты, но наиболее эффективным на данный момент валидирован маркер N1-1F/N1-1R, позволяющий детектировать гетерозиготные генотипы у гибридов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев, Д.С. Подсолнечник / Д.С. Васильев. – М.: Агропромиздат, 1998. – 174 с.
2. Гучетль С.З. Доминантные молекулярные маркеры мутации высокоолеиновости масла в семенах подсолнечника // Масличные культуры. – 2020. – Вып. 2 (182). – С. 24–32.
3. Иванов, С. В. Идентификация мутации *O1* с помощью молекулярных маркеров для ускорения селекции подсолнечника на качество масла / С. В. Иванов, Е. Г. Самелик, С. З. Гучетль // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 187. – С. 30-39. – DOI 10.21515/1990-4665-187-006. – EDN PLSCQQ.
4. О перспективах развития рынка высокоолеиновых масел в России: [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.brevant.ru/news/high-oleic-oilperspectives.html> (дата обращения: 15.11.2023 г.).
5. Савиченко, Д. Л. Проблема детекции гетерозиготных генотипов по мутации гена *FAD 2-1* подсолнечника (*Helianthus annuus L.*) с помощью ДНК-маркеров / Д. Л. Савиченко, С. З. Гучетль // Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки сельскохозяйственных культур: Сборник материалов 11-й Всероссийской конференции молодых учёных и специалистов, Краснодар, 25–26 февраля 2021 года. – Краснодар: Федеральный научный центр "Всероссийский научно-исследовательский

институт масличных культур имени В.С. Пустовойта", 2021. – С. 102-106. – DOI 10.25230/conf11-2021-102-106. – EDN DJAMJI.

6. Солдатов, К.И., Воскобойник, Л.К., Харченко, Л.Н. Высокоолеиновый сорт подсолнечника Первенец //Бюл. НТИ по масличным культурам. – Краснодар. – 1976. – Вып. 3. – С. 3-7.

7. Bervillé A., Lacombe S., Veillet S., Granier C., Leger S., Jouve P. Method of selecting sunflower genotypes with high oleic acid content in seed oil. United States patent application US 11/587,956. – 2009.

8. Codex Stan 210-1999. Электронные издания. Standard for named vegetable oils. Adopted in 1999. Revision: 2001, 2003, 2009. Amendment: [2005, 2011, 2013 and 2015]. – 13 с. – (International Food Standards).

9. Demurin, Y., Škorić, D. Unstable expression of Ol gene for high oleic acid content in sunflower seeds // Proceedings of the 14th International Sunflower Conference I: Beijing/Shenyang, China, 1996. – С. 12-20.

10. Fernandez-Martinez J.M., Jimenez A., Dominguez J., Garcia J.M., Garce's R. and Mancha M. 1989. Genetic analysis of the high oleic acid content in cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica* 41: 39–51.

11. Fick, G.N. Inheritance of high oleic acid in the seed oil of sunflower // Proceedings of Sunflower Research Workshop, Bismarck, N. Dak. – 1984. – Vol. 1. – P. 9.

12. Garcia-Diaz M.T., Martinez-Rivas J.M. and Mancha M. Temperature and oxygen

13. Gubaev R, Boldyrev S, Martynova E, Chernova A, Kovalenko T, Chebanova Y, et al. (2023) QTL mapping of oleic acid content in modern VNIIMK sunflower (*Helianthus annuus* L.) lines by using GBS-based SNP map. *PLoS ONE* 18(10): e0288772. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288772>

14. Hongtrakul V, Slabaugh M., Knapp S. DFLP, SSCP, and SSR markers for delta 9-stearoylacyl carrier protein desaturases strongly expressed in developing seeds of sunflower: intron lengths are polymorphic among elite inbred lines. *Mol Breed* – 1998. – V. 4 – P. 195–203.

15. Lacombe S. and Berville' A. 2001. A dominant mutation for high oleic acid content in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed oil is genetically linked to a single oleate-desaturase RFLP locus. *Mol. Breed.* 8: 129–137.
16. Lacombe S., Souyris /., Bervillé A.J. An insertion of oleate desaturase homologous sequence silences via siRNA the functional gene leading to high oleic acid content in sunflower seed oil // *Molecular Genetics and Genomics.* - 2009. - V. 281. - P. 43-54.
17. Lacombe, S. An oleate-desaturase and a suppressor locus direct high oleic acid content of sunflower (*Helianthus annuus* L.) oil in the Pervenets mutant // *CR. Acad. Sci.* – 2001. – Vol. 324. – P. 839-845.
18. Lacombe, S., Berville, A. A dominant mutation for high oleic acid content in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seed oil is genetically linked to a single oleate-desaturase RFLP locus // *Mol. Breeding.* – 2001. – Vol. 8. – P. 129-137.
19. Martinez-Rivas J., Sperling P., Luhs W., Heinz E. Spatial and temporal regulation of three different microsomal OD genes (FAD2) from normal-type and high-oleic varieties of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Mol Breed* – 2001. – V. 8. – P.159–168.
20. Miller, J.F., Zimmerman, D.C., Vick, B.A. Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil // *Crop Science.* – 1987. – Vol. 27(5). – P. 923-926.
21. Perez-Vich B., Fernandez-Martinez J.M., Grondona M., Knapp S.J. and Berry S.T. 2002. Stearoyl-ACP and oleoylPC desaturase genes cosegregate with quantitative trait loci underlying high stearic and high oleic acid mutant phenotypes in sunflower. *Theor. Appl. Genet.* 104: 338–349.
22. Regulation of oleate desaturation in 254 developing sunflower (*Helianthus annuus*) seeds. *Physiol. Plant.* – 2002. – V. 114. – P 13–20.
23. Schuppert G.F., Tang S., Slabaugh M.B. and Knapp S.J. The sunflower high-oleic mutant Ol carries variable tandem repeats of FAD2-1, a seed-specific oleoyl-phosphatidyl choline desaturase // *Molecular Breeding.* -2006. -V. 17. - P. 241-256.
24. Urie L.A. 1985. Inheritance of high oleic acid in sunflower. *Crop Sci.* 25: 986–989.

25. Urie, A.L., Inheritance of very high oleic acid content in sunflower // Proc. 6th Sunflower Res. Workshop. Natl. Sunflower Assoc., Bismarck, USA, 1984. – P. 9-10.
26. Vannozzi G.P. The perspectives of use of high oleic sunflower for oleochemistry and energy raws // Helia. - 2006. - V. 29 (44). - P. 1-24.
27. Velasco, L., Perez-Vich, B., Fernandez-Martinez, J.M. Inheritance of oleic acid content under controlled environment // Proc. 15th International Sunflower Conference, 12-15 June, Toulouse, France, 2000. – Vol. 1. –P. A31-A36.

© Горюнков М.П., Ткаченко О.В., Кудряшов С.П., 2023

Научная статья

УДК 631.527:63.854.78

Л.А. Гудова, А.В. Лекарев

ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО УРОЖАЙНОСТИ И МАСЛИЧНОСТИ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье представлены результаты изучения 47 гибридов подсолнечника местной и инорайонной селекции. В качестве параметров оценки использовали массу 1000 семян, урожайность, масличность, натуру. Выделили гибриды с наивысшими показателями изучаемых параметров: ПГ 32 ×966, ПГ 16 ор.×966, ПГ 16 ор.×50 Ч., ПГ 15 ор.×АТИ.

Ключевые слова. Подсолнечник, урожайность, натура, масличность, масса 1000 семян.

L.A. Gudova, A.V. Lekarev

Federal State Budgetary Scientific Organization «Federal Center of Agriculture Research of the South- East Region», Saratov, Russia

SSESSMENT OF SUNFLOWER HYBRIDS BY YIELD AND OIL CONTENT IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV REGION

Annotation. The article presents the results of a study of 47 hybrids of local and foreign selection. The weight of 1000 seeds, yield, oil content, and nature were used as evaluation parameters. Select the hybrids with the highest indicators of the studied parameters: ПГ 32 ×966, ПГ 16 оп. × 966, ПГ 16 оп. ×50 Ч., ПГ 15 оп. ×АТИ.

Keywords: Sunflower, yield, nature, oil content, weight of 1000 seeds.

В настоящее время сельхозпроизводители подсолнечника специализируются в основном на возделывании гетерозисных гибридов, обладающих несомненным преимуществом над сортами по целому ряду качеств [1]. Это не только более высокая потенциальная продуктивность, но и выравненность по основным хозяйственно полезным признакам [5]. Также учитывается качество урожая, которое достигается у однородного материала легче, чем в гетерогенных популяциях. В то же время однородность гибридов в некоторых случаях может являться одним из существенных их недостатков. В частности, говоря о более высокой потенциальной продуктивности гибридов, предполагается, что, эта закономерность проявляется в нестабильности и в значительной мере зависит от почвенно-климатических условий возделывания и уровня технологии [6-10].

Цель исследований: определить урожайность, масличность, массу 1000 семян экспериментальных гибридов подсолнечника селекции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», а также гибридов инорайнной селекции в условиях Саратовской области.

Материал и методика. Исследования проводили в 2022 г. на опытном поле ФГБНУ ФАНЦ «Юго-Востока». Посев опытных участков осуществляли - 18 мая, всходы появились - 30-31 мая, уборка проведена в 1-й декаде сентября.

В изучении находилось 47 гибридов (23 селекции ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока и 24 селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК и его опытных станций). Экспериментальные гибриды размещали на 6 рядковых делянках в шестикратной повторности, размещение систематическое. Площадь делянки - 20,0 м². Густота стояния растений – 45 тыс. раст./ 1 га. В период вегетации осуществляли две междурядные обработки. Выборка для определения элементов урожая составляла 20 растений. Масличность определялась на экспресс-анализаторе АМВ 1006.М Экспериментальные сорта и гибриды испытывались по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019) [3]. Математическая и статистическая обработка данных проводилась согласно методикам Доспехова Б.А. (1985) и Лакина Г.Ф. (1990) [4, 5]. ГТК за период апрель-сентябрь составил 0,7.

Результаты исследований. Гибриды в питомнике конкурсного сортоиспытания были оценены по массе 1000 семян, натуре, урожайности, масличности. Для достоверной оценки по комплексу хозяйственно-ценных признаков по степени однородности и их реакции на условия среды были применены общепринятые статистические параметры. Урожайность маслосемян экспериментальных гибридов подсолнечника в 2022 г. изменялась от 2,03 до 3,44 т/га. Урожайность стандарта ЮВС 3 составила 2,67 т/га. Показатель урожайности значимо выше, чем у ЮВС 3 ($HSP05 = 0,15$) выявлен у 19 гибридов из 47. В целом прибавка изменялась в диапазоне 0,15-0,79 т/га и составила 5,6-28,8% к стандарту. Максимальная прибавка составила 0,79 т/га у гибрида ПГ 16у.×966. Урожайность более 3,0 т/га выявлена у 10 гибридов, из них 4 гибрида селекции ФНЦ ВНИИМК и 6 селекции института «ФАНЦ Юго-Востока». Коэффициент вариации составил 11,6%, что подтверждает среднюю степень изменчивости признака (таблица 1).

Таблица 1. – Статистические параметры выборки гибридов подсолнечника по хозяйственно-ценным показателям, 2022 г.

Гибриды	Масса 1000 семян, г	Натура, г/л	Масличность , %	Урожайность маслосемян, т/га
Средняя (x)	54,1	425,9	49,5	2,76
Ошибка средней (Sx)	1,18	3,46	0,28	0,05
Дисперсия: (S ²)	64,9	552,6	3,64	0,103
Стандартное отклонение (S)	8,0	23,5	1,9	0,32
Коэффициент вариации (V),%	14,9	5,52	3,85	11,61
Коэффициент асимметрии (As)	0,55ns	0,085ns	0,177 ns	0,083ns
Ошибка коэффициента асимметрии (sA)	0,35	0,35	0,35	0,35
Коэффициент эксцесса (Ex)	0,33	-0,42ns	0,015ns	-0,12ns
Ошибка коэффициента эксцесса (sE)	0,68	0,68	0,68	0,68
Лимиты: min	37,0	381,3	45,	2,0
max	75,3	475,0	54,5	3,44
Число гибридов	47	i=46 x =33,3	47	i=46 x =33,3

Урожайность гибридов селекции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» находилась в пределах 1,86-3,44 т/га (рис. 1). Выделились по данному показателю гибриды: ЮВС 8, ПГ 32×96, ПГ 16 ор.×966, ПГ 16 ор.×50 Ч., ПГ 16 у.×966, ПГ 15 ор.×АТИ.

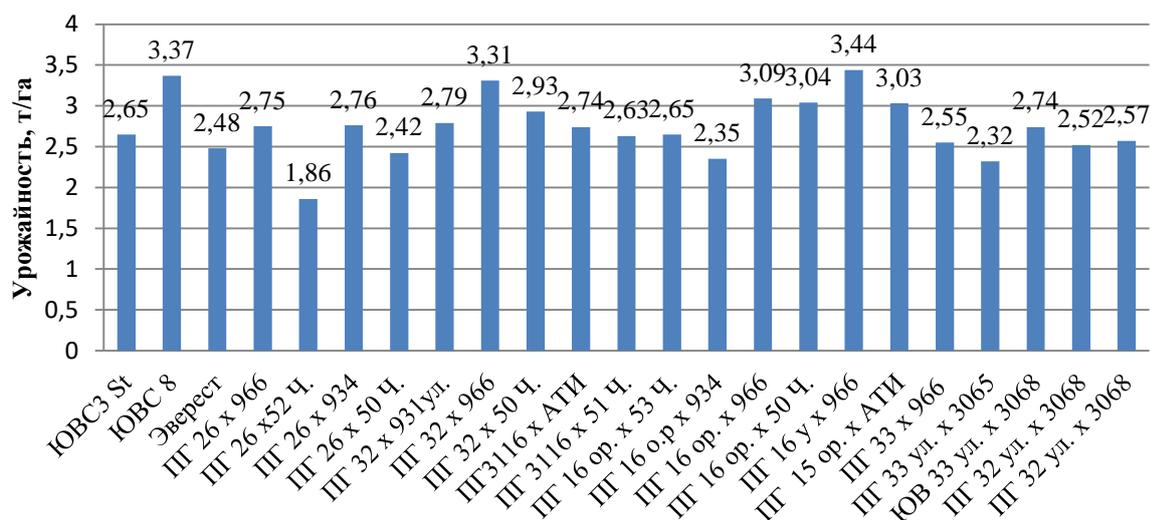


Рисунок 1. Урожайность маслосемян экспериментальных гибридов подсолнечника селекции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», 2022 г.

Урожайность маслосемян у гибридов инорайонной селекции в условиях Саратовской области изменялась от 1,5 до 3,29 т/га. Максимальную урожайность сформировали гибриды: ДОС 11750, Армавирский 167, Армавирский 203, Армавирский 201. У основной части гибридов урожайность не опускалась ниже 2,3 т/га (рис. 2).

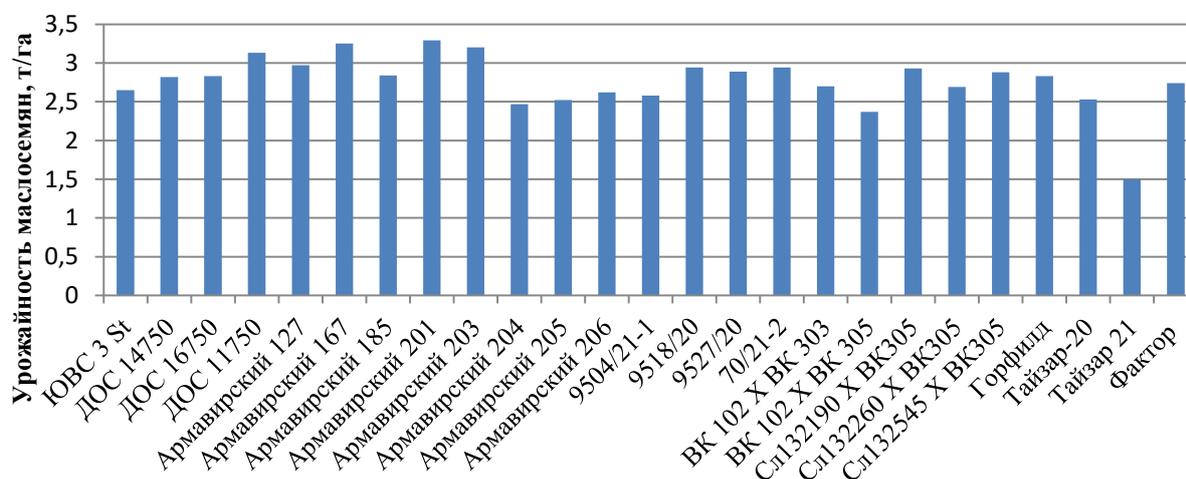


Рисунок 2. Урожайность гибридов подсолнечника селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2022 г.

Масса 1000 семян важный показатель, от которого зависит показатель урожайности, а также их крупность. Масса 1000 семян гибридов подсолнечника находилась в интервале 37,0–75,3 г. Установлено значительная вариабельность

признака – коэффициент вариации (V) составил 15,56 (таблица 1). Среднее значение массы 1000 семян составило 54,1 г, стандарта гибрида ЮВС 3 – 56,0 г. Достоверное превышение относительно стандарта ($НСР_{05} = 3,5$) выявлено у гибридов с массой 1000 семян более 59,5 г., к ним относятся ДОС 14750, ДОС 16750, ПГ 26×52 Ч., ПГ 32×931 ул., ПГ 16 ор.×934, ЮВ 16 ор.×50 Ч., ПГ 15ор.×АТИ, ПГ 33×3068 (рис. 3, 4). Таким образом, по массе 1000 семян гибриды инорайонной селекции уступают стандарту.

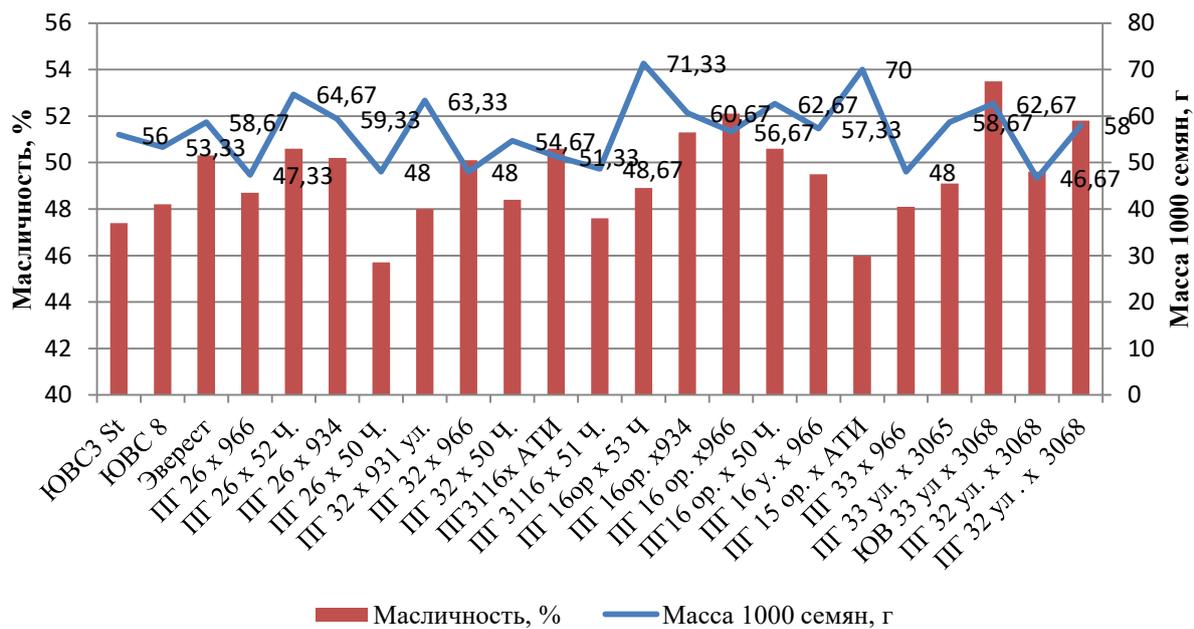


Рисунок 3. Масса 1000 семян и масличность экспериментальных гибридов подсолнечника селекции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», 2022 г.

Варьирование масличности у гибридов находилось в пределах 45,7–54,5%. Коэффициент вариации составил $V=3,8\%$, что подтверждает низкую изменчивость признака. Масличность гибрида ЮВС 3 составила 47,4%. Достоверное превышение над стандартом ($НСР_{05} = 0,84$) установлено у 35 гибридов. Масличность более 50,0% выявлена у 20 гибридов из 47 (рис. 3, 4).

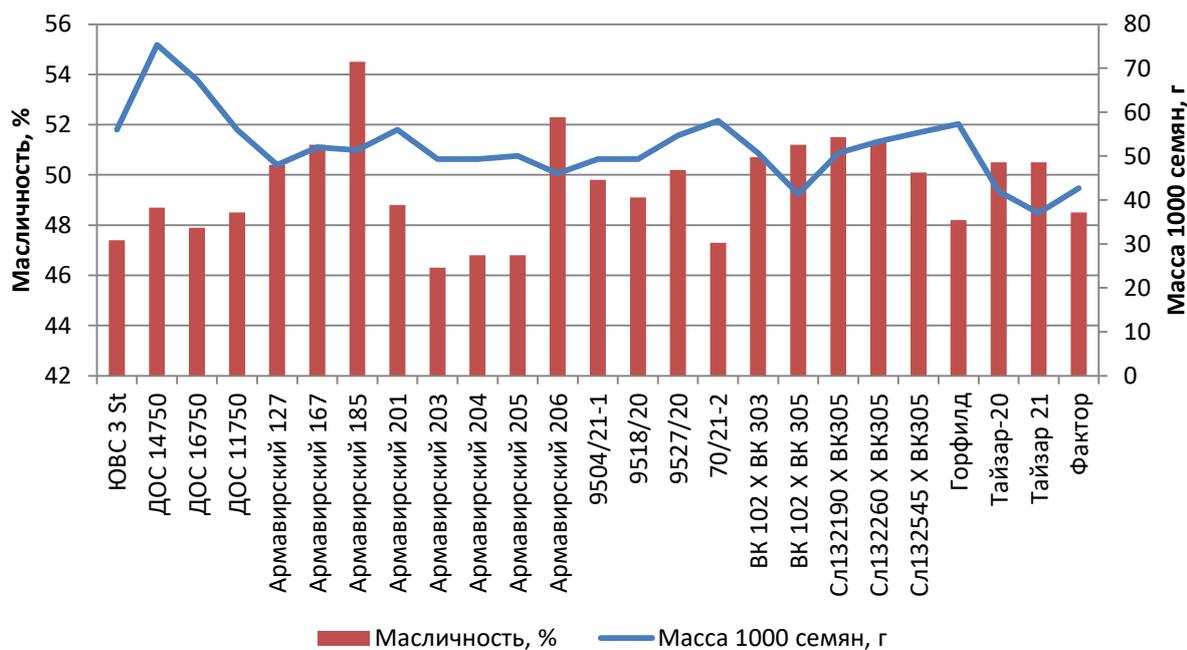


Рисунок 4. Масса 1000 семян и масличность экспериментальных гибридов подсолнечника селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2022 г.

Сравнивая средние показатели урожайности маслосемян, масличности, массы 1000 гибридов селекции ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Вотока» и ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК можно отметить, что гибриды нашей селекции не уступают гибридам инорайнной селекции по урожайности масличности и превосходят по массе 1000 семян.

Натура гибридов подсолнечника в 2022 г. изменялась от 381,3 – 475,0 г/л. Незначительная изменчивость признака подтверждается невысоким коэффициентом вариации (таблица 1). Достоверное отличие на 5% уровне ($НСР_{05} = 10,4$) относительно стандарта ЮВС 3 с натурой 414,3 г/л выявлено у 24 гибридов. Самая высокая натура выявлена у гибридов 9504/21-1 и Сл13 2545×ВК 305 470,7 и 475,0 г/л, соответственно.

Закключение. Таким образом, в условиях 2022 г. урожайность выше 3,0 т/га и масличность более 50,0% установлена у следующих экспериментальных гибридов ПГ 32×966, ПГ 16 ор.×966, ПГ 16 ор.×50 Ч. Урожайность выше 3,0 т/га и масса 1000 семян выше 60,0 г зафиксированы у гибридов: ПГ 15 ор.×АТИ, ПГ 16 ор.×50 Ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочковой А.Д., Хатнянский В.И., Камардин В.А. Типы гибридов подсолнечника и особенности их использования в условиях Российской Федерации // Масличные культуры. 2019. – Вып 1. – С. 110-123.
2. Доспехов Б. А. Методика опытного дела / Б. А. Доспехов. – М., 1985 – 351 с.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин - М: Высшая школа, - 1990.– 352 с.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 2019. – 84 с.
5. Fick G.N. Breeding and Genetics // Sunflower Science and Technology / Carter J.F. (Ed.). – Madison, Wisconsin, USA. 1978. – P. 279-338
6. Estrada E., Varquez M., Moreno D., Bravo S., Amores J., Roman G., Dodds J., Romano A., Bergada P., Sala C. Sunflower seed production: past, present and perspectives // Proc. of 1 th Intern. Sunfl. Conf., Argentina, Mar del Plata, 2012. – P. 52-60.
7. Zapata C.E., Paniaqua E.S., Villarreal Q.V. Characterization and evaluation per se of low plant sunflower lines in Mexico // Proc. of 1th Intern. Sunfl. Conf., Pisa, Italy, September–11, 1992. – V. 2. – P. 1030-1034.
8. Fernandez E.J., Soto E. The present status and prospects for sunflower in Venezuela // Helia. – 1988. – V. 21. – No 29. – P. 137–144.
9. Fernandez E.J., Rincon C.A. Potentialities and limitations of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Venezuela // Proc. of the Intern. Sunfl. Conf., Pisa, Italy, September –11, 1992. – P. 146–152.
10. Ehdaie B. Evaluation and comparison of 14 varieties of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under semi-arid conditions // Proc. of the Intern. Sunfl. Conf., Bucharest, Romania, 22–24 July, 1974. – P. 485–490.

Научная статья

УДК 635.638:631.524.84 (470.32)

С.А. Гусева, Д.П. Волков, О.С. Носко

ФГБНУ РосНИИСК «Россорго», г.Саратов, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОТИПОВ МЕЛКОСЕМЯННОЙ ЧЕЧЕВИЦЫ ПО ФЕНОЛОГИЧЕСКИМ И МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассмотрены результаты изучения коллекционных генотипов мелкосемянной чечевицы по фенологическим и морфометрическим признакам с целью выявления ценных форм с их последующим включением в селекционный процесс. Выявлены генотипы, которые характеризовались наиболее короткими периодами от всходов до цветения и полной спелости: к-3009 (Иордания), к-2754 (Индия), к-316, Орловская краснозёрная (Россия), к-3045 (Сирия). У генотипов к-2800, к-1894, к-2365 были установлены высокие показатели высоты растений и прикрепления нижнего боба. Данные формы будут включены в дальнейшую селекционную работу как доноры полезных признаков. В условиях 2023 г. выявили сильную положительную взаимосвязь между высотой растений и высотой прикрепления нижнего боба.

Ключевые слова: чечевица мелкосемянная, межфазный период, генотип, сортообразец, высота растений, высота прикрепления нижнего боба, коэффициент корреляции

STUDYING GENOTYPES OF SMALL-SEED LENTILS BY PHENOLOGICAL AND MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV REGION

S.A. Guseva, D.P. Volkov, O.S. Nosko

Annotation. The article discusses the results of studying collection genotypes of small-seeded lentils according to phenological and morphometric characteristics in order to identify valuable forms with their subsequent inclusion in the breeding process. Genotypes were identified that were characterized by the shortest periods from germination to flowering and full ripeness: k-3009 (Jordan), k-2754 (India), k-316, Oryol red grain (Russia), k-3045 (Syria).

In genotypes k-2800, k-1894, k-2365, high levels of plant height and lower pod attachment were established. These forms will be included in further breeding work as donors of useful traits.

Under 2023 conditions, a strong positive relationship was found between plant height and the height of attachment of the lower bean.

Keywords: small-seeded lentil, interphase period, genotype, variety accession, plant height, height of attachment of the lower bean, correlation coefficient

Независимо от происхождения, размера и окраски семян, чечевица является продуктом с повышенным содержанием протеинов (более 45%), крахмала (около 47%). Семена этой культуры содержат мало жира и натрия, но много калия (соотношение этих двух элементов составляет 1:30). То есть чечевица является диетическим продуктом. Также по сравнению с другими зернобобовыми культурами у чечевицы выявлена низкая активность ингибиторов трипсина, а при термообработке их содержание снижается. Считается, что чечевица не накапливает нитраты, радионуклиды и может считаться экологически чистым продуктом [1, 2].

Чечевица – одна из древнейших культур. Предполагается, что ее возделывали еще 5000 лет до н.э. Об этом свидетельствуют упоминания о ней в литературных памятниках на санскрите (Индия) и в Библии. В Индии и Пакистане она является основным продуктом питания для бедных слоев населения, а в странах Европы и США чечевица пользуется

высоким спросом в дорогих ресторанах, где из нее готовят изысканные блюда. В России из нее готовили первые блюда, каши, а перемолотые семена добавляли в хлеб. Основным экспортёром этой культуры Россия была в начале XX в., затем ее посевы резко сократились и до настоящего времени остаются достаточно низкими.

Основная причина сложившегося положения - отсутствие интереса к возделыванию культуры у российских производителей сельхозпродукции из-за несовершенства большинства существующих сортов. К числу их главных недостатков специалисты относят низкую, нестабильную

урожайность и недостаточную технологичность [2, 3].

Высота растений является одним из значимых признаков в аспекте устойчивости к полеганию. Существует мнение, что растения, имеющие среднюю высоту и эректоидный габитус более устойчивы к полеганию. С другой стороны считается, что высота растений тесно связана с числом бобов на растении и, следовательно, урожайностью. Высокое прикрепление нижних бобов позволяет уменьшить потери семян нижнего яруса при механизированной уборке [3, 4, 5]. Целью нашей работы являлось изучение высоты растений и высоты прикрепления нижнего боба, а также выявления раннеспелых генотипов, способных достигнуть максимальной спелости до критических погодных условий.

Материал и методика. В изучении в 2023 году находились 26 сортообразцов и 2 стандарта мелкосемянной чечевицы (таблица 1).

Таблица 1 - Происхождение исследуемых образцов коллекции чечевицы

Номер ВИР	Наименование	Страна происхождения
стандарт	Пикантная	Россия
к-1288	местная	Аравия
к-1850	Рисовая	Армения
к-390	местная	Афганистан
к-340	б/н	Болгария

к-2800	11-3146 FROLOSCH	Венгрия
к-1894	б/н	Германия
к-1978	СТ-31	Индия
к-2754	ILL-4515	Индия
к-3009	ILL 5582	Иордания
к-2836	89 LPR-122	Канада
к-2837	PR 86-360	Канада
к-2838	FVR 9-4	Канада
к-2839	FRENCHGREEN	Канада
к-2840	LAIRD	Канада
к-2841	FVR-G	Канада
к-2847	ESUR-362	Канада
-	Орловская краснозерная	Россия
к-291	Камышловская	Россия
к-316	б/н	Россия
к-3045	IG 140508	Сирия
стандарт	Рубиновая	Россия
к-2872	б/н	США
к-3085	Светлица	Украина
к-824	б/н	Швеция
к-1073	б/н	Швеция
к-2365	б/н	Швеция
к-1964	местная	Эфиопия

Исследования проводили в селекционном севообороте ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6].

Морфометрические измерения и наблюдения проводили в течение всего вегетационного периода. При фенологических наблюдениях отмечали дату посева, всходы, цветение, техническую спелость бобов.

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена по методике в обработке Б.А.Доспехова с помощью программ Excel и «AGROS 2.09» [7].

Результаты исследований. При изучении коллекционных образцов не было выявлено неполегаемых генотипов, независимо от длины стебля.

Период от всходов до цветения варьировал от 31 (к-3009) до 50 (к-824) суток. У 13 сортообразцов (46,4%) данный показатель не превышал 39 суток, остальные имели более длительный межфазный период (таблица 2, рисунок 1). Генотипы, наиболее быстро проходящие критические фазы развития, представляют интерес для дальнейшей селекционной работы на раннеспелость. Средний показатель межфазного периода «всходы-цветение» по опыту составил 41,03 суток, коэффициент вариации – 11,44% (средняя степень варьирования) (таблица 4).

Таблица 2 – Вегетационный период и морфометрические параметры сортообразцов мелкосемянной чечевицы коллекции ВИР, 2023 г.

Номер ВИР	Полное цветение, сутки	Полное созревание, сутки	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см
стандарт	42	87	32,8	12,5
к-1288	35	87	40,3	14,4
к-1850	39	87	25,7	14,6
к-390	39	87	35,9	18,2
к-340	39	87	43,8	19,2
к-2800	42	87	42,6	22,2
к-1894	46	94	41,2	24,6
к-1978	46	87	39,7	18,8
к-2754	35	81	26,4	12,4
к-3009	31	81	29,8	11,3

Номер ВИР	Полное цветение, сутки	Полное созревание, сутки	Высота растений, см	Высота прикрепления нижнего боба, см
к-2836	39	87	37,0	17,4
к-2837	39	87	36,6	18,2
к-2838	39	91	33,4	16,2
к-2839	42	94	41,4	19,5
к-2840	42	94	39,0	20,0
к-2841	42	94	36,6	15,9
к-2847	39	87	35,9	14,4
-	35	81	35,6	17,8
к-291	46	94	36,7	18,6
к-316	35	81	38,4	17,6
к-3045	35	81	32,6	12,6
стандарт	42	87	34,0	16,6
к-2872	46	94	42,4	19,6
к-3085	46	94	38,4	16,3
к-824	50	94	39,6	21,1
к-1073	46	94	42,3	19,1
к-2365	46	94	40,0	20,5
к-1964	46	87	28,6	13,6
\bar{x}	41,03	88,57	36,7	17,25
V, %	11,44	5,40	13,24	18,65
As	-0,98*	-0,22ns	-0,74ns	0,02ns
Ex	1,04*	-1,13*	0,03ns	-0,28ns
F	-	-	8,84*	6,19*
HCP₀₅	-	-	4,56	3,71

Примечание: *- значимо на 5% уровне (здесь и далее)

По показателям периода от всходов до полной спелости изучаемые коллекционные генотипы в условиях 2022 года относились к среднеспелой (81-90 суток) и позднеспелой (91-100 суток) группам спелости (рисунок 2). Среднеспелая группа составляет 60,71% (17 сортообразцов, в том числе стандарты Пикантная и Рубиновая), а остальные - позднеспелая. Варьирование признака составило 5,40% (слабое варьирование). Перспективные среднеспелые сортообразцы будут включены в дальнейший селекционный процесс. Также выявлены генотипы, которые характеризовались наиболее короткими периодами от всходов до цветения и полной спелости: к-3009 (Иордания), к-2754 (Индия), к-316, Орловская краснозёрная (Россия), к-3045 (Сирия).

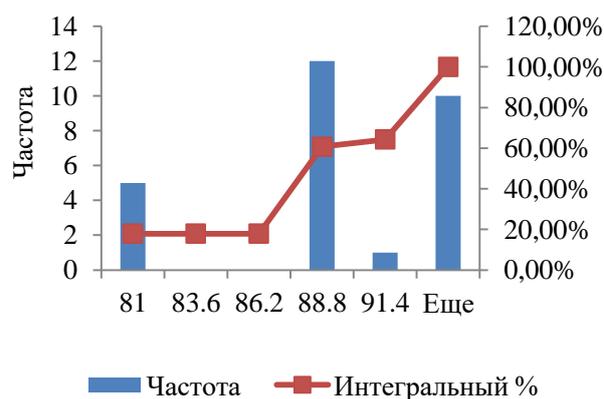
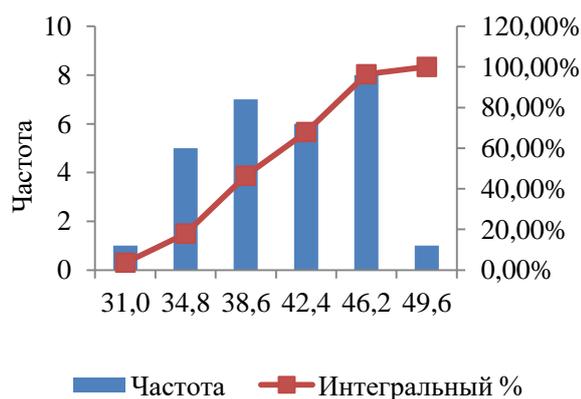


Рисунок 1 - Распределение образцов мелкосемянной чечевицы по межфазному периоду «всходы-цветение»

Рисунок 2 - Распределение образцов мелкосемянной чечевицы по межфазному периоду «всходы-полная спелость»

Результаты однофакторного дисперсионного анализа морфометрических признаков показал, что изучаемые формы имели значимые различия между собой. Высота растений сортообразцов мелкосемянной чечевицы варьировала от 25,7 (к-1850) до 43,8 (к-340) см. Степень варьирования признака средняя ($V=13,24\%$). Высота растений 20 генотипов составляла менее 40 см (71,43%) и лишь четырёх не превышала 30 см (14,28%). Сортообразцы к-1288, к-340, к-

2800, к-1894, к-2839, к-2872, к-1073, к-2365 демонстрировали высоту 40 см и более.

Высота прикрепления нижнего боба изменялась от 11,3 до 24,6 см. У 8 сортообразцов (28,57%) показатель признака составил менее 15 см, у 16 генотипов (57,14%) – 15...20,0 см. Четыре образца: к-2800, к-1894, к-824, к-2365 (14,29%) характеризовались очень высоким прикреплением нижнего боба (>20 см), что превысило показатели у стандартов. У генотипов к-2800, к-1894, к-2365 выявили высокие показатели высоты растений и прикрепления нижнего боба. Данные формы будут включены в дальнейшую селекционную работу как доноры полезных признаков.

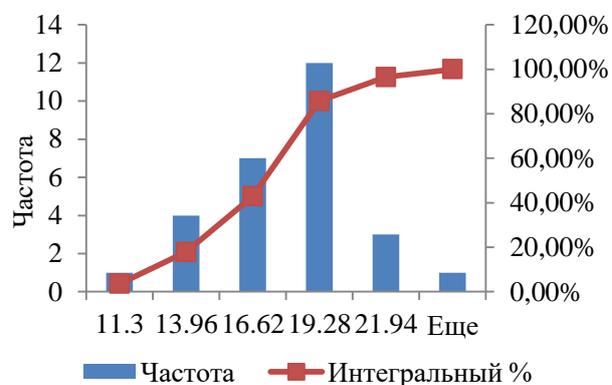
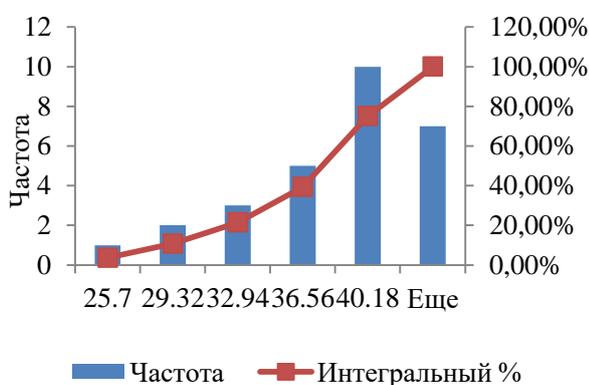


Рисунок 3 - Распределение образцов мелкосемянной чечевицы по высоте растений

Рисунок 4 - Распределение образцов мелкосемянной чечевицы по высоте прикрепления нижнего боба

Для определения взаимосвязи между признаками в различных условиях окружающей среды используют корреляционный анализ, а также расчёт корреляционного отношения. И если один в значимой степени зависит от другого, то по изменению одного значения можно предположить об изменении другого [8]. При равенстве коэффициента корреляции и корреляционного отношения связь между признаками считается линейной. При изучении взаимной вариации между высотой растений и высотой прикрепления нижнего боба у сортообразцов мелкосемянной чечевицы была выявлена сильная положительная взаимосвязь: $r=\eta=0,96\pm 0,05$. Значимость коэффициента

корреляции рассчитывали по формуле $r\sqrt{n} - 2/\sqrt{1-r^2} = 17,48$. Теоретическое значение t-критерия Стьюдента для степени свободы при $df=26$ и $p=0,05$ равно $2,06 < 17,48$.

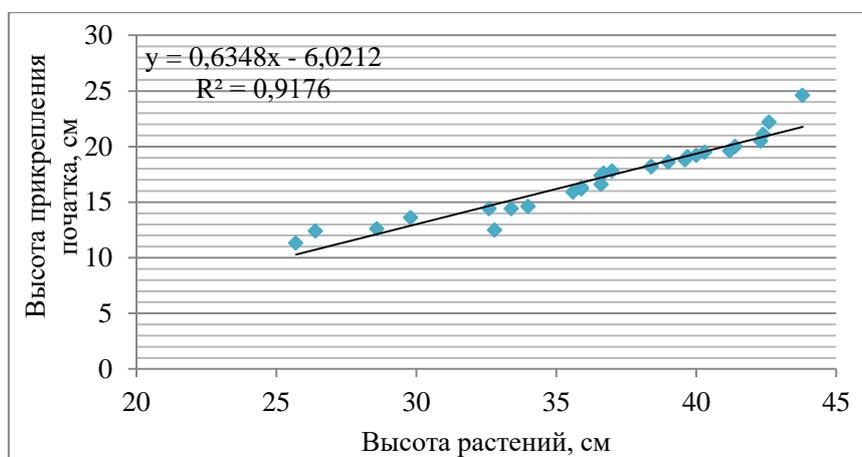


Рисунок 5 - График линейной корреляции высоты растений и высоты прикрепления нижнего боба, 2023 г.

Заключение. Выявлены генотипы, которые характеризовались наиболее короткими периодами от всходов до цветения и полной спелости: к-3009, к-2754, к-316, Орловская краснозёрная, к-3045.

У генотипов к-2800, к-1894, к-2365 выявили высокие показатели высоты растений и прикрепления нижнего боба. Данные формы будут включены в дальнейшую селекционную работу как доноры полезных признаков.

Между высотой растений и высотой прикрепления нижнего боба у сортообразцов мелкосемянной чечевицы в условиях 2023 г. была выявлена сильная положительная взаимосвязь: $r=0,96 \pm 0,05$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Истамова Ф.М. Лечебные свойства чечевицы // Биология и интегративная медицина. 2017. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/lechebnye-svoystva-chechevitsy> (дата обращения: 29.10.2023).
2. Леонтьев В.М. Чечевица Л.: Колос, 1966. – 178 с.

3. Вернер А. В. Влияние погодно-климатических условий на возделывание чечевицы при различных технологиях посева и способах обработки // Молодой ученый. 2019. № 40 (278). С. 185-188. URL: <https://moluch.ru/archive/278/62769/> (дата обращения: 29.10.2023).
4. Д. Шпаар. Зернобобовые культуры. ИД ООО «ДЛВ Агродело», Москва, *Зернобобовые культуры* 2014 г. с.272
5. К. Аринов, К. Мусынов, Н. Шестакова, Н. Серекпаев, А. Апушев. Растениеводство. Астана – 2016 г. с. 584.
6. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под общ. ред. председателя Госкомиссии по испытанию с.-х. культур при МСХ СССР, доктора с.-х. наук М.А.Федина. Москва : 1983. выпуск третий. 263 с.
7. *Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 2011. 290 с.*
8. Ильин В.П. Методические особенности применения статистических непараметрических методов в анализе медико-биологических данных // Бюлл. ВСНЦ СО РАМН. 2011. № 5 (81). С. 157-160.

© Гусева С.А., Волков Д.П., Носко О.С., 2023

Научная статья

УДК 631.58

К.С. Данилов, А.И. Волков, А.С. Степанов

Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, Россия

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы внедрения цифровых технологий в агропромышленный комплекс Республики Марий Эл. Техническая модернизация в передовых сельхозпредприятиях региона

предполагает освоение инновационных электронных технологий, способствующих снижению себестоимости производимой растениеводческой продукции.

Ключевые слова: внедрение, цифровые технологии, агропромышленный комплекс, техническая модернизация, Республика Марий Эл.

K.S. Danilov, A.I. Volkov, A.S. Stepanov

Mari State University, Yoshkar-Ola, Russia

IMPLEMENTATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES INTO THE AGRICULTURAL COMPLEX OF THE REPUBLIC OF MARI EL

Annotation. The article discusses the issues of introducing digital technologies into the agro-industrial complex of the Republic of Mari El. Technical modernization in the region's leading agricultural enterprises involves the development of innovative electronic technologies that help reduce the cost of crop production.

Keywords: implementation, digital technologies, agro-industrial complex, technical modernization, Republic of Mari El.

Сельское хозяйство в Республике Марий Эл в настоящее время является второй по значимости отраслью экономики. Широко известны за пределами не только республики, но и Волго-Вятского региона, такие сельхозпредприятия как птицефабрика «Акашевская», агрохолдинг «Йола», мясокомбинат «Звениговский», племзавод «Семеновский» и др. Преобладающим направлением в них является животноводство, а именно птицеводство, свиноводство и разведение крупного рогатого скота. Однако, формирование стабильной кормовой базы в животноводстве невозможно без научно-обоснованного выращивания полевых и кормовых культур. Агроклиматические условия большей части региона не способствуют возделыванию широкого спектра культурных растений, поэтому основной упор аграриев направлен на

техническую модернизацию машинно-тракторного парка и внедрение цифровых технологий, способствующих снижению себестоимости произведенной продукции [1-6].

Сегодня отечественное машиностроение предоставляет агропромышленному комплексу большое разнообразие современной техники, презентуя ее на различного рода выставочных мероприятиях. Приоритетным направлением технической модернизации сельхозмашин является дополнение тракторов, зерно- и кормоуборочных комбайнов smart-технологиями. Так, по достоверным аналитическим данным, только за 2022 год машинно-тракторный парк отечественных аграриев пополнился более чем на пятьдесят тысяч единиц современной техники, способной выполнять поставленные задачи даже в неблагоприятных погодно-климатических условиях. Особой популярностью у сельхозтоваропроизводителей пользуются интеллектуальные зерноуборочные комбайны, работающие в режиме многозадачности и дистанционного управления [7-13].

Цель работы – изучить возможность внедрения цифровых технологий в агропромышленный комплекс Республики Марий Эл.

В настоящее время все большую востребованность во многих странах мира приобретают автономные технические средства. Россия не остается в стороне и активно участвует в разработке данных новшеств. Так, отечественная компания Cognitive Pilot последние несколько лет активно продвигает на внутреннем рынке беспилотные комбайны. По подсчетам специалистов данной фирмы, массовое внедрение автономных комбайнов позволит уменьшить себестоимость зерна минимум на 5 % за счет экономии эксплуатационных затрат [11].

Ведущие предприятия республики сегодня активно комплектуют свои технические средства глобальными позиционными системами, такими как GPS или GLONAS. Это позволяет снизить стоимость растениеводческой продукции на 2-4 %. К тому же, данные цифровые технологии позволяют своевременно устранять возникающие информационные пробелы. Одна из инициатив от

Минсельхоза России, направленная на материальное стимулирование для развития цифрового учета процесса работы тракторов с соответствующим сельхозоборудованием, является сильным мотивирующим фактором для дальнейшего развития цифровизации в республике.

Другой агротехнологической необходимостью является применение в производственном процессе всевозможных датчиков и сенсоров. Широком спросом в земледелии региона пользуются следующие оригинальные системы:

Greenseeker – предназначена для измерения вегетационного индекса, что позволяет рассчитать необходимое количество удобрений.

MiniVeg N – на основе лазерной флюоресценции выявление заболеваемости культурных растений.

N-Sensor – измеряет количество хлорофилла в зеленых листьях.

Crop-Sensor – проводит измерения сопротивляемости растений, помогает рассчитать их массу и количества.

IoT платформа – осуществляет мониторинг за передачей актуальной информации от сенсоров и датчиков к агростанциям.

Внедрение в сельскохозяйственное производство описанных выше программных решений позволяет агропредприятиям республики осуществлять пооперационный контроль и внедрять систему автоматизации при мониторинге в режиме реального времени работы тракторов и комбайнов; регулировать условия и оптимизировать факторы определяющие сохранность сельскохозяйственной продукции при длительном хранении; контролировать поведение и состояние сельскохозяйственных животных на молочно-товарных фермах. Все это снижает объемы тяжелого ручного труда и уменьшает влияние человеческого фактора на процесс агропроизводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артизанов, А.В. Обеспеченность аграрного производства сельскохозяйственными машинами и агрегатами / А.В. Артизанов, О.В. Фаттахова, А.И. Волков // Актуальные вопросы совершенствования технологии

производства и переработки продукции сельского хозяйства. – 2020. – № 22. – С. 541-544.

2. Богданов, К.В. Роль роботизации в подготовке специалистов аграрной направленности / К.В. Богданов, О.В. Фаттахова, А.И. Волков // Шаг в науку. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет; АЛЕФ, 2021. – С. 466-469.

3. Волков, А.И. Анализ технологий возделывания полевых культур в условиях Чувашии / А.И. Волков, Л.Н. Прохорова // Аграрная Россия. – 2019. – № 2. – С. 3-7.

4. Волков, А.И. Интеллектуальные технологии для механизации сельскохозяйственного производства / А.И. Волков, Д.В. Залеский, К.С. Данилов // Перспективы развития механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2022. – С. 51-54.

5. Волков, А.И. Качественное аграрное образование для успешного развития Республики Марий Эл / А.И. Волков, И.В. Киндулкин, К.С. Родионов // Развитие социально-экономического, научно-технологического потенциала регионов как фактор укрепления позиции России в современном мире. – Абакан: Хакасское кн. Изд-во им. В.М. Торосова, 2023. – С. 191-195.

6. Волков, А.И. Цифровые технологии в профессиональной деятельности агроинженера / А.И. Волков, О.В. Фаттахова, К.В. Богданов // Шаг в науку. – Грозный: Чеченский государственный педагогический университет; АЛЕФ, 2021. – С. 475-478.

7. Волков, А. И. No-till в биоагроценозах: актуальность, технические средства и перспективы внедрения / А. И. Волков, Л. Н. Прохорова. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2020. – 152 с.

8. Данилов, К.С. Агротехнические характеристики современных ротационных косилок / К.С. Данилов, И.В. Киндулкин, А. И. Волков // Студенческая наука – первый шаг в академическую науку.– Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – Часть 3. – С. 694-697.

9. Иванов, Д.А. Компьютерные программы для автоматизации трудоемких процессов в животноводстве / Д.А. Иванов, А.И. Волков, Л.Н. Прохорова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – Йошкар-Ола: Марийский государственный университет, 2022. – С. 597-599.
10. Кондратьева, О.В. Внедрение цифровых технологий в сфере сельского хозяйства / О.В. Кондратьева, О.В. Слинко // От модернизации к опережающему развитию: обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства АПК. – 2022. – С. 24-26.
11. Лучшие практики использования информационных технологий в АПК / Кондратьева [и др.]. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023. – 84 с0.
12. Сидоров, О.О. Производство и потребление картофеля в Приволжском федеральном округе / О.О. Сидоров, И.В. Киндулкин, А.И. Волков // Перспективные технологии и инновации в АПК в условиях цифровизации. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 172-173.
13. Чибисова, И.С. Применение информационных технологий в сельском хозяйстве России / И.С. Чибисова // Эпоха науки. – 2018. – № 13. – С. 92-96.

© Данилов К.С., Волков А.И., Степанов А.С., 2023

Научная статья

УДК 635.656.631.527.631.53

К. Е. Денисов, Е. С. Макарова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, г. Саратов, Россия.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СОРТОВ ОЗИМОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье представлен результат изучения семи сортообразцов озимой твердой пшеницы за период 2022-2023 гг. в условиях Левобережья Саратовской области. На основании полученных данных были выделены наиболее высокоурожайные сортообразцы озимой твердой пшеницы, которые могут быть внедрены в производство.

Ключевые слова: озимая твердая пшеница, сорта, урожайность, масса 1000 семян, высота растений.

K.E. Denisov, E.S. Makarova

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

RESULTS OF STUDYING VARIETIES OF WINTER DURUM WHEAT UNDER THE LEFT BANK REGION OF THE SARATOV REGION

Annotation. The article presents the result of a study of seven varieties of winter durum wheat for the period 2022-2023 in the conditions of the Left Bank of the Saratov region. Based on the data obtained, the highest-yielding varieties of winter durum wheat were identified, which can be introduced into production.

Keywords: winter durum wheat, varieties, yield, weight of 1000 seeds, plant height.

Главная зерновая колосовая культура в нашем регионе - озимая пшеница. Самая важная и трудная задача сельского хозяйства – обеспечить устойчивый рост урожая и сдачу зерна, что доказывает необходимость использования в посевах новых, районированных, зимостойких, высокопродуктивных и устойчивых к различным неблагоприятным факторам нашего региона сортов озимой твёрдой пшеницы [7].

Озимая твердая пшеница распространена по всему миру во многих развивающихся странах, которые применяют её для изготовления макаронных изделий, кускуса, булгура, а также фрике [3, 7].

Современные сорта твердой пшеницы стали более конкурентоспособными по отношению к мягким сортам, так как их отличает устойчивость к различным болезням, высокая потенциальная урожайность, карликовость и широкая адаптация. Также диспаритет цен варьируется в пользу дурума, цена которого на 18 – 20 % выше, чем у мягкой пшеницы. Однако производительность этих сортов в различных условиях произрастания зависит, от их способности противостоять как биотическим, так и абиотическим проблемам [3].

Величина и качество урожая на 70-80 % зависит от погодных условий, и получить высококачественное зерно можно при условии использования районированных сортов включённых в Госреестр [2]. Как известно, степное Поволжье характеризуется контрастностью погодных условий, периодически наблюдаются как засушливые, так и острозасушливые годы [5].

По данным полученных с госсортоучастков филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Саратовской области, за последние 30 лет в среднем урожайность твердой пшеницы озимого типа развития составила 1,9 т/га. При рассмотрении данных, было выявлено, что наибольшее значение на продуктивность растений оказали контрастность лет по погодным условиям. За указанный выше период урожайность этой культуры изменялась от 0,7 т/га в 1993 г. до 4,48 т/га в 2023 г. [6]. И это говорит о том, как далеко селекция озимой пшеницы «шагнула вперёд».

Целью любого научного изучения является не только всестороннее исследование объекта или явления, но и его достоверность. Всё это должно проводиться на базе разработанных в науке научных убеждений и методов самого познания и что немало важно, эти результаты должны быть полезны для общества и иметь возможность внедрения в производство.

В связи с этим целью данного исследования стало выявление и оценка наиболее высокоурожайных сортообразцов озимой твердой пшеницы в условиях Левобережья Саратовской области.

Исследования проводились в 2022 - 2023 годах на опытных полях Пугачёвского госсортоучатка (ГСУ) филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Саратовской области.

Объектами исследования послужили шесть новых сортообразцов озимой твёрдой пшеницы в сравнении с районированным в 2015 году сортом Ониск селекции ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской».

Была проведена статистическая обработка результатов исследований методом дисперсионного анализа и оценка существенности различий - по величине наименьшей существенной разницы (НСР05) [1]. При проведении опытов соблюдалась зональная технология возделывания культуры. Расположение вариантов рендамезированное, площадь делянки 25 м².

При изучении сортообразцов проводили измерение длины стебля и учитывали устойчивость к полеганию, по величине наклона стебля растения по пяти бальной системе [1, 7]: неполегающие – балл 5; полёгшие, но выпрямившиеся и полёгшие в слабой степени – балл 4; со средней степенью полегания – балл 3; сильно полёгшие, затрудняющие механизированную уборку – балл 2; сильно полегшие задолго до уборки и не пригодные к механизированной уборке – балл 0.

Высота растений и устойчивость к полеганию изучаемых сортообразцов представлена в Таблице 1.

Таблица 1 – Высота растений и устойчивость к полеганию сортов образцов озимой твердой пшеницы на Пугачевском ГСУ

Варианты	Высота растений в 2022 г., см	Устойчивость к полеганию в 2022 г., балл	Высота растений в 2023 г., см	Устойчивость к полеганию в 2023 г., балл	Средняя высота растений за 2 года, см	Средняя устойчивость растений к полеганию за 2 года, балл
St. Оникс	80	5	77	5	79	5
Белка	87	5	73	5	80	5
Бэлла	82	5	79	5	81	5
Придонье	88	3	74	3	81	3
Хризолит	78	5	76	5	77	5
Цель	78	5	85	5	82	5
Эллада	87	5	72	5	80	5

В среднем за два года исследования наибольшая высота растений была отмечена у сорта Цель – 82 см, наименьшая высота наблюдалась у сорта Хризолит, которая составила – 77 см. Остальные сорта по этому показателю варьировались в пределах от 79 см до 81 см.

Оценка изучаемых сортов образцов по устойчивости к полеганию показала, что сорт Придонье со средней степенью устойчивости к полеганию стебля (3 балла), остальные сорта образцы – неполегающие (5 баллов).

Урожайность и масса 1000 зёрен сортов озимой твердой пшеницы приведена в Таблице 2.

Таблица 2 - Урожайность и масса 1000 зёрен сортов образцов озимой твердой пшеницы на Пугачёвском ГСУ

Варианты	Урожайность 2022 г., т/га	Урожайность 2023 г., т/га	Масса 1000 зёрен 2022 г., г	Масса 1000 зёрен 2023 г., г	Средняя урожайность за 2 года, т/га	Средняя масса 1000 зёрен за 2 года, г
St. Оникс	4,68	3,41	41,2	39,3	4,05	40,3
Белка	2,96	3,30	45,3	37,8	3,13	41,6
Бэлла	3,38	3,35	61,3	40,3	3,37	50,8

Придонье	3,60	3,17	56,4	39,9	3,39	48,2
Хризолит	2,65	3,69	58,3	40,4	3,17	49,4
Цель	3,62	3,89	53,2	42,6	3,76	47,9
Эллада	4,68	4,52	41,2	46,7	4,60	44,0
НСР ₀₅	-	-	-	-	0,93	0,5

В среднем за 2022 – 2023 гг. достоверно превысил стандарт (St. Оникс) сорт Эллада (на 13,6 %). Наименьшая урожайность отмечена у сорта у сорта Белка – 3,13 т/га. Остальные сорта уступили стандарту, их урожайность варьировалась в пределах от 3,17 т/га до 3,76 т/га.

На Рисунке 1 представлена урожайность сортообразцов озимой твёрдой пшеницы на Пугачёвском ГСУ.

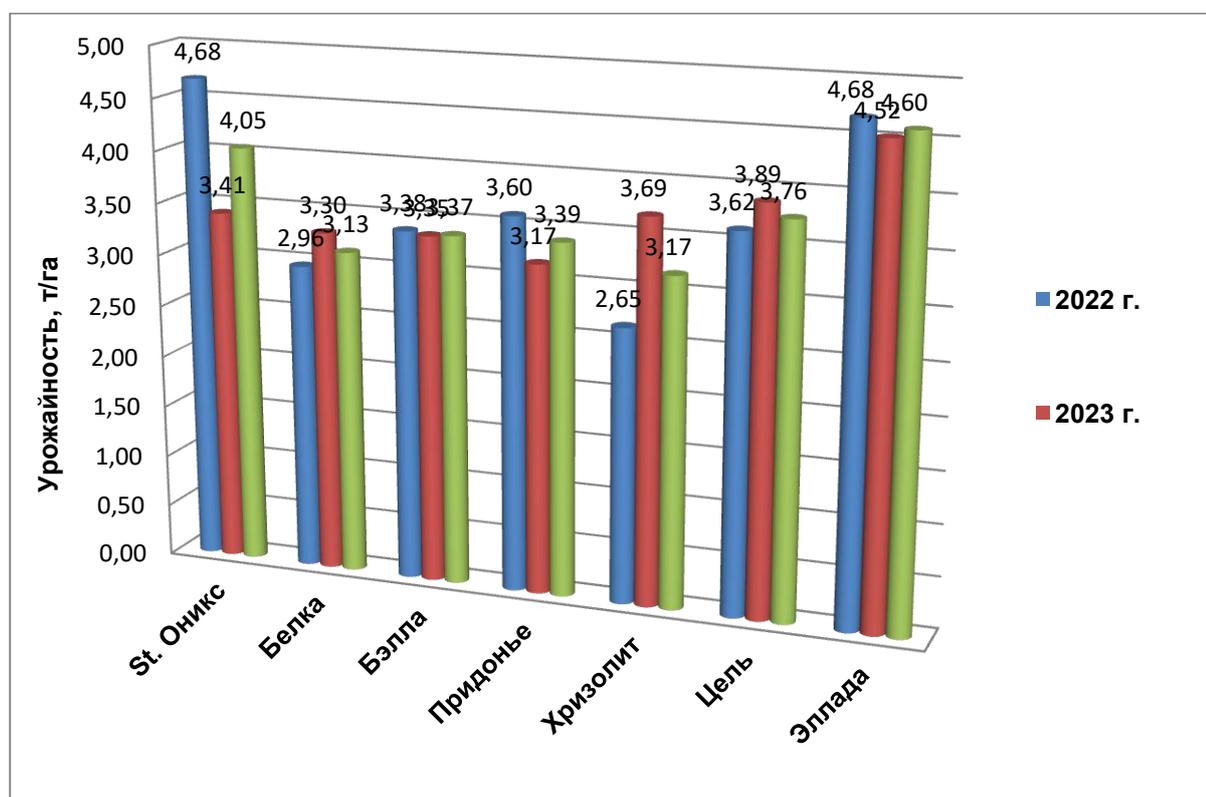


Рисунок 1 – Урожайность сортообразцов твёрдой озимой пшеницы на Пугачёвском ГСУ

По массе 1000 зёрен в среднем за два года изучения наибольший данный показатель был отмечен у сорта Белла 50,8 г., наименьшая масса 1000 зёрен обнаружена у стандартного сорта Оникс. У остальных сортообразцов этот показатель составил соответственно 49,4 и 41,6 г.

В результате изучения семи сортообразцов озимой твердой пшеницы за период 2022-2023 гг. в условиях Левобережья Саратовской области можно выделить сорт Эллада он достоверно превысил стандарт, его урожайность составила 4,60 т/га. По массе 1000 зёрен все новые сорта значительно превысили St. Оникс. По длине стебля достоверно превысил стандартный сорт Оникс сорт Цель – 82 см. У остальных сортообразцов высота стебля отмечена чуть выше стандарта 80 – 81 см, кроме сорта Хризолит длина стебля которого составила 77 см. Все изученные сортообразцы показали высокую устойчивость к полеганию и пригодность к механизированной уборке, кроме сорта Придонье со средней степенью устойчивости к полеганию стебля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов // Изд. 5-е., перераб. и доп. М.: Альянс, 2014. 351 с. : ил. – Библиогр.: с. 30-51.
2. Дубовик, Д. В. Влияние климатических условий года на урожайность озимой пшеницы / Д. В. Дубовик, Д. Ю. Виноградов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. - № 7 – С. 46 - 47. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-klimaticheskikh-usloviy-goda-na-urozhaynost-ozimoy-pshenitsy/viewer> (дата обращения: 18.10.2023).
3. Медведева, А. Твердая пшеница – исторический экскурс и современное производство // Статья защита растений. Сетевое издание Agro XXI: [сайт]. – 2022. – 12 мая. – URL: <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/tverdaja-pshenica-istoricheskii-yekskurs-i-sovremennoe-proizvodstvo.html> (дата обращения: 18.10.2023).
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск первый. Общая часть [Текст] // Под ред.: М. А. Федина. 1985. – 268 с. – Библиогр.: с. 129-130.

5. Научно полевой роман. К 110-летию НИИСХ Юго-Востока: очерки, интервью, воспоминания [Текст] / Авт.-сост. В.В. Рязанов. – Саратов, 2021. 448 с. : ил.: 25 см. – Библиогр.: с. 251 - 417. – 500 экз. ISBN 978-5-6047024-3-7.
6. Отчет о основных показателях испытываемых сортов (ф. № 119) за 1993 - 2023 год [Текст] : отчет о НИР (заключ.). – 109 с.
7. Садыгова, М. К. Технологический потенциал зерна яровой твердой пшеницы саратовской селекции / М. К. Садыгова, С. Н. Гапонов, Г. И. Шутарева // Том 51. – № 4 – С. 759 – 767. – [Электронный ресурс]. – УДК 63. Режим доступа: <https://naukaru.ru/ru/nauka/article/47615/view> (дата обращения: 18.10.2023).

© Денисов К. Е., Макарова Е. С., 2023

Научная статья

УДК 633.16: 676.012.43

И.В. Дудкин

ФГБОУ ВО Курский государственный аграрный университет, г. Курск, Россия

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ УРОЖАЯ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Аннотация. В статье приводятся показатели качества зерна ячменя. Указаны их оптимальные значения. Рассмотрено действие на структуру урожая ячменя и качественные показатели различных факторов: севооборота, минеральных и органических удобрений, биопрепаратов, обработки почвы.

Ключевые слова: яровой ячмень, качество зерна, структура урожая, севооборот, удобрения

I.V. Dudkin

INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON YIELD STRUCTURE AND QUALITY OF SPRING BARLEY GRAIN

Annotation. Barley grain quality indices are given in the article. Their optimum values are given. The effect of various factors on the structure of barley crop and its quality indexes is considered: crop rotation, mineral and organic fertilisers, biological preparations, tillage.

Keywords: spring barley, grain quality, crop structure, crop rotation, fertilizers

Ячмень – одна из важнейших кормовых и технических культур. Значительное количество зерна ячменя идёт на кормовые цели. Использование ячменя как компонента комбикормов способствует увеличению выхода продукции животноводства. Ячмень также ценная продовольственная культура. Зерно его широко используют для приготовления круп (ячневой и перловой), ячменного кофе, а также в хлебопекарной, кондитерской, фармацевтической, лакокрасочной, текстильной и кожевенной промышленности. Зерно ячменя – основное сырьё для пивоваренного производства [1].

Ячмень может возделываться на различные цели и это следует учитывать при формировании технологий его возделывания. Для кормовых и пищевых целей зерно ячменя должно содержать больше белка, для пивоварения – содержать больше крахмала. Наиболее подходит для пивоварения ячмень, содержащий от 8,0 до 11,5 % белковых веществ. Более высокое содержание сырого протеина в зерне затрудняет процессы соложения и приготовления пива [2].

Как уже отмечено, для пивоваренных сортов ячменя важнейшим показателем качества зерна является содержание белка. Оно согласно ГОСТ не должно превышать 12 %. Для характеристики качества пивоваренного ячменя

также имеет значение крупность и выравненность зерна, пленчатость и другие показатели.

Содержание крупного зерна – это сход с сита 2,5'20мм. Норма по ГОСТ не менее 85 % для первого и 60 % для второго классов. Крупное зерно содержит больше веществ, определяющих плотность пива, оно более равномерно замачивается, меньше греется при соложении, что уменьшает потери на рост.

В стандарте есть ограничительная норма по содержанию мелких зерен, проходящих через сито с размерами отверстий 2,2'20 мм – не более 10 %. Пленчатость зерна у сортов, рекомендуемых в список пивоваренных, соглас-

но ГОСТ 5060–86 не должна быть выше 9,0 %. При более высоком показателе снижается выход экстракта, в пиве может появиться чрезмерная горечь.

Важнейший показатель – экстрактивность ячменного зерна. Лучшие отечественные и зарубежные сорта способны обеспечить выход экстрактивных веществ в размере 80,0...81,0 %. Экстрактивные вещества образуются в основном из крахмала зерна, содержание которого обычно тем выше, чем ниже белковость [3].

Статистическая обработка опытных данных, выполненная Пасынковым А.В. и Пасынковой Е.Н. [4] позволила вывести уравнения регрессии, описывающие зависимость величины экстрактивности зерна изученных сортов ячменя от содержания сырого белка, крахмала и массы 1000 зерен. Наиболее тесно экстрактивность зерна ячменя, как при линейной, так и нелинейной зависимости, была связана с содержанием белка, менее тесно – с содержанием крахмала и массой 1000 зерен. При этом зависимость величины экстрактивности зерна сортов пивоваренного ячменя от содержания белка и массы 1000 зерен более точно описывается нелинейной связью, крахмала – линейной.

Исследования в Омской области [5] позволили утверждать о сильной достоверной положительной связи между плёнчатостью зерна ярового ячменя и содержанием белка в зерне.

Дериглазова Г.М. [6] отмечает, что наиболее значимым фактором для формирования высокого качества зерна является севооборот. Его влияние определяет 60-90 % качественных показателей. Введение в состав культур севооборота трав приводит к ухудшению качества получаемого зерна. На 55-76 % формирование качественных показателей зерна ячменя зависит от расположения посевов в рельефе, на 20-50 % - от условий погоды, на 16-35 % - от применения минеральных удобрений, на 10-18 % - от почвенного плодородия, на 5-10 % - от внесения органических удобрений.

Отмечается, что на сильно засоренных полях ячмень дает низкие урожаи, и качество зерна не достигает пивоваренного. Исследования показали, что для получения зерна на пивоваренные цели его необходимо возделывать в зернопаропропашных севооборотах на североориентированных склонах и водораздельных участках. При других сочетаниях факторов зерно не будет отвечать требованиям ГОСТ для пивоварения.

В другой работе этого автора сообщается [7], что по всем физическим показателям качества зерна ячменя, выращенное в зернопаропропашном севообороте, пригодно для пивоварения, ячмень же из зернотравяного севооборота идет только на продовольственные и кормовые цели. Обращается внимание [8], что при выращивании культуры в зернотравяном севообороте улучшить качество зерна можно путём внесения минеральных удобрений в дозе N60P60K60.

Обобщение научных материалов показало, что в Центральном Черноземье (Курская, Воронежская, Белгородская, Липецкая, Тамбовская области) основные предшественники ячменя – сахарная свекла, кукуруза на зерно и силос, подсолнечник [9].

В опытах Мордовского ГАУ [10] в качестве предшественников ячменя сравнивались чёрный и занятый пар (горох). При выращивании ячменя

по черному пару были выше такие показатели, как высота стебля, длина колоса, число зёрен в колосе, масса 1000 зёрен.

Опытные трёхлетние данные, полученные в Белгородском ГАУ [11] показали, что в зерне ячменя содержалось белка от 9 до 12,1%, причем этот показатель не зависел от севооборотов и способов основной обработки и изменялся в зависимости от дозы удобрений.

Проведенные в Кабардино-Балкарии [12] исследования позволили установить, что как у озимых, так и у яровых сортов увеличение густоты посева с 450 до 550 семян/м² сопровождалось незначительным снижением крупности зерна. Экстрактивность заметно выше на фоне NPK у обеих форм ячменя. Определено, что по мере увеличения густоты посева снижалась растворимость белка солода. Установлено, что лучшее качество зерна пивоваренного ячменя и сушла отмечается при густоте стеблестоя 500 семян/м² на фоне NPK.

В опытах Брянской ГСХА [13] выявлено, что физические показатели качества зерна слабо зависят от технологии возделывания зерновых культур на серой лесной почве с высокой гумусированностью. Достоверно снижалась масса 1000 зерен и натура зерна у яровой пшеницы и ячменя в биологической технологии по сравнению с технологиями, насыщенными агрохимическими средствами. Содержание клейковины, азота и сырого протеина снижалось при уменьшении химической нагрузки.

В условиях Орловской области [14] при применении азотных удобрений у ярового ячменя повышались масса 1000 зерен, содержание белка в зерне, натура зерна, выровненность.

В опытах Федюшкина А.В. и др. [15] внесение минеральных удобрений приводит к увеличению содержания белка в зерне ярового ячменя по вариантам опыта. Максимальное значение в обоих севооборотах получено при внесении N30P60, что повышает содержание белка в зерне до 12,56 – 12,87%. При внесении полного минерального удобрения статистически достоверного повышения содержания белка не отмечено.

В условиях Калужской области [16] на показатели качества зерна ячменя и эффективность его производства значительное влияние оказывают минеральные удобрения и минимализация обработки почвы. Применение умеренных доз полного минерального удобрения обеспечивало, с одной стороны, повышение урожайности ячменя в среднем на 13,2% и содержания белка в зерне в среднем на 0,2%, с другой стороны, приводило к снижению пленчатости зерна на 0,2% и крахмалистости на 0,4–0,6%. Положительное влияние азотных удобрений на увеличение содержания белка в зерне ячменя было выше при минимальной обработке почвы. При этом виде обработки почвы наблюдалась также тенденция снижения содержания белка в зерне ячменя на 0,3% в вариантах без применения полного минерального удобрения.

Исследования в Курской области [17] показали, что при внесении гранулированных органо-минеральных удобрений локальным способом в большинстве случаев были больше, чем в других вариантах опыта высота растений, количество зёрен в колосе и продуктивная кустистость. Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что продуктивность растений ячменя определялась, главным образом, количеством зёрен в колосе.

Исследования по рассматриваемой в данном обзоре теме проведены в Татарском НИИ агрохимии и почвоведения [18]. Установлено, что применение органо-минеральной системы удобрений позволило получить прибавку урожая ярового ячменя по ярусной и чизельной обработке в объеме 0,87 и 0,63 т/га по сравнению с минеральной системой. Улучшилось и качество зерна. Содержание белка в зерне ярового ячменя при органо-минеральной системе удобрений составило 12,2-14,5%, по минеральной системе удобрений – 11,7-13,3%.

В опытах Дериглазовой Г.М. и др. [19] некорневая обработка вегетирующих растений ярового ячменя в фазу кущения микроэлементами увеличила только урожайность, а показатели качества зерна изменились незначительно.

Применение водорастворимого комплексного удобрения «Акварин 5» на посевах ячменя в дозах 1,5 и 3,0 кг/га позволило сформировать урожайность зерна 4,15 и 4,22 т/га, что превышает контроль без удобрений соответственно на 25,2 и 31,3%. По сравнению с вариантами, на которых применялся только «Акварин 5», внесение ОМУ «Свекловичное» как фона несколько увеличивало содержание белка в зерне ячменя, но при этом не превышало 12%, оставляя качество зерна на уровне пивоваренного.

Комплексное применение препарата Агростимулин для предпосевной обработки семян и опрыскивания посевов ячменя ярового увеличило урожайность зерна на 0,43-0,67 т/га, содержание белка – в среднем на 0,84 % [20]. Совместное применение Микрогумина для инокуляции семян и Агростимулина для опрыскивания посевов обеспечило дополнительный урожай в среднем 0,43 т/га, содержание белка было выше в сравнении с контролем на 0,74 %.

В условиях Волгоградской области [21] применение биологически активной добавки Терра-Сорбфолиар способствовало снижению содержания белка в зерна и отвечало требованиям пивоварения. От совместного взаимодействия биопрепаратов и минеральных удобрений снижалось содержание белка и возрастала энергия прорастания

Значительное влияние на рост, развитие сельскохозяйственных культур, структуру урожая и его качество оказывает обработка почвы. В опытах Киреева А.К. [22] кущение ячменя по плоскорезу в сравнении с отвальной вспашкой было лучше, больше образовалось продуктивных стеблей, была выше озерненность колосьев. По данным Г.И. Казакова [23] бесплужная обработка привела к повышению содержания белка, натуре зерна и силы муки.

В исследованиях, проведенных в Белгородской области [11] масса тысячи зерен на контроле и при последствии органических удобрений была выше на делянках со вспашкой – 48,5 и 48,7 против 47,4 и 47,5 – при безотвальной и 47,4 г – при мелкой обработках почвы – в плодосменном и 47,8 против 46,7 и 46,8 и 46,6 и 46,7 г – в зернопропашном севообороте (НСР05 по обработкам 0,9 г).

При применении минеральных удобрений данный показатель не зависел от способов основной обработки почвы.

Таким образом, исследования, проведенные в Центрально-Черноземной зоне и в других регионах России, показали, что технологии возделывания ярового ячменя наряду с сортом определяют основные качественные характеристики зерна этой культуры, позволяющие его использовать на те, или иные цели. Наибольшее влияние на качество зерна ячменя и структуру урожая оказывал севооборот. В числе других значимых факторов было также применение минеральных и органических удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляков И.И. Ячмень в интенсивном земледелии. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 176 с.
2. Дудкина Т.А. Влияние севооборота на урожайность и качество зерна ярового ячменя // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства / Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием и Всероссийской Школы молодых учёных. – Белгород, 2019. – С.195-200.
3. Куляев А.В., Шиповский А.К. Роль сорта ячменя ярового и приёмов агротехники в формировании урожая и его качества в условиях Тамбовской области // Вестник ТГТУ. – 2007. – Т.13. - №2Б. – С.624-629.
4. Пасынков А.В., Пасынкова Е.Н. Статистические зависимости основных показателей качества зерновых культур // Агротехника. – 2011. - №2. – С.24-40.
5. Рахметова Д.Д., Кротова Л.А. Оценка качества зерна сортов ячменя ярового в условиях лесостепи Омской области // Сборник материалов XXIII научно-технической студенческой конференции. – Омск, 2017. – С.37-40.
6. Дериглазова Г.М. Научно-практические рекомендации по возделыванию ярового ячменя в Курской области. – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2019. - 58 с.

7. Дериглазова Г.М. Сахарная свекла – лучший предшественник для получения высокой урожайности и качества ячменя // Сахарная свекла. – 2006. – № 4. – С. 29–30.
8. Дериглазова Г.М., Проценко Е.П. Урожайность и качество зерна ячменя в зависимости от типа севооборота и внесения удобрений // Достижения науки и техники АПК. – 2005. - №10. – С.38.
9. Дудкин В.М. Интенсивные свекловичные севообороты в Центрально-Черноземной зоне: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / 06.01.01 – общее земледелие. – Киев, 1986. – 36 с.
10. Радайкина Л.М., Камалихин В.Е. Влияние предшественников на структуру урожая ярового ячменя // Тенденции развития науки и образования. – 2022. - №92-14. – С.121-123.
11. Кузнецова Л.Н., Акинчин А.В. Комплекс агроприёмов как фактор почвенного плодородия. – Белгород: Изд-во Белгородского ГАУ, 2014. – 136 с.
12. Хоконова М.Б., Устова М.А. Качество зерна ячменя и солода в зависимости от приёмов агротехники // Техника и технология пищевых производств. - 2014. - № 4. – С.71-75.
13. Сорокин А.Е. Качество продукции яровых зерновых культур в зависимости от технологии их возделывания // Плодородие. – 2010. - №2(53). – С.15-16.
14. Титова Е.М., Внукова М.А., Мельник А.Ф . Агробиологические приёмы повышения урожайности и качества зерна ярового ячменя // Аграрная наука. – 2010. - №6. – С.16-17.
15. Федюшкин А.В., Парамонов А.В., Медведева В.И. Влияние систематического внесения удобрений на урожай и качество зерна ярового ячменя // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. - №4(72). – С.81-84.
16. Влияние способов обработки почвы и уровней минерального питания на урожайность и качество зерна ярового ячменя сорта Владимир в условиях Центрального района Нечернозёмной зоны / А.Н. Филатов, В.Н. Мазуров, В.К. Храмой, Е.Р. Арланцев // Известия ТСХА. – 2021. – Вып.1. – С.18-28.

17. Дудкина Т.А. Эффективность локального применения органо-минеральных удобрений в условиях лесостепи Центрально-Чернозёмной зоны: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / 06.01.01 – общее земледелие. – Курск, 1997. – 21 с.
18. Урожайность и качество зерна ярового ячменя в зависимости от системы обработки почвы и применения удобрений / М.М. Ильясов, И.А. Яппаров, Ш.А. Алиев и др. // Учёные записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – 2015. – Т.223. - №3. – С.80-82.
19. Дериглазова Г.М., Митрохина О.А., Боева Н.Н. Значение некорневой обработки отдельными микроэлементами и комплексными удобрениями посевов зерновых культур // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. - №3. – С.45-47.
20. Использование био- и рострегулирующих препаратов для повышения продуктивности и качества зерна ячменя ярового / О.Б. Бондарева, Л.И. Коноваленко, О.А. Белицкая, С.А. Макуха // Зерновое хозяйство России. – 2013. - №6. – С.59-63.
21. Влияние биологически активных веществ на урожайность и качество зерна ярового ячменя в условиях зоны каштановых почв Волгоградской области / В.В. Чернышков, К.Е. Денисов, В.П. Зволинский, С.А. Мордвинкин // Аграрный научный журнал. – 2018. - №1. – С.42-47.
22. Киреев А.К. Минимализация обработки багорных сероземов // Земледелие. - 1994. - №1. - С. 12-13.
23. Казаков Г.И. Система обработки почвы в Среднем Заволжье // Земледелие. – 1984. - №8. – С. 20-23.

© Дудкин И.В., 2023

Научная статья

УДК 574.472: 631.95

И.В. Дудкин

ПОДДЕРЖАНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В АГРОЭКОСИСТЕМАХ

Аннотация. В статье рассматривается проблема сохранения биоразнообразия в агроэкосистемах. Данная проблема тесно связана с проблемой охраны окружающей среды. Показана роль в поддержании биоразнообразия защитных лесных насаждений, лесов, перелесков, колков, особо охраняемых территорий. Указано на положительное значение севооборота, смешанных и совмещенных посевов, промежуточных культур.

Ключевые слова: биологическое разнообразие, агроэкосистемы, лесные полосы, севооборот, защита растений.

I.V. Dudkin

Kursk State Agrarian University, Kursk, Russia

MAINTAINING BIODIVERSITY IN AGROECOSYSTEMS

Annotation. The article deals with the problem of biodiversity conservation in agro-ecosystems. This problem is closely connected with the problem of environmental protection. The role in maintenance of biodiversity of protective forest plantations, forests, woods, spruces, specially protected territories is shown. The positive value of crop rotation, mixed and combined crops, intercrops is pointed out.

Keywords: biodiversity, agro-ecosystems, forest strips, crop rotation, plant protection.

Проблема биоразнообразия присуща как агроэкосистемам, так и природным системам. Тишков А.А. [1,2] в своих работах предлагает методологию актуальной биогеографии, которая, по мнению автора, должна лечь в основу сохранения степного биоразнообразия России. Проблема биоразнообразия обсуждается в мировом масштабе. Известны Малавские

принципы Конвенции о биологическом разнообразии и Аддис-Абебские принципы Конвенции о биологическом разнообразии. Во главе угла стоит принцип повсеместности охраны живой природы. Отмечается, что для степных регионов центра и юга России необходимо увеличить долю экосистем с близким к природному состоянием.

В решении проблемы сохранения биологического разнообразия большая роль отводится особо охраняемым природным территориям.

Что касается агроландшафта, то его обустройство и формирование агроэкосистем следует производить на основе нормирования антропогенных нагрузок на агроландшафт с целью обеспечения безопасности жизнедеятельности человека, охраны окружающей среды и экологически обоснованного природопользования [3,4].

Павловский Е.С. [5] отмечал, что ландшафтное земледелие предполагает ведение сельского хозяйства в условиях природно-антропогенных ландшафтных геосистем с участием естественных лесов и искусственных защитных лесонасаждений, то есть в условиях агролесоландшафта. Естественные леса, перелески, колки, байрачные леса и разнообразные искусственные защитные лесные насаждения – это устойчивые элементы агролесоландшафта, обладающие высоким биоэнергетическим потенциалом и создающие экологический каркас агротерритории. Благодаря этим элементам значительно возрастает видовое разнообразие, особенно в экотонных (пограничных) зонах – зонах соприкосновения различных элементов агроландшафта. Лесонасаждения – это экологические ниши расселения и обитания многих растений, животных, птиц и других организмов.

Для сохранения биоразнообразия используются различные подходы как на популяционно-видовом, так и на экосистемном уровне [6]. В исследованиях в Белгородской области наибольшее видовое разнообразие отмечено в овражно-балочном комплексе (182 вида), прилегающем вплотную к участку байрачного леса и в старой лесной полосе (133 вида).

Нами была изучена травянистая растительность лесных насаждений, примыкающих к опытным полям ВНИИЗиЗПЭ (Медвенский район Курской области) [7,8]. Травяная флора лесных полос и примыкающих к ним полевых дорог представлена 132 видами, принадлежащими к 100 родам и 27 семействам. Наибольшее число видов включают в себя семейства астровых (33), мятликовых (17), капустных (10), сельдерейных (8) и яснотковых (8). В составе травянистых растений преобладают многолетние сорняки - 67 видов. Растения с более короткой продолжительностью жизни отличались меньшим видовым богатством: однолетние - 44, двулетние - 21 вид. Из 132 видов трав 17 принадлежат к классу однодольных, причём все они представители одного семейства - мятликовые. Остальные виды, за исключением хвоща полевого, относятся к классу двудольных. На освещённой (южной) опушке лесных полос произрастало 97 видов травянистых растений, на теневой (северной) - 78, а внутри древесно-кустарниковых насаждений – 74. Установлено, что 34 % всех видов, произраставших в лесных полосах и на полевых дорогах, встречались и в пашенных сообществах.

Для всякой экосистемы существуют пределы толерантности (устойчивости). Одни экосистемы более толерантны к воздействию внешних возмущающих факторов, другие менее [9]. Всякое изменение в экосистеме влечёт за собой изменение в видовом составе и структуре биоценоза.

В результате сельскохозяйственного использования в почве, и в чернозёмах, в частности, развиваются деграционные процессы, что подтверждается исследованиями, проведенными в Воронежском государственном университете [10]. Чтобы избежать усиления деграционных процессов, следует корректировать антропогенную нагрузку на почву и другие элементы агроландшафта в сторону её снижения. Следует заметить, что разбалансированность агроэкосистем, увеличение в них деструктивных изменений, как правило, приводит к увеличению числа ограничивающих факторов и снижению биологического разнообразия.

Исследования, проведенные в Курской области [11] показали, что эрозионные процессы, видоизменяя естественное строение и свойства почвенного покрова, приводят к снижению их энергетического потенциала. Проведенное математическое моделирование подтвердило корреляцию степени эродированности почв и уровня устойчивости агроландшафтов.

На землепользованиях, где есть полезащитные лесные насаждения, лучше обеспечивается сохранность природных ресурсов, выше устойчивость агроэкосистем, больше продуктивность сельскохозяйственных культур.

Важной задачей при конструировании агроландшафтов является сохранение устойчивого биоразнообразия. Значительный вклад в её решение вносят лесные полосы, в которых создаются благоприятные условия для орнитофауны, животных и энтомофагов [12]. Таким образом, удаётся, в некоторой степени приблизить агроэкосистемы к естественным сообществам. Есть ещё один положительный аспект. Большое видовое разнообразие препятствует неконтролируемому распространению в агроценозах вредных организмов (вспышек вредителей, эпифитотий).

Большую роль в поддержании биологического разнообразия играют севообороты. Картамышев Н.И. и др. [13] указывают, что севообороты должны строиться по подобию естественных ценозов. Каждое поле севооборота должно представлять собой многокомпонентный культурный агропедоценоз. Составляющими таких полей должны быть смешанные и совместные посевы, промежуточные культуры, сидеральные пары.

В средней полосе России смешанные посевы могут быть перспективны при выращивании зернофуражных и однолетних культур на кормовые цели. Обязательным компонентом должны быть бобовые, которые повышают качество корма и одновременно обогащают почву азотом [14].

Один из основных показателей экономической эффективности земледелия – индекс использования земли как основного средства производства. Из данных, представленных Карастояновой Р.С. [15] следует, что при сравнении эффективности смешанных посевов кукурузы с соей и чистого

посева кукурузы по урожайности в кормовых единицах индекс использования земли был равен 1,06 и при использовании азотных удобрений – 1,26, а по переваримому протеину соответственно 1,35 и 1,71.

Наличие поля чёрного пара в севообороте – это видовое обеднение фитоценозов. Результаты оценки различных агроприёмов, полученные в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева [16] показали, что наличие черного пара в севообороте снижает биоэнергопроизводительность и экологическую устойчивость агроэкосистемы. Замена чёрного пара на занятый или сидеральный является фактором повышения потенциального почвенного плодородия.

В результате проведенных нами исследований [17] установлено, что при углубленной специализации на производстве продуктов животноводства рациональным является введение в севооборот занятого пара. Чёрный пар сохраняет своё значение в экономически слабых хозяйствах. Сидеральный пар наиболее целесообразен при свекловодческой специализации. Отмеченное не исключает сочетания в структуре посевных площадей разных видов пара.

Следует отметить, что в системах севооборотов с длинной ротацией возможность видового насыщения биоценозов выше, чем при использовании короткоротационных севооборотов.

Антропогенное воздействие на потоки вещества и энергии в агроэкосистемах должно снижать разомкнутость биологических циклов и, насколько это возможно, приблизиться в этом отношении к природным экосистемам. Плодородие почвы находится в зависимости от силы и направленности абиотических потоков и биологического круговорота веществ в биогеоценозах. Устойчивость аграрных экосистем обеспечивается, если в почву возвращаются в достаточном количестве элементы питания и органическое вещество. Севооборот относится к числу факторов, обладающих наряду с удобрениями и обработкой почвы, наибольшим регулирующим воздействием на круговорот веществ. Причём, при интенсивном ведении земледелия значение севооборота повышается [18].

Аграрные ландшафты отличаются малой насыщенностью различными видами живых организмов. Поэтому агроэкосистемы и биогеохимические потоки в таких ландшафтах неустойчивы. Это проявляется в значительных колебаниях урожайности, загрязнении и разрушении природных объектов, снижении экономической эффективности производства. Видовое оскудение агроландшафтов приводит к размножению вредных организмов. Поэтому биологическое разнообразие – необходимое условие устойчивости агроэкосистем и сохранения требуемого качества среды для жизни человека [19].

Варьируя набором культур в севооборотах, можно добиться эффекта фитоценотического угнетения сорняков. Существует масса положительных примеров использования на практике фитоценотического метода борьбы с сорняками (фитоценотического подавления сорняков культурой). К настоящему моменту разработаны эффективные системы борьбы с использованием этого метода с наиболее злостными видами сорняков: бодяком полевым, осотом полевым, пыреем ползучим, амброзией полыннолистной и другими [20-22]. Их использование позволяет значительно снизить гербицидную нагрузку на поля.

Организация системы защиты растений осуществляется на трёх этапах: 1) конструирование агроэкосистем; 2) освоение систем управления фитосанитарным состоянием; 3) оперативное управление численностью вредных организмов [23].

В агроландшафте должна присутствовать сеть биотопов, различающихся по составу населяющей их биоты: перелески, лесополосы, колки, полевые межи, группы отдельно растущих деревьев и кустарников, небольшие водоемы, живые изгороди, кулисы. Наиболее благоприятны полосные элементы ландшафта.

Соколов М.С. и Филипчук О.Д. [24], рассматривая проблемы защиты растений, отмечают, что в плане реализации общей концепции биозащиты и повышения экологической устойчивости агроэкосистемы перспективны такие

подходы, как оптимизация естественных механизмов регуляции структуры и численности популяций разнообразной биоты, повышение стабильности агроценозов, агроэкосистем и агроландшафтов путём интеркропинга, увеличения их сортового и генетического разнообразия, конструирование экологически устойчивых, полидоминантных агроэкосистем и агроландшафтов. Необходим переход от оперативного сдерживания вредных видов к «самозащите» доминантов и долгосрочной агроценотической регуляции.

На полях, где применяются пестициды и агрохимикаты, требуется постоянный экологический мониторинг за остаточными количествами вредных веществ в почве, воде, растениях и живых организмах, не допуская превышения установленных предельно допустимых уровней [25]. При экологическом неблагополучии видовое разнообразие организмов в агроэкосистеме уменьшается и снижается экологическая устойчивость таких систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сохранение биоразнообразия природных экосистем России. Под ред. В.А.Орлова и А.А. Тишкова. – М.: НИИ – Природа, 2004. – 116 с.
2. Тишков А.А. Методология актуальной биогеографии и сохранения степного биоразнообразия // Теоретические и прикладные проблемы использования, сохранения и восстановления биологического разнообразия травяных экосистем / Материалы Международной научной конференции (г. Михайловск, 16-17 июня 2010 г.). – Ставрополь: АГРУС, 2010. – С.376-379.
3. Хаустов А.П., Редина М.М. Нормирование антропогенных воздействий и оценки природоёмкости территорий. – М.: РУДН, 2008. – 282 с.
4. Брескина Г.М. Новые подходы к формированию экологически сбалансированных агроландшафтов // В сб.: Системы интенсификации земледелия как основа инновационной модернизации аграрного производства. – Суздаль, 2016. – С. 33-36.
5. Павловский Е.С. Лесонасаждения в экологическом каркасе агротерриторий // Системы воспроизводства плодородия почв в ландшафтном земледелии /

Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Белгород: Крестьянское дело, 2001. – С.163-165.

6. Видовое разнообразие растительности антропогенно сформированных агроландшафтов / О.Г. Котлярова, Е.Г. Котлярова, В.И. Чернявских, О.В. Дегтярь // Нива Поволжья. – 2010. - №3. – С.82-85.

7. Дудкин И.В. Травяная флора лесных полос и граничащих с ними местообитаний // Ресурсосберегающие технологии земледелия / Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвящённой 35-летию Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии и Международной школы молодых учёных и специалистов “Перспективные технологии для современного сельскохозяйственного производства” (15-18 сентября 2005 г.). - Курск, 2005. - С.476-491.

8. Дудкин И.В. Влияние защитных лесных насаждений на засорённость и урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник РАСХН. – 2008. - №3. – С.14-16.

9. Галанин А.В. Лекция 1. Введение в экологию // Лекции по экологии. [Электронный ресурс]. - URL: <https://botsad.ru/menu/activity/articles/galanin-v/lekcii-eco-11/> (дата обращения 02.03.23).

10. Щеглов Д.И., Брехова Л.И. Гумусовый профиль чернозёмов и его деградационная устойчивость // Агроэкологическая оптимизация земледелия / Сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Россельхозакадемии и 100-летию со дня рождения С.С. Соболева. – Курск, 2004. – С.477-479.

11. Долгополова Н.В., Батраченко Е.А., Малышева Е.В. Влияние эрозионных процессов на устойчивость агроландшафтов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2021. - № 2. - С. 11-16.

12. Долгополова Н.В. Методология проектирования обеспечения устойчивого сохранения биоразнообразия в агроландшафтах // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия / Сборник докладов международной

научно-практической конференции Курского отделения МОО "Общество почвоведов имени В.В. Докучаева". - Курск, 2018. - С. 139-140.

13. Основы биологического земледелия (методические рекомендации) / Н.И. Картамышев, Н.М. Чернышева, С.С. Балабанов, Н.В. Долгополова, В.Ю. Тимонов. – Курск, 2009. – 43 с.

14. Почвозащитные технологии и современные малозатратные технологические приёмы возделывания сельскохозяйственных культур (Рекомендации) / А.Н. Каштанов, И.В. Дудкин, А.С. Акименко и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2001. – 28 с.

15. Карастоянова Р.С. Преимущества смешанных посевов // Кукуруза и сорго. – 1989. - №2. – С.35-36.

16. Рыбалкин Б.А. Влияние элементов системы земледелия на воспроизводство плодородия почвы // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2008. - №3-4(18-19). – С.7-9.

17. Биологизированные системы земледелия в Центрально-Чернозёмном регионе / А.С. Акименко, И.В. Дудкин, Т.А. Дудкина и др. // Сахарная свёкла. – 2010. - №9. – С.12-14.

18. Дудкина Т.А. Влияние севооборотов на потоки вещества и энергии в агробиогеоценозах // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2019. - № 7. - С. 33-42.

19. Овсянников Ю.А. Земледелие как фактор возникновения и разрешения экологических проблем // Аграрная наука. – 2000. - № 6. – С. 12-13.

20. Кукреш Л.В., Бысов Н.С. Фитоценотический метод борьбы с пыреем ползучим // Земледелие. – 1990. - №4. – С.47-48.

21. Дудкин И.В. Влияние приёмов борьбы с бодяком полевым на его корневую систему // Защита и карантин растений. – 1998. - №11. – С.22-23.

22. Слесарева Т.Н. Фитоценотический эффект люпинозлаковых гетерогенных ценозов в борьбе с сорной растительностью // Защита и карантин растений. – 2010. - №12. – С.20-22.

23. Модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия для основных природно-сельскохозяйственных регионов страны / А.С. Акименко, И.Г. Пыхтин, И.В. Дудкин и др. – Курск, 2005. – 80 с.

24. Соколов М.С., Филипчук О.Д. Биоразнообразие агроландшафта – необходимое условие повышения экологической устойчивости его доминант // Вестник РАСХН. – 1998. - №2. – С.33-35.

24. Дудкин И.В. Земледелие и охрана природной среды // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур / Сборник статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. – Горки, БГСХА, 2023. – С.48-51.

© Дудкин И.В., 2023

Научная статья

УДК633.34

Дыжина А.А., Жужукин В.И.

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТООБРАЗЦОВ СОИ ИНОСТРАННОЙ СЕЛЕКЦИИ

Аннотация. В статье рассматриваются хозяйственно-ценные признаки сортообразцов сои коллекции ВИР иностранной селекции такие как: высота растений, высота прикрепления нижнего боба, число продуктивных узлов и количество бобов с растения.

Ключевые слова. Соя, боб, признак, высота растений, число узлов.

Dyzhina A.A., Zhuzhukin V.I.

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

EVALUATION OF ECONOMIC-VALUABLE TRAITS OF SOYBEAN VARIETIES OF THE VIR COLLECTION

Annotation. The article discusses the economically valuable characteristics of soybean varieties of the VIR collection of foreign breeding, such as: plant height, the height of attachment of the lower bean, the number of productive nodes and the number of beans from the plant.

Keywords: Soybean, bean, trait, plant height, number of nodes.

Соя – важная и уникальная белково-масличная культура семейства бобовые. Ее семена содержат в среднем 37-42% белка, 19-22% жира и до 30% углеводов. Поэтому они не заменимы как для кормления животных, так и в пищевой промышленности [2].

Традиционно первую тройку по производству сои представляют Бразилия, США и Аргентина, на их долю приходится около 70% посевных площадей и более 80% её валового сбора. Россия находится в первой десятке стран, производящих сою и соевую продукцию[1].

В России с 2011 по 2023 гг. посевная площадь сои увеличилась в 2,5 раза и составила в 2023 году 3 628 тыс. га. Так же наблюдался рост показателя валового сбора сои. В 2022/23 г. был зафиксирован рекордный объем на уровне 6 млн тонн, что выше 2021/22 г. на 26% (или на 1,2 млн тонн)[4, 5].

Приволжский федеральный округ вышел в тройку лидеров в России по посевам сои. Почти 270 тысяч га засеяли в этом году соеводы Поволжья. Саратовская область увеличила площади на 32% и занимает на сегодняшний день третье место в ПФО по посевным площадям под соей, уступая только Пензенской и Самарской областям.

В селекции сельскохозяйственных культур основная роль принадлежит интродукции генетических источников урожайности, качества, устойчивости к болезням и вредителям, неблагоприятным почвенно-биологическим факторам. Включение в селекционный процесс таких источников позволяет создавать новые урожайные сорта, приспособленные к условиям возделывания[7, 9].

Целью исследования было провести оценку хозяйственно-ценных признаков сортообразцов сои коллекции ВИР иностранной селекции. В качестве изучаемого материала был взят 21 сортообразец.

Исследование было проведено в 2022 г. на производственном поле ОВП «Покровское».

Образцы высевали на однорядковых делянках длиной 5,5 м с нормой высева сои 35 всхожих семян на 1 погонный метр. Ширина междурядья – 0,7 м. Повторность трехкратная[3, 6, 8].

Дата посева сортообразцов– 16 мая. Всходы появились – 30 мая. Уборку образцов проводили по мере созревания бобов.

В ходе проведения исследования был определен диапазон изменчивости хозяйственно-ценных признаков изучаемых линий (таблица).

Таблица – Хозяйственно-ценные признаки сортообразцов сои иностранной селекции коллекции ВИР 2022 г.

№п/п	Название/Сорт	Страна	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число продуктивных узлов, шт	Количество бобов с растения, шт
1	Киото	Канада	46,4 cde	5,3 a	21,3 efg	41,7 c
2	Envy	США	31,0 a	6,0 a	27,0 i	63,0 gh
3	Natsunoka	Япония	29,5 a	6,6 a	20,5 def	52,5 f
4	ES Pallador	Франция	89,3 k	26,4 f	22,6 gh	45,0 de
5	ESG 152	Франция	50,5 b	11,8 c	19,8 cde	37,2 b
6	Суедина	Франция	79,3 j	6,8 a	26,0 h	56,5 f
7	Солена	Франция	67,1 ghi	9,9 bc	18,8 bcd	28,1 a
8	Сирелия	Франция	70,1 hi	5,8 a	27,2 i	66,2 i
9	НС Наталия	Сербия	64,0 efg	7,0 a	43,0 k	60,0 g
10	НС Атлас	Сербия	73,5 ij	10,1 c	42,0 lm	83,0 k
11	НС Вулкан	Сербия	62,6 efgh	17,2 e	21,8 fg	63,2 ghi
12	Регина	Австрия	59,5 defg	10,3 c	42,3 kl	71,0 j
13	Беттина	Австрия	52,7 bc	14,0 d	17,0 b	64,7 hi
14	Амадеа	Австрия	52,5 bc	10,3 c	45,3 m	85,0 k

15	Augusta	Польша	58,0 cdef	7,9 ab	10,5 a	43,6 cd
16	Aldana	Польша	53,9 bcd	9,0 bc	32,7 j	66,7 i
17	Gai	Польша	49,0 b	6,0 a	43,0 lm	143,0 m
18	Nawiko	Польша	59,5 cdef	14,0 d	43,3 l	120,8 l
19	Bahia	Италия	60,3 defg	19,0 de	17,3 bc	47,5 e
20	Celina PZO	Италия	63,5 fgh	13,4 d	26,8 i	49,6 ef
21	Blancas	Италия	56,8 cde	13,3 d	28,5 i	55,8 f
Fфакт			40,68	45,715	288,39	386,91

Высота растения, так же как и высота прикрепления нижнего боба, являются одними из основных признаков у сои, которые определяют пригодность сорта к полному механизированному возделыванию от посева до уборки. Высота растения варьировала от 29,5 см у образца Natsunoka (Япония) до 89,3 см у образца ES Pallador (Франция). Среди изучаемых сортообразцов по высоте прикрепления нижнего боба достоверно превзошёл остальные образцы ES Pallador (Франция)- 26,4 см, несколько уступили ему Bahia (Италия) - 19,0 см и НС Вулкан (Сербия) - 17,2 см. Так же высота прикрепления нижнего боба оказалась выше 10 см у образцов ESG 152 (Франция), НС Атлас (Сербия), Регина (Австрия), Беттина (Австрия), Амадеа (Австрия), Nawiko (Польша), Celina PZO и Blancas (Италия), а значит они пригодны для механизированной уборки и потери при этом будут минимальны. Самая низкая высота прикрепления нижнего боба наблюдалась у образцов Киото (Канада) - 5,3 см и Сирелия (Франция) - 5,8 см.

По генеративному признаку: число продуктивных узлов достоверно превзошел другие сортообразцы сорт Амадеа (Австрия) и составил 45,3, так же отличились Gai и Nawiko (Польша), НС Наталия и НС Атлас (Сербия) и Регина (Австрия) число продуктивных узлов составляло от 42,0 до 43,3. Наименьшим числом продуктивных узлов отличился сорт Augusta (Польша) – 10,5.

В ходе эксперимента наибольшим количеством бобов с растения отличились образцы Gai и Nawiko (Польша), они достоверно превзошли другие изучаемые сортообразцы, количество бобов составило 143,0 -120,8 шт. С низким количеством бобов выделен образец Солена (Франция) 28,1 шт на растении.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что изучаемые линии показали разную селекционную ценность. Следует отметить, что сортообразцы ES Pallador (Франция), Gai и Nawiko (Польша) превысили остальные по ряду признаков и рекомендованы для дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акчурин, Р.Л. Продуктивность зерновых и зернобобовых культур при различных способах обработки почвы / Р.Л. Акчурин, И.О. Чанышев, Р.К. Нафи-ков, А.А. Низаева // Достижения науки и техники в АПК. - 2019. - Т. 33. - №8. -С. 14-17.
2. Архипов, С.А. Мульча и урожай / С.А. Архипов // Новое сельское хозяйство. - 2014. - № 5. - С. 48-49.
3. Балакай, Г.Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. - 160 с.
4. Гаджиумаров, Р.Г. Влияние технологии возделывания на рост, развитие, урожайность и качество сои / Р.Г. Гаджиумаров // Бюллетень СНИИСХ. - 2016-3. - № 8. - С.60-66.
5. Кирсанова, Е.В. Научное обеспечение производства сои / Е.В. Кирсанова, Е.Л. Алфеева, Е.Ю. Колосова, // Материалы VI Международной студенческой научной интернет конференции «Студенческий научный форум - 2014». - Орёл. -2014. - 24 с.
6. Методические указания по государственному сортоиспытанию.//Вып. 1(28). – М.: Колос, 1979. – 51 с.
7. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / Под ред. Н.И. Корсакова;// ВИР. – Л., 1975. – 60с.
8. Методические указания по проведению полевых агротехнических опытов с соей и наблюдений в них / В.Ф. Баранов //– Краснодар, 1983. – 10 с.
9. Сингх Гурикбал. Соя: биология, производство, использование // – Киев: Издательский фонд «Зерно», 2014. – 654с.

Научная статья

УДК 631.147:004

Н.Е. Евдокимова

ФНЦ ВНИИЭСХ - филиал Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова, г. Москва, Россия

ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Аннотация. Во всем мире продвигаются две основные трансформации агропродовольственных систем: цифровизация и экологизация. За цифровизацией закрепились роль потенциального одновременного решения задач обеспечения экологичности и интенсификации производства.

Ключевые слова: агропродовольственные системы, органическое сельское хозяйство, цифровизация, экология, устойчивое развитие.

N.E. Evdokimova

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics n.a. A.A. Nikonov - branch of FNTs VNIIESKH, Moscow, Russia

FEATURES OF DIGITIZATION OF ORGANIC FARMING

Annotation. Two major transformations of agri-food systems are advancing around the world: digitalization and greening. Digitalization has secured a role as a potential simultaneous solution to the problems of ensuring environmental friendliness and intensifying production.

Keywords: agri-food systems, organic agriculture, digitalization, ecology, sustainable development.

В настоящее время бурной цифровой трансформации человеческого общества на такие технологии возлагаются большие надежды в области эффективности производства продуктов питания и решения экологических проблем в агропродовольственных системах. На темы цифровизации ежегодно проводятся многочисленные исследования [1-3], поскольку ожидания высоки, но есть и неопределенность относительно того, какие будут результаты. Это открывает, как возможности, так и проблемы для агропродовольственного сектора экономики, включая быстрорастущий органический сектор.

Сегодня при производстве качественных, полезных продуктов питания по доступным ценам сельское хозяйство сталкивается с проблемой их комплексной всесторонней оценки качества: объединения множества экономических, социальных и экологических показателей. В процессе оценивания важно учитывать разнообразие органических агроэкологических практик (способов производства) и их потенциал в динамике, позволяющий агропродовольственным системам развиваться устойчиво.

Популярные цифровые комплекты оборудования широко известны: дроны, роботы, мониторы и т.п. Тем не менее, ядром цифровизации являются платформы данных. Примерами являются «Climate Fieldview» от компании Bayer, «Operation Center» John Deere [4].

Пандемия COVID-19 в мире ускорила процессы приобщения фермеров, занимающихся выращиванием органических продуктов, к цифровому рынку. FarmSuite [5] - это итальянская, интегрированная, простая в использовании модульная платформа, предназначенная для малых и средних органических ферм с целью позволить фермерам сэкономить время и сократить количество отходов. С одной стороны, это модульный инструмент управления с соответствующими инструментами эффективного планирования и оптимизации производства, а с другой - доступ к виртуальному рынку, который можно использовать для продаж продукции непосредственно потребителям на местном, региональном или национальном уровне.

Другой цифровой европейский инструмент Viobase [5] - крупнейшая франкоязычная документальная база данных по органическому земледелию. Она содержит более 44 000 библиографических записей (книги, экспериментальные работы, отчеты, исследования, периодические статьи и т.д.). Viobase содержит данные, касающиеся разных сторон органического сельского хозяйства, а также по темам: устойчивое сельское хозяйство, развитие сельских территорий, экология, медицина и биоэнергетика. Информация поступает из региональных, национальных или международных данных. Viobase была создана французским центром ABioDoc (Национальный ресурсный центр по органическому сельскому хозяйству Института высшего образования и исследований в области пищевых продуктов, здоровья животных, агрономических и экологических наук при поддержке Министерства сельского хозяйства Франции), который занимается мониторингом, сбором, обработкой и распространением для заинтересованных сторон органического земледелия.

База данных Евростат [7] статистического управления Европейского Союза включает в себя модуль «Органическое сельское хозяйство». Его статистика охватывает следующие данные:

- Органические операторы по статусу процесса регистрации (org_coptyp);
- Площадь органических посевов по методам сельскохозяйственного производства и культурам (org_cropar);
- Производство органических культур по культурам (org_croppro);
- Численность скота, выращенного органическим способом (org_lstspec);
- Органическое производство продуктов животного происхождения (org_aprod);
- Органическое производство продукции аквакультуры (org_aqtspec);
- Переработчики органических продуктов по виду деятельности (org_cpreat);
- Органическое земледелие – исторические данные (до 2011 года) (org_h).

Разные по целям и масштабам накапливаемых данных цифровые платформы являются важнейшим источником информации для дальнейших исследований, как процессов цифровизации, так и развития органического сельского хозяйства. Исторические и панельные данные таких масштабных массивов данных позволяют моделировать процессы и оптимизировать их траектории развития в соответствии с заданными критериями.

Сама цифровизация агропродовольственной системы, как традиционной, так и органической, требует тщательной оценки воздействия технологий [8, 9].

Создание цифрового двойника агропродовольственной системы делает ее полностью отслеживаемой, более управляемой, но и более доступной для различного рода манипуляций. Данные, накапливаемые цифровыми продуктами международных корпораций таких как John Deere и Bayer приводят к выработке нормативных рекомендаций по землепользованию [4]. Так, компания Bayer планирует применять свою платформу Fieldview для «углеродного земледелия», «климатически оптимизированного сельского хозяйства». Когда эти планы реализуются, то владельцы таких цифровых платформ смогут стать ключевыми брокерами не только в компенсации выбросов углерода, но и в других «природных решениях», получив источник доходов помимо сельскохозяйственных ресурсов.

На практике цифровизация не означает одно и то же для разных участников. Цифровизация может иметь разные цели, происходить по-разному и в разных формах. Интересен вопрос, возможно ли сосуществование различных процессов цифровизации, или же развитие приведет к стандартизации этого процесса. Цифровые технологии – это лишь самый важный компонент современной трансформации агропродовольственных систем, который сосуществует с изменениями в консультационных услугах, в структуре хозяйств, связях с потребителями и т.п. Популярность цифровизации не должна затенять эти другие аспекты современной эволюции агропродовольственных систем, по-прежнему актуальны системные исследования их взаимосвязей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гераскина, А. А. Система российского кооперирования - важнейший резерв развития органического сельского хозяйства / А. А. Гераскина, Е. В. Бородастова // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 2. – С. 81-83.
2. Гераскина, А. А. К вопросу об использовании методов и моделей прогнозирования как инструментов определения перспектив развития агропромышленного комплекса / А. А. Гераскина // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 8. – С. 80-83.
3. Ecological and aesthetic significance of an autotrophic component of artificial ecosystems in ensuring of the environmental comfort and the public health protection / M. V. Larionov, N. V. Larionov, I. S. Siraeva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 421. – Krasnoyarsk, Russia: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 82002. – DOI 10.1088/1755-1315/421/8/082002.
4. Ajena F. et al. Agroecology & Digitalisation: traps and opportunities to transform the food system. – 2022. Home. – URL: <https://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/1600366/>
5. FarmSuite Equipment Maintenance Manager: Home. – URL: <https://farmsuite.com/>
6. La Biobase, la base de données documentaire en agriculture biologique: Home. – URL: <https://abiodoc.docressources.fr/>
7. Eurostat. Database. Organic farming: Home. – URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>
8. Сиптиц, С. О. Постановка задачи определения параметров региональных систем земледелия, эффективных в эколого-экономическом отношении, с учетом климатических изменений / С. О. Сиптиц, И. А. Романенко // Проблемы экономики и управления социально-экономическими процессами в АПК: Труды МНПК «Немчиновские чтения» / РГАУ - МСХА им. К.А. Тимирязева. Вып. 8, Том 3. – Москва: РГАУ, 2004. – С. 292-298.

9. Сиптиц, С. О. Методика математического моделирования российского рынка зерна / С. О. Сиптиц, И. А. Романенко. – Москва : ВИАПИ им. А.А. Никонова, 2006. – 46 с.

© Евдокимова Н. Е., 2023

Научная статья

УДК 631.1

Н.Е. Евдокимова

ФНЦ ВНИИЭСХ - филиал Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова, г. Москва, Россия

**МОДЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ УПРАВЛЕНИЯ
РЕГИОНАЛЬНЫМИ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫМИ СИСТЕМАМИ
В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

Аннотация. Автором рассматриваются математические модели для обеспечения эффективного управления и устойчивого развития региональных агропродовольственных систем в условиях изменения климата.

Ключевые слова: агропродовольственные системы, регион, изменение климата, адаптация, математические модели, устойчивое развитие.

N.E. Evdokimova

All-Russian Institute of Agrarian Problems and Informatics n.a. A.A. Nikonov - branch of FNTs VNIIESKH, Moscow, Russia

**MODEL TOOLKIT FOR MANAGING REGIONAL AGRICULTURAL
FOOD SYSTEMS UNDER CLIMATE CHANGE**

Annotation. The author examines mathematical models to ensure effective management and sustainable development of regional agri-food systems in the context of climate change.

Keywords: agri-food systems, region, climate change, adaptation, mathematical models, sustainable development.

В настоящее время возрастает число задач управления региональными агропродовольственными системами для их устойчивого развития, адаптации к изменениям технологий, климата, рыночной ситуации, наличия природных ресурсов и многих других. Для управления в таких условиях необходим анализ зарубежных достижений в области моделирования агропродовольственных систем, как основы принятия эффективных управленческих решений.

Модели систем земледелия имитируют развитие агроэкосистем и их реакции на природно-климатические условия и менеджмент. Среди них наиболее известны WOFOST (WOrld FOod STudies) [1], CERES (Crop Environment REsource Synthesis) [2], EPIC (Erosion-Productivity Impact Calculator) [3], AGROSIM (AGROecosystem SIMulation) [4].

Основная сложность в применении на практике таких моделей программирования урожаев или систем земледелия в том, что они нуждаются в большом количестве данных. Именно по этой причине они более полезны не на уровне поля или предприятия, а на уровне региона: и платежеспособных заказчиков больше и с информацией проще. Наиболее распространенной искомой переменной в таких моделях является урожайность.

В идеале математическая модель агроэкосистемы должна работать с подключаемыми модулями культур, управленческих стратегий, природно-климатических параметров. APSIM [5] является именно такой моделью и обладает не только имитацией отношений «почва-урожай», но и предоставляет возможности оптимизации процессов.

Неоднозначны достижения в моделировании болезней и вредителей. Есть модели, которые симулируют динамику сорняков, болезней и вредителей по

культурам и видам домашнего скота. Однако, моделирование микробных сообществ вокруг сельскохозяйственных культур требует существенной доработки из-за сложности и множества вариантов. Модели смесовых популяций полезных и патогенных организмов пока не разработаны. Важной областью исследований является сочетание моделей вредителей и болезней с моделями сельскохозяйственных культур [6].

Экономические модели агропродовольственных систем были разработаны в большом количестве и в различных вариантах и модификациях, а также обеспечены современными программными реализациями. Перечислим типы таких моделей:

- эконометрические модели;
- модели линейного программирования;
- вероятностные модели и расчета рисков;
- имитационные модели;
- модели полного или частичного равновесия;
- положительного линейного программирования.

Все эти модели могут сочетаться или входить в виде расчетного модуля в более сложные модели, связывающих параметры развития агропродовольственных систем с климатическими переменными.

Вычислимые модели общего равновесия возникли как макроэкономические модели, а затем породили ряд моделей меньшего масштаба. Они учитывают все финансовые потоки в системе и основаны на матрице социальных счетов. Недостаток таких моделей заключается в том, что они нуждаются в большом объеме входной информации и длительных по времени вычислений [7].

В настоящее время за рубежом комбинируют биофизические и экономические модели для представления региональных агропродовольственных систем [6].

Методы моделирования влияния изменения климата на агропродовольственные системы различаются. Модели оптимизации

производства связывают с климатическими моделями посредством моделей программирования урожаев через климатические параметры в функциях урожайностей. По-другому, экономические переменные связываются с климатическими параметрами с помощью статистических зависимостей на основе исторических или панельных данных.

Модели гидро-аграрной экономической системы разрабатывались отдельно от других. Их сейчас существует 2 вида.

В первом из них экономические параметры рассчитывают функции «выгоды-отклики», которые затем включаются в модель гидрологической политики (например, модель водораспределения [8]).

Второй метод гидро-экономического моделирования состоит в том, чтобы охарактеризовать отклик в гидрологических моделях путем статистической подгонки упрощенной функции к результатам сложного моделирования в диапазоне водных и климатических параметров. Эти функции реагирования затем включаются в экономическую модель с возможностью регулирования. Этот подход часто использовался для оптимизации управления располагаемыми территориальными ресурсами, используемыми в сельском хозяйстве, такими как подземные воды (например, [9, 10]).

В настоящее время основное ограничение использования моделей - это недостаток данных, поэтому основой политики цифровизации агропродовольственных систем является развитие систем мониторинга и баз данных, соответствующих требованиям развития моделирования. Также за рубежом пытаются улучшить общую ситуацию с недостатком данных путем таких инициатив, как «Глобальные открытые данные по сельскому хозяйству и питанию» (GODAN) [6].

Развитие методов и возможностей математического моделирования важно, поскольку оно все более необходимо для обеспечения устойчивости развития сельского хозяйства в целях удовлетворения потребностей населения в продовольствии [10, 11].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Boogaard H.L. et al., User's guide for the WOFOST 7.1 crop growth simulation model and WOFOST control center 1.5. Technical document 52, Winand Staring Centre, Wageningen, the Netherlands, 1998. 144 p.
2. Ritchie J.T., Otter S. Description and performance of CERES-Wheat: A user oriented wheat yield model. ARS wheat yield project. Virginia, 1985. P. 159–175.
3. Williams J.R., Dyke P.T., Jones C.A. EPIC: a model for assessing the effects of erosion on soil productivity // Analysis of Ecological Systems: State-of-the-Art in Ecological Modeling. – Amsterdam : Elsevier, 1983. – P. 553–572.
4. Venkel K.-O., Mirschel W. Agroecosystemmodellierung. Grundlage fuer die Abschaetzung von Auswickungen moeglicher Landnutzungs- und Klimaaenderungen. // ZALF - Bericht, Nr.24, Muencheberg, 1995, 187 p.
5. Holzworth D.P., et al. APSIM – evolution towards a new generation of agricultural systems simulation Environ. Model. Softw., 62 (2014), pp. 327-350.
6. Jones et al., 2017 Toward a new generation of agricultural system data, models, and knowledge products: state of agricultural systems science. Agric. Syst., 155 (2017), pp. 269-288, 10.1016/j.agsy.2016.09.021
7. Whish J.P.M., et al., 2015. Integrating pest population models with biophysical crop models to better represent the farming system. Environ. Model. Softw. 72, 418–425.
8. vanWijk, M., et al., 2014. Farm household models to analyse food security in a changing climate: A review. Global Food Security 3, 77.
9. Jenkins, M.W., et al., 2004. Optimization of California's water system: results and insights. J. Water Resour. Plan. Manag. 130 (4), 271–280.
10. Евдокимова, Н. Е. Модельный инструментарий цифровых платформ управления региональными АПС // Развитие производства и роль агроинженерной науки в современном мире. – Ижевск, 2021. – С. 415-423.
11. Ткаченко, О. В. Экономическая эффективность способов получения миниклубней картофеля в защищенных условиях / О. В. Ткаченко, О. В.

Ивакин, С. А. Ткаченко // Вавиловские чтения - 2018. – Саратов: Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова, 2018. – С. 96-98.

© Евдокимова Н. Е., 2023

Научная статья

УДК 633.854.78 :632.4: 632.531.

А.П. Ермакова^{1,2}, К.К. Еременов¹

¹ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов,

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА ПОЛЕВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА К ЗАРАЗИХЕ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье представлены результаты анализа полевой оценки сортов и гибридов на устойчивость к заразихе и ржавчине подсолнечника, а также их сравнение в условиях возделывания правого берега Саратовской области.

Ключевые слова: подсолнечник, сорт, гибрид, патогены, заразиха, ржавчина.

A.P. Ermakova, K.K. Eremenov

Federal State Budgetary Institution "FANC of the South-East", Saratov, Russia

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilova, Saratov, Russia

ASSESSMENT OF FIELD RESISTANCE OF SUNFLOWER VARIETIES AND HYBRIDS TO BURRAT UNDER CONDITIONS OF THE RIGHT BANK OF THE SARATOV REGION

Annotation. The article presents the results of an analysis of a field assessment of varieties and hybrids for resistance to broomrape and sunflower rust, as well as their comparison under the conditions of cultivation of the right bank of the Saratov region.

Keywords: sunflower, variety, hybrid, pathogens, broomrape, rust.

Введение. Основной производственной масличной культурой России долгое время остается подсолнечник. Его посевные площади в стране в 2023 году составили около 9,4 млн. га. Саратовская область насчитывает около 1,5 млн. га, занятых посевами подсолнечника, что составляет 16% от общей площади всей страны. При этом средний сбор урожая подсолнечника в области за последние несколько лет составил 1,7 - 2 млн. тонн [9, 8, 7].

Однако, показатели урожайности могли бы возрасти при меньшем негативном влиянии окружающей среды. Среди известных факторов, влияющих на подсолнечник в Поволжье, чаще всего, встречаются: засуха, недостаток микро- и макроэлементов в почве, пораженность болезнями и вредителями и другие.

Один из патогенов, который сильно сокращает урожаи подсолнечника - зарази́ха (*Orobanche cymana* Wallr.) – высшее цветковое растение-паразит, поражающее корни. Во время прорастания семя, их проросток присоединяется к корню растения-хозяина. Со временем сосуды зарази́хи и подсолнечника соединяются, тем самым производя питание через его систему [4, 2].

Согласно исследованиям ученых - наибольшее прорастание зарази́хи наблюдалось во времена недостатка влаги в почве. Так, в Саратовской области период формирования листьев и активного роста культуры Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова составил 0,3, что доказывает сильный недостаток влаги. Таким образом это поспособствовало большему прорастанию растения-паразита.

Вторым таким патогеном является ржавчина подсолнечника (*Puccinia helianthi* Schwein). Такая грибковая болезнь в состоянии сократить урожаи посевов до 14–38 %, содержание масла в семенах уменьшается на 4–12 %. Больные растения подсолнечника и сорняки являются основой инфекционного начала болезни. Поражению ржавчиной подвержено сорное растение дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* L.), который может служить источником инфекции. Цикл развития гриба *Puccinia helianthi* на подсолнечнике включает три стадии и пять типов спороношения. Из этого следует, что и формы проявления тоже различны. При выпадении одного из циклов, прекращается и дальнейшее его развитие [4, 6, 3].

На данный момент, лучшим вариантом решения подобных проблем в России и в Саратовской области является выведение устойчивых к патогенам сортов и гибридов.

Методика исследований. Оценка устойчивости проводилась по трем сортам и трем гибридам подсолнечника местной селекции, трем сортам подсолнечника селекции краснодарского ВНИИМК. Для сравнения за стандарт был взят гибрид ЮВС-3. Полевые испытания проводились на опытных полях ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» на делянках с площадью 20 м² в трехкратной повторности. Густота стояния растений составила 45 тыс. шт. на 1 га. Предшественником являлся чистый пар. Посев проводился во второй декаде мая с последовательным прикатыванием. Первые всходы появились в третьей декаде мая. Однако полная всхожесть наблюдалась в первой декаде июня. В августе проводилась полевая оценка при естественном фоне заражения [5].

Для исследования были взяты три сорта местной селекции - Саратовский 20, Скороспелый 87 и Саратовский 85, три сорта селекции производства ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК – Армавирский 127, Армавирский 167, Армавирский 185, и три гибрида местной селекции – ПГ542, ПГ544 и ПГ545.

Следуя данным проведенной полевой оценки, мы выяснили что, самым большим количеством растений заразили, проросшей на делянке, являлось 2 хорошо развитого цветоноса на делянке. При осмотре первой повторности

сорта Армавирский 127, Армавирский 167 и Армавирский 185 были менее устойчивы к заразихе. Сорты местной селекции, а именно Саратовский 20, Скороспелый 87 и Саратовский 85 в первой повторности не имели заражений, либо имели единичные побеги. В то время как гибриды местной селекции не имели заражения и были на уровне стандарта (табл. 1).

При осмотре второй повторности большее число заражений было на сорте Армавирский 167 и гибриде ПГ 544, и имели наличие двух проросших растений на делянке. Так же одиночные побеги имел сорт Армавирский 185 и гибрид ПГ 542. Сорты местной селекции заражений не имели (табл. 1).

Осмотр третьей повторности показал, что один сорт местной селекции – Саратовский 20, имел наибольшее количество поражений заразихой. Остальные сорта и гибриды заражений не имели и остались на уровне стандарта (табл. 1).

Таблица 1

Сорт/Гибрид	1 повторность	2 повторность	3 повторность
Саратовский 20	0	0	2
Скороспелый 87	0	0	0
Саратовский 85	1	0	0
Армавирский 127	2	0	0
Армавирский 167	2	2	0
Армавирский 185	2	1	0
ПГ 542	0	1	0
ПГ 544	0	2	0
ПГ 545	0	0	0
ЮВС 3 St.	0	1	0

Оценку устойчивости к заразихе проводили в соответствии с методическими указаниями. Сорты и гибриды местного производства, а также сорта производства ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК в среднем получили от 3 до 4,3 баллов (табл. 2). Из этого следует, что все сорта и гибриды устойчивы к заразихе и рекомендуются к высеву в условиях Саратовской области [5].

Таблица 2

Сорт/Гибрид	1 повторность	2 повторность	3 повторность	среднее
Саратовский 20	3	3	5	3,6
Скороспелый 87	3	3	3	3
Саратовский 85	5	3	3	3,6
Армавирский 127	5	3	3	3,6
Армавирский 167	5	5	3	4,3

Армавирский 185	5	5	3	4,3
ПГ 542	3	5	3	3,6
ПГ 544	3	5	3	3,6
ПГ 545	3	3	3	3
ЮВС 3 St.	3	5	3	3,6

Оценка на зараженность ржавчиной проводилась в полевых условиях, в фазе физиологической спелости по общепринятой методике. Проводился осмотр растений и выставлялся средний балл по шкале [5].

При оценке первой повторности наиболее пораженными оказались сорта Саратовский 20 и Армавирский 127, а также гибрид ПГ 545 имея среднее поражение, одиночными либо слившимися пустулами. Остальные сорта и гибриды остались на уровне стандарта и имели незначительные скопления пустул либо единичные пустулы, в основном на нижней части листовой пластины (Табл. 3).

Осмотр второй повторности показал большее количество зараженных растений. Так, среди сортов Саратовский 20, Скороспелый 87, Саратовский 85 и Армавирский 127, а также гибрид ПГ 545 имели многочисленные скопления пустул на листовых пластинах, также встречались единичные пустулы на корзинках. Остальные сорта и гибриды незначительно превышали стандарт (Табл. 3).

При учете третьей повторности сорта Саратовский 20, Скороспелый 87, Саратовский 85, Армавирский 185, а также гибриды ПГ 544 и ПГ 545 имели многочисленные скопления пустул на листовых пластинах, также встречались единичные пустулы на корзинках. Остальные сорта и гибриды оставались на уровне стандарта (Табл. 3).

При расчете средних показателей по трем повторностям, наиболее высокие показатели поражения имели сорта Саратовский 20, Скороспелый 87, саратовский 85, гибрид ПГ 545, а также сорт Армавирский 127. Балл поражения варьировался в диапазоне от 6,3 до 7. Средний балл поражения в диапазоне от 4,3 до 5,6 прослеживался среди гибридов ПГ 542, ПГ 544 местного производства и сортов производства ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК - Армавирский

167 и Армавирский 185. Также показатели стандарта ЮВС 3 остались на этом же уровне. По средним показателям не нашлось сортов и гибридов, имеющих незначительные поражения либо не имеющих поражения ржавчиной вовсе (Табл. 3).

Таблица 3

Сорт/Гибрид	1 повторность	2 повторность	3 повторность	среднее
Саратовский 20	7	7	7	7
Скороспелый 87	5	7	7	6,3
Саратовский 85	5	7	7	6,3
Армавирский 127	7	7	5	6,3
Армавирский 167	5	5	5	5
Армавирский 185	5	5	7	5,6
ПГ 542	5	5	3	4,3
ПГ 544	5	5	7	5,6
ПГ 545	7	7	7	7
ЮВС 3 St.	5	3	5	4,3

Выводы. В результате проведенных исследований было выяснено, что сорта и гибриды местной селекции, а также сорта производства ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК устойчивы к заразице в правобережье Саратовской области. Однако все сорта и гибриды, взятые для оценки устойчивости к ржавчины были средне либо слабо поражены ей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаров, С. В. Селекция линий подсолнечника на устойчивость к заразице/ С.В. Гончаров, А.Р. Базис, П.А. Орлова, Э.В. Зеленская, Б.В. Палиев // II Международная научно-практическая конференция «Современные подходы и методы в защите растений». – 2020. – С. 182-183
2. Горбаченко, Ф.И. Селекция подсолнечника на устойчивость к заразице на Дону/ Ф.И. Горбаченко, В.В. Мезинова, Т.В. Усатенко // Масличные культуры. – М., 1985. – № 5. – С. 32-33
3. Децына А.А., Терещенко Г.А., Илларионова И.В. Распространенность ржавчины на сортах подсолнечника в условиях Краснодарского края // Масличные культуры. 2018. №2 (174).

4. Кукин В.Ф. Болезни подсолнечника и меры борьбы с ним. М.: Колос, 1982. 5 - 7 с
5. Методические указания по изучению мировой коллекции масличных культур, Выпуск 2 / под ред. Е. В. Оськина. Л.: ВИР, 1976. 32 - 33 с..
6. Саскевич, П. А. Моторинг болезней листового аппарата подсолнечника в условиях северо-востока Беларуси / П. А. Саскевич, Н. В. Устинова // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 4. – С. 105-110. – EDN YSOFHN.
7. https://minagro.saratov.gov.ru/development/index.php?ELEMENT_ID=8523
8. <https://www.oilworld.ru/analytics/forecast/340959>
9. <https://www.oilworld.ru/news/wheat/338346>

© Ермакова А.П., Еременов К.К., 2023

Научная статья

УДК 633:854.78

А.В. Лекарев, К.К. Еременов, А.П. Ермакова

ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока, г. Саратов, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Статья представляет анализ различных сортов и гибридов подсолнечника, который является одним из наиболее распространённых масличных культур в мире. Исследования включает в себя сравнительный анализ различных сортов. В общем, статья представляет важные исследования и выводы, которые помогут сельхозпроизводителям и селекционерам принимать обоснованные решения при выборе сортов и гибридов подсолнечника для оптимального урожая и прибыли.

Ключевые слова: Сорт, подсолнечник, площадь и урожайность посевов, масличность, площади.

Lekarev A.V., Ermenov K.K., Ermakova A.P.

FGBNU FANTS of the South-East, Saratov, Russia

RESEARCH AND ANALYSIS OF VARIOUS SUNFLOWER VARIETIES IN THE STEPPE ZONE OF THE SARATOV REGION

Annotation. The article presents an analysis of various varieties and hybrids of sunflower, which is one of the most common oilseeds in the world. The research includes a comparative analysis of different varieties. In general, the article presents important research and conclusions that will help farmers and breeders make informed decisions when choosing sunflower varieties and hybrids for optimal yield and profit.

Keywords: Variety, sunflower, area and yield of crops, oil content, area.

Введение: Подсолнечник – это культурное растение, которое известно человечеству уже несколько тысячелетий. С течением времени было выведено множество сортов и гибридов подсолнечника с различными характеристиками и свойствами. Сорта подсолнечника можно разделить на две основные категории: масличные и кондитерские. Масличные сорта выращиваются для производства подсолнечного масла, а кондитерские сорта – для получения семечек, используемых в пищевой промышленности.

Важно отметить, что современные сорта подсолнечника проходят многочисленные исследования и селекцию, чтобы повысить их выход и качество продукции, а также улучшить устойчивость к погодным условиям и болезням. В статье предлагается использовать сорта и гибриды, способные в полной мере реализовывать свой биологический потенциал в условиях возделывания [2]. Для отбора таких сортов необходимо проводить

экологические и производственные испытания. Проблема производства подсолнечника в России – это его невысокая урожайность. В настоящее время средний уровень урожайности подсолнечника составляет 1,1 до 2,5 т/га. Решить данную проблему возможно путём введения в производственный процесс новых высокопродуктивных сортов и гибридов подсолнечника [1].

Цель нашего исследования - проанализировать сорта подсолнечника ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», в условиях степной зоны Поволжья. Закладка опытов проводилась в степях Саратовской области в 2023 году. В качестве объектов исследования были взяты сорта подсолнечника: Саратовская 20, Саратовская 21, Скороспелый 87, ЮВ 1071, Саратовская 85, Любимчик и Сладёна. Площадь учётной делянки составила 22 м². Повторность трехкратная. Схема посева 70x40 см. Изучение роста, развития растений, учёты и наблюдения проводили согласно методическим указаниям лаборатории масличных культур ФГБНУ ФАНЦ «Юго-Востока» [3, 5]. Проведение анализа и обработку статистических данных (однофакторный анализ) осуществляли в соответствии с Методикой полевого опыта Б.А. Доспехова [3].

Результаты исследований: Продуктивность урожая подсолнечника зависит от множества факторов, включая семена, землю, обработку и удобрения. Основными определяющими факторами продуктивности относят диаметр корзины, количество, масса семян корзинки. Технологичностью сорта, являются высота растений и высота, длина растений. Определение длины подсолнечника имеет практическое значение в сельском хозяйстве, среди наших образцов по длине растений ниже стандарта («Саратовская 20») определили следующие сорта: «Скороспелый 87» и «ЮВ 1071», соответствующий стандарту «Саратовская 21», выше стандарта показали себя «Саратовская 85», «Любимчик», «Сладёна». (Таб.1)

Схожая картина наблюдалась и среди образцов по высоте растений, за исключением сорта «Саратовская 85», который соответствовал стандарту.

В результате множественного сравнения корзинок, в сравнении со стандартом существенных различий не выявили. (Таб.1)

Таблица 1.

Морфологические признаки сортов подсолнечника.

Сорт	Длина растений, см	Высота растений, см	Диаметр корзинки, см
Саратовская 20 St	154,33	146	21,67
Саратовская 21	151,33	145,33	20
Скороспелый 87	138,67	135	21,67
ЮВ 1071	143,33	136,33	20,33
Саратовская 85	166,33	146	21,33
Любимчик	175,33	158,67	20,33
Сластёна	165,67	161,67	20
F*	16,895	19,114	10,475
НСР₀₅	9,956	7,129	-

Натурная масса семян весьма важный признак. Высоконатурные сорта подсолнечника должны давать значительную экономию при транспортировке, так как при перевозках низконатурных сортов подсолнечника не используется полная грузоподъемность транспорта [4]. В результате исследования натуры сортов ФГБНУ ФАНЦ «Юго-Востока», даны следующие данные: Наименьшие показатели проявили сорта «Саратовская 21» и «Саратовская 85», остальные соответствуют стандарту. (Таб.2)

Масса 1000 семян в сортах соответствует стандартным значениям. Это указывает на то, что масса 1000 семян в данных образцах совпадает с установленными стандартами и служит важным показателем качества и согласованности данных материалов. (Таб.2)

Содержание масла в семенах масличного подсолнечника зависит от содержания в его ядре семени и от лужистости. Чем выше содержание масла в ядре и чем ниже процент лужги, тем семя богаче маслом и наоборот [4]. При исследовании содержания масла в наших сортах, наименьший показатель масличности 40,37% показал «Скороспелый 87», самый высокий показатель показал сорт «Сластёна» 51,3%, остальные незначительно различаются и соответствуют стандарту. (Таб.2)

Таблица 2.

Качественное количественное исследование сортов подсолнечника.

Наименование	Натурная масса, гр	Масличность, %	Масса 1000 семян, г	Урожайность, т/га	Сбор масла
Саратовская 20 St	386,33	48,83	90,33	3,46	1,69
Саратовская 21	352,67	47,23	82,67	3,84	1,81
Скороспелый 87	377,33	40,37	88	3,37	1,36
ЮВ 1071	369,67	47,97	84	3,57	1,71
Саратовская 85	353,67	48,87	80	3,59	1,76
Любимчик	368,33	49,1	78,67	3,40	1,67
Сластёна	395,67	51,27	75,33	3,20	1,64
F*	3,388	18,436	2,397	3,755	5,568
НСР₀₅	26,672	2,475	-	0,322	0,188

При сборе масла по показателю значительно отличается «Скороспелый 87» 1,36 т/га, самый высокий у «Саратовская 21», его показатель 1,81 т/га. (Таб.2)

В результате множественного анализа урожайности семян сортов было выявлено высокое значение у «Саратовская 21» 3,8 т/га, «ЮВ 1071» и «Саратовская 85» 3,6 т/га. (Таб.2)

По комплексному анализу хозяйственно-полезным признакам за 2023 год, положительно показал себя «Саратовская 21».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов В.К. Агробиологические основы возделывания подсолнечника. Саратов, 1953. 215 с.
2. Биологические и агротехнические основы возделывания подсолнечника по интенсивной технологии В.Ф. Пимахин [и др]. Саратов, 1991. 57 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985. 351 с.
4. Пустовойт В.С. Избранные труды. Селекция, семеноводство и некоторые вопросы агротехники подсолнечника. М., изд-во «Колос», 1966. 368 с.
5. Дояренко А.Г. Факторы жизни растений. М., 1966. 280 с.

© Лекарев А.В., Ерменов К.К., Ермакова А.П., 2023

Научная статья

УДК 378:658

Лекарев А.В., Ерменов К.К., Ермакова А.П.

ФГБНУ ФАНЦ Юго-Востока, г. Саратов, Россия

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Аннотация. Цифровые технологии имеют значительное влияние на сельское хозяйство. Они позволяют фермерам собирать и анализировать большие объемы данных, что помогает принимать более информативные решения. В данной статье мы рассмотрим различные аспекты применения цифровых технологий в сельском хозяйстве, включая автоматизацию процессов, использование дронов и умных сенсоров, анализ больших данных и применение искусственного интеллекта.

Ключевые слова: Сельское хозяйство, проект, цифровые технологии, повышение эффективности, искусственный интеллект, дроны, роботы.

Lekarev A.V., Ermenov K.K., Ermakova A.P.

FGBNU FANTS of the South-East, Saratov, Russia

DIGITALIZATION OF AGRICULTURE IN THE RUSSIAN FEDERATION

Annotation. Digital technologies have a significant impact on agriculture. They allow farmers to collect and analyze large amounts of data, which helps to make more informative decisions. In this article, we will look at various aspects of the use of digital technologies in agriculture, including process automation, the use of drones and smart sensors, big data analysis and the use of artificial intelligence.

Keywords: Agriculture, project, digital technologies, efficiency improvement, artificial intelligence, drones, robots.

История сельского хозяйства насчитывает тысячелетия и является одной из самых важных и влиятельных отраслей человеческой деятельности. Сельское хозяйство началось с появления первых поселений и перехода на оседлый образ жизни около 10 000 лет назад. В начале люди охотились и собирали плоды, но со временем они осознали, что могут выращивать свою пищу. Они начали добывать семена растений, возделывать почву и разводить животных. С развитием сельского хозяйства возникли первые поселения, формируя основу для развития городов и цивилизаций. Земледелие стало основным источником пропитания людей, а скотоводство позволило им получать мясо, молоко и другие продукты животного происхождения. С течением времени сельское хозяйство стало все более развитым и эффективным благодаря развитию различных инструментов и технологий. Использование орудий и организация системного возделывания позволили увеличить урожайность и обеспечивать пищей все большее количество людей. Промышленная революция в 18-19 веках принесла с собой новые технологии и изобретения, которые в значительной степени повлияли на сельское хозяйство. Введение паровых машин и механизированных инструментов позволило автоматизировать многие процессы и увеличить производительность. В 20 веке произошли еще более значительные изменения в сельском хозяйстве. Внедрение химических удобрений, пестицидов и генетически модифицированных организмов стало способом повышения урожайности и сокращения потерь от болезней и вредителей. В настоящее время сельское хозяйство стало все более интенсивным и коммерциализированным [3]. Большие агрохолдинги и фермерские предприятия используют современные технологии для максимизации производительности и рентабельности. Однако, в то же время, становится все более важным внимание к экологической устойчивости и сохранению природных ресурсов. История сельского хозяйства

- это история, которая неразрывно связана с развитием человеческой цивилизации. Она продолжается и продолжит развиваться, а современные вызовы, такие как изменение климата и устойчивое использование ресурсов, ставят перед нами новые задачи в области сельского хозяйства.

На текущем этапе развития агропромышленного комплекса, цифровые технологии охватывают большинство сфер. Исключением не стало и сельское хозяйство – стратегическая важная для России отрасль. Цифровизация сельского производства, оказала существенное влияние на развитие данной отрасли. На сегодняшний день имеется ряд некоторых способов, которыми цифровая технология влияет на сельское хозяйство:

- Улучшение управления урожаем. С помощью датчиков, GPS и других технологий фермеры могут отслеживать показатели, такие как влажность почвы, уровень урожайности, и наличие вредителей. Это позволяет им применять удобрения, воду и пестициды более точно и эффективно, что способствует снижению затрат.

- Оптимизация управления животноводством. Цифровые технологии позволяют сельхозпроизводителям отслеживать здоровье и производительность скота с помощью носимых устройств, датчиков и систем мониторинга. Это помогает выявить заболевания и проблемы заранее, а так же улучшить процессы кормления и разведения.

- Автоматизация и механизация процессов. Цифровые технологии в сельском хозяйстве позволяют автоматизировать и механизировать многие процессы, такие как посев, полив, уборка и упаковка урожая. Это сокращает время и усилия, необходимые для выполнения этих задач, а также повышает качество и производительность.

- Улучшение прогнозирования и планирования. Алгоритмы и модели машинного обучения могут анализировать исторические данные о погоде, почве и других факторах, чтобы предсказывать урожайность, вредителей и риски для сельского хозяйства. Это помогает фермерам принимать более

осознанные решения при планировании посевных работ и управлении ресурсами.

- Развитие сельского хозяйства в городских условиях. Цифровые технологии, такие как гидропоника, вертикальное фермерство и интеллектуальные системы управления, позволяют выращивать продукты питания в городах, где ограничено пространство и доступ к почве. Это способствует повышению продовольственной безопасности и устойчивости городских обществ.

Значимую роль играют и квалифицированные кадры в сфере цифровых технологий. Специалисты данной области играют важную роль в преобразовании и совершенствовании аграрной отрасли, обладая навыками и знаниями в области программирования, анализа данных, искусственного интеллекта, интернета вещей и других смежных областей. Они могут использовать различные программы и инструменты, чтобы собирать данные сельскохозяйственных операций, анализировать их и принимать решения на основе этих данных. В их задачи входит оптимизирование ресурсов, повышение эффективности производства, консультирование фермеров и сельскохозяйственных работников по использованию современных цифровых технологий в их повседневной работе [2].

По прогнозам ООН, население мира к 2050 году достигнет 9,8 млрд человек, чтобы его прокормить, надо увеличить производство продовольствия на 70% [4]. (рис.1)

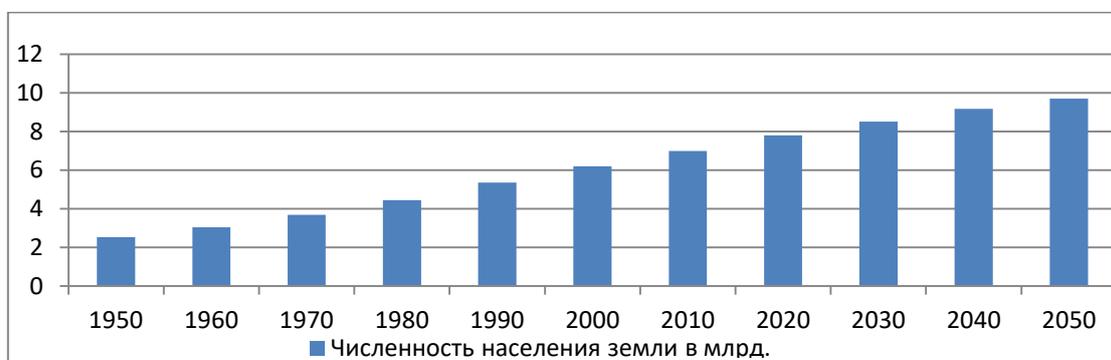


Рисунок 1

Это означает, что фермеры России должны изменить процессы производства, сделать их максимально эффективными.

На сегодняшний день примерно 70% фермерских хозяйств Соединённых штатов Америки, Канады и Европы уже используют «умные» технологии для сельского хозяйства. Отечественные аграрии пока далеки от таких показателей, но спрос на цифровые технологии повышается. В феврале 2020 году Министерство сельского хозяйства России утвердило проект национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство», который позволит увеличить производительность сельхозпредприятий вдвое к 2024 году. В переходе сельскохозяйственной отрасли страны на цифровизацию принимает участие и Госкорпорация Ростех [1]. В апреле этого года Ростех и Минсельхоз России заключили соглашение о взаимодействии в области внедрения цифровых технологий в агропромышленном комплексе. В числе технологий Ростеха, которые могут быть внедрены в российском агропромышленном комплексе, программы для управления фермами, роботизированные системы, беспилотники для мониторинга объектов сельского хозяйства, технологии точного земледелия на базе интернета вещей. В частности, беспилотные комплексы производства компании Zala Aero концерна «Калашников» активно используются для аэрофотосъемки сельскохозяйственных угодий. Их применение позволяет оценить состояние почвы и растений, повысить урожайность земель, оптимизировать затраты на удобрения и средства защиты растений, определить территории, нуждающиеся в дополнительном орошении [5].

В августе 2023 года в компании Galileosky сообщили о внедрении своих терминалов спутникового мониторинга в сельскохозяйственную технику в Пермском крае для борьбы с борщевиком. В частности, устройства установлены на косилки с тракторами для расчистки полей [1].

В компании Cognitive Pilot (дочернее предприятие Сбера и Cognitive Technologies), 25 октября 2022 года сообщила о реализации в системе автономного управления сельхозтехникой Cognitive Agro Pilot навигационного

модуля, включающего спутниковый приемник и инерциальную навигационную систему [6].

Однако для получения максимального эффекта важно внедрять не только отдельную «умную» технику, но и комплексные решения для автоматизации процессов в агропромышленном комплексе. Одно из таких решений недавно представила «Росэлектроника». О начале испытаний первой отечественной Интеллектуальной информационно-аналитической системы для «цифрового» растениеводства, разработанной АО «НИИИТ» (г. Тверь). В частности, система позволяет агропредприятиям и фермерам перейти к рациональному использованию удобрений, исходя из потребностей конкретного участка поля. На основе данных химического анализа почвы составляется так называемая «цифровая карта» сельхозугодий. Учитывая состояние почвы, аграриям выдаются рекомендации по оптимальной высадке сельскохозяйственных культур, количеству и типу удобрений и средств защиты растений. Затем карты-задания получает «умная» сельскохозяйственная техника – сеялки, опрыскиватели, разбрасыватели [5].

Всем этим фермеры могут управлять в своем личном кабинете через web-интерфейс или в мобильном приложении. Здесь отображаются все созданные системой полевые журналы и рекомендации, а о проведении тех или иных работ вовремя напомнят уведомления на мобильном телефоне. Разработчики новой системы уже подсчитали положительный эффект от ее использования – она позволит на четверть сократить расходы на семена и удобрения, на 20% снизить время холостого прохода техники, на 15-30% повысить собираемость продуктов. Проверить это на деле первыми смогут аграрии Смоленской и Тверской областей – именно здесь на опытных полях проходит апробация новой системы [5].

Технологии искусственного интеллекта (ИИ) может иметь огромное влияние на сельское хозяйство и ее процессы. В России разработка ряда новых систем, использующих алгоритмы машинного обучения и анализа больших данных для оптимизации процессов возделывания почвы и прогнозирования

урожайности, стало известно в конце сентября 2023 года. Используя данные о почвенной фертильности, погодных условиях, исторических урожаях, и других факторах, системы искусственного интеллекта могут помочь сельским хозяйственным производителям определить оптимальное время для посева, использования удобрений и полива. Такие комплексы помогают выполнять рутинные операции, повышать эффективность деятельности и снижать затраты. Еще одна область, в которой ИИ может быть полезен, это мониторинг здоровья растений и борьба с вредителями. С использованием технологий компьютерного зрения и датчиков, ИИ может распознать признаки заболеваний и вредителей на ранних стадиях и предлагать эффективные методы борьбы. Также, нейронные сети и другие методы обучения могут улучшить процессы складирования и транспортировки сельхозпродукции, сократив потери и оптимизировать распределение товаров.

Однако, как с любым новыми технологиями, есть и некоторые вызовы и проблемы. Например, нужно иметь доступ к большому количеству данных для обучения моделей, а также тщательные настройки и стандартизация процессов для оптимального использования искусственного интеллекта в сельском хозяйстве.

Universal Robots – датская компания-разработчик коллаборативных роботов, нашло решение в использовании ИИ на Ecorobotix в виде стола на колесах с GPS-навигацией, питание обеспечивают солнечные батареи. Робот Ecorobotix перемещается по полям уничтожая сорняки с высокой точностью. Заявленная эффективность достигает 95%. Вместе с тем роботы Energid и Universal Robots, оснащенные камерами и специальными гибкими манипуляторами, помогают собирать плоды цитрусовых, такие как апельсины и грейпфруты [7].

Не отстают и отечественные изобретатели из НИТУ МИСИС, Тамбовского государственного технического университета (ТГТУ), Китайского горно-технологического университета и Высшей школы экономики (ВШЭ) разработали робота botANNIC. В достоинство которого входит увеличение

урожайности и сокращения потери фруктов плодов из-за болезней, вредителей. Робот оснащен камерой, которая связана с нейросетью для воспроизведения человеческого зрения. На местности робот «ориентируется» при помощи трехмерной карты, а также оператор может задать ему маршрут вручную. Колесная платформа имеет габариты 1,5 на 1,5 метра, а грузоподъемность – 200 кг. Так же на робота можно установить манипулятор для отбора проб фруктов или сбора урожая. Мощность электромотора – 500 Ватт [7].

Использование цифровых технологий в сельском хозяйстве открывают новые горизонты для повышения эффективности и устойчивости производства. Однако внедрения этих технологий также требуют соответствующей инфраструктуры, обучение персонала и доступа к современным техническим средствам. Продолжается работа над развитием и адаптацией цифровых технологий для потребности сельского хозяйства, и будущее обещает еще больше инноваций и возможностей в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48 с. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/28f/28f56de9c3d40234dbdcbfac94787558.pdf> (дата обращения: 19.10.2023).
2. Кулистикова Т. Цифровизация как неизбежность. Какие digital-решения использует агросектор // Агроинвестор. 2021. № 10. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/36772-tsifrovizatsiya-kakneizbezhnost-kakie-digital-resheniya-ispolzuetagrosektor/> (дата обращения: 20.10.2023).
3. Ванюшина О.И. Цифровая трансформация сельского хозяйства России: состояние и перспективы // Цифровая экономика: проблемы и перспективы развития. 2019. С. 87-93.
4. Организация Объединённых Наций (ООН) URL: <https://www.un.org/ru/global-issues/population> (дата обращения: 20.10.2023).

5. Поле возможностей: цифровые решения для сельского хозяйства Государственная корпорация «Ростех» URL: <https://rostec.ru/news/pole-vozhnostey-tsifrovye-resheniya-dlya-selskogo-khozyaystva/> (дата обращения: 20.10.2023).
6. Российский разработчик программного обеспечения и прикладных решений для сельского хозяйства – «Когнитивные технологии» URL: <https://cognitive.ru> (дата обращения: 20.10.2023).
7. Университет науки и технологий МИСИС. URL: <https://misis.ru/> (дата обращения: 21.10.2023)
8. Датский производитель небольших гибких промышленных роботов-манипуляторов для совместной работы, базирующийся в Оденсе, Дания. URL: <https://www.universal-robots.com> (дата обращения: 20.10.2023).

© Лекарев А.В., Ерменов К.К., Ермакова А.П., 2023

Научная статья

УДК 631.527

К.А. Ермоленко, В.А. Ежов

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В данной статье представлены различные методы селекции полевых культур, основанные на работе с геномом отдельных растений. Данные методы являются перспективными для исследования и использования при создании новых сортов.

Ключевые слова: Последовательно-специфический нуклеазный метод, Олигонуклеотид-направленный мутагенез, РНК-направленное метилирование ДНК.

К.А. Ermolenko, V.A. Ezhov

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar, Russia

PROMISING METHODS FOR BREEDING FIELD CROPS

Annotation. This article presents various methods for breeding field crops based on working with the genome of individual plants. These methods are promising for research and use in creating new varieties.

Keywords: Sequence-Specific Nuclease technology, Oligonucleotide-Directed mutagenesis, RNA-Dependent DNA methylation.

Методы селекции полевых культур можно разделить на два вида: те, что работают с популяциями, и те, что работают с геномом отдельных организмов. Несмотря на достаточную простоту классических методов селекции, данная работа трудоемка и требуют большого количества времени. Работа с геномом отдельного организма, хоть и требует сложного лабораторного оборудования и исследований, является наиболее быстрой и эффективной [1]. Поэтому детальное изучение геномов растений, открывает широчайшие возможности применения полученных знаний в биотехнологии и генетике растений.

В последние несколько лет появились новейшие методы редактирования геномов:

1. Последовательно-специфический нуклеазный метод (SSN) – для работы использует собственные механизмы восстановления цепей ДНК в клетке. Для разрыва цепи ДНК в точно указанном месте применяются природные ферменты. Данный метод позволяет убрать, мутировать или изменить любой интересующий ген. Его примеры: CRISPR, TALEN, ZFN [2].

Существует три типа применения SSN: SSN-1, SSN-2, SSN-3.

Тип SSN-1 для восстановления цепей не используются донорские фрагменты ДНК, соответственно происходит негомологическое соединение концов, что приводит к делециям небольших участков ДНК. Эти небольшие изменения приводят к потере функции гена.

Тип SSN-2 для восстановления цепей использует небольшие участки донорской ДНК, которая является копией целевого участка, но с небольшой модификацией, которая будет внесена в геном растения.

Тип SSN-3 использует совершенно новый ген для восстановления, что позволяет полностью заменить интересующий участок ДНК.

2. Олигонуклеотид-направленный мутагенез (ODM) – представляет собой платформу для точного редактирования генов. Метод использует нормальную систему восстановления ДНК клетки для редактирования определенных целевых оснований в геноме с помощью химически синтезированных олигонуклеотидов. Эти олигонуклеотиды используются в качестве матриц для создания несовпадений в ДНК в целевом участке. Посредством гомологического спаривания между олигонуклеотидом и ДНК целевой области механизм репарации клетки направляется в эти участки для исправления несовпадающих оснований, руководствуясь олигонуклеотидной последовательностью. После завершения процесса коррекции олигонуклеотид разрушается клеткой в результате естественных процессов.

После процесса восстановления ДНК отбираются растения, модификация которых была скопирована в ДНК. Отличие от SSN-2 заключается в том, что генетическая конструкция не копируется в ДНК самого растения. Используемая небольшая ремонтная молекула некоторое время остается в растительной клетке и быстро разлагается. Этот метод работает только с растениями, которые можно регенерировать из протопластов.

Важно отметить, что при использовании SSN-1, SSN-2 и ODM внутри существующего вида создаются дополнительные генетические вариации без преодоления каких-либо видовых барьеров. Что является созданием

дополнительных генетических вариаций абсолютно необходимых и фундаментальных для селекции растений.

3. РНК-направленное метилирование ДНК (RdDM) – способ отключения транскрипции участков ДНК, путем метилирования некоторых цитозиновых оснований. RdDM участвует в ряде регуляторных процессов в растениях.

Метилирование ДНК обычно связано с репрессией транскрипции генетических последовательностей, на которые нацелен белок. Поскольку закономерности метилирования ДНК у растений передаются по наследству, эти изменения часто могут стабильно передаваться потомству. В результате одной из важных ролей RdDM является стабильное трансгенерационное подавление активности мобильных элементов. RdDM также связан с защитой от патогенов, реакцией на абиотический стресс и регуляцией нескольких ключевых переходных процессов в развитии. Однако мутанты RdDM могут иметь ряд дефектов у разных видов растений, включая летальность, измененные репродуктивные фенотипы и нестабильность генома, а также повышенную чувствительность к патогенам [3].

В целом, RdDM является важным путем у растений, который регулирует ряд процессов путем установления и усиления специфических паттернов метилирования ДНК, что может приводить к трансгенерационным эпигенетическим эффектам на экспрессию генов и фенотип.

4. Цисгенезис – метод заключается в том, что в растение с помощью генетической модификации вводятся определенные представляющие интерес признаки, но только с использованием генов того же вида или вида, который можно скрещивать с ним. Введенный цисген представляет собой идентичную копию гена из совместимого пула, включая промотор, интроны и терминатор. Растение-донор должно быть скрещиваемо с растением-реципиентом. Это означает, что того же результата можно было бы достичь с помощью традиционной селекции растений, но это заняло бы гораздо больше времени, часто в четыре-пять раз больше.

Интрогенез. Растения, созданные с помощью этого метода, содержат новые гены, происходящие от самого вида или от скрещиваемого вида. Интрагенез позволяет рекомбинировать генетические элементы, выделенные из разных генов в пределах совместимого генофонда. При цисгенезе гены представляют собой новую комбинацию генетических элементов, которую невозможно получить с помощью традиционной селекции. Например, можно заменить природный промотор промотором другого гена, происходящего от того же вида.

Как и в любой технике, здесь есть ограничения. Одним из ограничений, общих как для цисгенеза, так и для интрагенеза, является то, что черты, находящиеся за пределами сексуально совместимого генофонда, не могут быть введены. Кроме того, создание инбредных культур требует новых знаний и больше времени по сравнению с трансгенными культурами. Желаемые гены или фрагменты генов могут быть недоступны, для их использования необходимо выделение из генофонда.

Кроме того, производство селекционных растений, не содержащих маркеров, часто требует внедрения или разработки новых методов, поскольку такие методы могут быть недоступны для данной культуры. Это означает, что необходимо приложить значительные усилия, особенно к культурам с низкой эффективностью трансформации, чтобы получить большое количество модифицированных растений.

Описанные выше недостатки интрагенеза и цисгенеза в значительной степени компенсируются их способностью преодолевать некоторые ограничения традиционной селекции растений. И цисгенез, и интрагенез предоставляют более быстрый и точный инструмент для переноса генетических конструкций между родственными видами, чем классическое обратное скрещивание. В то же время удается избежать сопротивления связям, часто наблюдаемого в традиционных программах обратного скрещивания.

Интра-/цисгенные методы также могут преодолеть ограничения классической селекции, когда речь идет об улучшении признаков с

ограниченной естественной аллельной вариацией. Более высокий уровень экспрессии признака можно получить посредством цисгенеза, путем вставки дополнительной генной копии признака, или посредством интрагенеза путем введения гибридного гена, содержащего выгодный промотор и терминатор, выделенный из сексуально совместимого генофонда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фидоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Колчина Л.М. Иновационные технологии в селекции, сортоиспытании и семеноводстве: науч. изд. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 200 с.
2. Гены сельскохозяйственных растений, модифицированные с помощью системы CRISPR/Cas / А. М. Короткова, С. В. Герасимова, В. К. Шумный, Е. К. Хлесткина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21, № 2. – С. 250-258. – DOI 10.18699/VJ17.244. – EDN YNPHVF.
3. Маренкова, Т. В. Трансгенные растения как модели для изучения эпигенетической регуляции экспрессии генов / Т. В. Маренкова, Е. В. Дейнеко // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – Т. 19, № 5. – С. 545-551. – DOI 10.18699/VJ15.071. – EDN VDUBMR.

© Ермоленко К.А., Ежов В.А., 2023

Научная статья

УДК 632.934

И.Д. Еськов¹, О.Л. Теняева¹, М.И. Еськов²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, г. Саратов, Россия

ОСОБЕННОСТИ ЗАЩИТЫ МАЛИНЫ ОТ ПУРПУРОВОЙ ПЯТНИСТОСТИ В УСЛОВИИ СТЕПНОГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация. Изучалась сортовая устойчивость малины различных сроков созревания к дидимелле или пурпуровой пятнистости (*Didymella applanata* Sacc.) и определялась эффективность защиты малины от пурпуровой пятнистости в условиях Саратовской области. Установлено, что сорт малины Гусар в период исследований был самым устойчивым к фитопатогену, сорт Пересвет восприимчив к патогену. Интегрированная схема защиты и питания малины (схема 3) оказалась наиболее эффективной для контроля грибных инфекций (в среднем по опыту биологической эффективности обработок 91,6% и снижение развития пурпуровой пятнистости 91,5%).

Ключевые слова: малина, пурпуровая пятнистость или дидимелла, фунгициды, биологическая эффективность.

I.D. Eskov¹, O.L. Tenyaeva¹, M.I. Eskov²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Russian Research and Design and Technological Institute of Sorghum and Corn, Saratov, Russia

FEATURES OF RASPBERRY PROTECTION FROM PURPLE SPOTTING IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE VOLGA REGION

Annotation. Varietal resistance of raspberries of various maturation periods to didymella or purple spotting (*Didymella applanata* Sacc.) in the conditions of the Saratov region and determination of effective protection of raspberries from purple spotting were studied. It was found that the raspberry variety Gusar during the research period was the most resistant to the phytopathogen, and the variety Peresvet is susceptible to the pathogen. The integrated raspberry protection and nutrition

scheme (Scheme 3) proved to be the most effective for the control of fungal infections (on average, according to the experience of biological effectiveness of treatments, 91.6% and a decrease in the development of purple spotting 91.5%).

Keywords: raspberry, *Didymella applanata* Sacc, fungicides, biological efficacy.

Введение. Малина распространена во всех районах России, является ценной ягодной культурой и превосходит многие ягодные культуры по своим вкусовым и лечебным качествам [1]. Урожайность малины в условиях Поволжья составляет от 100 ц/га до 120 ц/га. Заболевание на малине приносит вред особенно во влажные годы, особенно интенсивно поражаются кусты малины, после плохой перезимовки и ослабленные насекомыми. Грибные и вирусные заболевания приводят к уменьшению урожая малины, которые снижают урожайность в 1,5-3 раза, ухудшают качество ягод и зимостойкость кустов [3,4].

Пурпуровая пятнистость или дидимелла (сумчатый гриб *Didymella applanata* Sacc) поражает все надземные вегетативные органы малины и прикорневую часть. Характерный признак дидимеллы – темно – лиловые пятна, постепенно переходящие в буро коричневые, которые в дальнейшем разрастаются и окольцовывают побеги. У малины, пораженной заболеванием дидимеллой, характерно проявляется массовое высыхание побегов, отмирание почек, стремительное снижение показателей по зимостойкости. Зимой гриб переносит на зараженных стеблях и почках. В условиях мягкой и влажной зимы патоген способен развиваться. Успешно перезимовавшие грибные споры продолжают повреждать все новые и новые стебли ягодной культуры [5].

В Саратовской области болезнь распространена практически во всех районах возделывания и проявляется ежегодно. Интенсивность развития болезни местами достигает 20-50%. Гриб для развития требует высокой влажности (до 100%) и температуры +15-20°C. Особенно сильно поражается малина в засушенных насаждениях на почвах с избыточным содержанием азота, тяжелых по механическому составу, с близким залеганием грунтовых

вод. Развитию заболевания благоприятствуют умеренно теплая с большим количеством осадков весна и первая половина лета, а также теплые влажные зимы [5].

Ассортимент фунгицидов для применения в период вегетации малины включает 120 препаратов на основе 20 действующих веществ. Согласно Государственному каталогу пестицидов и агрохимикатов, ... (2019) было зарегистрировано 355 препаратов. За последние 5 лет в РФ зарегистрировано против пурпуровой пятнистости около 10 препаратов на основе 4 действующих веществ: Беномил (Фундазол), Пенконазол (Топаз), Пропиконазол (Пропи Плюс, Чистофлор), Меди сульфат+ кальций гидроксид (Бордоская смесь и др.) [2].

Методика исследования. Исследования проводились в 2019-2021 гг. на производственных участках Учебно-научно производственного подразделения «Агроцентр» (УНПК «Агроцентр» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ).

Целью научной работы являлось определение эффективной защиты малины от грибных заболеваний в условиях Саратовского района Саратовской области.

Опыт закладывался в производственных условиях в трех кратной повторности. В опыте исследовали сорта введенные в Госреестр, фенологические наблюдения проводились ежегодно по сортам: Геракл - сорт раннего срока созревания, слабо поражается грибными болезнями; Гусар – среднего срока созревания, вынослив к основным грибным заболеваниям малины; Пересвет – среднепозднего срока созревания, вынослив к основным грибным болезням малины.

Схема посадки малины: 1,5 м x 0,3 м. Количество растений в каждой повторности 10 штук (в трехкратной повторности). Площадь под опытом – 40,5м².

Исследования проводились в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур под редакцией Седова Е.Н, (1999) [6]. Наблюдения проводили по отдельным фенологическим

фазам, отмечая календарные сроки их прохождения. Так же наблюдения проводились сопряженности развития грибной болезни (дидимеллы) и по фенофазам сортов малины, отмечая календарные сроки их прохождения.

В опыте изучалась эффективность применения фунгицидов в разные фазы развития. Использовали три схемы совместного применения фунгицидов и агрохимикатов в периоды: 1. Ранневесеннее «голубое» опрыскивание до распускания почек, 2. Распускание листьев, 3. До выдвигания бутонов, 4. Налив – спелость ягод. Расход рабочей жидкости 10 л/100 м² или 1000 л/га.

Схема 1 (эталон- вариант 1): 1. Бордоская смесь Экстра, ВРП, в норме 10 кг меди сульфата +10 кг кальция гидроксида/га. 2. Бордоская смесь Экстра, ВРП в той же норме. 3. Топаз 0,5 л/га. 4. Топаз в той же норме.

Схема 2 (вариант 2): 1. Бордоская смесь Экстра, ВРП, 10 кг меди сульфата+10 кг кальция гидроксида/га. 2. Ридомилголд МЦ, ВДГ, 2 кг/га. 3. Топаз, КЭ 0,5 л/га. 4. Чистофлор, КЭ 0,7 л/га.

Схема 3 (вариант 3): 1. Бордоская смесь Экстра, ВРП 10 кг меди сульфата+10 кг кальция гидроксида/га. 2. Ридомилголд МЦ, ВДГ 2 кг/га + Folicare 18-18-18, П 3 кг/га. 3. Топаз, КЭ 0,5 л/га + Rexolin ABC, П 0,5 кг/га. 4. Чистофлор, КЭ 0,7 л/га + Folicare 10-5-40, П 3 кг/га.

Выбор схем обусловлен, тем что обработка Бордоской смесью эффективна даже при сольном использовании на плантации малины в борьбе с грибной инфекцией, т.к. этот фунгицид эффективно подавляет зимующую инфекцию, предотвращая в дальнейшем ее развитие, в то время как Топаз (д.в. пенконазол) зимующую инфекцию не сдерживает, но достаточно эффективен для предотвращения повторного перезаражения (т.е. лучше этот фунгицид использовать по вегетации).

Однако, для лучшего контроля грибных патогенов, с учетом агроклиматических условий Саратовской области в период исследований, необходимо расширить ассортимент фунгицидных препаратов. Это связано, не только с тем, что в достаточно засушливых условиях иногда инфекция протекает менее заметно, с точки зрения визуальной симптоматики.

Известно, что постоянное использование одних фунгицидов может вызвать если не полную резистентность патогена, то некоторое снижение интенсивности подавления инфекции. Хотя именно в Правобережье Саратовской области чрезвычайно распространены корневые гнили, в частности для малины достаточно вредоносна серая гниль.

В последние несколько лет интенсивно растет тенденция активного введения с защитные схемы листовых подкормок макро- и микроэлементами (иногда в сочетании с аминокислотами и фитогормонами). Система питания при помощи современных агрохимиков очень полезна не только для значительного повышения урожайности, качество продукции, зимостойкости и других хозяйственно-полезных свойств, но и с точки зрения фитосанитарного оздоровления малины. Так фосфорно-калийные удобрения, а также некоторые микроэлементы повышают устойчивость растений к фитофагам и патогенам, в том числе грибной инфекции. Однако такие удобрения, особенно в виде порошков и гранул, (например, кальцевая селитра) категорически не рекомендуется смешивать с веществами, содержащими фосфаты и сульфаты, ввиду выпадения в нерастворимый осадок элементов питания. Таким образом это ограничивает использование бордоской смеси, особенно в осенней период. Поэтому, нами изучалось эффективность совместного использования новых агрохимикатов и фунгицидов в защите сортов малины от грибной инфекции и получении экологически чистой качественной товарной продукции.

Биологическая эффективность обработки вычислялась в сравнение с контролем по формуле: $C_p = (100(a \times v)) / a$,

где C_p – биологическая эффективность, %; a , v – показатели распространения в контроле и на обработанном участке

Снижение развития болезни по каждой повторности и варианту вычисляли в процентах по формуле: $CR = ((R_k - R_o) \times 100) / R_k$,

где CR - биологическая эффективность, %; R_k – развитие болезни в контроле; R_o – развитие болезни в опыте.

Учеты болезни малины проводились на 5-ый, 10-ый и 15-ый день после обработки. Урожай определили прямым взвешиванием ягод с каждого куста. После этого определяли среднюю массу одного плода. В конце июня был проведен замер приростов побегов малины. Полученные в ходе исследований данные обрабатывали методом статистического анализа в Excel.

Результаты исследования. Установлено, что основной болезнью малины в УНПЦ «Агроцентр» является пурпуровая пятнистость малины, которая начинает интенсивно проявляться во второй половине лета на молодых побегах в местах крепления черешка листа. В связи с тем, что дидимелла вредит почти весь период вегетации, большое значение имеет агроклиматические условия развития сортов малины и грибной инфекции.

При изучении фенологии роста и развития малины можно сделать вывод, что у сорта раннего срока созревания от набухания почек до листопада проходит около - 198 суток. У сорта среднего срока созревания от набухания почек до листопада проходит около - 190 суток. У сорта среднепозднего срока созревания от набухания почек до листопада проходит 220 суток.

Наиболее благоприятные условия развития для дидимеллы совпали с уязвимыми периодами развития сорта Пересвет (выдвижение цветочных бутонов и начало образования завязи), поэтому этот сорт был самым восприимчивым к фитопатогену. Сорт Геракл был более устойчив к пурпуровой пятнистости. Сорт Гусар оказался достаточно устойчивым к данному патогену, в среднем за вегетацию процент развития дидимеллы (9,5%) и распространения (7,7%) фитопатогена был наименьшим в опыте.

Биологическую эффективность определяли после обработки малины перед цветением и сразу после окончания цветения, фактически, сравнивали воздействие фунгицидов Топаз и Чистофлор, а так же эти фунгициды на фоне листовых подкормок: Топаз + REXOLIN ABC и Чистофлор +FOLICARE 10-5-40 (табл. 1 и 2).

Таблица 1 - Эффективность фунгицидов на малине против пурпуровой пятнистости (обработка перед цветением - выдвигание бутонов)

Варианты	Распространенность, %	Степень развития болезни, %	Биологическая эффективность обработки, %	Снижение развития болезни, %
Геракл				
Контроль	20,0	24,0	-	-
Схема 1 (фунгициды)	7,0	10,0	65,0	58,3
Схема 2 (фунгициды)	5,0	5,0	75,0	79,2
Схема 3 (фунгициды + агрохимикаты)	3,0	2,0	85,0	91,7
Гусар				
Контроль	7,5	9,0	-	-
Схема 1 (фунгициды)	2,0	2,0	73,3	77,8
Схема 2 (фунгициды)	1,0	2,0	86,7	77,8
Схема 3 (фунгициды + агрохимикаты)	0,5	1,5	93,3	83,3
Пересвет				
Контроль	42,0	25,0	-	-
Схема 1 (фунгициды)	15,0	10,0	64,3	60,0
Схема 2 (фунгициды)	12,0	10,0	71,4	60,0
Схема 3 (фунгициды + агрохимикаты)	5,2	2,5	87,6	90,0

Сравнительный анализ биологической эффективности обработок и снижение развитие пурпуровой пятнистости различных схем защиты малины показал, что схема защиты малины с использованием бордоской жидкости и фунгицида Топаз достаточно эффективна, даже по сравнению с схемой защиты, где использовался целый комплекс фунгицидов, контролирующих не только дидимеллу, но и корневые гнили (серая гниль и вилт).

Интегрированная схема защиты и питания малины оказалась наиболее эффективной для контроля грибных инфекций (в среднем по опыту биологической эффективности обработок 91,6% и снижение развитие пурпуровая пятнистости 91,5%).

Таблица 2 - Эффективность фунгицидов на малине против пурпуровой пятнистости (обработка сразу после окончания цветения (нач.обр.завязи)

Варианты	Распространенность, %	Степень развития болезни, %	Биологическая эффективность обработки, %	Снижение развития болезни,%
Геракл				
Контроль	20,5	25,0	-	-
Схема 1 (фунгициды)	5,0	2,7	75,6	89,2
Схема 2 (фунгициды)	3,0	2,0	85,4	92
Схема 3 (фунгициды + агрохимикаты)	1,0	2,0	95,1	92
Гусар				
Контроль	7,5	10,0	-	-
Схема 1 (фунгициды)	1,0	2,0	86,7	80
Схема 2 (фунгициды)	1,0	1,0	86,7	90
Схема 3 (фунгициды + агрохимикаты)	0,2	0,5	97,3	95
Пересвет				
Контроль	56,5	32,0	-	-
Схема 1 (фунгициды)	10,5	5,0	81,4	84,4
Схема 2 (фунгициды)	10,0	5,5	82,3	82,8
Схема 3 (фунгициды + агрохимикаты)	5,0	1,0	91,2	96,9

Выводы. Установлено, что сорта малины по мере увеличения устойчивости к дидимелле имеют вид: Пересвет → Геракл → Гусар.

Схема защиты малины с использование бордоской жидкости и фунгицидом Топаз (схема 1) достаточно эффективна, даже по сравнению с схемой защиты (схема 2), где использовался целый комплекс фунгицидов, контролирующих не только дидимеллу, но и корневые гнили (серая гниль и вилт).

Интегрированная схема защиты и питания малины (схема 3) оказалась наиболее эффективной для контроля грибных инфекций (в среднем по опыту биологической эффективности обработок 91,6% и снижение развития пурпуровая пятнистости 91,5%).

Урожайность сорта Геракл в контрольном варианте составила 2,0 т/га, а при схемах защиты 3,0 т/га, 4,7 т/га и 5,1 т/га соответственно. Аналогичные

показатели у сортов Гусар – на контроле 3,7 т/га и схемы 1-3 4,4 т/га, 5,3 т/га и 6,7 т/га соответственно), на сорте Пересвет - контроль 1,7 т/га и схемы 1-3 2,2 т/га, 4,3 т/га, 4,6 т/га соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляева, А.А. Сортовая устойчивость малины к пурпуровой пятнистости / А.А. Беляев, А.М. Белых, Г.И. Бакланова // Плодоводство и ягодоводство России. - 2012. Т. 29. № 1. С. 69-75.
2. Государственном каталоге пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 1 Пестициды. Издание официальное. – М., 2019 – 876 с.
3. Зейналов А.С. Атлас-справочник основных вредителей и болезней ягодных культур и мер борьбы с ними / А.С. Зейналов. – Москва. - 2016, 240 с.
4. Минина, И.В. Болезни и вредители малины в Самарской области / И.В. Минина // Плодоводство и ягодоводство России. - 2013. Т. 29. № 2. С. 32-39.
5. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2018 году и прогноз развития вредных объектов в 2019 году // Сост.: Д.Н. Говоров, А.В. Живых, Е.С. Новоселов, А.А. Шабельникова, П.Б. Щетинин, А.Н. Никулин, В.И. Умников, А.И. Долгов, И.А. Волков. /Общ. ред. Д.Н. Говоров, А.В. Живых. - ФГБУ «Россельхозцентр», Москва, 2019 – 900 с.
6. Седова, Е.Н. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур /Е.Н. Седова [и др.] – - Орел : ВНИИСПК, 1999. - 606 с.

© Еськов И.Д., Теняева О.Л., Еськов М.И., 2023

Научная статья

УДК 631.527

Жиганов Д.А.^{1,2} Ермолаева Т.Я.² Нуждина Н.Н.² Салманова Н.А.² Нечаев В.Н.²

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова г.Саратов, Россия

²ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г.Саратов, Россия

АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННО - ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ОЗИМОЙ РЖИ В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Аннотация. Важность озимой ржи определяется высокоадаптивными свойствами этой культуры: зимостойкость, морозоустойчивость, засухоустойчивость. В статье проводится сравнительная оценка сортов: Саратовская 7, Саратовская 10, Эстафета Татарстана, Зиланд, Флора, Графиня, Безенчукская 110, Московская 12, Московская 15, Московская 18. Проведен анализ и определены сорта, представляющие интерес в качестве исходного материала для проведения скрещиваний.

Ключевые слова: Озимая рожь, хозяйственно - ценные признаки, определение наследственной составляющей высоты растений.

Zhiganov D.A.^{1,2} Ermolaeva T.Y.² Nuzhdina N.N.² Salmanova N.A.² Nechaev V.N.²

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²FGBNU "FANC of the South-East", Saratov, Russia

ANALYSIS OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS OF WINTER RYE VARIETIES IN THE LOWER VOLGA REGION

Annotation. The importance of winter rye is determined by the highly adaptive properties of this crop: winter hardiness, frost resistance, drought resistance. The article provides a comparative assessment of varieties: Saratov 7, Saratov 10, Relay of Tatarstan, Ziland, Flora, Countess, Bezenchukskaya 110, Moskovskaya 12, Moskovskaya 15, Moskovskaya 18. The analysis was carried out and the varieties for crosses in the future were determined.

Keywords: Winter rye, economically valuable signs, signs of dominance.

Введение. На протяжении долгого времени озимая рожь показывает себя как ценная и неприхотливая злаковая культура. Озимая рожь используется как в технологических целях в хлебопечении, так и для кормовых целей. В начале двадцатого века эта культура являлась лидирующей среди других зерновых культур и возделывалась на 55% всех посевных земель России [1]. Но с развитием технологического прогресса и агротехнологий возделывания почв площади посева ржи резко сокращались. Важность данной культуры определяется высокой адаптацией к внешнему воздействию окружающей среды и обладает рядом ценных природных свойств, такие как зимостойкость, морозоустойчивость, засухоустойчивость, устойчивость к заболеваниям и способность произрастать на низкоплодородных почвах [2]. Для улучшения качества селекционной работы по озимой ржи необходимо проводить ежегодный мониторинг и сравнительную оценку сортов ржи нашего региона с сортами других НИУ.

Цель исследования. Провести мониторинговую оценку хозяйственно-ценных признаков сортов озимой ржи. Задача исследования проанализировать полученные показатели для использования в селекционной работе.

Методы и материалы исследования. Испытание сортов осуществлялось 2022г на опытном поле ФГБНУ «ФАНЦ Юго – Востока». Образцами исследования являлись десять сортов озимой ржи: Саратовская 10, Саратовская 7, Зиланд, Флора, Графиня, Безенчукская 110, Эстафета Татарстана, Московская 12, Московская 15, Московская 18. Площадь делянки- 13,2м².

Повторность- трехкратная. С данных делянок проводился отбор растений с 1м² и в последующем 25 колосьев с различных растений. Дата посева 28 августа.

Все исследования проводились в лаборатории «Селекции и семеноводства озимой ржи» ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» по общепринятым методикам. [3]

Условия проведения опытов. Метеорологические особенности 2021/2022 сельскохозяйственного года – это осенние условия с достаточным количеством осадков для получения всходов и последующего кущения растений; неблагоприятные условия зимовки с очень высоким снежным покровом на конец января (188 % от нормы) и на конец февраля (144 % от нормы), температура на глубине узла кущения составляла -0,9... +0,1 О С, что способствовало поражению посевов грибными болезнями. По результатам осмотра поврежденных растений, отобранных с поля, удалось выявить черные склероции *Sclerotinia graminearum* Elen. и при культивировании грибной инфекции в условиях повышенной влажности в лабораторных условиях наблюдалось развитие белых гифов снежной плесени *Microdocium nivale*, что свидетельствует о комплексном грибном поражении делянок.

Апрель-июнь 2022 год отличался увеличением температурного режима и недостатком осадков. Среднемесячная температура составил 18,8°С, что на 3,7°С выше климатической нормы. Осадки выпадали при продвижении через территорию области атмосферных фронтов в виде ливневых дождей кратковременного характера различной интенсивности. ГТК за данный период составлял 0,75. [4] При проведении полевых работ применялась подкормка мочевиной в виде 100 кг в весовом эквиваленте.

Результаты исследований и их обсуждение.

По данным таблицы 1 сорта Графиня (152) и Московская 15 (144) характеризовались низкорослостью и более высокой устойчивостью к полеганию. По длине колоса выделяются сорта Флора (12,65 см.) и Графиня (13,1 см.). Меньшей длиной верхнего междоузлия обладают сорта с доминантно-моногонным наследованием высоты растений Флора (35,45),

Графиня (33,45) и Зиланд (37,6). По данным исследователей ген HI (Humilis), позднее названный (Ddw -1 – Dominant dwarf 1), локализованный на хромосоме 5R, обладает широким плеiotропным эффектом: увеличивает длину колоса, количество цветков и зерен в колосе, кустистость растений, мощность их корневой системы, площадь их листовой поверхности, что приводит к увеличению потенциала продуктивности растений. [6]

Высоких показателей по озерненности колоса достигли сорта Саратовская 7 (92%) и Саратовская 10 (94%). Московская 15 (4,3) и Московская 18 (3,9) лидируют по показателям плотности колоса. По количеству зерен с главного колоса выделяются сорта Флора (60) и Графиня (64), т.к. имеют более длинный колос. По массе 1000 зерен, массе зерна с главного колоса, массе зерна с 25 колосьев выделяются сорта Саратовская 7 стандарт и Саратовская 10.

Таблица 1. Хозяйственно-ценные признаки озимой ржи, 2022г.

Сорт	Высота растений, см.	Длина колоса, см.	Длина верхнего междоузлия, см.	Озерненность колоса, %	Плотность колоса, шт./1см	Кол-во зерен с главного колоса, шт.	Масса 1000 зерен, г.	Масса зерна с главного колоса, г.
Эстафета Татарстана	181,0	11,20	42,75	90	3,5	50	27,7	1,65
Зиланд	161,0	10,85	37,6	87	3,7	46	25,4	1,85
Флора	161,0	12,65	35,45	88	3,45	60	20,6	1,65
Графиня	152,0	13,10	33,45	84	3,35	64	22,05	1,85
Безенчукская 110	180,5	9,90	47,35	90	3,85	59	28,5	1,8
Московская 12	154,5	9,35	44,95	89	4,0	55	26,3	1,85
Московская 15	144,0	9,20	42,75	90	4,3	61	24,4	1,85
Московская 18	157,5	9,75	43,00	89	3,9	59	29,0	1,9
Саратовская 7 st	158,5	8,70	44,95	92	3,7	52	34,3	2,05
Саратовская 10	158,5	9,55	43,25	94	3,6	56	31,85	2,15
НСР _{0,5}	7,63	0,55	2,92	NS	0,36	3,94	3,55	NS

Признак длина верхнего междоузлия наследственно обусловлен и хорошо отражает генетическую составляющую короткостебельности, моногенная или рецессивная полигенная, так короткостебельность, обусловленная геном Ddw - 1, уменьшает длину подколосового междоузлия [5]. Он может служить маркерным признаком при определении отличимости, однородности и стабильности. Сорта, высота которых определяется действием рецессивных генов, характеризуются более коротким колосом, длина подколосового междоузлия достоверно отличается от сортов с доминантным геном короткостебельности, масса 1000 зерен более высокая.

Анализируя зимостойкость сортов, следует отметить высокую сохранность стеблей и хорошее отрастание после поражения у сортов Флора, Зиланд, Безенчукская 110, Московская 12, Московская 18, Саратовская 7. Высокую устойчивость к поражению зимующими грибами проявили Эстафета Татарстана и Саратовская 10. Низкое количество стеблей у первого сорта связано с пониженной энергией прорастания (семена из фонда хранения). По урожайности выделились сорта: Саратовская 10, Московская 18, Безенчукская 110, Московская 12. Из сортов с доминантным геном короткостебельности выделился сорт Зиланд (таб. 2).

Таблица 2 Зимостойкость и урожайность озимой ржи, 2022г.

Показатель	Татарстан	Зиланд	Флора	Графиня	Безенчукская 110	Московская 12	Московская 15	Московская 18	Саратовская 7 st	Саратовская 10	HCR _{0,5}
Урожайность, ц/га	33,7	41,5	38,7	34,6	51,94	49,07	51,64	53,75	46,4	56,67	10,5
Кол-во стеблей на 1 м ² , шт.	281	417	492	398	466	425	406	434	488	529	NS
Поражение зимующими	4,5	14	14	26	2,5	21	24	25	6,5	2,3	NS

ми грибами, %											
---------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Выводы. Изучение сортов озимой ржи выявило генетически обусловленное разнообразие по биологическим и хозяйственно-ценным признакам. Выделенные сорта представляют интерес для селекционных программ по отдельным признакам. Сорта Флора и Графиня представляют интерес для дальнейших скрещиваний в программах выведения сортов с доминантно-моногенной короткостебельностью. В дальнейшем выведение подобных сортов местной селекции позволит снизить высоту растений и значительно снизить трудозатраты на уборку озимой ржи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гончаренко А. А. Селекция гибридов озимой ржи на основе ЦМС типа Пампа / А. В. Макаров, С. А. Ермаков [и др.] // Российская сельскохозяйственная наука. – 2021. – № 2. – С. 14-19. – DOI 10.31857/S2500262721020034. – EDN HDNJOI.
2. Гончаренко А. А., Актуальные вопросы селекции озимой ржи/А.А Гончаренко. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех» С.14-22.
3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб.–М.: Агропромиздат, 1985.
4. Climate date [Электронный ресурс] // URL:/https://ru.climate-data.org/азия/российская-федерация/саратовская-область/саратов-467/ (Дата обращения 15.10.2023)
5. Ермолаева Т. Я, Сравнительная оценка сортов озимой ржи по хозяйственно-биологическим показателям. / Н. Н. Нуждина, Д. В. Говердов [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2019. – № 7. – С. 14-20. – DOI 10.17513/use.37153. – EDN XQNUSQ.

6. Кобылянский В.Д., Солодухина О.В. Роль ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова в инициации и становлении новых направлений в селекции озимой ржи в России. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2015;176(1):5-19. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2015-1-5-19>

© Жиганов Д.А., Ермолаева Т.Я., Нуждина Н.Н., Салманова Н.А., Нечаев В.Н., 2023

Научная статья

УДК 631.1

А.А. Жиздюк, В.Н.Буйлов, С.В.Чумакова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Аннотация. В статье рассматриваются современные цифровые решения для выполнения полевых работ, такие как автоматизированный электронный учет в хозяйстве, компьютерное моделирование структуры посевных площадей, агроскаутинг с помощью дронов, применение электронных систем полевых работ и повышение урожайности за счет использования точных метеоданных. Рекомендованы способы автоматизации и цифровизации, включая передачу данных государственным надзорным органам, недостаточную квалификацию кадров и эффективность распределения ресурсов за счет активного внедрения новых технологий.

Ключевые слова: цифровизация, автоматизация, импортозамещение, агроскаутинг, автоматизированный электронный учет, компьютерное моделирование посевных площадей, электронные системы сельскохозяйственной техники, точность метаданных.

A.A. Zhizdyuk, V.N. Builov, S.V. Chumakova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

DIGITAL SOLUTIONS FOR FIELD WORK

Annotation. The article discusses modern digital solutions for field work, such as automated electronic farm record keeping, computer modeling of cropping patterns, agro-scouting with the help of drones, application of electronic field work systems and increasing yields through the use of accurate meteorological data. Ways of automation and digitalization are recommended, including data transfer to state supervisory bodies, insufficient human resources and efficiency of resource allocation through active introduction of new technologies..

Keywords: digitalization, automation, import substitution, agro-scouting, automated electronic accounting, computer modeling of sown areas, electronic systems of agricultural machinery, metadata accuracy.

Новый полевой сезон продолжит политику активного импортозамещения, цифровизации данных по хозяйствам в Министерстве сельского хозяйства и решения задач по повышению количества урожая и его качества. С этими вопросами помогут отечественные цифровые решения, использующиеся уже сейчас и наращивающие свою долю в общем перечне применяемых технологий.

Сложности текущего сезона и предлагаемые решения.

Прежде всего, сложность вызывают системы Министерства сельского хозяйства, в которые необходимо передавать данные на обязательной основе – ФГИС «Зерно» и «Сатурн», ЕФИС ЗСН. [1] Сюда стекаются данные по уборке урожая, применению пестицидов и агрохимикатов, по полям и культурам. Даже

яркие противники цифровых технологий будут вынуждены столкнуться с цифровизацией, потому что это требуется для сдачи отчетности

Также ярко выделяется тренд на повышение эффективности производственных процессов. Сейчас на фоне экономических кризисов и обострения политической обстановки нельзя закрывать глаза на не оптимальные производственные процессы, чтобы не терять деньги на ровном месте. Опять же, из года в год переносится проблема отсутствия достаточного количества квалифицированного персонала.

Как считают аналитики компании «Геомир» [2], у перечисленных проблем есть следующие решения:

- внедрение автоматизированного учета работ на полях;
- цифровизация учета товарно-материальных ценностей и урожая;
- автоматизированный контроль за качеством выполнения работ;
- использование компьютерных рекомендаций и внешних экспертов.

Вывод: доля применения искусственного интеллекта и IT-технологий в сельском хозяйстве должна повышаться. И не только для того, чтобы исполнять требования новых нормативно-правовых актов, но и для повышения эффективности производства.

Как внедрить автоматизированный электронный учет в хозяйстве.

Базовый функционал, который понадобится – терминалы мониторинга движения техники и свободное время специалиста для обработки данных (1 час в день или 5 часов в неделю). Дополнительный – RFID-идентификация орудий и механизаторов и датчики уровня топлива.

Этапы автоматизации на основе ПО «История поля»:

1. Подключение мониторинга техники.
2. Подключения RFID-меток орудий и механизаторов.
3. Настройка привязки видов работ к орудиям и культурам.
4. Автоматическое заполнение данных программой (орудия,

механизаторы, виды работ, техника, поля, обработанная площадь, дата и время работ, расход ГСМ, смены).

5. Автоматическое формирование документации (учетные и путевые листы, сводка полевых работ, отчет по заработной плате, табель учета выполненных работ, отчет по расходу ГСМ и т. д.).

Последний тренд – автоматический учет работ на полях без участия учетчика. Это сокращает влияние человеческого фактора и затраты времени на выполнение каждой отдельной операции. В перспективе учетчики будут просто контролировать автоматический учет полевых работ и участвовать в других процессах в хозяйстве.

Компьютерное моделирование в хозяйстве.

Компьютерное моделирование в текущем состоянии рассчитано на крупные холдинги, но в ближайшем будущем станет доступным широкому кругу сельскохозяйственных производителей. Первое направление – «Оптимизация структуры посевных площадей». Его цель – обеспечение максимальной доходности при соблюдении существующих ограничений:

- агрономических (предшественники, сроки возврата, непригодные площади и другие);
- рыночные (прогнозные цены, ограничения сбыта).

Второе направление – «Оптимизация парка техники». Решаемая задача – моделирование оптимального «Плана полевых работ на сезон» и анализ прогнозного дефицита техники, обеспечивающего минимизацию расходов на выполнение работ при соблюдении комплекса ограничений:

- целевая структура посевов по полям;
- агротехнологии (состав и последовательность операций);
- доступность и производительность техники.

На фоне ухода зарубежных производителей это особенно актуально: моделирование поможет выбрать какую технику и орудия купить, какие сцепки использовать, как загрузить имеющиеся машины максимально эффективно.

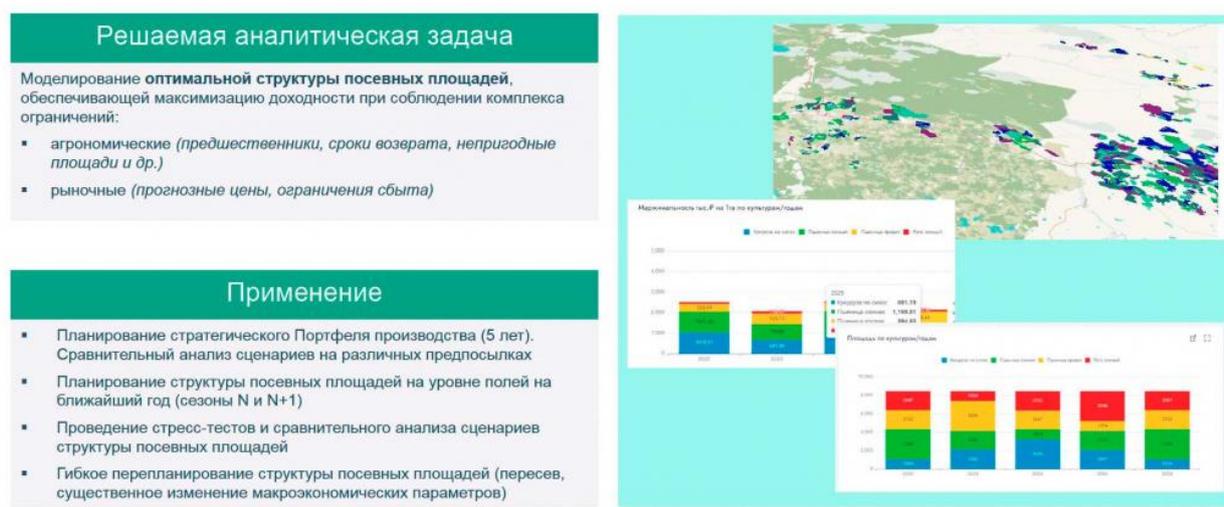


Рис.1 – Моделирование «Оптимизация структуры посевных площадей»

Агроскаутинг с помощью дронов.

Как показывает практика, классический осмотр полей агрономом не дает точных сведений о засоренности полей. Так, если сорняк отчетливо не виден за культурой, он часто пропускается при визуальном осмотре человеком. К тому же, очаги сорняков не распределены равномерно: чаще всего они встречаются с краев или внутри поля в локальных точках и т. д. То есть, классический скаутинг требует модернизации.

Эффективное решение для нового полевого сезона – агроскаутинг с помощью дронов. Чем же дрон лучше человека? Наглядно показывает статистика, собранная на практике [3]:

- дрон облетает 100 га за 15 мин, а человек обходит за 1-1,5 часа;
- компьютер анализирует снимки в 6 раз быстрее человека;
- данные с дрона в 5 раз точнее, поскольку собираются с 10-20 точек, а человеком – только с двух.

Контролем продолжает заниматься скаут – с планшета или пульта управления. Основные требования к персоналу минимальны – умение запустить дрон и быстрое перемещение между полями для сокращения сроков мониторинга. Вся информация передается в облачный сервис, с которым работает руководитель отдела: он может в любое время зайти в систему и

посмотреть, какая ситуация на каком поле зафиксирована на основании распознавания снимков с дронов на текущий момент.

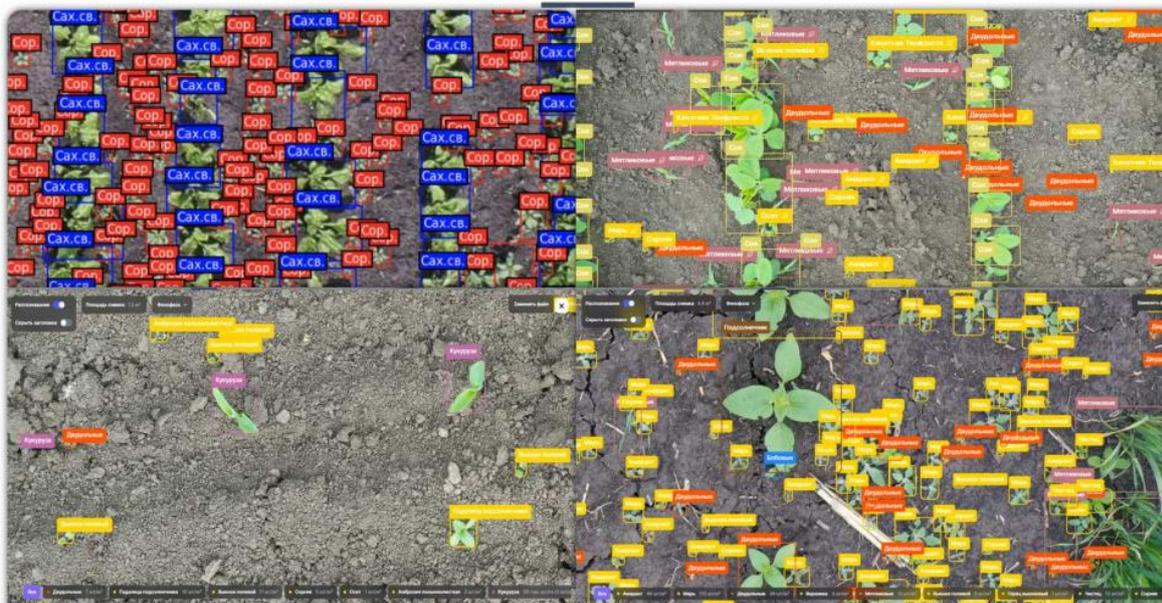


Рис.2 – Результаты распознавания съемок дронов

№	Фенофаза	Точность распознавания в %
Озимая пшеница, Озимый ячмень, Яровая пшеница, Яровой ячмень		
1	Конец колосшения	98%
2	Цветение	98%
3	Молочная спелость	97%
4	Восковая спелость	99%
Кукуруза		
1	Первый лист раскрыт	98%
2	2й лист	99%
3	6й лист	98%
4	Цветение	99%
Подсолнечник		
1	2я пара настоящих листьев	98%
2	4я пара настоящих листьев	99%
3	Начало цветения	99%
4	Полное цветение	99%
5	Конец цветения	99%
6	Начало созревания	99%
7	Середина созревания	99%
8	Полная спелость	99%
Свекла сахарная		
1	1я пара настоящих листьев	97%
2	2я пара настоящих листьев	98%
3	3я-5я пара настоящих листьев	98%
Соя		
1	Семядоли	98%

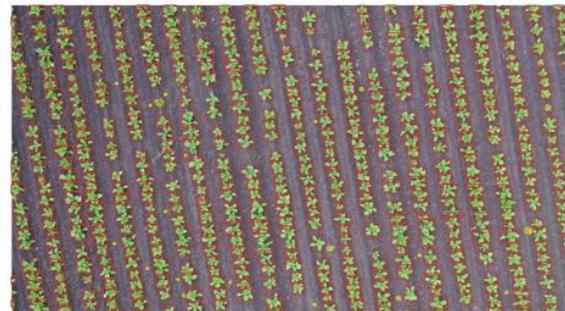


Рис.3 – Подсчет густоты посевов

Новинки электронных систем.

В 2023 году будут актуальны следующие новинки электронных систем [4]:

- система оптимизации работы транспорта в поле [5] – алгоритм, оценивающий характеристики поля и машин и выстраивающий оптимальный маршрут движения;

- система автоуправления – комплекс оборудования и ПО, снижающий трудоемкость сельскохозяйственных операций, количество пропусков и перекрытий, влияющий на экономию ГСМ и трудозатрат и обеспечивающий безостановочный цикл работы даже в условиях плохой видимости;
- ночное видение – система, позволяющая в ночное время увеличить обзор до 1500 м, повысив тем самым скорость транспорта на 50%, а производительность – на 30%;
- умные метки – специальные чипы, позволяющие легко идентифицировать любое оборудование (навесное или прицепное), используемое в сельском хозяйстве;
- Face ID – идентификация оператора транспортного средства по лицу, гарантирующая, что техникой управляет человек, имеющий на это право (на замену RFID-меток, которые таких гарантий не дают);
- картирование урожайности – аппаратно-программный комплекс на уборочной технике, позволяющий определить и зафиксировать количество собранного зерна за определенные промежутки времени;

Все представленные выше новинки есть в каталоге отечественного поставщика решений для сельского хозяйства «Ростсельмаш». И в новом полевом сезоне их значение вырастет.

Повышение урожайности за счет использования точных метеоданных.

Когда сельское хозяйство сталкивается с засушливым или морозным сезонами, важность метеоданных выходит на первый план. Современные станции позволяют определить, когда лучше всего проводить опрыскивание, с какой скоростью нужно двигаться технике при текущем ветре, как избежать риска «сжигания» урожая и т. д. Этими вопросами активно занимаются компании METOS и Pessl Instruments.

Профессиональные метеостанции интегрируются с решениями отечественных поставщиков ПО, в том числе – «Истории поля» от

«Геомира».[2] Поступающие от них данные используются для оптимизации используемых ресурсов и повышения урожайности, его качества.

Выводы

Автоматизация и цифровизация способны решить сложившиеся в сельском хозяйстве проблемы безболезненно и быстро, включая передачу данных государственным надзорным органам, недостаточную квалификацию кадров и эффективность распределения ресурсов. В новом полевом сезоне выиграют компании, взявшие курс на активное внедрение новых технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аналитическое сопровождение реализации Федеральной нацтехпрограммы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы: сб. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 284 с.
2. «Геомир» выступит партнером проекта по внедрению отечественной автоматизированной системы управления в «Русагро». https://www.cnews.ru/news/line/2023-10-18_geomir_vystupit_partnerom
3. Бочаров К.О. Применение дронов в сельском хозяйстве // Наука без границ. 2021. №6 (58). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-dronov-v-selskom-hozyaystve> (дата обращения: 01.11.2023).
4. Огневцев С.Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса // МСХ. 2018. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-tsifrovoy-platformy-agropromyshlennogo-kompleksa> (дата обращения: 01.11.2023).
5. Перспективы разработки почвообрабатывающего оборудования для основной полосовой обработки почвы / А. А. Протасов, М. В. Карпов, А. Г. Шаповалов [и др.] // Научная жизнь. – 2019. – Т. 14, № 7(95). – С. 1122-1132. – DOI 10.35679/1991-9476-2019-14-7-1122-1132. – EDN ARSBEB

©Жиздюк А.А., Буйлов В.Н., Чумакова С.В. 2023

Научная статья

УДК 633.15

Н. А. Жорова

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
г. Краснодар, Россия

ВКЛАД Н. И. ВАВИЛОВА В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ И МИРОВУЮ НАУКУ

Аннотация. В статье рассматривается краткая биография жизни Николая Ивановича Вавилова и его главные научные достижения для отечественной и мировой науки, которые охватывают область селекции и генетики.

Ключевые слова: Н.И. Вавилов, генетика, селекция, экспедиции, растения, наука.

N. A. Zhorova

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar, Russia

THE CONTRIBUTION OF N. I. VAVILOV TO NATIONAL AND WORLD SCIENCE

Annotation. The article examines a brief biography of the life of Nikolai Ivanovich Vavilov and his main scientific achievements for domestic and world science, which cover the field of selection and genetics.

Key words: N.I. Vavilov, genetics, selection, expeditions, plants, science.

Николай Иванович Вавилов был выдающимся ученым в области естественных наук, к числу которого принадлежит немало научных достижений. Он повлиял не только на советскую историю, но и внес вклад в мировую научную мысль. Труды Николая Ивановича явились

основополагающей базой для дальнейших открытий ученых в области селекции, генетики и не только.

Н. И. Вавилов родился в Москве, в купеческой семье. Образование получил в Московском сельскохозяйственном институте, который закончил в 1911 году. В 1917 году организовал Бюро по прикладной ботанике и селекции, которое впоследствии стало Всесоюзным институтом растениеводства.

Основные научные исследования Вавилова посвящены изучению закономерностей наследственности и изменчивости, а также разработке методов селекции растений. Он является автором закона гомологических рядов в наследственной изменчивости организмов, который устанавливает связь между сходными признаками у разных видов и родов растений.

Н. И. Вавилов совершил множество научных экспедиций, в ходе которых собрал обширные коллекции семян культурных и диких растений. Им было установлено 7 центров происхождения культурных растений, что позволило разработать эффективные методы селекции и напрямую улучшить урожайность сельскохозяйственных культур.

Академик Вавилов внес значительный вклад не только в развитие генетики, но и в организацию науки. На 36-ом году жизни он был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР. В 1926 г. он был одним из пяти лауреатов премии имени В. И. Ленина, а в 1929 г. стал президентом Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук. Также он был редактором ряда научных журналов [2].

Помимо своей научной деятельности, Вавилов также активно занимался педагогической работой и организацией науки. Он был основателем Всесоюзного института растениеводства и редактором многих научных журналов.

Однако в 1940 году Вавилов был арестован по ложному обвинению в шпионаже и умер в заключении в 1943 году. Его научные достижения были забыты на многие годы, но в настоящее время его имя снова становится известным благодаря его вкладу в развитие науки и сельского хозяйства.

Н.И. Вавилов является одним из самых выдающихся ученых в области биологии, растениеводства и генетики. Он сделал ряд значимых открытий и внес огромный вклад в развитие отечественной и мировой науки.

При изучении происхождения и разнообразия культурных растений Вавилов совершил неоднократные экспедиции во многие страны, собрав более 150 000 образцов семян различных культурных растений. Это позволило ему создать первую в мире коллекцию культурных растений и установить закономерности их распространения. В своем докладе «Основные задачи советской селекции растений и пути их осуществления» в 1934 г. Вавилов писал: «химизация земледелия ставит на очередь вопрос о селекции на отзывчивость к химическим удобрениям», тем самым увеличивающееся производство минеральных удобрений в СССР сподвигнет продвижение земледелия на север, что и случилось в XX в. [1].

Кроме того, Н. И. Вавилов сформулировал закон гомологических рядов. Он гласит, что близкие виды и роды имеют параллельные ряды изменчивости. Этот закон позволяет прогнозировать наличие определенных признаков у растений и облегчает поиск новых видов с желаемыми характеристиками. Закон гомологических рядов имеет важное значение для генетики, селекции и растениеводства, которое помогает ученым с гораздо большей эффективностью исследовать и использовать разнообразие видов растений для создания новых сортов и повышения урожайности.

В ходе своих экспедиций Вавилов определил восемь основных географических центров происхождения культурных растений, что позволяет лучше понять историю развития растениеводства в разных регионах мира. Он установил 7 основных географических центров происхождения культурных растений:

- Китайско-индийский (рис, хлопок);
- Среднеазиатский (горох, лук, лен);
- Средиземноморский (маслины, виноград, капуста.);
- Абиссинский (бананы, кофе, твердая пшеница, ячмень);

- Центральноамериканский (кукуруза, какао, тыква, стручковый перец);
- Южноамериканский (картофель, томат, ананас.);
- Европейско-сибирский (рожь, овес, яровая пшеница, репа).

Вавилов написал множество научных трудов, которые до сих пор являются основой для исследований в области генетики, селекции, растениеводства и географии. В своем сообщении «О происхождение культурные растений» он писал: «Многие современные культурные растения возникли из сорных растений, засорявших посевы других более древних культур». К такому выводу он пришел при изучении состава возделываемых растений и ближайших к ним диких видов [3]. Среди других известных работ нельзя не отметить следующие:

«Генетика и ее значение для селекции» – данная работа была опубликована в 1934 г. и является одной из самых известных его работ. В своей научной работе он рассматривает основные принципы генетики и их значение для селекции растений. Одной из ключевых идей, выдвинутых в этой книге, является закон гомологических рядов, который предсказывает наличие определенных признаков у видов на основе сходства их генетической структуры. Вавилов также обсуждает методы исследования генетического разнообразия растений, включая изучение образцов из разных регионов и определение центров происхождения культурных растений.

«Полевые культуры СССР» – научный труд Н. И. Вавилова, опубликованный опубликована в 1949 году. В книге описаны виды, особенности способы возделывания полевых культур, выращиваемых в СССР. Данная работа содержит информацию о более чем 500 видах полевых культур, в том числе зерновых, бобовых, овощных и кормовых культурах. Вавилов также описывает методы селекции для повышения качества и урожайности этих культур.

Как итог всех его научных достижений, были созданы два института: ВИР (Всероссийский институт растениеводства) и ИОГЕН (Институт общей генетики), которые по прошествии многих лет продолжают вносить вклад в научное сообщество и в настоящее время. Одна только

коллекция Всероссийского НИИ им. Н. И. Вавилова насчитывает почти 400 тыс. образцов семян, корнеплодов и вегетативных частей [4].

Таким образом, вклад Н. И. Вавилова в науку, несомненно, широк и многогранен. Трудно полностью осознать ту пользу, которую Н. И. Вавилов со своими соратниками принесли своей Родине, в изучении селекции и генетики. Под его руководством были организованы многочисленные экспедиции в центры разнообразия культурных растений, что позволило создать богатейшую коллекцию ценных растительных ресурсов Земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гамзикова, О. И. Н.И. Вавилов и проблемы агрохимии / О. И. Гамзикова // Агрохимия. – 2007. – № 11. – 6 с.
2. Колчинский, Э. И. Николай Иванович Вавилов (1887-1943) / Э. И. Колчинский // Историко-биологические исследования. – 2013. – Т. 5, № 3. – 85 с.
3. Новое в агрономии / Н. И. Вавилов, О. А. Вальтера, К. И. Васильева [и др.]. – Библиотека агронома : Государственное издательство, 1926. – 82 с.
4. Шумный, В. К. Два гениальных обобщения Николая Ивановича Вавилова (К 120-летию со дня рождения) / В. К. Шумный // Генетика. – 2007. – Т. 43, № 11. – 1448 с.

© Жорова Н. А.2023

Научная статья

УДК 635.657

Жужукин В.А., Мухатова Ж.Н., Серебрякова М.С., Сугробов А.Ф., Барышев В.С.

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА ПРИЗНАКОВ ВЕГЕТАТИВНЫХ И ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ СОРТОВ И ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА МАСЛИЧНОГО (HELIANTHUS ANNUUS L.)

Аннотация. В процессе изучения 17 сортов и гибридов подсолнечника установлена относительно высокая изменчивость признаков вегетативных, генеративных органов и содержания жира в семенах, что позволяет дифференцировать сортообразцы на классы. Урожайность семян сортообразцов в 2020 г. уступала показателям 2021 г. Интервал варьирования составил: в 2020г – 645,0...2437,5 кг/га, в 2021г. – 1836,0...4606,5 кг/га. Существенное превышение в сравнении со стандартом (более 2494,8 кг/га) определили у сортообразцов – ЕС Старбелла, Арими, Тутти, Амплитуда варьирования содержания жира в 2020 г. составила 43,7...53,5%, в 2021 г. – 38,3...54,2%, а в среднем за два года 42,1...53,9%. Наибольшее содержание жира выявлено в семенах гибрида Эверест.

Ключевые слова: подсолнечник, высота, диаметр, урожайность, сортообразец, масса, семена, варьирование

Zhuzhukin V.A., Mukhatova J.N., Serebryakova M.S., Sugrobov A.F., Baryshev V.S.

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

ASSESSMENT OF CHARACTERISTICS OF VEGETATIVE AND GENERATIVE ORGANS OF OIL SUNFLOWER VARIETIES AND HYBRIDS (HELIANTHUS ANNUUS L.)

Annotation. In the process of studying 17 varieties and hybrids of sunflower, a relatively high variability in the characteristics of vegetative, generative organs and

fat content in the seeds was established, which makes it possible to differentiate varieties into classes. The seed yield of the variety samples in 2020 was inferior to that of 2021. The variation interval was: in 2020 - 645.0...2437.5 kg/ha, in 2021. – 1836.0...4606.5 kg/ha. A significant excess in comparison with the standard (more than 2494.8 kg/ha) was determined in the varieties - EC Starbella, Arimi, Tutti. The amplitude of variation in fat content in 2020 was 43.7...53.5%, in 2021 - 38,3...54.2%, and on average over two years 42.1...53.9%. The highest fat content was found in the seeds of the Everest hybrid.

Keywords: sunflower, height, diameter, yield, variety sample, weight, seeds, variation

Введение. Подсолнечник относится к экономически высоко рентабельным сельскохозяйственным культурам. Расширение площадей связано с совершенствованием технологии выращивания. Важное значение также имеет подбор сортов и гибридов для возделывания в определенной микроне. Поэтому изучению ассортимента сортов и гибридов подсолнечника, возделываемых или рассматриваемых в качестве потенциально перспективных уделяется определяющее внимание. Урожайность маслосемян складывается из совокупности проявления признаков вегетативных и генеративных органов, а анализ проявления их параметров является необходимым условием эффективности сортовой технологии селекционных достижений.

Цель изучения ассортимента сортов и гибридов обуславливается необходимостью определения параметров их хозяйственно – ценных признаков.

Материал и методика исследований. Сорта и гибриды подсолнечника высевали на трехрядковых делянках длиной 5,5 м с нормой посева – 5 всхожих зерен на 1 м². Ширина междурядья – 0,7 м. Площадь делянки – 11,5 м². Повторность трехкратная. Дата посева подсолнечника - 17.05–20.05, дата всходов 27.05. Уборку подсолнечника проводили в третьей декаде сентября. Учеты и измерения морфометрических параметров проводили по общепринятым методикам [1,5].

Объектами исследований являлись сорта и гибриды подсолнечника различного срока созревания (17 наименований).

Высоту растений и диаметр корзинки измеряли в фазу физиологической спелости растений. В фазу полной спелости отбирали по 20 растений с каждой делянки для лабораторного анализа элементов структуры урожая ГОСТ 10842-89 [2]. Содержание жира в семенах сортообразцов подсолнечника определяли по ГОСТУ 13496.15-97 [3]. Результаты исследований подвергались статистической обработке [4].

Результаты исследований. Высота растений подсолнечника важный признак, характеризующий архитектуру, а также определяет технологию уборки. Принято считать, что оптимальная высота растений для уборки должна варьировать в интервале 140...200 см (таблица 1). Низкое расположение корзинки или избыточно высокое приводит к значительным потерям урожая. В опыте диапазон изменчивости сортов и гибридов различался в годы исследований: в 2020г – от 134,5 до 177,3 см; в 2021г. – от 111,9 до 172,4 см. Коэффициент варьирования составил $V=8,41\%$. Наиболее высокорослые сортообразцы значительно превышающие стандарт гибрид Эверест (более 165,1 см) следующие: Оракул, Надежда, ЕС Старбелла. Существенно ниже стандарта (менее 146,34см): УН 1304, Богучарец, Харьковский 49.

Таблица 1 – Высота растений сортообразцов подсолнечника (см), 2020 – 2021 гг.

Сорт, гибрид	2020 г.	2021 г.	Среднее
Беркут	144,7	154,7	149,7
Оракул	163,7	170,3	167,0
УН 1304	143,7	134,7	139,2
Богучарец	134,5	134,5	134,5
Мартын	162,0	159,9	161,0
Воронежский 638	166,8	163,7	165,3
Орлан	164,3	165,2	164,8
Оливер	157,7	148,5	153,1
Надежда	177,3	172,4	174,9
Махаон 40	164,8	162,7	163,8
ПР 62А91	172,8	153,4	163,1
ЕС Старбелла	175,3	159,2	167,3
Эверест	165,2	137,2	151,2

Арими	161,6	154,4	158,0
Тутти	151,4	162,6	157,0
Харьковский 49	136,2	111,9	124,1
НК Роки	158,4	153,2	155,8
\bar{x}			155,87
НСР ₀₅			9,53

Количество листьев на растении подсолнечника, как правило, соответствует продолжительности периода «всходы - цветение». Определенная дифференциация сортообразцов по числу листьев является следствием которого различия по продолжительности вегетации, а также некоторую асинхронность образования листьев при относительно близкой для периода «всходы-цветение». Интервал изменчивости в 2020г. составил 27,0...35,7 листьев, в 2021г. – 26,7...36,4 листа (таблица 2). Коэффициент вариации составил $V=7,72\%$. По числу листьев стандарт превысил (более 33,3 листа) и следующие сортообразцы: ПР 62А91, ЕС Старбелла, Арими, НК Роки. Число листьев меньше стандарта (менее 29,7 листьев) выявлено у следующих сортообразцов: Оракул, Харьковский 49, Богучарец.

Таблица 2 – Количество листьев на растении сортообразцов подсолнечника (шт.), 2020 – 2021 гг.

Сорт, гибрид	2020 г.	2021 г.	Среднее
Беркут	29,0	26,7	27,9
Оракул	28,3	30,4	29,4
УН 1304	31,0	30,0	30,5
Богучарец	25,7	26,4	26,1
Мартын	31,8	31,4	31,6
Воронежский 638	28,3	31,4	29,9
Орлан	32,0	33,4	32,7
Оливер	30,3	33,7	32,0
Надежда	32,3	31,0	31,7
Махаон 40	32,3	31,0	31,7
ПР 62А91	35,7	35,3	35,5
ЕС Старбелла	34,3	34,0	34,2
Эверест	32,0	31,0	31,5
Арими	35,3	34,8	35,1
Тутти	31,0	31,5	31,3
Харьковский 49	27,0	29,4	28,2
НК Роки	34,8	34,8	34,8
\bar{x}			32,00
НСР ₀₅			1,80

Линейный размер корзинки растения подсолнечника определяет диаметр в фазу спелости. В опыте наблюдается варьирование диаметра корзинки в зависимости от генотипа. Интервал варьирования в 2020 г. составил 12,1...16,3 см, в 2021г. – 16,6...21,0, а за два года 14,4...18,1 см (таблица 3). Коэффициент вариации $V=5,98\%$. Значимо превосходят стандарт (Эверест) по диаметру корзинки (более 17,7см) следующие сортообразцы: Орлан, Арими, Тутти. Существенно уступают стандарту (менее 16,2см) сортообразцы: Беркут, Оракул, УН 1304, Харьковский 49. Остальные сортообразцы отличаются в положительном или отрицательном направлении не достоверно, то есть не доказано на 5%-ном уровне значимости.

Таблица 3 – Диаметр корзинки сортообразцов подсолнечника (см), 2020 – 2021

гг.

Сорт, гибрид	2020 г.	2021 г.	Среднее
Беркут	13,2	19,2	16,2
Оракул	13,9	18,6	16,2
УН 1304	13,8	17,4	15,6
Богучарец	13,8	18,9	16,3
Мартын	12,3	16,6	14,4
Воронежский 638	14,7	18,7	16,7
Орлан	14,8	21,0	17,9
Оливер	12,1	19,0	15,5
Надежда	14,5	17,8	16,1
Махаон 40	15,8	19,2	17,5
ПР 62А91	16,1	17,8	16,9
ЕС Старбелла	15,9	18,5	17,2
Эверест	15,2	18,9	17,0
Аrimi	16,3	19,9	18,1
Тутти	14,4	21,0	17,7
Харьковский 49	13,8	17,1	15,4
НК Роки	15,6	17,6	16,6
\bar{x}			16,55
НСР ₀₅			0,72

В ходе сравнительного подхода к оценке массы 1000 семян сортообразцов подсолнечника установлено, что крупность плодов значительно выше в 2021г. в сравнении с 2020г. В целом амплитуда изменчивости составила в 2020г – 29,6...54,0г; в 2021г. – 48,4...65,2г, а среднее значение за два года варьировало в интервале 39,0...58,1г (таблица 4). Коэффициент вариации $V=11,50\%$. По массе 1000 семян значимо на 5%-ном уровне превышавшие

стандарт не выявлено ни одного сортообразца, так как наибольшая крупность семян установлена у гибрида Эверест. Существенно ниже стандарта отмечена масса 1000 семян у следующих сортообразцов (менее 54,0 г) – Беркут, УН 1304, Богучарец, Мартын, Воронежский 638, Орлан, Оливер, ПР 62А91, Махаон 40, Тутти, Харьковский 49. Значение стандарта значительно превышает среднюю массу 1000 семян и в опыте.

Таблица 4 – Масса 1000 семян сортообразцов подсолнечника (г), 2020 – 2021 гг.

Сорт, гибрид	2020 г.	2021 г.	Среднее
Беркут	33,6	49,2	41,4
Оракул	49,9	59,5	54,7
УН 1304	34,5	51,0	42,8
Богучарец	36,7	51,2	44,0
Мартын	37,1	61,6	49,4
Воронежский 638	44,1	56,6	50,4
Орлан	40,3	58,8	49,6
Оливер	34,8	61,4	48,1
Надежда	44,5	65,2	54,9
Махаон 40	43,6	59,5	51,6
ПР 62А91	39,6	59,9	49,8
ЕС Старбелла	50,1	61,0	55,6
Эверест	54,0	62,1	58,1
Арими	51,5	60,9	56,2
Тутти	39,1	51,6	45,4
Харьковский 49	29,6	48,4	39,0
НК Роки	39,7	49,0	44,4
\bar{x}			49,10
НСР ₀₅			4,11

Масса семян с 1 корзинки сортообразцов подсолнечника является производным количества семян с 1 корзинки и массы 1000 семян. Продуктивность 1 корзинки 2020 г. значительно ниже, чем в 2021г. Наибольшее различие выявлено у сортообразцов Оливер (4,5 раза), Мартын (3,4 раза), Беркут (2,4 раза), Воронежский 638 (2,8 раза), Махаон 40 (2,6 раза), ПР 62А91 (2,7 раза). Амплитуда варьирования массы семян с 1 корзинки составила в 2020г. – 14,3...54,2 г, в 2021г. – 40,8...102,4г, в среднем за 2 года – 34,2...78,3г (таблица 5). Коэффициент вариации $V=25,27\%$. Существенное превышение по сравнению со стандартом установлено у сортообразцов (более 70,4 г) – Арими, а значительно ниже стандарта (менее 52,6 г) – Беркут, Оракул, УН 1403, Богучарец, Мартын, Воронежский 638, Орлан, Оливер, Надежда, ПР

62A91, Махаон 40, Харьковский 49. Следует отметить, что масса семян с 1 корзинки стандарта существенно превышает среднее значение по опыту.

Таблица 5 – Масса семян с 1 корзинки сортообразцов подсолнечника (г), 2020 – 2021 гг.

Сорт, гибрид	2020 г.	2021 г.	Среднее
Беркут	20,7	49,7	35,2
Оракул	32,1	57,7	44,9
УН 1304	28,5	50,5	39,5
Богучарец	28,5	60,4	44,5
Мартын	18,6	62,8	40,7
Воронежский 638	22,2	61,3	41,8
Орлан	27,9	60,0	44,0
Оливер	14,3	65,0	39,7
Надежда	31,0	56,7	43,9
Махаон 40	26,3	67,9	47,1
ПР 62A91	22,5	61,7	42,1
ЕС Старбелла	44,2	70,4	57,3
Эверест	44,8	78,1	61,5
Арими	54,2	102,4	78,3
Тутти	48,0	90,7	69,4
Харьковский 49	27,5	40,8	34,2
НК Роки	38,8	71,6	55,2
\bar{x}			48,17
НСР ₀₅			8,86

Урожайность семян сортообразцов в 2020 г. уступала показателям 2021 г. Интервал варьирования составил: в 2020г – 645,0...2437,5 кг/га, в 2021г. – 1836,0...4606,5 кг/га, в среднем за 2 года исследований – 1563,0...3522,0 кг/га (таблица 6). Коэффициент варьирования составил $V=24,71\%$. Существенное превышение в сравнении со стандартом (более 2494,8 кг/га) определили у сортообразцов – ЕС Старбелла, Арими, Тутти, а менее стандарта (менее 1729,2 кг/га) – Беркут, Харьковский 49. Основное количество сортообразцов по урожайности достоверно не отличались от стандарта. Однако, следует отметить с позиции сельхозтоваропроизводителей отличие от стандарта \pm НСР составляет $\pm 382,8$ кг/га является достаточно противоречивым параметром, что особенно углубляет парадоксальность объяснения, что различия между крайними лимитами, определяющие отсутствие различий составляет 765,6 кг, что в стоимостном выражении может составить 26796,0 руб.

Таблица 6 – Урожайность семян сортообразцов подсолнечника (кг), 2020 – 2021

гг.

Сорт, гибрид	2020 г.	2021 г.	Среднее
Беркут	930,0	2236,5	1583,3
Оракул	1446,0	2596,5	2021,3
УН 1304	1282,5	2271,0	1776,8
Богучарец	1284,0	2719,5	2001,8
Мартын	838,5	2824,5	1831,5
Воронежский 638	999,0	2758,5	1878,8
Орлан	1258,0	2701,5	1979,8
Оливер	645,0	2923,5	1784,3
Надежда	1395,0	2550,0	1972,5
Махаон 40	1185,0	3055,5	2120,3
ПР 62А91	1012,5	2776,5	1894,5
ЕС Старбелла	1990,5	3168,0	2579,3
Эверест	1452,0	2772,0	2112,0
Арими	2437,5	4606,5	3522,0
Тутти	2161,5	4083,0	3122,3
Харьковский 49	1236,0	1836,0	1536,0
НК Роки	1744,5	3222,0	2483,3
\bar{x}			2129,37
НСР ₀₅			382,80

Содержание жира в семенах сортообразцов подсолнечника изменялось в зависимости от года выращивания. Большой интервал выявлен у следующих сортообразцов: Беркут (7,5%), ПР 62А91 (6,2%), Оракул (8,3%). Амплитуда варьирования в 2020 г. составила 43,7...53,5%, в 2021 г. – 38,3...54,2%, а в среднем за два года 42,1...53,9% (таблица 7). Поскольку наибольшее содержание жира выявлено в семенах гибрида Эверест (стандарт), то указываем на сортообразцы, которые существенно уступают контрольному варианту (менее 51,36%): Беркут, Оракул, УН 1304, Богучарец, Мартын, Орлан, Оливер, Надежда, Махаон 40, ПР 62А91, Арими, Харьковский 49, НК Роки. Также необходимо отметить, что значение стандарта существенно превышает среднюю величину в опыте.

Таблица 7 – Содержание жира в семянках сортообразцов подсолнечника, 2020 – 2021 гг.

Сорт, гибрид	2020 г.	2021 г.	Среднее
Беркут	45,8	38,3	42,1
Оракул	47,0	38,7	42,9
УН 1304	48,3	45,5	46,9
Богучарец	47,3	49,4	48,4
Мартын	40,3	44,3	42,3
Воронежский 638	50,0	53,4	51,7
Орлан	49,7	50,7	50,2
Оливер	47,4	49,2	48,3
Надежда	46,1	48,3	47,2
Махаон 40	45,8	49,3	47,6
ПР 62А91	43,7	49,9	46,8
ЕС Старбелла	52,8	52,8	52,8
Эверест	53,5	54,2	53,9
Арими	50,6	49,5	50,1
Тутти	49,8	53,2	51,5
Харьковский 49	46,9	47,6	47,3
НК Роки	50,8	49,6	50,2
\bar{x}			48,23
НСР ₀₅			2,54

Заключение. В ходе исследований установлена относительно высокая изменчивость вегетативных, генеративных признаков и содержания жира в семенах, что позволяет дифференцировать сортообразцы на классы.

По массе 1000 семян значимо на 5%-ном уровне превышавшие стандарт не выявлено ни одного сортообразца, так как наибольшая крупность семян установлена у гибрида Эверест. Урожайность семян сортообразцов в 2020 г. уступала показателям 2021 г. Интервал варьирования составил: в 2020г – 645,0...2437,5 кг/га, в 2021г. – 1836,0...4606,5 кг/га. Существенное превышение в сравнении со стандартом (более 2494,8 кг/га) определили у сортообразцов – ЕС Старбелла, Арими, Тутти. Амплитуда варьирования содержания жира в 2020 г. составила 43,7...53,5%, в 2021 г. – 38,3...54,2%, а в среднем за два года 42,1...53,9%. Наибольшее содержание жира выявлено в семенах гибрида Эверест.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анащенко А.В., Корнейчук В., Врынчану А., Варга П., Ковачик А.,

Шкалоуд В., Бареш И. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Helianthus L.*-II., 1987.-25 с.

2. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. – М.: Стандартиформ. 2009. – 4 с.

3. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. – М.: Издательство стандартов. 1998. – 11с.

4. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биологических специальностей вузов - 4-е издание, переработанное и дополненное. М: Высшая школа. - 1990- 352 с.

5. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тшиков, В.Ф. Баранов, В.Т. Пивень, Уго ТорроКорреа, И.И. Шуляк. - Краснодар 2007. – 113с.

© Жужукин В.А., Мухатова Ж.Н., Серебрякова М.С., Сугробов А.Ф., Барышев В.С. 2023

Научная статья

УДК 631.52

Жужукин В.А., Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Серебрякова М.С., Сугробов А.Ф.

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МНОГОМЕРНОЙ СТАТИСТИКИ В
ОЦЕНКЕ МОДЕЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА
(*HELIANTHUS ANNUUS L.*)**

Аннотация. В статье представлена общая изменчивость признаков модельной популяции подсолнечника масличного. В изучение включены 17 сортообразцов подсолнечника по 10 анализируемым признакам.

Ключевые слова: изменчивость, кластер, фактор, сортообразец, анализ, дисперсия, корреляция, коэффициент

Zhuzhukin V.A., Subbotin A.G., Mukhatova Zh.N., Serebryakova M.S., Sugrobov A.F.

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

USING MULTIVARIATE STATISTICS METHODS IN ASSESSING A MODEL POPULATION OF SUNFLOWER (HELIANTHUS ANNUUS L.)

Annotation. The article presents the general variability of traits in a model population of oilseed sunflower. The study included 17 sunflower varieties based on 10 analyzed characteristics.

Keywords: variability, cluster, factor, variety sample, analysis, dispersion, correlation, coefficient

Введение. Использование методов факторного анализа в селекции сельскохозяйственных растений позволяет с определенным приближением интерпретировать значительный массив экспериментальных данных с целью компактного описания. Компактность представления информации за счет группировки отдельных признаков модельной популяции позволяет проводить анализ системы показателей, так как в реальных условиях наблюдаемые признаки косвенно отражают взаимосвязи [4].

Цель исследования: провести факторный анализ методом главных компонент матрицы коэффициентов корреляции, а также сгруппировать изучаемые сортообразцы на кластеры по минимуму евклидовых расстояний.

Материал и методика исследований. Объекты исследований следующие сорта и гибриды: Беркут; Оракул; УН 1304; Богучарец; Мартын; Воронежский 638; Орлан; Оливер; Надежда; Махаон 40; ПР 62А91; ЕС Старбелла; Эверест; Арими; Тутти; Харьковский 49; НК Роки.

Сорта и гибриды подсолнечника высевали на опытном поле УНПО «Поволжье» на трехрядковых делянках длиной 5,5 м со следующей нормой высева – 5 всхожих зерен на 1 м². Ширина междурядья – 0,7 м. Площадь делянки – 11,5 м². Повторность трехкратная. Дата посева подсолнечника - 17.05–20.05, дата всходов 27.05. Уборку подсолнечника проводили в третьей декаде сентября. Учеты и измерения морфометрических параметров проводили по общепринятым методикам [1,6].

Высоту растений и диаметр корзинки измеряли в фазу физиологической спелости растений. В фазу полной спелости отбирали по 20 растений с каждой делянки для лабораторного анализа элементов структуры урожая ГОСТ 10842-89 [2]. Содержание жира в семенах сортообразцов подсолнечника определяли по ГОСТУ 13496.15-97 [3]. Результаты исследований подвергались статистической обработке [5].

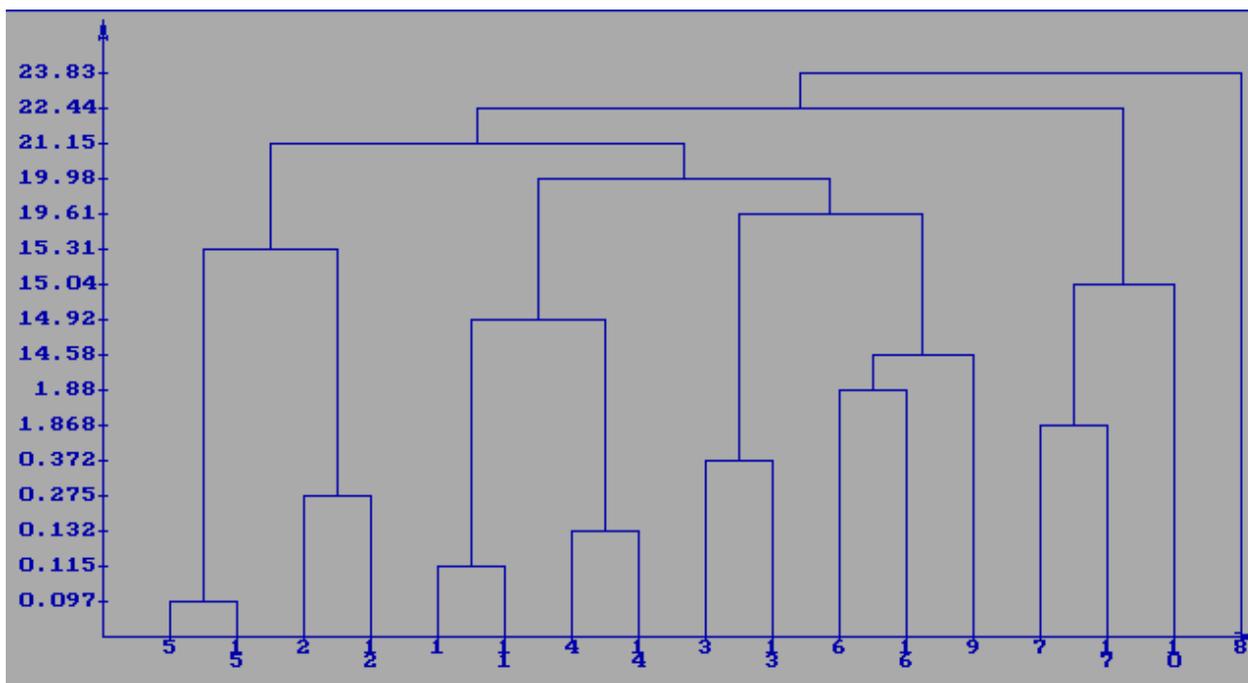
Результаты исследований. В опыте установлена значительная изменчивость средних значений (2020 – 2021 гг.) признаков модельной популяции подсолнечника (таблица 1). Слабая изменчивость ($V < 10\%$) установлено у признаков: высота растений, количество листьев, диаметр корзинки, содержание жира в семенах. Средняя степень варьирования ($10\% < V < 20\%$) характерна для признаков: площадь корзинки, масса 1000 семян. Сильной варьированностью ($V > 20\%$) отличаются признаки: число семян с 1 корзинки, масса семян с 1 корзинки, урожайность семян.

Коэффициенты эксцесса и асимметричности не значимы на 5% уровне, что является основанием считать распределение признаков нормальным.

Таблица 1 - Общая характеристика изменчивости вегетативных и генеративных признаков сортообразцов подсолнечника, 2020-2021 гг.

Статистический параметр	Высота растений, см	Количество листьев, шт.	Диаметр корзинки, см	Площадь корзинки, см ²	Масса 1000 семян, г	Число семян с 1 корзинки, шт.	Масса семян с 1 корзинки, г	Натура семян, г	Урожайность семян, га	Содержание жира, %
Среднее, \bar{x}	155,8	32,0	16,5	220,9	49,1	880,2	48,2	379,0	2129,4	48,2
Стандартная ошибка, $S\bar{x}$	3,2	0,6	0,2	6,1	1,3	70,1	2,9	5,0	127,6	0,8
Медиана	158,0	31,7	16,6	217,30	49,6	813,0	44,0	380,2	1979,8	48,3
Мода	Н/Д	31,7	16,2	Н/Д	Н/Д	Н/Д	Н/Д	375,3	Н/Д	50,2
Стандартное отклонение, s	13,1	2,4	0,9	24,9	5,6	289,02	12,2	20,6	526,11	3,5
Дисперсия выборки, S ²	171,5	6,1	0,9	622,9	31,9	83533,1	148,3	424,8	276792,7	12,1
Экссесс	0,9	-0,7	-0,1	-0,1	-0,9	0,82	1,10	-0,3	2,3	-0,4
Асимметричность	-1,1	0,1	-0,3	-0,2	-0,1	0,36	1,29	0,23	1,6	-0,4
Интервал	50,8	8,2	3,7	91,4	19,1	1132,6	44,1	68,2	1986,0	11,8
Коэффициент вариации, V%	8,4	7,7	5,9	11,3	11,5	32,84	25,27	5,44	24,7	7,23
Минимум	124,1	27,9	14,4	168,4	39,0	360,5	34,2	346,1	1536,0	42,1
Максимум	174,9	36,1	18,1	259,8	58,1	1493,1	78,3	414,3	3522,0	53,9

С целью группировки сортообразцов по выраженности комплекса хозяйственно – ценных признаков проведен кластерный анализ. Использование кластерного анализа по минимуму евклидовых расстояний для изучения 17 сортообразцов подсолнечника по 10 изучаемым параметрам позволило сгруппировать их в 7 кластеров на 11-м шаге итерации (евклидово расстояние – 15,31) (рисунок 1).



Примечание: По вертикали – шаги итерации. По горизонтали – сортообразцы: 1. Беркут; 2. Оракул; 3. УН 1304; 4. Богучарец; 5. Мартын; 6. Воронежский 638; 7. Орлан; 8. Оливер; 9. Надежда; 10. Махаон 40; 11. ПР 62А91; 12. ЕС Старбелла; 13. Эверест; 14. Арими; 15. Тутти; 16. Харьковский 49; 17. НК Роки.

Рисунок 1 – Кластеризация сортообразцов подсолнечника, среднее 2020 – 2021 гг.

В **первом** кластере сортообразцы (Мартын, Тутти) в основном с наибольшими значениями параметров: число семян с 1 корзинки и урожайность семян.

Во **второй** кластер включены генотипы (Оракул, ЕС Старбелла) с высокой урожайностью и натурой семян.

Растения **третьего** кластера (Беркут, ПР 62А91, Богучарец, Арими) отличаются самой высокой массой 1000 семян.

В четвертом кластере сортообразцы (УН 1304, Эверест) характеризуются самым высоким содержанием жира в семенах.

У сортообразцов пятого кластера (Воронежский 638, Харьковский 49, Надежда) наблюдаются средние значения всех признаков.

Сортообразцы (Орлан, НК Роки, Махаон 40) шестого кластера отличаются самым высоким значением диаметра и площади корзинки, относительно высоким содержанием жира в семенах.

В седьмом кластере сортообразец Оливер характеризуется относительно низкими значениями изучаемых признаков.

Корректность распределения сортов и гибридов по кластерам и существенность различий их по признакам подтверждается результатами дисперсионного анализа (метод неорганизованных повторений) (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты дисперсионного анализа (метод неорганизованных повторений) морфологических признаков и содержания жира в семенах сортообразцов подсолнечника, сгруппированных по кластерам, среднее 2020 - 2021 гг.

Признаки	Кластеры								F _{факт}	НСР ₀₀₅
	1	2	3	4	5	6	7			
Высота растений	159,0	167,1	151,3	145,1	154,8	161,5	153,1	2,56	12,3	
Количество листьев на растении	31,5	31,8	33,6	33,5	29,9	33,1	32,0	2,73	2,5	
Диаметр корзинки	16,0	16,7	16,9	16,3	16,1	17,3	15,5	2,72	1,3	
Площадь корзинки	211,9	224,4	229,3	213,8	206,7	239,5	200,2	2,60	22,4	
Масса 1000 семян	47,4	55,1	63,8	50,4	48,1	48,5	48,1	2,37	8,4	
Число семян	1128,3	911,4	992,1	849,5	821,7	971,9	735,1	2,52	154,3	

с 1 корзинки									
Масса семян с 1 корзинки	55,0	55,1	50,0	48,7	40,0	48,8	39,7	2,35	6,3
Натура семян	367,4	398,9	375,2	384,7	376,0	387,1	350,7	2,80	29,3
Урожайность семян	2476,9	2300,3	2250,4	1944,4	1795,8	2194,5	1784,3	2,42	214,1
Содержание жира	46,9	47,8	46,8	50,4	48,7	49,3	48,3	2,25	2,7

Рассматривая ассортимент сортообразцов подсолнечника как модельную популяцию, рассчитали матрицу коэффициентов корреляции (таблица 3). Однако достоверных корреляционных взаимосвязей на 5% - ном уровне не выявлено.

Таблица 3 - Матрица коэффициентов корреляции сортообразцов подсолнечника, среднее 2020 – 2021 гг.

		Признак									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1,00										
2	0,01	1,00									
3	-0,33	0,16	1,00								
4	-0,14	-0,32	0,26	1,00							
5	-0,08	-0,08	-0,33	-0,02	1,00						
6	-0,04	-0,18	-0,18	-0,33	0,13	1,00					
7	-0,13	-0,11	-0,18	-0,09	-0,31	0,08	1,00				
8	-0,16	-0,12	-0,08	-0,02	-0,15	-0,33	0,38	1,00			
9	-0,29	-0,16	-0,21	-0,05	-0,12	-0,11	-0,30	0,03	1,00		
10	0,30	-0,35	-0,19	-0,13	-0,09	-0,18	-0,19	-0,31	0,23	1,00	

Примечание: *1. Высота растений; 2. Количество листьев на растении; 3. Диаметр корзинки; 4. Площадь корзинки; 5. Масса 1000 семян; 6. Число семян с 1 корзинки; 7. Масса семян с 1 корзинки; 8. Натура семян; 9. Урожайность семян; 10. Содержание жира.

**Критическое значение $r_{0,05} = 0,482$; $r_{0,01} = 0,606$.

С целью оптимизации интерпретации матрицы коэффициентов корреляции выполнили факторный анализ методом главных компонент (таблица 4). В анализ включены гипотетические факторы с нагрузкой более 5%. Первый гипотетический фактор (с нагрузкой 19,26%), определяется

признаками: высота растений, диаметр корзинки, натура семян, содержание жира. Эффект признаков: площадь корзинки, число и масса семян с 1 корзинки в наибольшей степени определяют дисперсию (16,42%) второго фактора. Третий гипотетический фактор (15,31%) определяется вкладом признаков: количество листьев на растении, натура семян. В четвертый фактор наибольший вклад (13,49%) вносит высота растений и масса 1000 семян. Признаки: количество листьев на растении, площадь корзинки, урожайность семян вносят наибольший вклад в накапливаемую дисперсию пятого (12,15%) фактора. Шестой гипотетический фактор (10,81%) формируется наибольшим вкладом признаков - масса 1000 семян, число семян с 1 корзинки. Седьмой (5,85%) и восьмой (5,22%) гипотетические факторы определяется суммарным эффектом всех изучаемых признаков.

Последующие рассчитанные факторы вносят в накапливаемую дисперсию менее 4% и поэтому исключены из обсуждения их эффектов.

Таблица 4 - Факторные нагрузки (веса переменных на компоненты), среднее 2020-2021 гг.

Признак	Гипотетический фактор							
	Z-1	Z-2	Z-3	Z-4	Z-5	Z-6	Z-7	Z-8
Высота растений	-0,50	-0,18	-0,02	0,67	0,30	-0,20	0,32	-0,17
Количество листьев на растении	0,22	-0,19	0,63	0,36	-0,50	-0,23	0,05	0,26
Диаметр корзинки	0,54	0,44	0,48	0,12	0,09	0,35	-0,21	-0,28
Площадь корзинки	0,32	0,58	-0,05	-0,18	0,60	-0,11	0,29	0,24
Масса 1000 семян	-0,37	-0,15	0,25	-0,57	0,19	-0,57	-0,28	0,00
Число семян с 1 корзинки	-0,30	-0,57	0,19	-0,43	0,09	0,54	0,19	-0,15
Масса семян с 1 корзинки	0,45	-0,57	-0,48	0,11	0,15	0,22	-0,15	0,35
Натура семян	0,57	-0,17	-0,57	0,01	-0,15	-0,37	-0,02	-0,38
Урожайность семян	-0,22	0,46	-0,36	-0,31	-0,65	0,08	0,26	0,06
Содержание жира	-0,65	0,37	-0,34	0,33	0,02	0,19	-0,39	0,06
Дисперсия	1,93	1,64	1,53	1,35	1,22	1,08	0,59	0,52
Дисперсия, %	19,26	16,42	15,31	13,49	12,15	10,81	5,85	5,22
Накопленная дисперсия, %	19,26	35,69	51,00	64,49	76,64	87,44	93,29	98,51

Заключение. Использование кластерного анализа по минимуму евклидовых расстояний для изучения 17 сортообразцов подсолнечника по 10 изучаемым параметрам позволило сгруппировать их в 7 кластеров на 11-м шаге итерации. Существенность различий кластеров по признакам подтверждается результатами дисперсионного анализа (метод неорганизованных повторений).

С целью оптимизации интерпретации матрицы коэффициентов корреляции выполнили факторный анализ методом главных компонент. В анализ включены 8 гипотетические факторы с нагрузкой более 5%. Нагрузка факторов в общую дисперсию составила 98,51%, в том числе на первые три фактора приходится 51,0%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анащенко А.В., Корнейчук В., Врынчану А., Варга П., Ковачик А., Шкалоуд В., Бареш И. Широкий унифицированный классификатор СЭВ рода *Helianthus L.-L.*, 1987.-25 с.
2. ГОСТ 10842-89 Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. – М.: Стандартиформ. 2009. – 4 с.
3. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. – М.: Издательство стандартов. 1998. – 11с.
4. Гусева С.А., Жужукин В.И., Зайцев С.А., Волков Д.П. Экологическое изучение сортов и гибридов подсолнечника в Нижнем Поволжье. / Аграрная наука, 2019, №3, с.69-71.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биологических специальностей вузов - 4-е издание, переработанное и дополненное. М: Высшая школа. - 1990- 352 с.
6. Лукомец В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тшиков, В.Ф. Баранов, В.Т. Пивень, Уго ТорроКорреа, И.И. Шуляк. - Краснодар 2007. – 113с.

©Жужукин В.А., Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Серебрякова М.С., Сугробов А.Ф. 2023

Научная статья

УДК 633.15

С.А. Зайцев¹, О.В. Гуторова²

¹ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», г. Саратов, Россия

²Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ КОМБИНАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ПО ПАРАМЕТРАМ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУКТУРЫ ПОЧАТКА

Аннотация. Приводятся результаты оценки комбинационной способности линий кукурузы по элементам структуры початка при различной плотности посева (от 2,5 до 8,5 шт. раст./м²). Выявлены эффекты ОКС по таким параметрам как «длина початка» и «диаметр початка». В эксперимент включены линии (РН26, Мк 11, Мк 130 У, РСК7, РСК 25, Ук12 Д2, Х 46, Ом 255) и гибриды F₁ (28 комбинаций).

Ключевые слова: Кукуруза, линия, гибрид, ОКС, СКС, початок, густота стояния

S.A. Zaitsev¹, O.V. Gutorova²

¹Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”, Saratov

²Saratov State University, Saratov

VARIABILITY OF COMBINATION ABILITY ACCORDING TO PARAMETERS OF COB STRUCTURE ELEMENTS

Annotation. The results of assessing the combining ability of corn lines based on the elements of the cob structure at different sowing densities (from 2.5 to 8.5 plants/m²) are presented. The effects of GCA on such parameters as “cob length” and “cob diameter” were revealed. The experiment included lines (RN26, Mk 11, Mk 130 U, RSK7, RSK 25, Uk12 D2, X 46, Om 255) and F1 hybrids (28 combinations).

Keywords: Corn, line, hybrid, GCA, SCA, cob, standing density

При проведении селекционных исследований исходного материала можно выделить две группы изучаемых признаков – это морфологические и биометрические. В селекции кукурузы к морфологическим признакам принято относить такие как: высота растения, высота прикрепления первого початка и количество листьев на стебле. К биометрическим признакам принято относить структурные элементы початка изучаемого растения – это длина початка, диаметр стержня, масса початка, количество зёрен в ряду, количество рядов, масса 1000 зёрен и масса зерна с початка. Проведение исследований, направленных на изучение биометрических и морфобиологических признаков исходного материала имеет важное значение в селекции на гетерозис [1, 2]. Продуктивность растения является количественным признаком, имеющим сложную структуру и функциональную организацию. Формирование элементов структуры продуктивности в значительной мере зависит от генотипа образца и экологических условий. Для селекции на гетерозис большое значение имеют такие составные элементы структуры продуктивности, как длина и диаметр початка [3]. Линейные размеры початка не являются альтернативными параметрами, поэтому их можно и необходимо сочетать в максимальном выражении при селекции новых инбредных линий. Такой селекционный прием необходим и потому, что длина початка гибридов тесно связана с значениями этих признаков у родительских форм. [4, 5].

В условиях производства сорта и гибриды кукурузы выступают одним из факторов повышения урожайности, и раскрыть свой потенциал продуктивности

они могут только при высоком уровне агротехники (оптимальной густоте посева, достаточном минеральном питании и влагообеспеченности и т.д.). В посевах кукурузы с различной густотой стояния растений создаются разные условия температуры, освещенности, подтока углекислоты и т. п., что прямо влияет на поглощение фотосинтетически активной радиации и интенсивность процессов фотосинтеза и дыхания растений [6, 7].

Материал и методика. Климат региона характеризуется как резко континентальный и суровый. Гидротермический коэффициент (ГТК) составил –2020 г. – 0,8, 2021 г. – 1,1. Среднегодовая сумма осадков – 360-455 мм. Почва опытного участка – чернозем южный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Полевые опыты заложены в селекционном севообороте ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по общепринятым методикам полевого опыта [8, 9]. В эксперимент включены гибриды, полученные по диаллельной схеме и их родительские линии (метод 2, модель 1 Гриффинга). Посев в условиях Саратовской области: 2020 г. – 15 мая, 2021 г. – 17 мая. Повторность – трехкратная. Учетная площадь делянки 7,7 м². Плотность посева (2,5; 4,5; 6,5; 8,5 шт. растений/м²) формировалась вручную в фазу 3 – 5 листьев. Агротехника в опыте – зональная, разработанная в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Для проведения учетов, наблюдений и оценки эффекта ОКС и дисперсии СКС изучаемых линий использовались соответствующие методики [10, 11].

Результаты. Исследование морфологии и биометрии новых линий по данным признакам являются определяющими для их дальнейшего как селекционного использования, так и использования в семеноводстве. На начальном этапе проведено изучение таких морфометрических параметров экспериментальных комбинаций как: длина и диаметр початка. При статистической обработке в каждом исследовании проводились расчёты коэффициента вариации признака. Проведённые исследования показали, что признаки, составляющие элемент структуры початка у гибридов, варьировали незначительно, а коэффициент вариации варьировал: по длине початка от 8,0% до 12,2% в 2020 году и от 6,6% до 9,3% в 2021 году (рисунок 1). По диаметру

початка коэффициент вариации составил 5,2-7,4% в 2020 г. и 4,2-5,2% в 2021 г. Однако, стоит отметить некоторое увеличение показателей коэффициента вариации с повышением густоты стояния растений. Более варибельным признаком и сильнее реагирующим на плотность посева оказалась длина початка.

Информация об общих эффектах комбинационной способности (ОКС), имеет большое значение, поскольку она успешно предсказывает генетический потенциал родителей, которые дают желаемые результаты в последующих поколениях. Дисперсионный анализ комбинационной способности линий кукурузы при различном количестве растений на 1 га позволил рассчитать средние квадраты по длине и диаметру початка (таблица 1). Отношения средних квадратов ОКС и СКС по длине початка варьируют в 2020 г. от 1,79 до 6,12, а в 2021 г. в пределах 1,15-1,67, что указывает на преобладание аддитивных эффектов генов в контроле признака. При этом абсолютные значения средних квадратов ОКС по длине початка несколько снижаются с увеличением густоты стояния, что свидетельствует о высокой наследуемости признака и о преобладающем влиянии генетической системы.

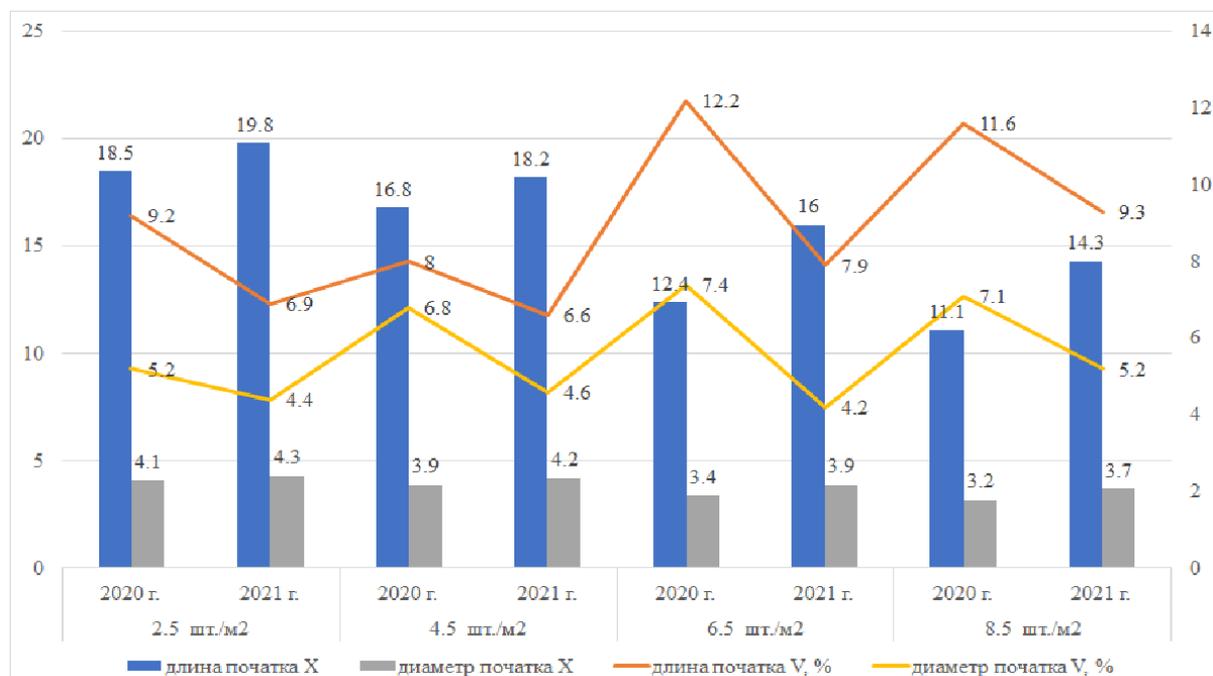


Рисунок 1 – Линейные параметры гибридов кукурузы

Таблица 1 – Дисперсионный анализ комбинационной способности по элементам структуры початка

Средний квадрат	Число растений, тыс. шт./га							
	длина початка				диаметр початка			
	25	45	65	85	25	45	65	85
ОКС	<u>10,17</u>	<u>5,20</u>	<u>6,57</u>	<u>2,78</u>	<u>0,17</u>	<u>0,27</u>	<u>0,17</u>	<u>0,16</u>
	6,68	5,27	4,77	3,51	0,07	0,05	0,07	0,08
СКС	<u>4,85</u>	<u>0,85</u>	<u>1,74</u>	<u>1,55</u>	<u>0,06</u>	<u>0,05</u>	<u>0,05</u>	<u>0,03</u>
	5,12	3,62	2,86	3,05	0,09	0,09	0,09	0,07
ОКС/СКС	<u>2,10</u>	<u>6,12</u>	<u>3,78</u>	<u>1,79</u>	<u>2,83</u>	<u>5,40</u>	<u>3,40</u>	<u>5,33</u>
	1,30	1,46	1,67	1,15	0,78	0,56	0,78	1,14

Примечание: числитель – значение параметра, 2020 г.

знаменатель - значение параметра, 2021 г.

Исходя из результатов анализа данных диаллельной схемы, высокие показатели эффекта общей комбинационной способности по длине початка выявлены у линии РСК 7 (таблица 2). При этом отмечено, что несмотря на снижение значений параметра при увеличении густоты стояния растений эффект ОКС остается высоким по отношению к другим линиям. Положительный эффект ОКС средней степени отмечен у линии Мк 11 во все годы изучения и вариантах опыта, что позволяет рассматривать ее как перспективную линию для селекции на увеличение признака. Остальные исследуемые линии характеризовались отрицательными эффектами ОКС средней степени, либо изменением знака в зависимости от условий выращивания.

Таблица 2 - Эффекты ОКС линий кукурузы по элементам структуры початка

Линия	Число растений, тыс. шт./га							
	длина початка				диаметр початка			
	25	45	65	85	25	45	65	85
РН26	<u>-0,70</u>	<u>0,06</u>	<u>0,49</u>	<u>0,73</u>	<u>0,15</u>	<u>0,16</u>	<u>0,17</u>	<u>0,20</u>
	-0,65	-0,49	-0,12	-0,25	0,12	0,11	0,09	0,10
Мк 130 У	<u>-1,09</u>	<u>-0,72</u>	<u>-0,94</u>	<u>-0,46</u>	<u>0,00</u>	<u>0,05</u>	<u>0,07</u>	<u>0,01</u>

	-0,84	-0,52	-0,99	-0,75	0,00	-0,03	0,02	-0,01
МК 11	<u>0,70</u>	<u>0,60</u>	<u>0,43</u>	<u>0,17</u>	<u>0,25</u>	<u>0,26</u>	<u>0,18</u>	<u>0,16</u>
	0,23	0,24	0,38	0,35	0,12	0,08	0,14	0,16
Ук 12 Д 2	<u>-0,45</u>	<u>-0,30</u>	<u>-1,22</u>	<u>-0,84</u>	<u>-0,07</u>	<u>-0,17</u>	<u>-0,14</u>	<u>-0,11</u>
	-0,23	-0,61	-0,59	-0,40	-0,08	-0,09	-0,09	-0,11
РСК 25	<u>-0,04</u>	<u>-0,09</u>	<u>-0,22</u>	<u>-0,08</u>	<u>-0,09</u>	<u>-0,04</u>	<u>-0,13</u>	<u>-0,03</u>
	0,63	0,24	0,55	0,41	-0,05	0,01	0,01	-0,02
Ом 255	<u>0,45</u>	<u>-0,28</u>	<u>-0,11</u>	<u>-0,08</u>	<u>-0,07</u>	<u>0,08</u>	<u>0,03</u>	<u>0,02</u>
	-0,66	-0,08	-0,30	-0,10	0,01	0,02	-0,07	-0,01
Х 46	<u>-0,83</u>	<u>-0,71</u>	<u>0,29</u>	<u>-0,11</u>	<u>-0,09</u>	<u>-0,18</u>	<u>-0,06</u>	<u>-0,20</u>
	-0,10	-0,38	-0,14	-0,36	-0,08	-0,05	-0,07	-0,07
РСК 7	<u>1,97</u>	<u>1,44</u>	<u>1,29</u>	<u>0,67</u>	<u>-0,08</u>	<u>-0,16</u>	<u>-0,11</u>	<u>-0,09</u>
	1,61	1,59	1,20	1,11	-0,04	-0,04	-0,03	-0,05
F _{факт}	<u>11,5*</u>	<u>6,0*</u>	<u>9,9*</u>	<u>3,2*</u>	<u>10,7*</u>	<u>19,1*</u>	<u>9,4*</u>	<u>8,2*</u>
	11,6*	14,1*	11,0*	7,0*	4,4*	2,0*	4,3*	3,7*
НСР (ОКС линий)	<u>1,18</u>	<u>1,18</u>	<u>1,03</u>	<u>1,18</u>	<u>0,16</u>	<u>0,15</u>	<u>0,17</u>	<u>0,17</u>
	0,96	0,77	0,83	0,89	0,16	0,19	0,16	0,18

Примечание: числитель – значение эффекта ОКС, 2020 г.
знаменатель – значение эффекта ОКС, 2021 г.

Для выявления лучших конкретных комбинаций были вычислены константы специфической комбинационной способности линий кукурузы. Анализ показал определённую тенденцию проявления эффекта СКС в некоторых комбинациях. В ходе исследования выявлено варьирование эффектов СКС у гибридов кукурузы в года испытания. Так, в 2020 г. отмечен высокий эффект СКС по длине початка в комбинациях РСК 25 / РН 26 (1,27-1,59), Ук12Д2/ МК 130 У (1,94-1,98), РСК 25/ МК 130 У (3,07-3,30), Х46/ МК 11 (1,6-2,14), но в 2021 г. они характеризовались низкими значениями. Следует отметить изменение значений эффекта СКС относительно густоты стояния растений. Относительной стабильностью значений эффектов СКС характеризовались следующие гибриды: по длине початка - МК 11/РН26, РСК 25/ Ук12Д2, РСК-7 МВ/ РСК 25, по диаметру початка - Х46/РН26, Ук12Д2/ МК 130 У.

Заключение. Использование диаллельного анализа позволило провести анализ изменчивости селекционных параметров у экспериментального материала, включенного в рабочую коллекцию по созданию раннеспелых гибридов, пригодных для современной технологии возделывания в Нижневолжском регионе. Линии и гибриды кукурузы реагируют на изменение условий возделывания, что является причиной изменчивости оценок общей и специфической комбинационной способности. В результате оценки на комбинационную способность по длине початка у линии Мк 11 отмечены высокие значения ОКС и СКС, отличающиеся стабильностью в различных условиях внешней среды, что позволяет использовать линию в синтетических сортах и для выделения ценных комбинаций по данному признаку. Нецелесообразно браковать линии РСК 25, Мк 130 У, у которых наряду с низким или средним эффектом ОКС выявлена высокая дисперсия СКС, так как такие линии могут использоваться для выделения ценных комбинаций. Остальные исследуемые линии характеризовались отрицательными эффектами ОКС средней степени, либо изменением знака в зависимости от условий выращивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Перевязка Д.С., Перевязка Н.И., Супрунов А.И. Изучение морфологических и биометрических характеристик новых раннеспелых и среднеранних дигамплоидных линий кукурузы и гибридов, созданных с их участием // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 174. – С. 181-189.
2. Гудова Л.А., Зайцев С.А., Жужукин В.И., Курасова Л.Г., Лекарев А.В. Использование методов многомерной статистики для оценки модельной популяции кукурузы // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 7 – С. 9-15.
3. Бойко В.Н. Хатефов Э.Б. Исходный материал для гибридной селекции кукурузы на многопочатковость из коллекции ВИР. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2021. – 182 (4). – С. 27-35.

4. Новичихин А.П., Федорова А.А., Лемешева А.В. Классификация новых инбредных линий кукурузы посредством кластерного анализа // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 96. – С. 189-193.
5. Зайцев С.А. Комбинационная способность инцухт-линий кукурузы по количеству рядов зерен // Эффективные решения в приоритетных отраслях АПК в засушливых регионах / Сост. В.В. Бычкова. – Саратов, 2020. – С. 63-67.
6. Козаев П.З., Юлдашев М.А. Влияние густоты стояния растений на продуктивность зерна кукурузы в условиях лесостепной зоны РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – 51. № 2. – С. 59-63.
7. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
8. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. – 538 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Книга по Требованию, 2013. – 349 с.
10. Лобачев Ю. В. Генетический анализ : учеб. пособие. Саратов : ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ», 2011. – 104 с.
11. Смиряев А. В., Кильчевский А. В. Генетика популяций и количественных признаков. М.: Колос, 2007. – 272 с.

©Зайцев С.А, Гуторова О.В. 2023

Научная статья

УДК: 635.657:631.52

С.А.Зайцев¹, В.В. Бычкова¹, Т.В. Маракаева²

¹ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго», РФ, 410050, г. Саратов, Россия

² ФГБОУ ВО Омский ГАУ, РФ, 644008, г. Омск, Россия

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СЕМЯН И ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ В РАЗНЫХ РЕГИОНАХ РФ

Аннотация. Статья посвящена анализу результатов изучения сортов чины посевной (*Lathyrus sativus* L.) в условиях Нижневолжского (г. Саратов) и Западносибирского (г. Омск) регионов РФ. Проведено изучение четырех сортов чины посевной селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (Рачейка, Жемчужина, Елена, Мраморная) по урожайности, получены данные по биохимическому составу семян и зеленой массы, биоэнергетическим параметрам.

Ключевые слова: Чина, качество, протеин, семена, урожайность

S.A. Zaitsev¹, V.V. Bychkova¹, T.V. Marakaeva²

¹Russian Research Institute for Sorghum and Maize “Rossorgo”, Saratov

²Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Russia, 644008, Omsk

ASSESSMENT OF THE QUALITY OF SEEDS AND GREEN MASS OF THE LATHYRUS SATIVUS CULTIVATION IN DIFFERENT REGIONS OF THE RF

Annotation. The article is devoted to the analysis of the results of studying varieties of *Lathyrus sativus* L. in the conditions of the Lower Volga (Saratov) and West Siberian (Omsk) regions of the Russian Federation. A study of four varieties of lathyrus varieties of the Russian Research Institute for Sorghum and Maize

“Rossorgo” (Racheyka, Zhemchuzhina, Elena, Mramornaya) was carried out, data on the biochemical composition of seeds and green mass was obtained, and an assessment was made on bioenergy parameters.

Keywords: Indianpea, quality, protein, seeds, yield

Бобовые культуры представляют собой важнейший источник белка для питания. Они служат основой биологизации земледелия и играют большую роль в решении проблемы энергосбережения [1]. Развитие надлежащей кормовой и пищевой базы без увеличения посевных площадей под бобовыми культурами затруднительно. Основное назначение чины посевной – кормовое. Чина посевная служит для различных целей: кормбикорм, фураж, альтернативный источник белка для населения, благодаря высокому содержанию белка в семенах и зрелых листьях [2, 3]. В засушливых условиях РФ чина может занять собственную агрономическую нишу и стать дополнительным источником пополнения дешевого белка и повышения качества кормовой базы [4, 5].

Материал и методы исследований. Эксперимент по изучению сортов чины посевной заложен на опытных участках ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов), на полях учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ, находящегося в южной лесостепи Омской области. Полевые опыты заложены согласно общепринятым методикам проведения исследований [6, 7]. Учетная площадь делянок – 5 м². Агротехника - общепринятая для регионов. Посев ранневесенний: в условиях г. Саратова – 5 мая сеялкой СКС 6-10, г. Омска – 16 мая сеялкой ССФК-7. Размещение делянок – систематическое, глубина заделки семян – 5 см. Густота стояния растений чины 0,6-0,7 млн всх. зерен на 1 га. Уборка проведена вручную в фазу созревания во второй декаде августа.

Климат Саратовской области - резко континентальный и суровый. В 2022 г. ГТК составил 0,62. Среднегодовая сумма осадков – 360–455 мм. Почва – чернозем южный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Плотность почвы составляет 1,20 – 1,32 г/см³. Южная лесостепь Омской области характеризуется теплым, умеренно увлажненным климатом. Гидротермический коэффициент

составил 1,0–1,2, что указывает на удовлетворительную влагообеспеченность в период активной вегетации. Средняя многолетняя годовая сумма осадков - 300–350 мм. Почва поля – чернозем обыкновенный среднemosный, среднегумусный. Плотность почвы в верхнем слое составляет 1,20–1,25 г/см³.

Результаты и их обсуждение. Высокий потенциал семенной продуктивности сортов чины посевной в почвенно-климатических условиях Саратовской и Омской областей проявляется в зависимости от конкретных условий выращивания, при этом их индивидуальная реакция на условия окружающей среды различна (таблица 3). Так сформированная урожайность семян у сортов чины варьировала: в Саратовской области от 0,93 т/га до 2,22 т/га, в Омской области – от 0,88 т/га до 1,84 т/га. По результатам двухфакторного дисперсионного анализа следует, что на показатель урожайности семян наибольшее влияние оказывает фактор условий выращивания (А) – 64,2% (рисунок 1). Доля генотипа (фактор В) на значение урожайности составила 20,2%, а доля взаимодействия двух факторов (АВ) – 14,8%. На формирование урожая зеленой массы в большей степени оказал влияние фактор генотипа (В) – 59,5%, а также взаимодействие факторов (АВ) – 37,7%.

Таблица 1. Урожайность семян и зеленой массы чины, т/га, 2022 г.

Сорт	Урожайность семян			Урожайность зеленой массы		
	г. Саратов	г. Омск	среднее	г. Саратов	г. Омск	среднее
Мраморная	0,93	0,88	0,91	13,5	12,8	13,2
Рачейка	1,24	1,53	1,39	16,8	15,0	15,9
Елена	1,44	0,97	1,21	14,1	20,0	17,1
Жемчужина	1,59	1,84	1,72	13,0	10,9	12,0
Среднее значение	1,30	1,31	1,31	14,4	14,7	14,6
НСР ₀₅	0,11	0,15	0,13	0,96	1,01	0,99

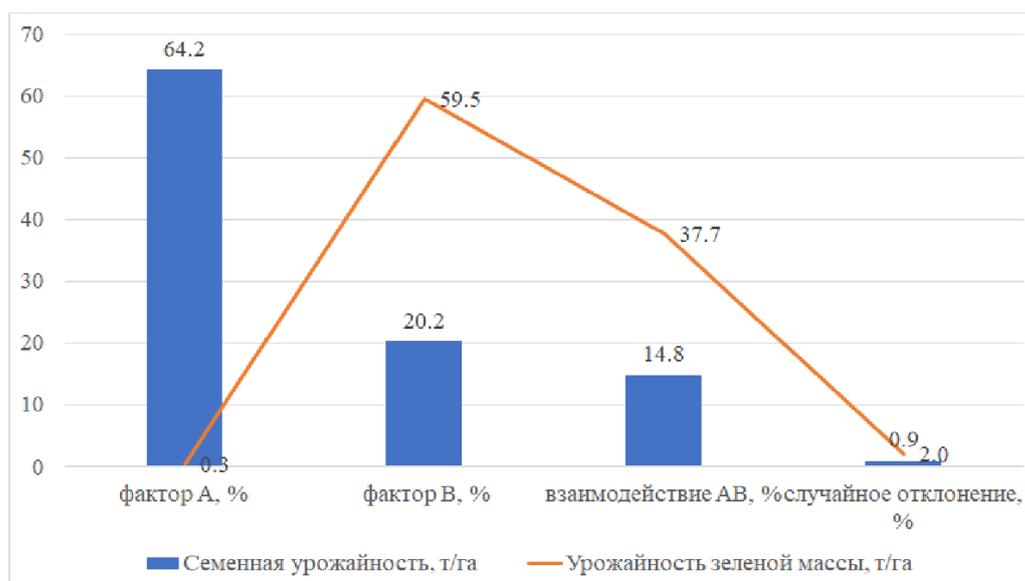


Рисунок 1 – Влияние факторов на формирование признаков, 2022 г.

Важным признаком, характеризующим питательные достоинства корма, является содержание белка [8]. Основная их часть в семенах чины принадлежит к водорастворимым (альбумины) белкам (до 84 %). Это позволяет использовать семена чины в рецептуре комбикормов, увеличивая уровень обменной энергии и создавая оптимальное сочетание белка [9]. Анализ результатов указывает на то, что основной вклад (59,2-60,9%) в урожайности питательных веществ семян состоит из сбора безазотистых экстрактивных веществ (таблица 2). Роль остальных биохимических веществ в урожае зерна кукурузы в среднем составила: протеина от 28,3-31,1%, жира – 0,7%, клетчатки – 6,3-7,7%, золы – 3,1-3,8%.

Обязательной является оценка качества пастбищного (зеленого) корма и сырья для заготовки объемистых кормов (сена, сенажа, силоса). Содержание протеина в зеленой массе этой культуры в 2022 г. варьировало от 21,0% до 26,3%, жира – в пределах: 3,1-4,4%, клетчатки – 21,6-27,6%, золы – 8,3-10,2%, БЭВ – 30,2-43,1%.

Таблица 2. – Качественный состав семян и зеленой массы сортов чины, %, 2022 г.

Сорт	Протеин		Жир		Клетчатка		Зола		БЭВ	
	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск
семена										
Мраморная	29,4	31,1	0,6	0,9	7,0	6,5	3,3	3,4	59,7	60,1

Рачейка	29,0	28,4	0,5	0,9	7,6	6,4	4,2	3,2	58,7	60,9
Елена	29,4	28,3	0,7	0,9	7,4	6,4	3,3	3,1	59,2	60,6
Жемчужина	29,2	29,0	0,8	0,9	7,3	6,4	3,2	3,1	59,5	57,6
Средняя	29,3	29,2	0,7	0,9	7,3	6,4	3,5	3,2	59,3	59,8
зеленая масса										
Мраморная	26,3	21,9	3,3	3,3	24,1	21,6	8,3	10,2	30,2	43,0
Рачейка	24,8	22,8	3,5	4,4	26,0	22,7	8,3	9,1	30,2	41,0
Елена	21,0	23,2	3,9	4,0	23,3	27,6	8,7	9,4	43,1	35,8
Жемчужина	26,1	22,4	3,5	3,1	27,4	24,9	9,8	9,1	33,2	38,5
Средняя	24,6	22,6	3,6	3,7	25,2	24,2	8,8	9,5	34,2	39,6

Большая часть посевных площадей используется для получения продукции кормопроизводства. При этом, важную роль занимает увеличение биоэнергетической эффективности продукции. Определение биохимического состава позволяет провести оценку сортов по выходу валовой энергии с семенами и зеленой массой [10]. Количество валовой энергии, формирующейся с семенами в 2022 г. варьировала от 15,2 ГДж/га до 26,0 ГДж/га в условиях г. Саратова и от 14,7 ГДж/га до 29,3 ГДж/га в условиях г. Омска. Преимущество по данному параметру отмечено у сорта Жемчужина (26,0-29,3 ГДж/га). Оценка биоэнергетической эффективности зеленой массы выявила колебание сбора валовой энергии в пределах: 40,8-56,0 ГДж/га (в условиях г. Саратова) и 54,7-94,8 ГДж/га (в условиях г. Омск). Таким образом, наибольшее содержание валовой энергии в урожае зеленой массы (48,0-94,8 ГДж/га) было получено по сорту Елена (таблица 3).

Таблица 3. – Сбор валовой энергии с семенами и зеленой массой, ГДж/га, 2022 г.

Сорт	Общая энергия		Протеин		Жир		Клетчатка		БЭВ	
	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск	Саратов	Омск
семена										
Мраморная	15,2	14,7	5,7	5,7	0,2	0,3	1,0	0,9	8,3	7,9
Рачейка	20,0	24,9	7,5	9,0	0,2	0,5	1,5	1,5	10,9	13,9
Елена	23,5	15,7	8,8	5,7	0,4	0,3	1,6	1,0	12,7	8,8
Жемчужина	26,0	29,3	9,6	11,1	0,4	0,6	1,8	1,8	14,1	15,8
Средняя	21,2	21,3	7,9	7,9	0,3	0,4	1,5	1,3	11,5	11,6

зеленая масса											
Мраморная	40,8	54,7	15,0	16,1	3,2	4,1	10,2	11,8	12,4	22,7	
Рачейка	50,2	63,7	17,3	19,0	4,1	6,1	13,6	14,1	15,2	24,5	
Елена	48,0	94,8	13,3	28,9	4,1	8,4	11,0	25,6	19,6	32,0	
Жемчужина	56,0	60,7	19,2	18,4	4,3	4,3	15,0	15,3	17,5	22,8	
Средняя	48,7	68,4	16,2	20,5	3,9	5,6	12,4	16,4	16,2	25,8	

При одинаковых способах выращивания затраты совокупной энергии на единицу площади у сортов чины колеблются в небольших пределах. Анализ параметров энергетической оценки производства зерна указывает на сорта с лучшими оценками параметров энергетической эффективности: Жемчужина ($q_i=1,94$), Елена ($q_i=1,75$). Данные формы характеризуются и более низкими затратами энергии на производство 1 т зерна – 8,43 – 9,31 ГДж/т при 10,31 ГДж/т в среднем по сортам (таблица 4).

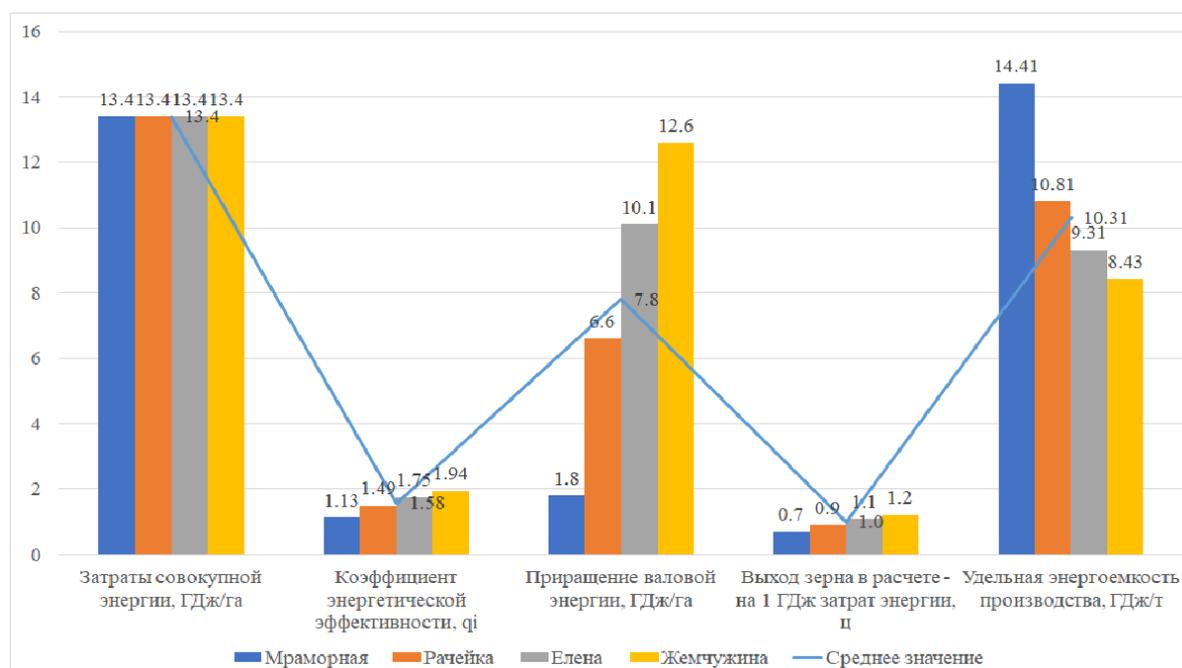


Таблица 4. – Оценка энергетической эффективности производства семян чины посевной в условиях Саратовской области, 2022 г.

Заключение. Сформированный чинной посевной урожай семян (1,27-2,09 т/га) и зеленой массы (10,9-20,0 т/га) отличается высоким содержанием протеина, клетчатки, безазотисто экстрактивных веществ. Качественный состав семян и зеленой массы позволяет использовать ее для создания различных видов кормов (комбикорма, зеленые корма, сенаж). По параметрам биоэнергетической

эффективности семян наилучшие показатели выявлены у сортов Елена и Жемчужина. Сорт Елена отличился наибольшим содержанием совокупной энергии в зеленой массе 48,0-94,8 ГДж/га. Сорт Жемчужина охарактеризовался максимальным содержанием совокупной энергии в выращенном урожае семян – 26,0-29,3 ГДж/га, наибольшим приращением валовой энергии – 12,6 ГДж/га и наивысшим из всех четырех сортов коэффициентом энергетической эффективности – 1,94.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косолапов В.М., Чернявских В.И. Кормопроизводство: состояние, проблемы и роль ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в их решении // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36. № 4. – С. 5-14.
2. Rizvi AN, Sarker A, Dogra A (2016) Enhancing grass pea (*Lathyrus sativus* L.) production in problematic soils of South Asia for nutritional security // *Indian J Genet Plant Breed* 76:583–592.
3. Донской М.М., Донская М.В., Бобков С.В., Селихова Т.Н., Наумкин В.П. Биохимический состав семян чины посевной // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – 2019. – № 1 (29). – С. 70-78
4. Зайцев С.А., Волков Д.П., Матюшин П.А., Бабушкин Д.Д., Бычкова В.В., Жужукин В.И. Изучение коллекционного материала чины посевной в условиях степной зоны Нижнего Поволжья // *Успехи современного естествознания*. – 2022. – № 5. – С. 19-25
5. Зайцев С.А., Башинская О.С., Волков Д.П., Бабушкин Д.Д., Пташник О.П., Маракаева Т.В. Эколого-географическое испытание чины посевной // *Успехи современного естествознания*. – 2023. – № 2. – С. 7-12.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.– Вып. 2. зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // *Госагропром СССР. государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур*. – М., 1989. 194 с.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 349 с.
8. Вишнякова М.А., Бурляева М.О., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Соловьева А.Е., Шеленга Т.В., Булынецов С.В., Буравцева Т.В., Яньков И.И., Александрова Т.Г., Егорова Г.П. Исходный материал для селекции на качество зерна и зеленой массы в коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – №2(10). – С. 6-16.
9. Ерохина А.В., Бычкова В.В., Светлов В.В., Черных Т.Н. Использование чины посевной (*Lathyrus sativus* L.) как компонента комбинированных кормов для цыплят-бройлеров // Эффективное животноводство. – 2022. – № 4 (179). – С. 62-64.
10. Петухова Е.А., Бессарабов Р.Ф., Халенова Л.Д. Зоотехнический анализ кормов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.

©.Зайцев С.А, Бычкова В.В., Маракаева Т.В. 2023

Научная статья

УДК 635.657:631.52

С.А. Зайцев, П.Ю. Рожков, А.А. Рожкова, Ю.А. Калинин

ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы «Россорго» г. Саратов, Россия

СКРИНИНГ КОЛЛЕКЦИИ ЧИНЫ ПОСЕВНОЙ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРМОВОМ НАПРАВЛЕНИИ

Аннотация. Статья посвящена результатам изучения селекционного материала чины посевной (*Lathyrus sativus* L.) для развития кормового направления использования. Проведено исследование образцов по ряду хозяйственно-ценных параметров (урожайность семян, урожайность зеленой массы).

Ключевые слова: Чина, семена, урожайность, зеленая масса

S.A. Zaitsev, P.Yu. Rozhkov, A.A. Rozhkova, Yu.A. Kalinin

SCREENING OF COLLECTION OF GRASSPEA FOR USE IN FEED DIRECTION

Annotation. The article is devoted to the results of studying the breeding material of the grasspea (*Lathyrus sativus* L.) for the development of fodder use. The samples were studied for a number of economically valuable parameters (seed yield, green mass yield).

Keyword:. Grasspea, seeds, productivity, green mass

Чина посевная (индийский горох, травяной горох), считается одной из самых устойчивых к климатическим изменениям и биотическим стрессорам культур. Данный вид издревле возделывается и хорошо адаптирован к различным типам почв, обладает устойчивостью к абиотическим (почвенная и воздушная засуха, затопление, высокие температуры воздуха) и биотическим факторам (болезни, насекомые-вредители) [1]. Благодаря своим физиологическим и биологическим особенностям чина посевная способна занять в РФ агроэкологическую нишу в промежутке между границей возделывания гороха и границей агрономического ареала распространения нута. [2]. В засушливых районах степных и лесостепных регионов России чина превосходит по урожайности семян и зеленой массы вику, горох, чечевицу [3]. Научное внимание к виду *Lathyrus sativus* L. одновременно преследует две цели: внедрение и интродукция в агропромышленное производство культуры, традиционно возделываемой многими народами и поддержание биологического разнообразия, являющегося основой стратегии по устойчивому развитию сельского хозяйства [4]. В качестве зерновой и кормовой культуры чина посевная имеет большой агрономический и экологический потенциал. Современные сорта сочетают высокую урожайность с оптимальным биохимическим составом и отличаются

устойчивостью к действию неблагоприятных биотических и абиотических факторов окружающей среды [5].

Материал и методы исследований. Эксперимент по изучению сортообразцов чины посевной заложен на опытных участках ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» (г. Саратов), согласно общепринятым методикам проведения исследований [6, 7]. Учетная площадь делянок – 7 м². Агротехника - общепринятая для регионов. Посев ранневесенний: в условиях – 5-6 мая сеялкой СКС 6-10. Густота стояния растений чины от 300 до 400 тыс. всх. семян на 1 га. Уборка проведена вручную в фазу созревания во второй декаде августа.

Результаты исследований. Урожайность семян и зелёной массы исследуемых образцов зависит как от их генотипа, так и от года исследования (рисунок 1). В ходе дисперсионного двухфакторного анализа выявлено влияние фактора генотипа на урожайность семян (71,5%) и урожайность зеленой массы (37,6%). Доля взаимодействия факторов АВ составила 27,4% (урожайность семян) и 61,1% (урожайность зеленой массы). Влияние других факторов оказалось незначительным.

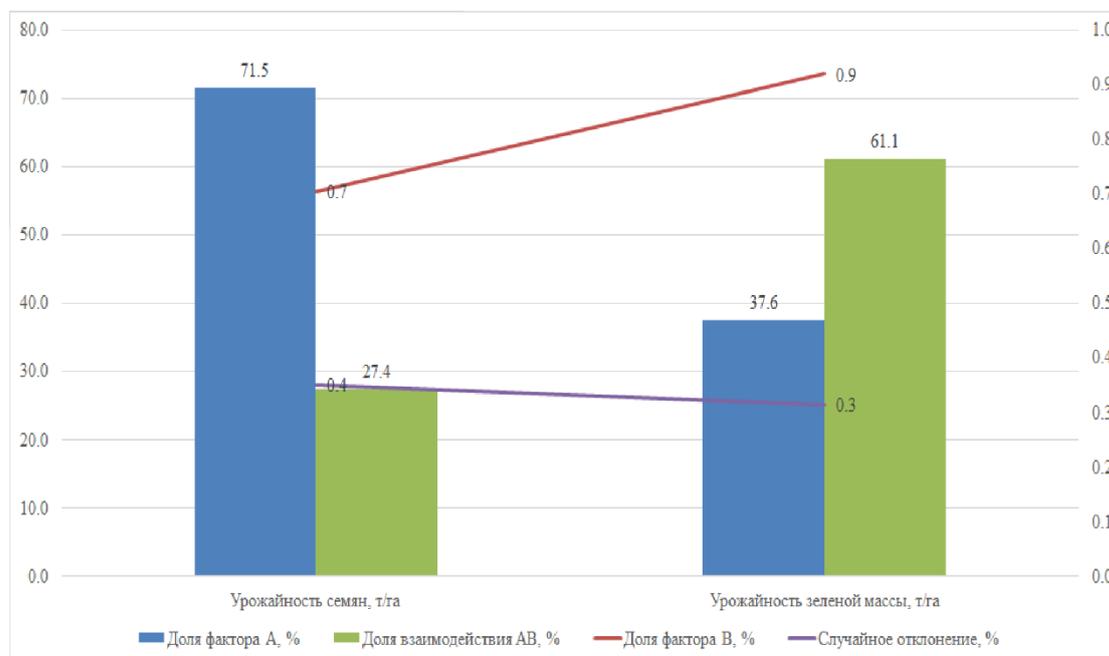


Рисунок 1 – Доля влияния факторов на развитие признаков чины посевной, %, 2022-2023 гг.

Так, в 2023 году урожайность семян в среднем по выборке составила 2,15 т/га, что по сравнению с 2022 г. (1,23 т/га) на 42,7% выше (таблица 1). Урожайность зелёной массы в среднем составила в 2022 г. 12,3 т/га, а в 2023 г. - 13,6 т/га, что на 9,6% выше. Наблюдалось значимое взаимодействие генотип-среда: сорта по-разному реагировали на изменение условий среды, и в разные годы менялись ранги по ряду изученных показателей. В условиях 2022 года 1-5-е места в ранжированном ряду по урожайности семян заняли линии Л-1402 (1,98 т/га), Л-1434 (1,98 т/га), Л-1729 (1,67 т/га), Л-1464 (1,63 т/га) и Л-1505 (1,61 т/га). Из них все достоверно превысили стандарт Елена (1,44 т/га). В 2023 году, более благоприятном для роста и развития, первые места в ранжированном ряду заняли следующие образцы: Л-1464 (2,96 т/га), Л-1434 (2,95 т/га), Л-1514 (2,8 т/га), Л-1730 (2,56 т/га), которые превысили стандарты Мраморная (2,27 т/га) и Елена (2,17 т/га). Следует отметить высокую продуктивность образца Л-1434: в оба года он попал в верхнюю часть ранжированного списка, превысив стандарт. В среднем за 2022-2023 гг. по урожайности семян превосходили стандарт линии: Л-1402 – на 1,7%, Л-1434 – на 36,2 %, Л-1464 – на 26,8%, Л-1505 – на 5,8%, Л-1729 – на 6,1%, Л-1730 – на 13,5%.

Более высокую урожайность зелёной массы в 2022 году в сравнении с стандартами показали Л-1409 (20,3 т/га), Л-1522 (19,5 т/га), Л-1728 (15,8 т/га), Л-1729 (17 т/га), Л-1867 (15,1 т/га). При урожайности зелёной массы 15,8 т/га у стандарта Мраморная в 2023 г. незначительное превосходство наблюдалось лишь у Л-1464 (16,6 т/га), Л-1505 (28,8 т/га), Л-1729 (20,4 т/га), Л-1867 (20,1 т/га).

Таблица 1 – Урожайность семян и зеленой массы селекционных номеров чины посевной, 2021-2022 гг., т/га

Образец	Урожайность семян				Урожайность зеленой массы			
	2022 г.	2023 г.	линии	± к стандарту, %	2022 г.	2023 г.	линии	± к стандарту, %
Мраморная	0,93	2,27	1,60	-11,6	13,5	15,8	14,65	-
Елена	1,44	2,17	1,81	-	14,1	15,0	14,55	-0,7
Л 1402	1,98	1,70	1,84	1,7	9,75	5,9	7,83	-46,6
Л 1403	0,69	1,92	1,31	-27,9	9,6	10,7	10,70	-27,0
Л 1409	1,33	2,06	1,70	-6,4	20,25	15,5	17,88	22,0
Л 1434	1,98	2,95	2,47	36,2	10,88	12,2	11,54	-21,2
Л 1451	1,12	1,32	1,22	-32,6	6,0	9,6	7,80	-46,8
Л 1452	0,74	2,16	1,45	-19,9	11,0	6,7	8,85	-39,6
Л 1464	1,63	2,96	2,30	26,8	7,8	16,6	12,20	-16,7
Л 1505	1,61	2,22	1,92	5,8	12,0	28,8	20,40	39,2
Л 1514	0,30	2,80	1,55	-14,4	12,8	13,6	13,20	-9,9
Л 1522	1,48	1,81	1,65	-9,1	19,5	14,0	16,75	14,3
Л 1728	1,45	2,17	1,81	0,0	15,75	8,3	12,03	-17,9
Л 1729	1,67	2,17	1,92	6,1	17,0	20,4	18,70	27,6
Л 1730	1,55	2,56	2,06	13,5	7,8	7,6	7,70	-47,4
Л 1731	1,35	2,22	1,79	-1,4	13,01	15,8	14,41	-1,7
Л 1866	0,17	1,83	1,00	-44,8	8,79	14,4	11,60	-20,9
Л 1867	0,55	1,59	1,07	-40,9	15,1	20,1	17,60	20,1
Л 1868	1,43	2,03	1,73	-4,4	8,25	7,3	7,78	-46,9
Среднее значение	1,23	2,15	1,69		12,3	13,6	13,0	
Коэффициент вариации, %	42,9	20,2	22,4		32,7	41,8	31,0	
НСР _{0,5}	0,35	0,42	0,36		3,4	5,5	3,8	

Семенная продуктивность, определяемая как частное между весом семян и числом убранных растений и показывающая средний вес семян с одного растения варьировала в 2022 г. от 12,4 г до 29,9 г, а в 2023 г. от 9,4 г до 21,2 г. За время исследования максимальные показатели по данному параметру отмечены у сортообразцов Л-1402 (22,1 г на растение), Л-1434 (20,1 г на растение), Л-1730 (20,1 г на растение). Масса 1000 семян - важный сортовой признак. Для РФ к возделыванию рекомендованы сорта со средними значениями этого показателя, являющиеся наиболее пластичными: Мраморная (202,8 г), Елена (227,8 г). В изучаемой выборке данный параметр варьировал в пределах 204,0-261,5 г в 2020 г. и 188,0-261,5 г в 2023 г.

Между показателями урожайности и другими хозяйственными признаками было рассчитано 28 парных коэффициентов корреляции, определяющих уровень взаимосвязи изменчивости признаков и свойств. Достоверные связи выявлены лишь в шести случаях (табл. 2).

Таблица 2 – Взаимообусловленность урожайности зелёной массы и хозяйственных признаков

Сравниваемые показатели	Коэффициент корреляции, r	
	2022	2023
Урожайность семян – урожайность зелёной массы	0,07	0,10
Урожайность семян – масса 1000 семян	0,12	0,10
Урожайность семян – семенная продуктивность растения	0,25*	0,53*
Урожайность семян – содержание белка в семенах	-0,12	-0,49*
Урожайность зелёной массы – масса 1 растения	0,93**	0,94**
Урожайность зелёной массы – длина стебля	0,39	0,16
Урожайность зелёной массы – содержание белка в зелёной массе	-0,40	0,04
семенная продуктивность растения – длина стебля	-0,17	-0,61**

Интересно отметить, что между урожайностью зелёной массы и урожайностью семян взаимосвязь практически отсутствует, о чём свидетельствует низкий коэффициент корреляции ($r = 0,07-0,10$). Отсутствие взаимосвязи между урожайностью зелёной массы и урожайностью семян возможно объясняется потерями во время механизированной уборки и полегаемостью растений. Выявлена средняя отрицательная зависимость между урожайностью семян и содержанием в них протеина ($r = 0,25-0,53$).

Заключение. Таким образом, в процессе исследования выделены сортообразцы чины посевной – источники хозяйственно ценных признаков. Для селекции на увеличение урожайности семян рекомендуется использовать линии Л-1402 (1,98 т/га), Л-1434 (1,98 т/га), Л-1729 (1,67 т/га), Л-1464 (1,63 т/га)

и Л-1505 (1,61 т/га). Для селекции на увеличение урожайности зелёной массы – линии Л-1409 (20,3 т/га), Л-1522 (19,5 т/га), Л-1728 (15,8 т/га), Л-1729 (17 т/га), Л-1867 (15,1 т/га).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sillero J.C., Cubero J.I., Fernández-Aparicio M., Rubiales D. Search for resistance to crenate broomrape (*Orobanche crenata*) in *Lathyrus* // *Lathyrus Lathyrism Newsletter*. 2005. 4. P. 7–9.
2. Зотиков В.И., Наумкина Т.С., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Наумкин В.В. Зернобобовые культуры - важный фактор устойчивого экологически ориентированного сельского хозяйства. // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 1 (17). с. 6-13.
3. Вишнякова М.А., Александрова Т.Г., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В., Суворова Г.Н. Видовое разнообразие коллекции генетических ресурсов зернобобовых ВИР и его использование в отечественной селекции (обзор) // *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2019. Т. 180. № 2. С. 109-123.
4. Бурляева М.О., Соловьева А.Е., Силенко С.И. Исследование генетического разнообразия чины посевной по адаптивности биохимических показателей зелёной массы // *Достижения науки и техники АПК*. 2015. Т. 29. № 7. С. 52-55.
5. Зайцев С.А., Волков Д.П. Возможности использования чины посевной // В сборнике: *Вавиловские чтения - 2022. Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова*. Саратов, 2022. С. 113-117.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Вып. 2. зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры // *Госагропром СССР. государственная комиссия по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур*. – М., 1989. 194 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Книга по Требованию, 2013. – 349 с.

Научная статья

УДК 577:579.64

М.Ф. Иванова¹, Е.Е. Костина¹, Ю.П. Федоненко², А.А. Криворучко³, А.С. Астанкова³, О.В. Ткаченко¹, Г.Л. Бурыгин^{1,2,3}

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН», г. Саратов, Россия

³Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНЫХ ЛИПОПОЛИСАХАРИДОВ НА РОСТ МИКРОРАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА КОНДОР В УСЛОВИЯХ *IN VITRO*

Аннотация. В статье рассматривается влияние липополисахаридов, выделенных из шести штаммов бактерий разных таксономических групп, на рост микрорастений картофеля сорта Кондор в условиях *in vitro*. Показано, что наибольший положительный эффект оказывали липополисахариды штаммов *Ochrobactrum quorumnocens* T1Kr02 и *Azospirillum thiophilum* BV-S, О-полисахарид которых состоят полностью или в большей степени из остатков 6-дезоксигексоз (фукозы и рамнозы).

Ключевые слова: картофель, ризосферные бактерии, липополисахарид, культура *in vitro*

*M.F. Ivanova*¹, *E.E. Kostina*¹, *Yu.P. Fedonenko*², *A.A. Krivoruchko*³, *A.S. Astankova*³, *O.V. Tkachenko*¹, *G.L. Burygin*^{1,2,3}

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

³Saratov State University, Saratov, Russia

INFLUENCE OF BACTERIAL LIPOPOLYSACCHARIDES ON THE GROWTH OF POTATO MICROPLANTS CULTIVAR KONDOR UNDER *IN VITRO* CONDITIONS

Annotation. The article examines the effect of lipopolysaccharides isolated from six bacterial strains of different taxonomic groups on the growth of potato (cv. Kondor) microplants under *in vitro* conditions. It was shown that the greatest positive effect was exerted by lipopolysaccharides of the strains *Ochrobactrum quorumnocens* T1Kr02 and *Azospirillum thiophilum* BV-S, whose O-polysaccharide consists entirely or to a greater extent of 6-deoxyhexose residues (fucose and rhamnose).

Keywords: potato, rhizospheric bacteria, lipopolysaccharide, *in vitro* culture

Ризосферные бактерии способны положительно влиять на рост и развитие растений, в том числе имеющих сельскохозяйственное значение. Однако использование бактериальных культур не всегда оправдано. Например, в культуре *in vitro* для вегетативного размножения используются стерильные растения, и инокуляция ризобактериями может приводить к чрезмерному развитию бактерий, оказывающему негативное влияние на развитие микроклонов [1]. В связи с этим, перспективным для стимуляции роста растений в условиях *in vitro* является применение компонентов бактериальных клеток, которые обладают рост-стимулирующей активностью.

Одной из таких групп бактериальных биомакромолекул являются липополисахариды (ЛПС), занимающие большую часть поверхности клеток грамотрицательных бактерий и непосредственно участвующие во взаимодействии микроорганизмов с растениями. В литературе имеются сообщения как о положительном [2], так и об отрицательном [3] влиянии ЛПС на растения. При этом отсутствует информация о закономерностях между структурой ЛПС и эффектами на растения. Нами ранее было показано, что ЛПС ризосферного штамма *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 оказывает положительное влияние на рост и развитие микроклонов картофеля сорта Кондор в условиях *in vitro*, превосходящее по эффектам инокуляцию бактериальной суспензией этого штамма [4].

Целью работы было исследовать препараты ЛПС с описанными структурами повторяющихся звеньев О-полисахаридов, выделенных из шести бактерий различных таксономических групп, на рост микрорастений картофеля сорта Кондор в условиях *in vitro*.

В работе были использованы микроклоны картофеля (*Solanum tuberosum* L.) сорта Кондор из *in vitro*-коллекции лаборатории биотехнологии Агрономического факультета ФГБОУ ВО Вавиловского университета. Препараты ЛПС получали стандартным методом по Вестфалю [5] с применением фенол-водной экстракции из бактериальных клеток штаммов *Ochrobactrum quorumnecens* T1Kr02, *Pseudomonas chlororaphis* K3, *Azospirillum brasilense* SR80 и SR88, *Azospirillum zeae* N7 и *Azospirillum thiophilum* BV-S. Растворы ЛПС вносили в жидкую питательную среду Мурасиге-Скуга к 10-дневным микрорастениям до концентрации 10 мкг/мл. Культивировали 20 суток, после чего производили измерение морфометрических параметров: длина побега, длина корней, сухая масса побегов и корней. Статистический анализ результатов проводили с использованием однофакторного дисперсионного анализа с ранжированием средних с применением LSD-теста для уровня значимости 95% ($p < 0,05$).

Анализ результатов проведённых экспериментов показал, что наибольшее влияние на длину побега микрорастений картофеля оказывало добавление в среду культивирования ЛПС штаммов *Ochrobactrum quorumnocens* T1Kr02 (+13,2 % от контроля), *Azospirillum brasilense* SR88 (+13,6 % от контроля) и *Azospirillum thiophilum* BV-S (+16,6 % от контроля). ЛПС остальных штаммов достоверно не влияли ($p > 0,05$) на длину побега микроклонов (Таблица 1). На длину корней наибольшее положительное влияние оказали препараты ЛПС штаммов *Ochrobactrum quorumnocens* T1Kr02 и *Azospirillum thiophilum* BV-S (для обоих вариантов +32,4 % от контроля). ЛПС штамма *Ochrobactrum quorumnocens* T1Kr02 оказал лучшее действие на увеличение сухой массы побегов (+74 % от контроля), а ЛПС *Azospirillum thiophilum* BV-S на сухую массу корней (+250 % от контроля).

Таким образом, препараты ЛПС штаммов *Ochrobactrum quorumnocens* T1Kr02 и *Azospirillum thiophilum* BV-S оказывали достоверно положительное влияние на все четыре исследованных параметра микрорастений картофеля сорта Кондор, что может быть связано с химическим строением их повторяющихся звеньев О-полисахаридов. Повторяющееся звено О-полисахарида штамма *Ochrobactrum quorumnocens* T1Kr02 состоит из остатков D-фукозы, а ОПС штамма *Azospirillum thiophilum* BV-S состоит из пентасахарида, в котором четыре остатка L-рамнозы и в боковом положении один остаток D-ксилозы. Соответственно, доминирующими для ЛПС обоих штаммов являются остатки 6-дезоксигексоз (фукозы и рамнозы), в отличие от ЛПС других исследованных штаммов, в составе которых также содержатся остатки фукозы и рамнозы, но в меньшем количестве.

Таблица 1.

Морфометрические параметры микрорастений картофеля сорта Кондор после культивирования в условиях *in vitro* с препаратами ЛПС шести штаммов

Препарат ЛПС	Длина побега, мм	Длина корней, мм	Сухая масса побега, мг	Сухая масса корней, мг
Контроль	70,5 а	238 б	31,5 а	9,8 а

T1Kr02	79,8 bc	315 c	55,0 d	15,0 bc
K3	74,2 ab	185 a	39,9 c	11,2 a
SR80	74,7 ab	213 ab	33,3 a	16,3 cd
SR88	80,1 c	203 a	36,1 b	13,8 b
BV-S	82,2 c	316 c	39,9 c	24,5 e
N7	69,9 a	215 ab	34,5 ab	17,4 d
F _{факт.}	5,632*	7,368*	12,587*	15,328*
HCP _{0,05}	6,188	32,75	2,14	1,86

Примечание: * – показывает наличие достоверных различий между вариантами эксперимента ($F_{\text{теор.}} > F_{\text{факт.}}$); латинские буквы a, b, c, d и e показывают различия между средними для каждого из параметров по LSD-тесту при $P=0,05$.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 22-26-00293).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Orlikowska T., Nowak K., Reed B. Bacteria in the plant tissue culture environment // *Plant Cell Tissue Organ Cult.* – 2017. – V. 128. – P. 487-508.
2. Evseeva N.V., Tkachenko O.V., Burygin G.L., Matora L.Y., Lobachev Y.V., Shchyogolev S.Y. Effect of bacterial lipopolysaccharides on morphogenetic activity in wheat somatic calluses // *World J. Microbiol. Biotechnol.* – 2018. – V. 34. – Art. 3, P. 1-6.
3. Dow M., Newman M.A., von Roepenack E. The induction and modulation of plant defense responses by bacterial lipopolysaccharides // *Annu. Rev. Phytopathol.* – 2000. – V. 38. – P. 241-261.
4. Sigida E.N., Kargapolova K.Y., Shashkov A.S., Zdrovenko E.L., Ponomaryova T.S., Meshcheryakova A.A., Tkachenko O.V., Burygin G.L., Knirel Y.A. Structure, gene cluster of the O antigen and biological activity of the lipopolysaccharide from the rhizospheric bacterium *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 // *Int. J. Biol. Macromol.* – 2020. – V. 154. – P. 1375-1381.
5. Galanos C., Lüderitz O., Westphal O. A new method for the extraction of R lipopolysaccharides // *Eur. J. Biochem.* – 1969. – V. 9. – P. 245-249.

© Иванова М.Ф., Костина Е.Е., Федоненко Ю.П., Криворучко А.А., Астанкова А.С., Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л., 2023

Научная статья

УДК 33

Н.А. Иванова, И.Ю. Каневская, Д.Н. Гиляжева

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ НА ЭКОЛОГИЮ

Аннотация. В статье анализируются основные проблемы, утилизации радиоактивных отходов, рассматриваются экологические проблемы, как следствие утилизации данных отходов. Описаны теоретические и практические решения по их переработке.

Ключевые слова: радиоактивные вещества, проблемы захоронения радиоактивных отходов, обезвреживание.

N.A. Ivanova, I.Y. Kanevskaya, D.N. Gilyazheva

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

THE IMPACT OF RADIOACTIVE WASTE ON THE ENVIRONMENT

Annotation. The article analyzes the main problems of radioactive waste disposal, considers environmental problems as a consequence of the disposal of these wastes. Theoretical and practical solutions for their processing are described.

Keywords: radioactive substances, problems of radioactive waste disposal, neutralization.

Радиоактивное загрязнение – это самое глобальное загрязнение, которое происходит вследствие воздействия радиоактивных материалов на окружающую среду: на почву, на растения, на людей, на животных.

Радиоэкология – наука, изучающая закономерности накопления и миграции радионуклидов в биосфере и экосистеме и действие их на биоценозы, а радиоэкологический мониторинг – это наблюдение за изменением состояния окружающей среды под действием радиации.

Одна из основных задач научно-исследовательской работы является проблема радиоактивных отходов является частным случаем общей проблемы загрязнения окружающей среды отходами человеческой деятельности. Одним из основных источников радиоактивных отходов высокого уровня активности является атомная энергетика (отработанное ядерное топливо) [1].

Рост и развитие индустриализации улучшили качество жизни человека, но и увеличили негативное воздействие на окружающую среду.

Одна из перспективных отраслей в области электроэнергетики – это развитие АЭС). У АЭС есть недостатки - РАО (радиоактивные отходы), которые не подлежащие дальнейшему использованию, и есть ОЯТ (отработанное ядерное топливо), которое пригодно для дальнейшего использования, но его надо переработать [2]. За последние 50 лет использования атомной энергии в мире накопилось сотни миллионов тонн радиоактивных отходов, причем большая часть отходов сохраняет свою радиоактивность до 240 000 лет. Эти отходы содержатся во "временных" хранилищах, второй вариант их захораниваются под землей неглубоко. Недобросовестные директора сбрасывают в водоемы или на землю [2].

Образование радиоактивных отходов в результате деятельности человека, из-за этого появляется много вариантов обращения с отходами. Эти вещества наносят огромный вред для жизнедеятельности человека, поэтому их

накопление является главной проблемой. При неправильном обращении с радиоактивными отходами происходит ухудшение экологической ситуации, так как захоронение отходов происходит в гидросфере и литосфере, а из-за сжигания органического топлива – угля, в котором содержатся уран и торий, множество радиоактивных изотопов попадают в атмосферу.

Радиоактивные отходы образуются при эксплуатации объектов ядерного топливного цикла, атомных электростанций, исследовательских реакторов, критических стенов и сборок, мощных источников ионизирующего излучения, судов гражданского и кораблей военно-морского флотов с ядерными энергетическими установками и иными радиационными источниками, а также при использовании изотопной продукции в научных организациях, народном хозяйстве и медицине [3].

Основное количество радиоактивных отходов накоплено в процессе создания ядерного оружия. На базе оборонных объектов был создан ядерный топливный цикл, и в результате Российская Федерация является одной из немногих стран в мире, обладающих всеми элементами ядерного топливного цикла, включающего добычу и обогащение урановых руд, изготовление ядерного топлива, изготовление изотопной продукции, переработку отработавшего ядерного топлива и обращение с радиоактивными отходами.

На атомных станциях происходит ядерная реакция деления, расщепления атомного ядра на два, реже три ядра с близкими массами с большим выделением энергии. Топливом для атомной станции являются ядра Урана 235. В результате реакции образуются около 100 различных изотопов с массовыми числами от 90 до 145. Для начала деления ядра урана необходим один нейтрон, например нейтрон от ядра плутония. Продуктами деления ядер урана могут быть изотопы бария, ксенона, стронция, рубидия [4].

Способы утилизации радиоактивных отходов. Утилизация этих отходов напрямую зависит от уровня активности составных элементов, причем эта процедура ни в коей мере не снижает уровень радиации до нуля, лишь частично степень излучения уменьшается. Разыскиваются новые способы и

места захоронения, производятся усовершенствованные герметичные ёмкости, предотвращающие попадание опасных веществ в воздух, воду, почву, разрабатываются новые методы обработки, дезактивации, утилизации РАО. Перед транспортировкой отходы должны пройти обработку еще до места захоронения. Это необходимо для избежания экологической катастрофы. Именно только обработка может снизить уровень опасности отходов. Для этого используют несколько методов: сжигание, сжатие и цементирование, вторичная переработка, остекловывание и захоронение [5].

Среднее значение МЭД по г. Саратов составило 12 мкР/ч, максимальное значение МЭД – 16 мкР/ч зафиксировано в мае 2002 года. По данным 2022 года в Саратовской обл. было радиоактивных выпадений с повышенной бета-активностью 6 раз.

Балаковская АЭС – развитый энергетический комплекс, химической промышленности и состоит из энергоблоков, в каждом из них есть три канала систем безопасности: первый с функциями автономного энергоснабжения, второй – это аварийное охлаждение активной зоны, третий – это подача технической воды на контактирующее с радиоактивной средой оборудование. Радиационный контроль окружающей среды в зоне расположения Балаковской АЭС осуществляется путем измерений: гамма-фона в районе расположения АЭС; годовой дозы на местности в санитарно-защитной зоне и зоне наблюдения; общей активности и содержания радионуклидов в объектах окружающей среды.

Балаковская АЭС 2020 - 2022 г.г. является филиалом АО «Концерн Росэнергоатом» и обеспечивает электроэнергией Поволжье, Центр России, Урал и Сибирь. Выбросы в атмосферу и сбросы в водные объекты не превысили установленных норм. Радиационная обстановка, в районе расположения Балаковской АЭС и пригороде и содержание радионуклидов в объектах внешней среды не превысило нормативных допустимых уровней. Пробы проводится один раз в год пятью стационарными постами

радиационного контроля. Берут на пробу: зимой снег, в другое время года почву и луговую растительность.

Если на Балаковской АЭС произойдет выброс гамма-излучающих радионуклидов: цезия-137 и калия-40, то это приведет к серьезным заболеваниям населения.

Одним из элементов выброса является цезий-137. Как он влияет на человека и окружающую среду?

Цезий-137 проникает через органы дыхания и пищеварения внутрь живых организмов. Около 80 % попавшего в организм цезия накапливается в мышцах, 8 % – в скелете, оставшиеся 12 % распределяются равномерно по другим тканям. От цезия-137 исходит радиоактивность - это вред для всего живого и в первую очередь для человека. Он облучает ткани гамма- и бета-лучами, вследствие чего происходит мутация, а также повреждения, причем на клеточном уровне.

Другим элементом выброса является калий-40. около 80% всей природной радиоактивности организма человека дает изотоп Калий-40, причем у живого существа при весе в 70 кг в организме каждую секунду происходит примерно 4 000 радиоактивных распадов.

Захоронение отходов любого класса опасности более негативного сказывается на окружающей среде, чем их переработка. Зачастую при переработке из отходов извлекаются полезные компоненты и понижается класс опасности отхода.

В Саратовской области по обращению с РАО и источниками ионизирующего излучения не допущено радиационных аварий и прочих инцидентов, потому что система хранения соответствует современным нормам и требованиям безопасности. Деятельность по обращению с РАО на предприятии осуществляется в строгом соответствии с федеральным законодательством, правилами и нормами в области использования атомной энергии и обеспечения радиационной безопасности. ОЯТ для нашей страны является ценным сырьём, а не отходом, захоронения РАО совершенствуются.

Современные физики, инженеры работают над безотходной утилизацией РАО, чтобы выработка электроэнергии на АЭС стала более экологична [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красильникова С. Ю. Доклад о состоянии окружающей природной среды Саратовской области в 2002 году. Радиоактивные отходы, проблемы их захоронения – Режим доступа: https://vuzlit.ru/763741/radioaktivnye_othody_problemy_zahoroneniya
2. Влияние радиоактивных отходов на окружающую среду – Режим доступа: <http://www.informecolog.ru/infoes-1000-2.html>
3. Прогноз объема захоронения радиоактивных отходов на 2021 – 2030 гг. / НО РАО Росатом – Режим доступа: <https://www.norao.ru/waste/prognoz-obema-zakhoroneniya-radioaktivnykh-otkhodov-na-2021-2030-gg/> (дата обращения 19.05.2023).
4. Россия предложила хранить у себя ядерные отходы других стран / Лента – Режим доступа: <https://lenta.ru/news/2021/10/30/hranenie/> (дата обращения: 18.05.2023).
5. «Росатом» начнет перерабатывать особо опасные отходы в саратовском поселке Горный – Режим доступа: <https://rosatom-nachnet-osobo-opasny-e-othody-v-saratovskom-poselke-gornyy/>
6. Об использовании атомной энергии: федер. закон : [принят Государственной Думой 20 октября 1995 г.] // Консорциум Кодекс. – 2023.

© Иванова Н.А., Каневская И.Ю., Гиляжева Д.Н., 2023

Научная статья

УДК 633. 68.35.31

В. Ю. Калинин, А.Г. Субботин

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов. Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ГОРОХА В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

Аннотация. В статье представлены результаты полевых исследований по влиянию ростостимуляторов на параметры урожайности различных сортов гороха в условиях Саратовского Правобережья. Изучаемые препараты положительно влияли на высоту растений и урожайность изучаемых сортов гороха. Наибольшая величина урожайности отмечена на опытных делянках с применением ростостимулирующего препарата Тенсо Коктейль - на сорте гороха Флагман 12 урожайность зерна при стандартной влажности достигала величины 1,97т/га, у сорта Аудит - 1,58т/га и у сорта Степняк – 2,28т/га.

Ключевые слова: горох, ростостимулирующие препараты, урожайность, высота растений.

V. Y. Kalinin, A.G. Subbotin

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after
N.I. Vavilov, Saratov. Russia

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF GROWTH-STIMULATING PREPARATIONS FOR THE YIELD OF PEAS IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV RIGHT BANK

Annotation. The article presents the results of field studies on the effect of growth stimulators on the yield parameters of various varieties of go-roh in the conditions of the Saratov Right Bank. The studied preparations positively influenced the plant height and yield of the studied pea varieties. The highest yield was noted on experimental plots with the use of the growth-stimulating drug Tenso Cocktail - on the pea variety Flagman 12, grain yield at standard humidity reached 1.97 t/ha, in the Audit variety - 1.58 t/ha and in the Stepnyak variety - 2.28 t/ha.

Keywords: peas, growth-stimulating drugs, yield, plant height

Во многих странах мира горох является важнейшей зернобобовой культурой. Широкая популярность его обусловлена высокими питательными свойствами и стабильной урожайностью, а также многофункциональностью в применении. С точки зрения глубокой переработки, горох является одной из лучших альтернатив сое, пшеницы и кукурузе. Продукты переработки гороха могут использоваться в производстве заменителей мяса, спортивном и диетическом питании, напитках, молочных продуктах, фармацевтике, косметических изделий и других отраслях потребления растительных и животных белков. Согласно предварительным оценкам, мировое производство гороха за последние 5 лет оценивается на уровне 46,1 млн тонн, из которых около 67,9% приходится на производство зеленого гороха, а оставшуюся часть (32,1%) занимает производство товарного зерна.

Проблема возделывания зернобобовых культур в условиях усиливающейся аридизации Нижневолжского региона остается одной из наиболее сложных. Как известно, основным элементом любой технологии возделывания является сорт, который способен формировать урожай в конкретных почвенно-климатических условиях. А применение современных ростостимулирующих препаратов позволяет полнее реализовывать потенциал продуктивности каждого сорта. В связи с этим, применение

ростостимулирующих препаратов на различных сортах гороха является актуальным направлением исследований.

В связи с этим целью работы являлась оценка продуктивности различных сортов гороха при применении ростостимулирующих препаратов условиях Саратовского Правобережья.

Разработанная схема двухфакторного полевого опыта предусматривала изучение следующих факторов: Фактор А (сорта) - Флагман 12, Аудит, Степняк; Фактор В (ростостимулирующие препараты) – контроль (обработка водой), Актив Бобовые, Тенсо Коктейль.

Полевые эксперименты проводили в 2021-2022гг. в условиях ИП Калинин Ю.В. Татищевского района Саратовской области. Опытный участок представлен южным чернозёмом среднесуглинистыми по гранулометрическому составу. Содержание гумуса – 3,5%.

Повторность опыта четырёхкратная. Размещение вариантов рендомизированное. Площадь учетной делянки 50м².

Наши исследования в изучении особенностей роста и развития растений гороха в зависимости от применения ростостимулирующих препаратов высота растений изменялась на изучаемых сортах гороха (таблица 1).

На начальных этапах роста и развития высота растений на делянках с изучаемыми сортами была следующей: у сорта Флагман 12 – 23,4 -26,3см., у сорта Аудит – 20,6 – 22,4см., а у сорта Степняк высота растений была наименьшей и варьировала от 18,3 до 20,5см. Плавное нарастание надземной массы в условиях 2021 – 2022гг. привело к увеличению высоты растений и достижению максимальных параметров в фазу полной спелости зерна.

Низкорослые растения были отмечены на контрольном варианте у всех изучаемых сортов: у сорта Флагман 12 высота растений достигала величины – 52,1см, у сорта Аудит – 49,3см., а у сорта Степняк – 56,4см.

Обработка посевов ростостимулирующими препаратами способствовало увеличению данного показателя у всех изучаемых сортов, но наибольших значений достигали при применении Актив Бобовые у сорта гороха Аудит –

70,6см., а у сортов Флагман 12 и Степняк при применении препарата Тенсо Коктейль – 74,5 и 71,6см., соответственно.

Таблица 1 -Динамика роста растений гороха в высоту

Вариант опыта		Высота растений				
сорт	препарат	даты измерений				
		18.06	28.06	8.07	18.07	28.07
Флагман 12	Контроль	23,4	33,0	42,6	44,5	52,1
	Актив Бобовые	25,8	36,1	47,6	51,4	63,9
	Тенсо Коктейль	26,3	35,7	45,1	50,0	74,5
Аудит	Контроль	22,4	32,3	35,5	42,3	49,3
	Актив Бобовые	20,6	30,3	41,8	58,5	70,6
	Тенсо Коктейль	21,6	31,2	42,3	47,0	61,6
Степняк	Контроль	18,3	30,8	34,3	44,9	56,4
	Актив Бобовые	19,8	32,4	45,7	55,8	68,7
	Тенсо Коктейль	20,5	33,6	46,9	57,4	71,6

Применение ростостимулирующих препаратов в виде листовых подкормок оказывало положительное влияние на обеспеченность растений доступными элементами питания растений и на структуру урожая каждого сорта.

Полученные данных по величине урожая за период исследований показал, что на контрольном варианте наибольшую величину продуктивности сформировал сорт Степняк – 1,72 т/га, что на 0,33 т/га больше чем у сорта Флагман 12, а урожайность сорта Аудит превышала на 0,19т/га.

При применении ростостимулирующего препарата Тенсо Коктейль отмечали наибольшую величину урожайности на всех изучаемых сортах (таблица 2).

Таблица 2 – Эффективность применения ростостимулирующих препаратов на урожайность различных сортов гороха

Варианты опыта		Урожайность, т/га		
сорт	препарат	2021г	2022г	средняя
Флагман 12	Контроль	1,03	1,76	1,39
	Актив Бобовые	1,49	2,11	1,80
	Генсо Коктейль	1,67	2,28	1,97
Аудит	Контроль	1,19	1,98	1,58
	Актив Бобовые	1,44	1,22	1,33
	Генсо Коктейль	1,57	1,47	1,52
Степняк	Контроль	1,13	2,32	1,72
	Актив Бобовые	1,38	2,54	1,96
	Генсо Коктейль	1,76	2,81	2,28
НСР ₀₅ АВ		0,11	0,14	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биркалова, С.А. Продуктивность смешанных посевов однолетних культур на чернозёмных почвах Саратовского Правобережья./С.А. Биркалова, А.Г. Субботин / Сборник материалов Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства. - 2017. - С. 212-213.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5-е изд., доп. и переработ./Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
3. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г.
4. Субботин, А.Г. Продуктивность смешанных посевов однолетних полевых культур в Сухостепном Поволжье/ А.Г. Субботин, В.Б. Нарушев, А.П. Солодовников, А.В. Летучий // Кормопроизводство. - 2018.- №3. - С. 6 -10.

5. Манушин, Д.В. Совершенствование технологии возделывания гороха в условиях Красноармейского района Саратовской области/Д.В. Манушин, А.Г. Субботин /В сборнике: [Вавиловские чтения - 2018](#) Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 131-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. 2018. С. 182-184.

©Калинин В. Ю., Субботин А.Г. 2023

Научная статья

УДК 63

И.Ю. Каневская, Д.Н. Гиляжева, Н.А. Иванова, С.Б. Каневская

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ВКЛАД ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ В СЕЛЕКЦИЮ

Аннотация. В статье рассмотрен вклад ученых и ученых-селекционеров Нижнего Поволжья. Дана краткая справка их жизни и труда в области селекции.

Ключевые слова: ученый, селекция, селекционер, сорта, гибрид, отдалённая гибридизация.

I.Y. Kanevskaya, D.N. Gilyazheva, N.A. Ivanova, S.B. Kanevskaya

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

CONTRIBUTION OF RUSSIAN SCIENTISTS TO BREEDING

Annotation. The article considers the contribution of scientists and breeders of the Lower Volga region. A brief summary of their life and work in the field of breeding is given.

Keywords: scientist, breeding, breeder, varieties, hybrid, distant hybridization.

Основная задача статьи описать интересные, порой и трагические страницы и факты из жизни саратовских учёных-селекционеров, рассказать об их открытиях.

Ученые - селекционеры всего мира постоянно работают над созданием новых сортов и совершенствуют методы их выращивания. Многие сорта, как и их создатели известны, а некоторые их создатели остаются в тени.

О современной селекции и ее задачах мы читаем из ее определения: 1) выведение новых сортов; 2) совершенствование существующих сортов. Одной из главных задач, стоящей перед селекционером – это создание нового сорта. Сорт – это устойчивая группа (популяцию) живых организмов, искусственно созданную человеком и имеющую определенные наследственные особенности, если он прошёл Госсортоиспытания, – организация его первичного семеноводства, то есть воспроизводство оригинальных семян, в дальнейшем получение элиты и последующих репродукций.

Основными направлениями селекции являются: высокая урожайность сортов растений, плодовитость и продуктивность; качество продукции (например, вкус, внешний вид, химический состав зерна – содержание белка, клейковины, незаменимых аминокислот и т. д.); физиологические свойства (скороспелость, засухоустойчивость, устойчивость к болезням, вредителям и неблагоприятным климатическим условиям); интенсивный путь развития (у растений – отзывчивость на удобрения, полив).

Селекционер – это специалист "selectio" и в переводе с латинского языка означает "выбор" в области селекции растений или животных [1].

Основоположники научных исследований по селекции: Александр Иванович Стебут, Георгий Карлович Мейстер, Алексей Павлович Шехурдин,

Валентина Николаевна Мамонтова, ученый Николай Иванович Вавилов и многие другие.

В Саратове истоки селекционного направления берут начало в далеком 1910 году, когда была создана самая первая в Саратове сельскохозяйственная опытная станция, по решению Саратовской Губернской земской управы, закон от 09 июля 1912 года. Профессор Александр Иванович Стебут (1877 - 1952) – это великий теоретик, селекционер, почвовед, агроном. Он основатель и директор этой опытной селекционной станции с 1910 по 1914 годы. Он был гениальным руководителем и ученым, который поставил цель вывести твёрдые сорта пшеницы и др. культур, которые смогут адаптироваться к сухому климату Заволжья.

Селекционная станция являлась предшественницей НИИСХ Юго-Востока. Затем менялись лишь её названия - больше 10 раз за столетие

В настоящее время институт известен во всем мире. Здесь создано более 400 сортов сельскохозяйственных культур – это сорта и гибриды, которые возделываются в России и зарубежом, а в Саратовской области около 70% всех посевных площадей. В реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ 114 сортов и гибридов [2].

Александр Иванович Стебут (октябрь 1914 г.) обратился с просьбой в Совет Саратовской обл. с./х. опытной станции о назначении на должность зав. отдела Г.К. Мейстера.

Георгий Карлович Мейстер (15 апреля 1873, Москва – 21 января 1938, Саратов). Георгий Карлович доктор биологических наук (с 1934), профессор, академик ВАСХНИЛ (с 1935), советский учёный, селекционер, семеновод, который занимался зерновыми и зернобобовыми культурами.

С 1914 года Георгий Карлович избирается заведующим отделом селекции Саратовской опытной областной сельскохозяйственной станции, но его призывают в армию, и лишь после демобилизации в 1918 году он возвращается к научной работе. С 1918 г. Г.К. Мейстер работает на Саратовской станции, сначала в качестве заведующего селекционным отделом, возглавлял кафедру

генетики, селекции и семеноводства Саратовского института сельского хозяйства и мелиорации (1921–1932 г.г.), был директором Саратовской Госсемкультуры (1924–1927) и директором Саратовского селекционного центра (1933) [3].

Им опубликовано около 100 трудов по проблемным вопросам генетики, селекции, семеноводства и биологии.

Он один из создателей новых высокоурожайных, устойчивых к осыпанию безостых гибридных сортов пшеницы (Саратовская 210, Альбидиум 43 и др.). Проводил опыты по отдалённой гибридизации. Инициатор работ по выведению ржано-пшеничных гибридов. Создал ряд их зимостойких форм.

Как и многие ученые того времени был оклеветан и арестован в 1937 году, а 21 января 1938 г. расстрелян. Реабилитирован в 1957 году.

Г.К. Мейстер воспитал не одно поколение выдающихся селекционеров: Н.В. Цицин, А.П. Шехурдин и В.Н. Мамонтова, Е.М. Плачек, Б.М. Арнольд и многие другие [4].

Алексей Павлович Шехурдин (1886 – 1951) – советский учёный, селекционер. С 1911 работал на сельскохозяйственной опытной станции в должности лаборанта. Он применил методы: межвидовой, межродовой и сложной ступенчатой гибридизации в селекции зерновых культур одним из первых в нашей стране. Занимался селекцией яровых пшениц, изучал образцы местных сортов пшеницы, сортов из других районов, даже из других стран, выбирал из них растения с наиболее ценными для условий Юго-Востока свойствами и в период 1920–1924 гг. вывел несколько сортов. На основе сортов яровой пшеницы, полученных Шехурдиным, его учениками в 1960 году выведен сорт Саратовская 29, завоевавший мировую известность, эта пшеница выращивалась на площади более 7 млн га [5].

Много лет спустя его ученица и помощница В.Н. Мамонтова создала два сорта твердой пшеницы: Саратовскую 40 и Саратовскую 41. Эти сорта были созданы для Саратовского и Самарского Заволжья и запущены в производство.

Валентина Николаевна Мамонтова слушательница Петербургских высших женских сельскохозяйственных курсов, была приглашена в 1919 году работать на Саратовскую сельскохозяйственную станцию (теперь Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока). Полвека трудилась и возглавляла селекционную работу в институте, возглавляла лабораторию селекции яровых пшениц. Она всю жизнь развивала идеи А.П. Шехурдина, Мамонтова автор более десяти новых сортов, среди них “саратовская 36”, “саратовская 38” и “саратовская 39”, характерной особенностью этих сортов является их высокая засухоустойчивость, скороспелость и высокое качество зерна. Эти сорта не имеют себе равных в мире по хлебопекарным качествам. Выведенные в Институте сельского хозяйства Юго-Востока сорта яровой пшеницы широко распространены на полях Поволжья, Урала, Западной и Восточной Сибири, Казахстана [6].

Истории нашего Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова долгая, целых 110 лет. Мы, преподаватели гордимся тем, что здесь работал Н.И. Вавилов (с 1981 г.) и наш университет носит его имя. Именно здесь, в стенах нашего университета он прочел свою первую лекцию на Высших сельскохозяйственных курсах (сентябрь 1917 г.). Затем его избрали профессором и он возглавил кафедру частного земледелия, которой руководил три года (1918 г.). Позже академик И.М. Жуковский скажет, что именно в саратовский период, возшла звезда Николая Ивановича, как учёного. В Саратове он проводит полевые исследования сельскохозяйственных культур и заканчивает монографию «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям». Его предположение, что устойчивость против паразитов выработалась в процессе эволюции растений на фоне длительного (в течение тысячелетий) естественного заражения возбудителями болезней. Открытый Н.И. Вавиловым закон гомологических рядов в наследственной изменчивости справедлив не только для растений, но и для животных. Вавилов и его коллеги побывали во многих хозяйствах в дельте Волги. В августе 1920 года посещает Юго-Восток, для того

чтобы собрать больше образцов семян и гербариев культурных растений возделываемых институтом Юго-Востока. В конце экспедиции пишет монографию «Полевые культуры Юго-Востока» о культурных растениях Поволжья и Заволжья [5].

Вавилов обосновал эколого-географические принципы селекции и принципы создания исходного материала для селекции [6].

Н.И. Вавилов инициатором создания ряда новых научно-исследовательских учреждений, создал школу растениеводов, генетиков и селекционеров.

В СССР была заложена мировая коллекция культурных растений, которая насчитывает более 300 тыс. образцов – это основа для организации государственного сортоиспытания полевых культур, а в 1994 г. - 562 267 образцов. Коллекция хранится в ВИРе. Это было сделано под руководством Н.И.Вавилова. Сорты различных сельскохозяйственных культур в России, представляют собой результат селекционной работы с соответствующими образцами из коллекции ВИРа. Именно благодаря Николаю Ивановичу в нашей стране появились новые культуры: джут, тунговое дерево, многолетние эфирномасличные, лекарственные, дубильные, кормовые и другие растения.

Н.И. Вавилов внес огромный вклад и сыграл огромную роль в с./х. наук и биологии.

Два последних года жизни Вавилова, проведенных в саратовской тюрьме, были самыми страшными и тяжелыми и 26 января 1943 года он умирает от дистрофии. Николай Иванович посмертно был реабилитирован.

Селекционеры НИИСХ Юго-Востока внесли большой вклад в создание ценных сортов зерновых и других культур, некоторые из них: А. А. Краснюк, Н.Г. Мейстер, А.С. Инякина, В.Н. Мамонтова, Е.М. Плачек, Б.М. Арнольд и многие другие. Ученый с мировым именем выдающийся ученый-генетик Николай Иванович Вавилов, который прославил русскую сельскохозяйственную науку своими выдающимися трудами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большая советская энциклопедия. 3-е издание. в 30-ти томах. – М.: Советская энциклопедия, 1969-1978.
2. Петренко Д., Исаев Д., Фролова Н.А. Исследовательской проект «Саратовские селекционеры». (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://infourok.ru/issledovatelskoj-proekt-saratovskie-selekcioneri-897131.html>
3. Лаборатория селекции и семеноводства яровой мягкой пшеницы (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://www.arisersar.ru/labssyamw.htm>
4. Большая саратовская энциклопедия. (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://saratovregion.ucoz.ru/index.htm>
5. Вавилов Н.И. Географические центры происхождения растений. (Электронный ресурс). Режим доступа: <http://shprg.narod.ru/index/0-283>
6. Летопись Саратовской Губернии. Н.И.Вавилов (Электронный ресурс). Режим доступа: <https://elssso.ru/>

©Каневская И.Ю., Гиляжева Д.Н., Иванова Н.А., Каневская С.Б. 2023

Научная статья

УДК 633.174.1:631.527

С.В. Кибальник, О.П. Кибальник

Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы, г. Саратов

ПРОЯВЛЕНИЕ ГИПОТЕТИЧЕСКОГО ГЕТЕРОЗИСА У ГИБРИДОВ F₁ СОРГО САХАРНОГО ПО УРОЖАЙНОСТИ БИОМАССЫ

Аннотация. В статье представлены результаты расчета гипотетического гетерозиса у гибридов первого поколения сорго по урожайности биомассы. Значение признака варьировало в интервале от 15,40 до 45,10 т/га, что соответствовало сильной изменчивости признака (коэффициент вариации

составил 23,1%). Выделено 5 гибридов с проявлением гипотетического гетерозиса по продуктивности вегетативной массы в интервале от 60,5 до 65,0%.

Ключевые слова: сорго, гибрид, гетерозис, урожайность

S.V.Kibalnik, O.P. Kibalnik

Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn Saratov

MANIFESTATION OF HYPOTHETICAL HETEROSIS IN F1 HYBRIDS OF SUGAR SORGHUM IN TERMS OF BIOMASS YIELD

Annotation. The article presents the results of the calculation of hypothetical heterosis in hybrids of the first generation of sorghum by biomass yield. The value of the trait varied in the range from 15.40 to 45.10 t/ha, which corresponded to a strong variability of the trait (the coefficient of variation was 23.1%). 5 hybrids with the manifestation of hypothetical heterosis in the productivity of vegetative mass in the range from 60.5 to 65.0% were identified.

Keywords: sorghum, hybrid, heterosis, yield

Сахарное сорго, как кормовая культура, отличается способностью формировать высокие и стабильные урожаи в условиях недостатка влаги. Является стрессоустойчивой и легко адаптирующейся по отношению к абиотическим факторам окружающей среды. При прогнозируемом потеплении климата и снижении суммарного выпадения осадков в результате глобального изменения климата и его влияния на выращивание менее устойчивых культур, возделывание сорго может обеспечить снижение потерь урожая в регионах, пострадавших от действия абиотических стрессов [1].

В селекции сорговых культур гетерозис имеет важное значение. Выявлены существенные преимущества гибридов сорго по урожайности надземной биомассы в сравнении с их родительскими формами. Так, у

гибридных растений появляются раньше всходы, они более мощные, опережают родительские формы по темпам начального роста. Основным способом получения высокогетерозисных гибридов сорго – использование форм, обладающих цитоплазматической мужской стерильностью, при которой исключается самоопыление [2]. В этой связи, создание высокогетерозисных по урожайности вегетативной массы гибридов первого поколения сахарного сорго для засушливых регионов России является актуальным.

Гибриды F1 получены на основе 4-х ЦМС-линий: зернового сорго (A2 КВВ 114, A3 Желтозерное 10, A4 Желтозерное 10) и сахарного сорго A2 Чайка. В качестве отцовского родителя использовали коллекционные сортообразцы и селекционные линии (всего 17). Гибриды высевали на опытном поле института в третьей декаде мая 2022 г. селекционной сеялкой СКС-6-10. Густота стояния – 100 тыс. растений на одном гектаре. Площадь делянки 7,7 м². Повторность трехкратная. Оценку селекционных признаков проводили по общепринятой методике [3].

Гипотетический гетерозис рассчитывали по формуле [4]:

$$\text{Ггип.}=(F1-P_{\text{ср}})*100\%/ F1,$$

где F1 – показатель гибрида; P_{ср}– среднее значение родительских форм.

Урожайность биомассы у гибридов первого поколения изменялась в пределах 15,40-45,10 т/га, отцовских форм – 10,93-29,90 т/га, ЦМС-линий – 7,90-16,15 т/га. При этом, в среднем по группе гибридов продуктивность вегетативной массы оказалась 28,09 т/га, что выше аналогичного показателя стерильных линий на 15,01 т/га, отцовского родителя 10,09 т/га.

Вариабельность признака как у гибридов, так и компонентов скрещиваний сильная: коэффициент вариации составил 21,8-28,1% (таблица).

Расчет гипотетического гетерозиса показал значительные колебания значений в зависимости от комбинации скрещивания: от 15,8 до 65,0%.

Наибольшее превышение гибрида над средним значением по родительским формам установлено в следующих комбинациях – А2 КВВ 114/К-10092 (60,5%), А2 КВВ 114/К-54 (61,3%), А3 Ж10/Л-67/13 и А2 КВВ 114/Северное 44/32 (63,3%), А2 КВВ 114/К-10832 (65,0%).

Анализ гибридов, у которых в качестве материнской формы включены разные ЦМС-линии, а отцовского – один и тот же опылитель, позволил выделить стерильные линии для дальнейших селекционных программ. В отдельных случаях установлена существенная разница в проявлении гетерозиса. Например, в скрещиваниях А2 Чайка с образцом Северное 44/32 гипотетический гетерозис составил 33,9%, а в скрещиваниях на основе А2 КВВ 114 с эти же опылителем – 63,3%. Аналогичная разница между проявлением гипотетического гетерозиса выявлена у гибридов с коллекционным сортообразцом к-1801.

Таким образом, определение гипотетического гетерозиса позволило выделить 5 перспективных комбинаций со значениями признака в пределах 60,5-65,0% для дальнейшего испытания в контрольном питомнике.

Таблица – Гипотетический гетерозис вегетативной массы гибридов F1 сахарного сорго, 2022 г.

Комбинация скрещивания	Урожайность биомассы			Ггип., %
	Гибрид	ЦМС-линия	Опылитель	
А2 Чайка/Северное 44/32	23,50	16,15	14,90	33,9
А2 КВВ 114/Северное 44/32	36,56	11,90	14,90	63,3
А2 КВВ 114/К-64	22,53	11,90	23,20	22,1
А2 Чайка/К-64	24,08	16,15	23,20	18,3
А2 Чайка/К-50	27,10	16,15	11,80	48,4
А2 КВВ114/К-166	26,35	11,90	11,80	55,0
А2 Чайка/К-166	26,20	16,15	11,80	46,7
А2 Чайка/К-1801	22,70	16,15	22,08	15,8
А2 КВВ 114/К-1801	24,50	11,90	22,08	30,7
А2 КВВ 114/К-10832	36,50	11,90	13,65	65,0

A2 Чайка/К-10832	31,50	16,15	13,65	52,7
A2 Чайка/К-10092	33,05	16,15	14,00	54,4
A2 КВВ 114/К-54	45,10	11,90	23,05	61,3
A2 Чайка/К-54	40,06	16,15	23,62	50,4
A2 Чайка/К-5529	25,40	16,15	19,85	29,1
A2 КВВ 114/К-5529	27,12	11,90	19,85	41,5
A2 КВВ 114/К-256С	15,40	11,90	10,93	25,9
A2 Чайка/К-581	25,41	16,15	22,09	24,8
A2 КВВ 114/К-581	28,63	11,90	21,80	41,1
A2 КВВ 114/К-9916	25,00	11,90	13,60	49,0
A2 Чайка/К-9916	30,24	16,15	13,60	50,8
A2 КВВ 114/К-2963	28,90	11,90	25,90	34,6
A2 КВВ 114/К-2595	20,05	11,90	16,80	28,4
A2 КВВ 114/К-533	22,10	11,90	17,45	33,6
A2 КВВ 114/К-10092	29,00	11,90	11,00	60,5
A4 Ж10/К-175	28,75	8,30	17,35	55,4
A3 Ж10/К-157	22,80	7,90	19,95	38,9
A3 Ж10/Л-4	31,00	7,90	29,90	39,0
A3 Ж10/Л-67/13	39,92	7,90	21,40	63,3
A2 Чайка/ к-256с	23,50	16,15	14,90	33,9
Среднее и её ошибка	28,09±1,19	13,08±0,52	18,00±0,92	
Коэффициент вариации, %	23,1	21,8	28,1	

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Melillo J.M. Climate change impacts in the United States / J.M. Melillo, T. Richmond, G.W.Yohe // The Third National Climate Assessment. US Global Research Program. – 2014. – P. 371-395.
2. Володин А.Б. Использование гетерозиса в повышении урожайности и качества зеленой массы сахарного сорго // А.Б. Володин, С.И. Капустин, А.С. Капустин // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной юбилею ученого-селекционера,

Заслуженного изобретателя РФ, Заслуженного деятеля науки РСО-Алания, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Сарры Абрамовны Бекузаровой. – 2017. – С. 63-65.

3. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / М.А. Федин – М., 1989. – вып. 2. – 197с.

4. Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю.Л. Гужов, А. Фукс, П. Валичек – М., 1999. – 536 с.

© Кибальник С.В., Кибальник О.П., 2023

Научная статья

УДК 631.171

Т.В. Колесниченко, Е.С. Бойко

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
г.Краснодар, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Аннотация. Данная статья направлена на рассмотрение применения искусственного интеллекта в сфере сельского хозяйства. Актуальность данной темы подтверждает стремление к увеличению производительности и эффективности труда, повышению качества работы, увеличению сбора урожая и снижению уровня потерь. Приведены современные системы и приложения, помогающие управлять производством на расстоянии.

Ключевые слова: информационные технологии, искусственный интеллект, цифровые платформы, датчики

T.V. Kolesnichenko, E.S. Boyko

USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AGRICULTURE

Annotation. This article is aimed at considering the use of artificial intelligence in the field of agriculture. The relevance of this topic is confirmed by the desire to increase productivity and labor efficiency, improve the quality of work, increase harvesting and reduce losses. Modern systems and applications are presented that help manage production at a distance.

Keywords: information technology, artificial intelligence, digital platforms, sensors

Постоянный поиск и применение эффективных моделей использования информационных технологий является необходимостью как для сельскохозяйственного сектора в России, так и для других развитых экономических стран. Новые условия современного рынка, высокая скорость операционной и производственной деятельности, а также острая конкуренция сельхозпроизводителей, требуют постоянного обновления подходов в сфере управления АПК [1, 2].

Сельское хозяйство остается ключевым сектором экономики во многих развитых странах. Однако, изменение климата и увеличение населения страны представляют серьезные проблемы в обеспечении достаточного количества продовольствия. Для преодоления этих вызовов предприниматели в сельскохозяйственной отрасли уже активно исследуют новые и инновационные подходы для повышения урожайности.

В 2023 году в число приоритетных направлений развития экономики России вошел федеральный проект «Искусственный интеллект», внедрение которого позволит проводить научные исследования, разрабатывать и использовать инновационные решения в ключевые отрасли экономики, в том числе сельском хозяйстве [2].

Использование технологий ИИ (искусственного интеллекта) в агрономии, позволяет проводить оценку состояния почвы и растений, контролировать процессы обработки почвы и внесения удобрений, прогнозировать потенциальную урожайность сельскохозяйственных культур, устойчивость к неблагоприятным стихийным факторам, а также поддерживать оптимальные условия возделывания культур.

Благодаря анализу и прогнозированию больших данных (Big Data) технологии ИИ могут предсказать и предотвратить развитие болезней, вредителей, сорняков. Использование технологий ИИ дает возможность эффективного использования ресурсов, оптимизации расходов и улучшения качества производства.

Внедрение ИИ позволяет автоматизировать многие процессы в сельском хозяйстве, что значительно сокращает потенциальные ошибки и исключает человеческий фактор. Это увеличивает эффективность работы и снижает издержки.

Однако, необходимо учитывать, что внедрение и использование ИИ требует квалифицированных специалистов, соответствующей инфраструктуры и доступа к современным технологиям. Кроме того, важно соблюдать установленные регламенты использования ИИ в сельском хозяйстве, чтобы минимизировать риски и обеспечить безопасность данных.

Кейсов применения российскими аграриями решений на базе искусственного интеллекта накопилось уже немало, уже сегодня крупные агрохолдинги используют в своей деятельности технологии и цифровые продукты с искусственным интеллектом – управление посевами и уборкой, спутниковый мониторинг сельскохозяйственных угодий, системы управления сельхозпредприятиями, сельхозтехникой и другие.

Примером успешного внедрения инновационных технологий в российском сельском хозяйстве стала система управления сельскохозяйственным производством с расширенным функционалом и

глубокими агрономическими знаниями – «Cropwise Operations» от компании Syngenta [1].

Использование мультиспектральных спутниковых данных платформы «Cropwise Operations» позволяет получать визуальные изображения высокого разрешения, изображения NDVI, карты текстуры почвы, пространственную картину полей, создавать карты задач для диверсифицированного использования удобрений. Спутниковые снимки позволяют оценить степень вегетации сельскохозяйственных культур. Система содержит информацию о текущей температуре воздуха, скорости и направлении ветра, облачности, а также прогноз на ближайшие 12-14 часов. Платформа «Cropwise Operations» предоставляет общую информацию о землях сельскохозяйственного назначения, последние новости сельского хозяйства из различных популярных источников, а также цены на сельскохозяйственную продукцию.

В контексте применения ИИ в сельском хозяйстве приведем несколько примеров.

Так, использование системы автономного управления комбайнами, тракторами, опрыскивателями на основе искусственного интеллекта (ИИ) Cognitive Agro Pilot от отечественного производителя Cognitive Agro, позволяет анализировать изображения поступающие с видеокамер и при помощи нейросети определять положение и типы объектов по ходу движения техники, строить треки передвижения согласно заданию, тем самым уменьшая потери ГСМ и увеличивая производительность труда.

На территории Российской Федерации уже успешно функционирует более 1 тысячи "умных" комбайнов. Согласно планам, начиная с весны 2023 года, автопилоты Cognitive Agro Pilot AI будут применяться на промышленном уровне не только в пределах России - но и в различных странах мира.

Мониторинг сельхозугодий возможен с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) с RGB-камерами высокого разрешения на борту и программного обеспечения «Ассистагро» от компании «Геомир». БПЛА позволяют быстро и точно оценивать состояние посевов и находить

проблемные участки на полях. Дрон в автоматическом режиме облетает все поле, делая снимки в заданных точках. Система с помощью искусственного интеллекта анализирует полученные с дрона снимки, определяет культурные, сорные растения и их фазы развития, рекомендует оптимальные технологии защиты посевов.

На сегодняшний день отслеживание состояния полей, планирование сельскохозяйственных операций и оптимизация расходов на возделывания культур уже не является проблемой благодаря интеллектуальной системе поддержки принятия решений в растениеводстве.

Программное решение «Агроаналитика», разработанное компанией СмартАгро, обладает способностью эффективно собирать и обрабатывать большие объемы данных с различных источников, включая технику, системы дистанционного зондирования земли, а также информацию о почве и посевах. Благодаря применению моделей машинного обучения, пользователи могут осуществлять прогнозирование урожайности, отслеживать ростовые циклы растений (включая цветение, рост и созревание) и оценить влияние различных удобрений на качество конечной продукции.

Не менее удачным примером внедрения инновационных технологий в АПК на сегодняшний день является система «Полевод», созданная командой Direct.Farm. Данная система является полноценным сервисом управления хозяйством, в котором вы можете отслеживать, что происходит на полях 24/7, фиксировать угрозы и просматривать необходимую аналитику.

Преимущество сервиса в том, что по любой текущей проблеме он подгрузит рекомендации с решениями и советами из базы знаний Direct.Farm. «Полевод» синхронизируется с базой знаний и рекомендует необходимые препараты, классифицированные по действующему веществу и культуре.

В текущих условиях бизнес в сфере АПК быстро адаптировался и понял, что искусственный интеллект – это уже не технологии будущего, не эксклюзивный продукт, а необходимая реальность. То, что уже сейчас позволяет оставаться конкурентоспособным и эффективным.

Таким образом примеров успешного использования технологий искусственного интеллекта достаточно много как за рубежом, так и внутри страны. Это позволяет говорить о том, что Россия не только не отстает от мировых тенденций, но и готова активно внедрять передовые разработки для повышения промышленности сельского хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко, Е. С. Цифровизация и инновации в земледелии / Е. С. Бойко, А. А. Магомедтагиров // Цифровые технологии в аграрном образовании : Сборник статей по материалам учебно-методической конференции, Краснодар, 01 марта – 30 2022 года / Отв. за выпуск Д.С. Лилякова. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 4-5. – EDN JPYRUS.
2. Пантелеева, Т. А. Стратегические аспекты использования искусственного интеллекта в современных системах управления национальными проектами и программами развития АПК / Т. А. Пантелеева // Экономика и предпринимательство. – 2019. – № 5(106). – С. 121-125. – EDN CLWLHS.
3. Стахеева, Л. М. Цифровая трансформация или цифровизация предприятия / Л. М. Стахеева, С. В. Царева, В. М. Шарапова [и др.] // Образование и право. – 2022. – № 10. – С. 128-133. – DOI 10.24412/2076-1503-2022-10-128-133. – EDN KMBLQW.

©. Колесниченко Т.В., Бойко Е.С. 2023

Научная статья
УДК 632.4.01.08

Э.А. Конькова¹, С.В. Лящева¹, М.Ф. Салмова¹, К.С. Чернобровкина¹, Ю.В. Зеленева².

¹ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов, Россия

²ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», г. Санкт-Петербург, Россия

ИММУНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТООБРАЗЦОВ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО УСТОЙЧИВОСТИ К ВОЗБУДИТЕЛЯМ ПЯТНИСТОСТЕЙ ЛИСТЬЕВ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Среди ряда факторов, лимитирующих урожай зерновых культур в Саратовской области, особое место занимают вредоносные заболевания. Использование резистентных сортов пшеницы – экологически безопасный метод защиты культуры. Цель исследований заключалась в проведении оценки устойчивости к возбудителям септориоза и пиренофорозасортов мягкой озимой и яровой пшеницы, возделываемых на территории Саратовской области.

Ключевые слова: Пшеница, септориоз, пиренофороз, устойчивость.

E.A. Konkova¹, S.V. Lyashcheva¹, M.F. Salmova¹, K.S. Chernobrovkina¹, Yu.V. Zeleneva².

¹Federal Agrarian Research Center of the South-East, Saratov, Russia

²FGBNU "All-Russian Research Institute of Plant Protection", St. Petersburg, Russia

IMMUNOLOGICAL EVALUATION OF SOFT WHEAT VARIETIES FOR RESISTANCE TO LEAF SPOT PATHOGENS IN THE SARATOV REGION

Annotation. Among the factors limiting the grain crop yield in the Saratov region, harmful diseases are given a special place. The use of resistant wheat cultivars is an environmentally friendly method of culture protection. The purpose of the research was to assess the resistance to pathogens of yellow and Septoriatases and tan spots of soft winter and spring wheat cultivars produced in the Saratov region.

Keywords: Wheat, Stagonospora nodorum blotch, Septoria tritici blotch, Tan spot, resistance.

Одной из ведущих отраслей экономики Саратовской области является сельскохозяйственное производство. Влияние природно-климатических факторов региона на производство растениеводческой продукции велико. Среди ряда факторов, лимитирующих урожай зерновых культур, особое место занимают вредоносные заболевания. Проводимый ежегодный мониторинг фитосанитарного состояния посевов пшеницы в регионе показывает, что наблюдается активное развитие болезней листовых пятнистостей и накопление их инфекционного потенциала.

Септориозы – опасные заболевания пшеницы, они являются одними из наиболее вредоносных на полях Саратовской области. В 2017 г. на посевах озимой пшеницы была зафиксирована сильная эпифитотия септориоза (поражение составило до 67%). В 2018–2019 гг. интенсивность поражения *Zymoseptoria tritici* не превысила 25%. Поражение септориозом, превысившее порог 40%, отмечалось в 2020 г. – 45% и в 2021 г. – 41% (1).

В последние годы во многих регионах России, в том числе и в Саратовской области, в патогенном комплексе септориозных пятнистостей пшеницы доминирует вид *Zymoseptoria tritici* (Desm.) Quaedvl. et Crous – возбудитель септориоза листьев пшеницы, тритикале, ячменя, ржи (2), также встречаются вид *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley et Crous и *Parastagonospora pseudonodorum*, имеющий строгую специализацию к хозяину-пшенице.

Грибы *P. Nodorum* и *P. pseudonodorum* известны своей способностью синтезировать некротрофные эффекторы (necrotrophiceffectors – NEs), в том числе специфичные к хозяину токсины (hostselectivetoxins – HSTs), которые функционируют как факторы патогенности (3). Чувствительность к NEs не всегда приводит к восприимчивости пшеницы к возбудителю септориоза (4, 5).

Желтая пятнистость (пиренофороз) листьев – широко распространенное и экономически значимое заболевание пшеницы во всем мире. Возбудитель болезни аскомицетный гриб *Pyrenophoratrifici-repentis* (Died.) Drechsler, известный своей способностью синтезировать некротрофные эффекторы (necrotrophic effectors – NEs), в том числе специфичные к хозяину токсины (host selective toxins – HSTs), которые функционируют как факторы патогенности. У вида *P. tritici-repentis* описаны три некротрофных эффектора - PtrToxA, PtrToxB и PtrToxC. PtrToxA и PtrToxB являются белками, PtrToxC представляет собой низкомолекулярное соединение небелковой природы (6).

Взаимоотношения в патосистемах «мягкая пшеница – *P. tritici-repentis*» осуществляются по типу «ген-на-ген» в зеркальном отражении, то есть каждый индивидуальный токсин узнается продуктом одного локуса восприимчивого хозяина, что выражается в восприимчивости растения и проявлении болезни (7). Уникальность данной патосистемы в том, что ген ToxA, детерминирующий основной фактор патогенности – токсин PtrToxA, привнесен в геном *P. tritici-repentis* путем горизонтального переноса из *P.nodorum* (8).

Цель данной работы - оценка устойчивости сортов озимой и яровой мягкой пшеницы, возделываемых в условиях Саратовской области к возбудителям септориоза и пиренофороза.

Методика. Для оценки сортов пшеницы к возбудителям пятнистостей в полевых условиях использовали модифицированную и дополненную шкалу Саари-Прескотта (9). По данной методике все сорта, находящиеся в испытании, были разделены на 5 групп: RR – высоко устойчивые (поражаемость < 11%); R – устойчивые (поражаемость 11-20 %); MS – умеренно восприимчивые

(поражаемость 21-40 %); S – восприимчивые (поражаемость 41-70 %); HS – высоко восприимчивые (поражаемость 71-100 %).

Результаты. В период 2020-2022 гг. в селекционном питомнике в ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока» полевых условиях на естественном инфекционном фоне была проведена оценка устойчивости сортообразцов мягкой озимой и яровой пшеницы к септориозу и пиренофорозу (табл. 1).

Сорт	Полевая фитопатологическая оценка сортов (2020-2022 гг.), %			
	<i>Z. tritici</i> , <i>P. nodorum</i> , <i>P. pseudonodorum</i>		<i>P. tritici-repentis</i>	
	<i>Mean score</i> ± <i>SD</i>	Фенотип	<i>Mean score</i> ± <i>SD</i>	Фенотип
Пшеница мягкая озимая (<i>Triticum aestivum</i> L.)				
Гостианум 237	22±11,6	MS	4 ± 1,15	RR
Лютесценс 230	17±10,4	R	23 ± 5,77	MS
Саратовская 8	18±13,7	R	18 ± 2,89	R
Губерния	9±6,1	RR	7 ± 2,89	RR
Мироновская 808	15±5	R	8 ± 5,77	RR
Донская безостая	25±5	MS	8 ± 2,89	RR
Саратовская 9	27±5,8	MS	48 ± 2,89	S
Жемчужина Поволжья	27±5,8	MS	42 ± 5,77	S
Саратовская 17	40±10	S	42 ± 5,77	S
Калач 60	16±13,5	R	22 ± 7,64	MS
Подруга	11±6,9	R	3 ± 2,89	RR
Анастасия	10±8,7	RR	28 ± 2,89	MS
Соседка	13±10,4	R	8 ± 5,77	RR
Пшеница мягкая яровая (<i>Triticum aestivum</i> L.)				
Фаворит	4±1,2	RR	7 ± 2,89	RR
Прохоровка	4±1,2	RR	10 ± 5,00	RR
Юго-Восточная	52±12,6	S	23 ± 5,77	MS
Саратовская 70	8±2,9	RR	12 ± 2,89	R
Саратовская 73	8±5,8	RR	8 ± 2,89	RR
Белянка	15±5	R	17 ± 5,77	R
Лебедушка	33±5,8	MS	27 ± 2,89	MS

В ходе трехлетних испытаний на естественном инфекционном фоне были выделены сорта, проявившие устойчивость или слабую восприимчивость к септориозным пятнистостям. В группу высокоустойчивых вошли сортообразцы: Губерния, Фаворит, Прохоровка, Саратовская 70, Саратовская 73(RR). Сорта Лютесценс 230, Саратовская 8, Мироновская 808, Калач 60, Подруга, Соседка, Белянка оказались устойчивыми (R). Остальные

сортообразцы оказались умеренно восприимчивыми или восприимчивыми к поражению септориозом (MS и S).

Сорта характеризовались разной степенью устойчивости к *P. tritici-repentis*. Степень поражения сортов Гостианум 237, Губерния, Мироновская 808, Донская безостая, Подруга, Соседка, Фаворит, Прохоровка и Саратовская 73 не превышала 8%, поэтому они вошли в группу высокоустойчивых сортов (RR). Сорта Саратовская 8, Саратовская 70 и Белянка оказались устойчивыми (R) со средней степенью поражения не более 18%. Умеренную восприимчивость (MS) показали сорта Лютесценс 230, Калач 60, Анастасия, Юго-Восточная 2 и Лебедушка. Остальные сорта оказались восприимчивы к поражению пиренофорозом в полевых условиях.

Данные сортообразцы рекомендуются к использованию в селекционных программах региона по повышению устойчивости пшеницы к возбудителям септориозных и пиренофорозных пятнистостей листьев.

Благодарности: работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 19-76-30005.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конькова Э.А., Лящева С.В., Сергеева А.И. Скрининг мировой коллекции озимой мягкой пшеницы по устойчивости к листовостебельным болезням в условиях Нижнего Поволжья. *Зерновое хозяйство России*. 2022; 14(2): 36–40. DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-36-40.
2. Зеленева Ю.В., Аблова И.Б., Судникова В.П. Мохова Л.М., Конькова Э.А. Видовой состав возбудителей септориозов пшеницы в европейской части России и идентификация генов-эффекторов SnToxA, SnTox1 и SnTox3. *Микология и фитопатология*. 2022; 56(6): 441–447. DOI: 10.31857/S0026364822060113.
3. Ciuffetti L.M., Tuori R.P., Gaventa J.M. A single gene encodes a selective toxin causal to the development of tan spot of wheat. *Plant Cell*. 1997; 9(2): 135–144. DOI 10.1105/tpc.9.2.135.

4. vanSchie C.C., Takken F.L. Susceptibility genes 101: how to be a good host. *Annu Rev Phytopathol.* 2014; 52: 551-81. DOI 10.1146/annurev-phyto-102313-045854
5. Viridi S.K., Liu Z., Overlander M.E., Zhang Z., Xu S.S., Friesen T.L., Faris J.D. New Insights into the Roles of Host Gene-Necrotrophic Effector Interactions in Governing Susceptibility of Durum Wheat to Tan Spot and *Septoria nodorum* Blotch. *G3 (Bethesda).* 2016; 6(12): 4139-4150. DOI 10.1534/g3.116.036525.
6. Effertz R.J., Meinhardt S.W., Anderson J., Jordahl J.G., Francl L.J. Identification of a chlorosis-inducing toxin from *Pyrenophoratrifici-repentis* and the chromosomal location of an insensitivity locus in wheat. *Phytopathology*, 2002, 92(5): 527-533. (doi: 10.1094/PHYTO.2002.92.5.527)
7. Strelkov S., Lamari L. Host parasite interactions in tan spot [*Pyrenophoratrifici-repentis*] of wheat. *Can. J. Plant Pathol.*, 2003, 25: 339–349. (doi: 10.1080/07060660309507089)
8. Friesen T.L., Holmes D.J., Bowden R.L., Faris J.D. ToxA is present in the u.s.*Bipolaris orokiniensis* population and is a significant virulence factor on wheat harboring Tsn1. *Plant Disease.* 2018, 102(12): 2446–2452. (doi: 10.1094/PDIS-03-18-0521-RE)
9. Коломиец Т.М., Пахолкова Е.В., Дубовая Л.П. Отбор исходного материала для создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к септориозу. М.: ПЕЧАТНЫЙГОРОД, 2017: 56.

©Конькова Э.А., Лящева С.В., Салмова М.Ф., Чернобровкина К.С., Зеленева Ю.В. 2023

Научная статья

УДК 633.11.

О.В. Курноскина, А.Г. Субботин, С.В. Синодский, А.В. Летучий, Н.В. Степанова

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов. Россия

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ НОВОГО СОРТА АГРОСП 33 2018 ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ САРАТОВСКОГО ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по изучению продуктивности нового сорта озимой пшеницы АГРОСП 33 2018 на различных вариантах обработки почвы и применения агрохимикатов в условиях Саратовского Левобережья. Наибольшая величина урожайности зерна отмечена в условиях 2022 года при выращивании данного сорта на варианте с отвальной вспашкой – 6,75т/га. А в эксперименте по испытание различных агрохимикатов в течение двух лет выявило преимущество применения в период вегетации культуры жидкого минерального удобрения - Силиплант – 5,08т/га.

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, обработка почвы, удобрения.

O.V. Kurnoskina, A.G. Subbotin, S.V. Synodsky, A.V. Letuchy, N.V. Stepanova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov. Russia

EVALUATION OF THE PRODUCTIVITY OF A NEW VARIETY OF AGROSP 33 2018 WINTER WHEAT ON CHESTNUT SOILS OF THE SARATOV LEFT BANK

Annotation. The article presents the results of research on the productivity of a new variety of winter wheat AGROSP 33 2018 on various variants of tillage and the use of agrochemicals in the conditions of the Saratov Left Bank. The highest grain yield was noted in the conditions of 2022 when growing this variety on a variant with dump plowing – 6.75 t/ ha. And in an experiment on testing various agrochemicals for two years revealed the advantage of using a liquid mineral fertilizer - Siliplant – 5.08 t/ha during the growing season.

Keywords: winter wheat, variety, yield, tillage, fertilizers

Озимая пшеница является наиболее распространенной ценной и урожайной среди злаковых культур в России. В её зерне содержится большое количество клейковинных белков и других питательных веществ. Основными из них, представляющие особую ценность зерна, являются белки и углеводы, а также жиры, витамины, ферменты, клетчатка и минеральные вещества. Среди зерновых культур пшеничное зерно отличается высоким содержанием белка. Белок – наиболее ценная часть пшеничного зерна. Наличие его в зерне зависит от сорта, условий возделывания. Содержание белка в зерне пшеницы может варьировать от 7,0 до 25,4 %, золы – от 1,5 до 2,9 % массы зерна. В связи с этим культуру широко используют в пищевой промышленности – для изготовления хлеба, кондитерских изделий, крупы и макаронных изделий.

Увеличивающийся спрос на зерно этой ценной злаковой культуры вызывает острую необходимость в увеличении продуктивности в засушливых условиях Нижневолжского региона. Ведущую роль в решении этой задачи является создание новых сортов и изучение их реакции на различные элементы агротехнологии. В связи с этим изучение продуктивности нового сорта озимой пшеницы на отдельные элементы технологии возделывания является актуальным направлением исследований.

Цель исследований – изучить продуктивность озимой пшеницы сорта АГРО СП 33 2018 на различных фонах минерального питания в условиях Саратовского Левобережья.

Полевые исследования проводили в условиях УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области на тёмно-каштановой почве среднесуглинистой по гранулометрическому составу.

В условиях 2021 – 2022гг. были заложены несколько однофакторных полевых опыта по изучению реакции растений озимой пшеницы на различные варианты основной обработки почвы и влияния жидких минеральных удобрений на урожайность зерна. Объектом исследований в опыте являлись растения сорта озимой пшеницы АГРО СП 33 2018.

При возделывании нового сорта озимой мягкой пшеницы АГРОСП 33 2018 на опытном поле Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» разрабатывались различные варианты передовых современных технологий. Созданный сорт выращивали на различных вариантах с основной обработкой почвы: Классическая, включающая обработку почвы по типу пара; основная обработка (вспашка на глубину 23-25 см), уход за парами – обработка культиваторами (типа КУК - 4, или химическая обработка сорняков гербицидами); Минимальная обработка почвы; Безотвальное рыхление на глубину 23-25 см;

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты по продуктивности нового сорта. На варианте с классической обработкой почвы урожайность зерна достигала величины 6,75т/га, а при безотвальном рыхлении на глубину 23-25 см. – 5,52т/га (таблица 1).

Наименьшая величина урожайности зерна отмечена при выращивании сорта АгроСП 33 2018 на делянках с минимальной обработкой почвы – 3,19т/га.

Анализ урожайных данных выявил определенные особенности в формировании параметров продуктивности культуры при применении агрохимикатов.

Таблица 1 – Урожайность озимой пшеницы в 2022 году, т/га

Сорт	Вспашка на глубину 23-25 см.	Минимальная обработка почвы на глубину 10-12 см.	Безотвальное рыхление на глубину 23-25 см.
АгроСП 33 2018	6,75	3,19	5,52

Так, в более благоприятных условиях 2022 года на контрольном варианте урожайность зерна достигала величины 5,16 т/га., а при применении жидкого минерального удобрения Райкат Старт урожайность увеличивалась на 0,56 т/га. Обработка опытных участков Силиплантом и Полидон Микро так же способствовало увеличению данного показателя до 5,99 т/га и 5,64 т/га соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние агрохимикатов на урожайность зерна, т/га

Удобрения	Урожайность зерна, т/га		
	2022 г	2023 г	средняя
Контроль	5,16	3,27	4,21
Райкат Старт	5,72	3,75	4,73
Силиплант	5,99	4,18	5,08
Полидон Микро	5,64	3,94	4,79
НСР ₀₅	0,22	0,16	0,23

Пониженные температуры и большое количество осадков выпавшее за период апрель – июнь 2023 года привели к снижению продуктивности изучаемой культуры на 1,70-1,97 т/га. Что, по всей видимости связано с промывным режимом почвы и недостатком элементов питания в почве. На контрольном варианте урожайность зерна достигала величины 3,27 т/га. Применение изучаемых препаратов так же оказывало положительное влияние

на урожайность озимой пшеницы. Но, наибольшая величина отмечена при применении препарата Силиплант – 4, 18т/га.

В среднем за два года исследований наибольшая величина урожайности получена при применении жидкого минерального удобрения в виде листовой подкормки Силиплант – 5,08т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балашов, А.В, Влияние сроков посева на качественные характеристики зерновой массы сортов озимой пшеницы [Текст] / А.В. Балашов, Е.И. Крючков, А.А. Малахова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2013. – № 3(31). – С. 111-115.
2. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой. - М.: КолосС, 2009. - 268 с.
3. Прогрессивные технологии посева сельскохозяйственных культур. Учебное пособие/ А.Г. Субботин. - Типография ЦВП, «Саратовский источник», Саратов 2013. - 240 с.
4. Сарычев, А.Н. Агрэкологические условия возделывания озимой пшеницы под защитой лесных полос/А.Н. Сарычев, Д.Е. Михальков, А.В. Вдовенко, О.М. Воробьева //Аграрный вестник Урала. 2021. № 1 (204). С. 11-20.
5. Синьков, А. А. Влияние регуляторов роста на продуктивность и экономическую эффективность выращивания озимой пшеницы / А. А. Синьков, С. В, Емельянов, А. С. Савельев, Р. Ф. Баторшин // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии получения сельскохозяйственной продукции: материалы межд. науч.-практ. конф. – Саранск: Изд. Мордовского университета, 2010. – С. 273-275.
6. Хатламаджиян А.Л. Удобрение озимой пшеницы, высеваемой после озимой пшеницы и эспарцета на черноземе обыкновенном / А.Л. Хатламаджиян, Н.Ф. Климашевская //Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 74. С. 754-766.

7. Шурганов, Б.В. Водопотребление озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных удобрений на светло-каштановой почве / Б.В. Шурганов, А.И. Сорокин, // Сельскохозяйственный журнал. 2018. № 4 (11). С. 39-44.

©Курноскина О.В., Субботин А.Г., Синодский С.В., Летучий А.В., Степанова Н.В. 2023

Научная статья

УДК:631.81.095

М.Е. Ламмас

Лаборатория испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, г. Москва, Россия

ПРОЦЕССЫ ПРОРАСТАНИЯ ЗЕРНА ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ БИОСТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

Аннотация. В статье рассматриваются ростовые процессы семян ярового ячменя сорта Михайловский под действием предпосевной обработки биостимуляторами роста растений в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова. Лабораторная всхожесть и энергия прорастания показали четкую зависимость от применения биостимуляторов. Корешки растений также положительно отозвались на обработку регуляторами роста.

Ключевые слова: яровой ячмень, биостимуляторы роста растений, ростовые процессы, корневая система, корешки, регуляторы роста.

M.E. Lammás

Laboratory for Testing Elements of Agricultural Technologies, Agrochemicals and Pesticides, Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikova, Moscow, Russia

PROCESSES OF SPRING BARLEY GRAIN GERMINATION UNDER THE INFLUENCE OF PLANT GROWTH BIOSTIMULANTS

Annotation. The article examines the growth processes of spring barley seeds of the Mikhailovsky variety under the influence of pre-sowing treatment with plant growth biostimulants in the laboratory for testing elements of agricultural technologies, agrochemicals and pesticides of the Federal State Budgetary Institution All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikova. Laboratory germination and germination energy showed a clear dependence on the use of biostimulants. Plant roots also responded positively to treatment with growth regulators.

Keywords: spring barley, plant growth biostimulants, growth processes, root system, roots, growth regulators.

Ячмень – одна из наиболее распространенных культур в мире. Однако, не до конца оценена роль этой сельскохозяйственной культуры в мировом обеспечении продовольствием. Соблюдая четкую методику выращивания и обработки ячменя, можно получать на регулярной основе высококачественную продукцию. Большую роль на величину будущего урожая влияет качество посевного материала, и особенно ростовые процессы культуры. [4]. Важное значение имеет энергия прорастания и лабораторная всхожесть ячменя. При исследовании величины урожая и качества посевного материала важно отслеживать зависимость данных характеристик от их условий формирования. Согласно ГОСТ 10469-76 для посева должны использоваться семена ячменя

районированных и перспективных сортов, утвержденных в установленном порядке. [1,5].

Методика.

Цель исследований - изучение влияния биостимуляторов роста растений на лабораторную всхожесть и энергию прорастания семян ячменя, развитие корешков растений.

Исследования проводили в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов при ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова в 2022 г.

Всхожесть и энергию прорастания семян ячменя определяли в соответствии с общепринятой методикой и требованиями ГОСТ 12038-84. [5].

В нашем опыте мы изучали следующие регуляторы роста стимулирующего действия на растения: Эпин Экстра, Циркон, Альбит на энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян ярового ячменя сорта «Михайловский» [2,3].

Схема опыта включала в себя следующие варианты: 1. Контроль – замачивание в воде; 2. Эпин Экстра – замачивание семян в дозе 200 мл/т; 3. Циркон - замачивание семян в дозе 2 мл/т; 4. Альбит – замачивание семян в дозе 30 мл/т.

Результаты и их обсуждение.

Энергия прорастания и всхожесть семян под влиянием обработки их биостимуляторами роста.

Результат обработки семян при изучении энергии прорастания и лабораторной всхожести представлен на следующей таблице.

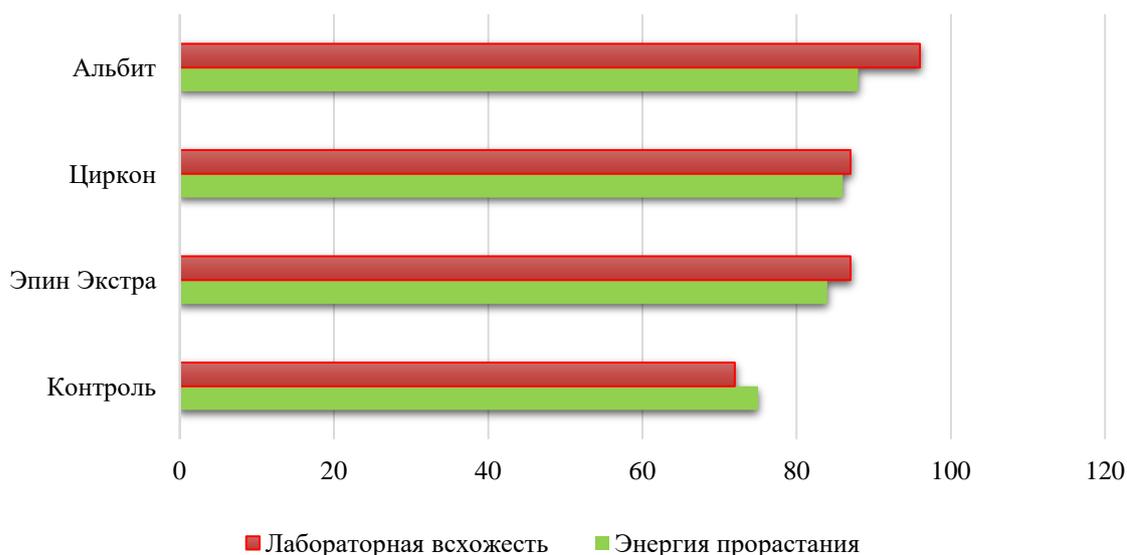


Рисунок 1 – Влияние биостимуляторов роста растений на лабораторную всхожесть и энергию прорастания семян ярового ячменя, 2022 год (%)

В результате лабораторных исследований можно сделать вывод о том, что, четко прослеживается динамика повышения лабораторной всхожести и энергии прорастания зерна ячменя при применении биостимуляторов роста растений. На контроле лабораторная всхожесть составила 72%. На вариантах с предпосевной обработкой регуляторами роста лабораторная всхожесть составила 87-96%. Максимальное значение лабораторной всхожести было отмечено на варианте с замачиванием семян в растворе Альбита, где она составила 96%.

На вариантах с обработкой семян ячменя биостимулятором роста растений Эпин Экстра и Циркон лабораторная всхожесть составила 87%, что выше контроля на 15%.

Энергия прорастания семян ячменя также была выше на вариантах с применением биостимуляторов роста. Максимальное значение энергии прорастания отмечено нами на вариантах с обработкой препаратом Альбит. На данном варианте она составила 88%, в то время как на контроле данный показатель был на 13% ниже (75%).

Энергия прорастания на вариантах с обработкой семян биостимуляторами роста растений Эпин Экстра и Циркон составила 84 и 86%, что выше контроля на 9 и 11% соответственно.

Высокая энергия прорастания и лабораторная всхожесть может способствовать получению более высоких урожаев в полевых условиях.

Важное значение в формировании урожая ячменя имеет развитие корневой системы.

Чем развитей корневая система, тем больше поглощающая способность корешков, и тем больше питательных веществ растение способно потреблять из почвенного раствора.

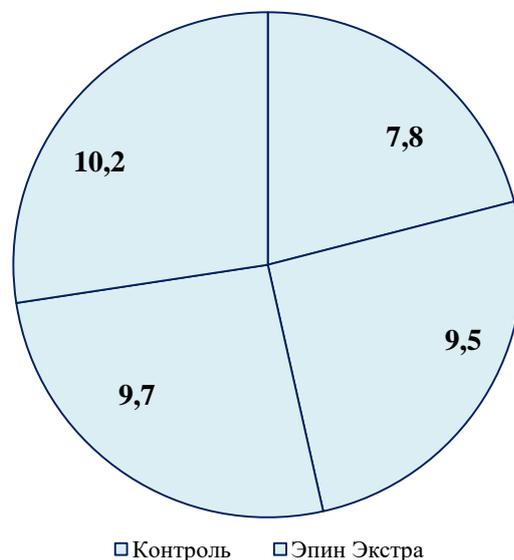


Рисунок 2 – Влияние обработки семян биостимуляторами роста на длину корешков ячменя, 2022 год (см)

В наших исследованиях длина корешков также зависела от применения биостимуляторов роста. Максимальная длина корешков отмечена на варианте с обработкой семян ячменя препаратом Альбит, где она составила 10,2 см. На варианте без обработок препаратами длина корешков составила 7,8 см. По всем вариантам опыта отмечено возрастание показателя в сравнении с вариантом без замачивания семян в растворах биостимуляторов. На этих вариантах длина корешков была выше контрольного на 26,5-53%.

Заключение.

В результате проведенных лабораторных исследований 2022 года на ячмене сорта Михайловский была отмечена тенденция усиления ростовых процессов ячменя на вариантах с применением биостимуляторов роста растений. При этом показатели лабораторной всхожести, энергии прорастания и длины корешков на всех вариантах были выше контрольного в почти 1,5-2 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Определение всхожести.
2. «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории Российской Федерации, часть I, II. Москва, 2021г.
3. Лобанов В. Я. Определение посевных качеств семян. - М.: Колос, 1964.- 111
4. Международный стандарт ГОСТ 10469-76 Семена ячменя. Сортовые и посевные качества. Технические условия. Дата введения 01 июля 1977 года, с изменениями №№ 1,2,3.
5. Овчаров К. Е. Физиология формирования прорастания семян. - М.: Колос, 1976. - 255 с.

© Ламмас М.Е., 2023

Научная статья

УДК 631.92

А.Ю. Леймоева^{1,2}, Л.А. Гумукова²

¹ФГБНУ «Ингушский НИИСХ», г. Сунжа, Республика Ингушетия

²ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет», г. Магас, Республика Ингушетия

ДИАГНОСТИКА ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Статья посвящена исследованиям диагностики засухоустойчивости образцов озимой пшеницы. В статье приводятся различные способы определения засухоустойчивости. В лабораторных условиях изучали изменение показателей гидролиза статолитного крахмала, всхожести семян после прогревания и в растворах осмолита. В ходе лабораторных исследований в 2023 году, на основе анализа полученных данных было установлено, что все сорта оказались устойчивыми к засухе.

Ключевые слова: сахароза, статолитный крахмал, осмолит, засухоустойчивость, индекс засухоустойчивости.

A.Y. Leymoeva^{1,2}, L.A. Gumukova²

¹FGBNU "Ingush Research Institute", Sunya, Republic of Ingushetia

²FGBOU VO "Ingush National University", Komar, Republic of Ingushetia

DIAGNOSIS OF DROUGHT RESISTANCE OF WINTER WHEAT VARIETIES

Annotation. The article is devoted to studies of diagnostics of drought resistance of winter wheat samples. The article presents various ways to determine drought resistance. Under laboratory conditions, changes in the hydrolysis of statolytic starch, seed germination after heating and in osmolite solutions were studied. In laboratory studies in 2023, based on the analysis of the data obtained, it was found that all varieties turned out to be drought tolerant.

Keywords: sucrose, statolithic starch, osmolyte, drought resistance, drought resistance index.

Вследствие превышения расходования воды над поступлением, возникает нехватка воды в растительных тканях. При длительной засухе и наступлении водного дефицита у растений происходят глубокие нарушения ростовых процессов, интенсивности дыхания и фотосинтеза. Наряду с обезвоживанием происходит перегрев растения, поэтому засуха является наиболее жестким стрессовым воздействием [6].

Многими авторами приводятся самые различные лабораторные и полевые способы определения засухоустойчивости злаковых культур: по проницаемости клеточных мембран, водоудерживающей способности, с использованием индексной оценки, при проращивании в растворах различных осмолитов, используя методы биотехнологии, по фотохимической активности хлоропластов, по соотношению свободной и связанной воды и т.д [1, 5, 7, 8, 10].

Исследований, посвященных определению засухоустойчивости растений по содержанию статолитного крахмала в современных литературных источниках, приводится немного [3, 4, 13]. Одна из первых публикаций о статолитном крахмале в Ботаническом вестнике за 1919год [12].

Статолитный крахмал, находящийся в корневом чехлике, в процессе жизнедеятельности растительного организма используется незначительно, и поэтому его количество в растении довольно постоянно. Однако при воздействии повышенной температурой или обезвоживанием, у растений неустойчивых к засухе, происходит гидролиз этого крахмала. [10].

- Климатические условия Республики Ингушетия характеризуются кратковре-менными засушливыми периодами, поэтому целью исследований являлось определение относительной засухоустойчивости сортов озимой пшеницы на ранних этапах онтогенеза.

Исследования проводили в лаборатории ФГБНУ «ИнгНИИСХ». Объектами исследований служили семена озимой пшеницы трех возделываемых в производстве РИ сортов: Васса, Юка и Таня.

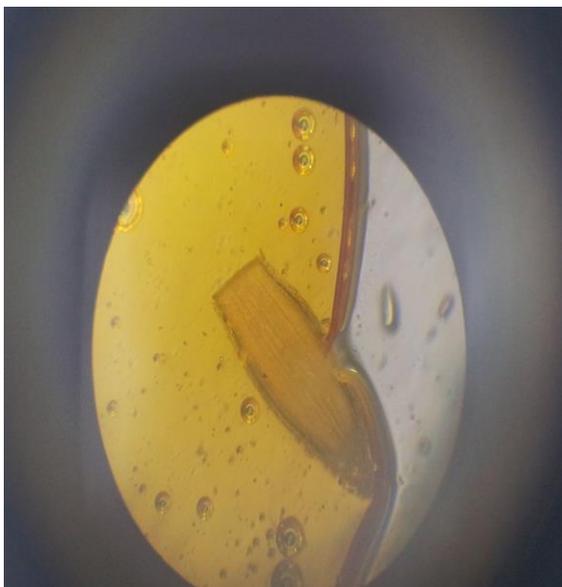
Лабораторные исследования включали в себя:

- определение содержания статолитного крахмала в корневом чехлике [10];

- определение всхожести семян в растворе осмолита (осмотическое давление 16 атм.) и после прогревания

Комплексную оценку давали на основании индекса общей засухоустойчивости [9].

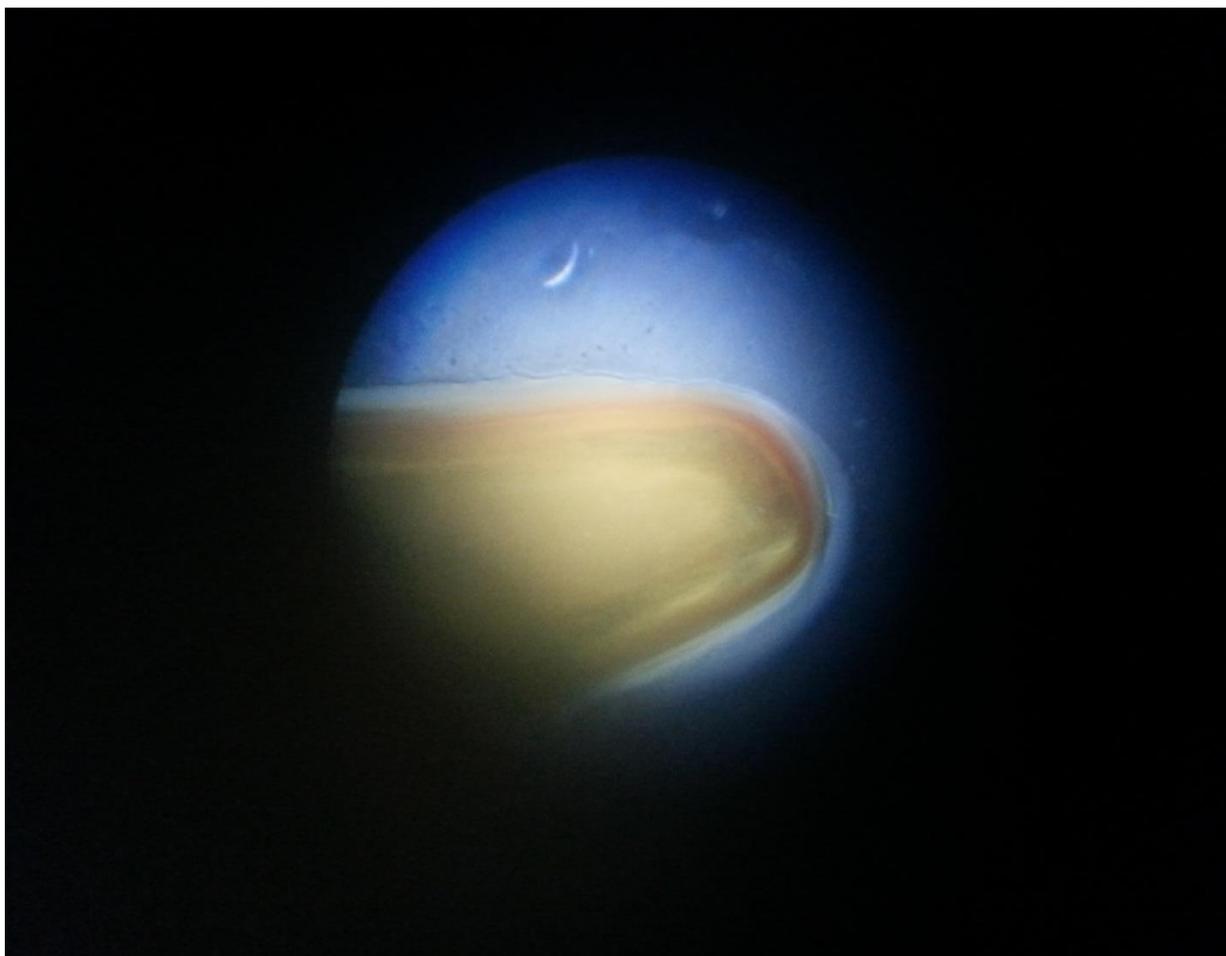
Определяя количество оставшегося крахмала, мы судили об устойчивости исследуемых сортов озимой пшеницы (табл. 1, рис. а, б, в). Чем устойчивее растение к перегреву и обезвоживанию, тем медленнее растворяется крахмал. Сравнивали количество крахмала, оставшегося после гидролиза в клетках корневого чехлика.



а)



б)



в)

Рисунок 1- Кончики корня растений пшеницы, после обезвоживания а)- сорт Васса, б) – сорт Юка, в) – сорт Таня

Статолитный крахмал, подвергшийся гидролизу после обезвоживания и окрашивания корешков раствором Люголя приобретал темную окраску, тогда как корешки контрольных растений не темнели. Как видно из рисунков, площадь затемнения немного различалась в зависимости реакции образцов на обезвоживание. У сорта Васса эта область была немного значительнее, чем у сортов Таня и Юка. У сорта Юка гидролизу подверглась только центральная часть крахмала, содержащегося в корневом чехлике.

В ходе исследований было определено, что все сорта озимой пшеницы показали достаточно высокую засухоустойчивость. Сорта Юка и Таня можно отнести к высокоустойчивым (до 35%), а Васса с среднеустойчивым (36-50%).

Поэтому первые два сорта были отнесены по степени устойчивости к первой группе растений, а последний сорт – ко второй.

Таблица 1 - Определение засухоустойчивости сортов озимой пшеницы

Сорт	Гидролиз крахмала в корневом чехлике, % к контролю	Группа устойчивости
Юка	30%	I
Таня	35%	I
<u>Васса</u>	<u>40%</u>	<u>II</u>

Способность растений на первых этапах развития более эффективно использовать влагу в условиях недостаточного водоснабжения и меньше повреждаться при действии высоких температур является одним из важных биологически хозяйственно ценных признаков, обуславливающих повышенную полевую всхожесть, а также более мощное развитие корневой системы и всего растений в целом [1].

Семена проращивали в растворе сахарозы с осмотическим давлением 14 атм. Затем прогревали в течение 25 минут в воде при температуре 550С [3].

Всхожесть семян озимой пшеницы в растворе сахарозы колеблется от 27.0 у Вассы и до 36.0% у Тани. Всхожесть после прогревания также изменяется по сортам (табл. 2).

После прогревания всхожесть падала в зависимости от сорта на 4-12%. В растворе сахарозы всхожесть снижалась в 2.5-3 раза. Если у сорта Таня больше снижение этого показателя наблюдалось после прогревания, то у Вассы – в растворе осмолитика.

Таблица 2 - Характеристика сортов озимой пшеницы по всхожести их семян при неблагоприятных условиях прорастания

Сорт	Всхожесть, %			Индекс общей засухоустойчивости проростков	Группа по засухоустойчивости	Интервал варьирования индекса в группе
	В воде	В растворе сахарозы	После прогревания			
Васса	90.5	27.0	87.0	141.0	2	140-170
Юка	92.6	35.1	87.6	148.6	2	140-170
Таня	95.0	36.0	83.0	155.0	2	140-170

Индекс общей засухоустойчивости у исследуемых сортов варьировал от 141.0, у сорта Васса, до 155.0 у сорта Таня. Но тем не менее все эти показатели были в пределах интервала 2 группы.

Исходя из данных индекса общей засухоустойчивости проростков, все сорта показали засухоустойчивость выше средней.

Исследования диагностики засухоустойчивости возделываемых в Ингушетии сортов озимой пшеницы по всхожести их семян при неблагоприятных условиях прорастания и степени гидролиза статолитного крахмала показало достаточно высокую их засухоустойчивость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василевский В.Д, Индексная оценка засухоустойчивости сортов мяг-кой пшеницы разных групп спелости в Южной лесостепи Западной Сибири/ В.Д. Василевский// Аграрная наука - сельскому хозяйству: мат. XIV междуна-род. науч.-практич. конф. - Том 1. - 2019. - С.159-161.
2. Волкова А.М. Диагностика жаростойкости пшеницы, ячменя и огурцов по всхожести семян после прогревания/ А.М. Волкова, Ю.Г. Перепадя //Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды, Л.:Колос. - 1976.

3. Генкель П.А. Диагностика жаро- и засухоустойчивости двудольных растений методом гидролиза статолитного крахмала/ П.А. Генкель, Н.А. Шеламова // Физиология. Растений. - 1978. - Т. 25. - №1. - С. 185-190.
4. Генкель П.А. Диагностика жаро- и засухоустойчивости растений методом фотометрического определения статолитного крахмала/ П.А. Генкель, Н.А. Шеламова // Сельскохозяйственная биология. - 1980. - Т. 15. - №3. - С. 448-451.
5. Зинатуллина А.Е. К вопросу о комплексной оценке засухоустойчивости пшеницы в полевых и лабораторных условиях/ А.Е. Зинатуллина// Экобиотех. - 2022, Том 5, № 3. - С. 108-117.
6. Медведев С.С. Физиология растений/ С.С. Медведев //Спбю: БХВ-Петербург; 2013. – С.417.
7. Мусиенко Н.Н. Способ ранней диагностики жароустойчивости озимой пшеницы по фотохимической активности изолированных хлоропластов /Н.Н. Мусиенко, А.А. Оканенко, Н.Ю.Таран // Сельскохозяйственная биология, 1988. - №3. - С. 90-92.
8. Нечаева Е.Х. Особенности засухоустойчивости растений в связи с экологическими условиями/ Е.Х. Нечаева, В.М. Царевская, Н.А. Мельникова, А.Е. Кондратьева// Инновационные технологии в образовании и науке Сборник материалов III Международной научно-практической конференции. Чебоксары, 26 ноября 2017 года Чебоксары. -. 2017. – С.207-210.
9. Осипов Ю.Ф., Каленич В.И. Оценка засухоустойчивости пшеницы на ранних этапах ее развития. Сб.науч. тр. Краснодарского НИИСХ. Вып. 23, Краснодар, 1980.
10. Поминов А.В. Оценка засухоустойчивости растений тритикале по проницаемости клеточных мембран / А.В. Поминов, Т.И. Дьячук, И.А. Кибкало, О.В. Хомяков// Ж, Теоретические и прикладные аспекты современной науки. - №6-1. – 2014. – С.177-180.
11. Третьяков Н.Н. Практикум по физиологии растений/ под. ред. Н.Н. Третьякова //М.: Агропромиздат, 1990. С. 240.

12. Crocker Wm. Crocker Statolith Starch Botanical Gazette / Wm. Crocker Vol. 67, No. 6 (June 1919), P. 520 (<https://www.jstor.org/stable/2469704/>).

13. Kulich Ivan Conventional and novel functions of the exocyst complex in plants PHD thesis / Ivan Kulich Prague, 2013 P.85.

© Леймоева А.Ю., Гумукова Л.А., 2023

Научная статья

УДК 63-057.2

Н.А. Леонова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Краснодар, Россия

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ВАВИЛОВ – ВЕЛИКИЙ БОТАНИК, ГЕНЕТИК, ИССЛЕДОВАТЕЛЬ

Аннотация. В статье рассматриваются труды и научные достижения Николая Ивановича Вавилова. Описан его вклад в развитие современной ботаники и селекции. Затронуты некоторые аспекты из биографии великого гения.

Ключевые слова: Культурные растения, селекция, Николай Иванович Вавилов, центры происхождения.

N.A. Leonova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin”, Krasnodar, Russia

NIKOLAI IVANOVICH VAVILOV – GREAT BOTANITOR, GENETIST, RESEARCHER

Annotation. This article discusses the works and scientific achievements of Nikolai Ivanovich Vavilov. Described his contributions to the development of modern botany and breeding. These are some aspects of a great genius biography.

Keywords: Cultivated plants, selection, Nikolai Ivanovich Vavilov, centers of origin.

В истории российской науки Николай Иванович Вавилов запомнился как величайший ученый, подаривший мировой науке важнейшие труды в области селекции и ботаники. Николай Иванович провел большое количество экспедиций по всему миру с целью изучения растений с точки зрения ботаники и генетики. Учёный стремился передать потомкам ценные научные данные, сохранить изученные виды растений на Земле. Основал первый в России институт генетических ресурсов растениеводства в городе Санкт-Петербурге. Институт до сих пор с гордостью носит имя великого учёного и продолжает научную деятельность в области селекции растений.

После окончания Московского университета молодой ученый сформулировал цель своей научной деятельности. Планировал досконально исследовать культурные растения всего мира и на основе полученных данных создать новые виды растений, культивирование которых спасет мир от голода. Эту цель Вавилов не оставлял до последнего дня своей жизни, все его труды были направлены на воплощение идеи в реальность.

Наиболее известным трудом Вавилова считается работа «Центры происхождения культурных растений», выпущенная в 1926 году [4]. Данный труд был высоко отмечен правительством СССР, Вавилов был награжден премией имени Ленина.

Среди Земной флоры выделяют более 2500 тысяч видов культурных растений, возделываемых человеком. Культурные агробиоценозы с течением времени пришли на смену луговым и лесным сообществам. На эту смену в большей степени повлияла интенсивная сельскохозяйственная деятельность человека, которая началась около 7 – 10-ти тысячелетий назад и продолжается по сей день. Отрасль биогеографии, изучающая места распространения

культурных растений и их изменения, которые вызваны изменением условий окружающей среды в различных областях планеты, называется географией культурных растений. Эта наука включает в себя как детали экономики, так и аспекты сельского хозяйства и ряда других наук.

Потребность в исходном материале для селекции, исследованиях, направленных на улучшение сортовых качеств культурных растений, обусловила необходимость создания упорядоченного учения о культурных растениях.

Николай Вавилов опирался на теорию Ч. Дарвина о существовании центров происхождения биологических видов [5]. До него получить информацию о центрах происхождения пытались несколько ученых, в том числе швейцарский ботаник А. Декандоль. Ошибка иностранного ученого была в определении слишком обширных зон, которые захватывали целые континенты.

Николай Иванович Вавилов предложил уникальный на то время метод определения исторического центра происхождения культурных растений. В экспедициях он собирал экземпляры интересующего растения в разных частях Земного шара. Затем, используя научные знания в области морфологии, генетики и физиологии растений, сравнивал привезенные экземпляры. Центром происхождения считался регион, где у растения обнаруживалось больше всего форм, признаков и разновидностей данного растения. Вавилов назвал свой метод дифференцированным. Зачастую центр происхождения находился далеко от реального места интенсивного возделывания культуры. К примеру, большинство растений, которые в настоящее время возделываются на равнинах – родом из горных районов. Ученый считал, что для возникновения очага культурных растений недостаточно плодородной почвы и богатой флоры и фауны. Обязательным признаком очага он считал проживание древней процветающей цивилизации на данной территории.

Команда ученых во главе с Вавиловым стремились поставить селекцию и сельское хозяйство страны на новый уровень. Во время экспедиций им удалось

собрать порядка 250 тысяч образцов культурных растений, большая часть из которых может быть успешно применена в нашей климатической зоне. Сегодня коллекция пополняется, считается самым полным и уникальным в своем роде собранием генетической информации о растениях всего мира. Хранится в Санкт-Петербурге как особо важный объект, который будет использован при глобальной техногенной или природной катастрофе с целью спасения жизни на Земле и восстановления продовольственных запасов.

Немаловажным теоретическим трудом Николая Ивановича стало учение о гомологических рядах (от греч. *homologos* – соответственный) [3]. На основе уже полученных данных ученый сформулирован закон гомологических рядов наследования. Согласно этому закону, не только близкие в генетическом отношении виды, но и роды растений образуют гомологические ряды форм. Существует определенный параллелизм в генетической изменчивости как родственных видов, так и родов. Если вариации признаков хорошо изученного вида растения расположить в порядке их изменения, можно обнаружить почти такие же вариации изменчивости признаков у родственного растения. К примеру, изменчивость остистости мягкой пшеницы, твердой пшеницы и овса практически идентична.

Вклад великого русского ученого в современную науку неоценим, благодаря его трудам в настоящее время процветают многие науки, такие как селекция, ботаника, генетика. Вавилов Н. И. определил необходимость сохранения видового разнообразия растений на Земле.

На основе учения о гомологических рядах немного позже появились теории о местах первоначального одомашнивания животных, учеными изучались возможные способы одомашнивания диких животных, некоторые из которых признаются многими учеными мира [2].

Именно Вавилов после первой экспедиции в глубь Ирана установил, что у растений может образовываться иммунитет к негативным условиям окружающей среды. Бесспорно многие научные труды в области селекции

основаны на этом открытии, что позволяет увеличивать площадь задействованных в сельском хозяйстве почв.

Благодаря этому ученому в нашей стране были созданы университеты и центры, занимающиеся изучением физиологии и генетики растений, их селекцией. При Вавилове открылось более ста научных учреждений, среди которых зерновые хозяйства, институты, изучающие отдельные культуры.

Учению о «Центрах происхождения культурных растений» позволило современным ученым увеличивать урожайность многих сельскохозяйственных культур. Благодаря богатой коллекции генетического материала, собранной Николаем Ивановичем, возможна селекция сортов пшеницы, овса, кукурузы. Новые сорта обладают повышенной устойчивостью к вредителям, к условиям региона, где планируется их возделывание. Сорта и гибриды последних лет показывают рекордные показатели урожайности и устойчивости к неблагоприятным условиям окружающей среды.

После смерти ученого его идею продолжили нести и продвигать верные ученики, работавшие вместе с гением. Одним из них является Бахтеев Фатих Хафизович – селекционер, доктор сельскохозяйственных наук, ботаник. Этот человек был одним из самых ближайших сотрудников Н. И. Вавилова. Ф. Х. Бахтеев после трагической кончины руководителя активно популяризировал его научные труды несмотря на отношение правительства СССР к трудам великого гения. После посмертного оправдания Вавилова его деятельность приобрела большую популярность среди молодых ученых, в том числе благодаря стараниям Бахтеева.

В память о великом ученом, который хотел накормить весь мир, но умер в трагических условиях, названы улицы в нескольких городах России, пояса астероидов и кратер на Луне, перевал и ледники, университет и школа. Безусловно великий селекционер и ботаник не мог остаться незамеченным своими коллегами. В честь Николая Вавилова назван двадцать один вид растений, среди которых василек Вавилова (*Centaurea vavilovii*), рожь Вавилова

(*Secale vavilovii*), клевер Вавилова (*Trifolium vavilovii*), пшеница Вавилова (*Triticum vavilovii*), миндаль Вавилова (*Amygdalus vavilovii*).

О таком ученом как Николай Иванович Вавилов можно рассказывать многое, но важно то, что труды его популярны и по сей день, его вклад в развитие многих областей науки оценен по достоинству, память о великом гении передается из поколения в поколение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахтеев Ф.Х. Николай Иванович Вавилов: 1887–1943. (Серия «Научно-биографическая литература»). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1987. – 272 с.
2. Боголюбский С.Н. Происхождение и преобразование домашних животных: Учеб. пособие для гос. ун-тов. Москва: Сов. наука. – 1959.
3. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. 2-е изд., перераб. и расш. изд. Москва; Ленинград: Сельхозгиз. – 1987.
4. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений / Всесоюзный институт прикладной ботаники и новых культур и государственный институт опытной агрономии. Ленинград – 1926 г. – 252 с.
5. Дарвин Ч. Изменения домашних животных и культурных растений. / Под общ. ред. Л. С. Берга, Н. И. Вавилова, П. И. Валескална... [и др.]. Т. 4. Ленинград: Гос. изд-во биол. и мед. лит-ры.
6. Прингл, П. Николай Вавилов: Ученый, который хотел накормить весь мир и умер от голода / П. Прингл ; перевод Т. Эфрусси, Н. Александровой. – Москва : Альпина Паблишер, 2022. – 454 с.

© Леонова Н. А., 2023

Научная статья

УДК 633.11

А.Г. Ложкин, Л.Ю. Солина

Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА ВОСТОК ЭМ-1 НА ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Посевы озимой пшеницы обработанные препаратом Восток ЭМ-1 сформировали наибольшее количество продуктивных стеблей 575 шт/га. При обработке почвы и протравливании семян озимой пшеницы ЭМ препаратом длина главного колоса составила 6,59 см, озерненность 27,3 шт. и масса зерна в колосе составила 1,09 г. Прибавка урожая озимой пшеницы составила 0,21 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

Ключевые слова: Озимая пшеница, биопрепарат, структура урожая, урожайность.

A.G. Lozhkin, L.Yu. Solina

Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

INFLUENCE OF VOSTOK EM-1 ON ELEMENTS OF WINTER WHEAT PRODUCTIVITY

Annotation. Winter wheat crops treated with Vostok EM-1 preparation formed the largest number of productive stems of 575 pcs/ha. When cultivating the soil and etching winter wheat seeds with an EM preparation, the length of the main ear was 6.59 cm, the lake area was 27.3 pcs. and the grain weight in the ear was 1.09 g. The increase in winter wheat yield was 0.21 t/ha compared to the control variant.

Keywords: Winter wheat, biological product, crop structure, yield.

Введение. Сегодня на сельское хозяйство приходится до 1/3 всех загрязнений окружающей среды. С развитием прогресса след человека несет в себе все более угрожающие для природы последствия – деградация сельхозземель, опустынивание, заболачивание, парниковый эффект, мусор. Продукты питания стали нести в себе потенциальную угрозу для здоровья из-за содержания химикатов, антибиотиков, гормонов роста, пищевых добавок [7; 8]. Минимизировать подобную угрозу человек может только экологически ответственным подходам к сферам деятельности, в частности в сельском хозяйстве это применение препаратов на микробиологической основе [2; 3; 10].

Сегодня наши сельхозтоваропроизводители неохотно применяют биологические препараты, хотя российский рынок располагает довольно обширным набором и наименованием биопрепаратов как отечественных так и зарубежных производителей. Причина такого отношения к биопрепаратам довольно проста, это прежде всего отсутствие моментального эффекта на вредный объект какой оказывают химические препараты [1; 4; 6]. Однако следует отметить, что сегодня проблема загрязнения почв, воды и атмосферы химическими пестицидами – важнейшая экологическая опасность для современного общества. И в связи с вышеизложенным, важно определить способы и пути уменьшения пестицидной нагрузки на экологию, не теряя при этом, что очень важно, в продуктивности и качестве урожая, т.к. в противном случае снижение объемов производства сельхозпродукции может привести к продовольственной катастрофе [5; 9]. Цель исследований – установить влияние препарата Восток ЭМ-1 на элементы продуктивности озимой пшеницы.

Материалы и методы исследования. Производственные опыты были заложены в УНПЦ «Студенческий» в 2021 году на площади 30 га. В качестве объекта исследований были выбраны сорт озимой пшеницы «Московская 39» и биологический препарат «Восток ЭМ-1». Почва опытных полей светло-серая лесная, по механическому составу от средне до тяжелосуглинистой. Содержание гумуса в пахотном слое варьируется от 1,88 до 2,55%, подвижного

фосфора по Кирсанову – 110-155 мг/кг (среднее и повышенное содержание), обменного калия – 80-119 мг/кг (низкое и среднее содержание), рН обменной кислотности – 5,20-6,00 (близкая к нейтральной).

Обработка почвы была общепринятой для Республики. Посев провели 25 августа, сеялкой СЗП-3,6А на глубину 4-5 см., при норме высева 7 млн. всхожих семян на 1 га. За 2 недели до посева (11.08.2021 г) на опытном участке площадью 1 га (Опыт № 2) провели внесение препарата «Восток ЭМ-1» в почву из расчета 5 л/га (норма расхода РР-300л/га) опрыскивателем ОП-2500 в агрегате колесным трактором - МТЗ-82. Семена опытных участков были обработаны в день посева (25 августа 2021 г) водным раствором препарата «Восток ЭМ-1» в концентрации 1:100, с нормой расхода 100 мл/т, нормой расхода рабочего раствора 10 л/т. Семена контрольного участка обрабатывались за день до посева (24.08.2021 г) химическим протравителем Оплот (норма расхода протравителя 0,25 л/т, норма расхода рабочего раствора 10 л/т). Обработку семян протравителями проводили на агрегате ПСШ-7. Фунгицидные, гербицидные и инсектицидные обработки в течение вегетации на опытных посевах озимой пшеницы не проводились. Уборка озимой пшеницы началась 08 августа. До уборки были отобраны сноповые материалы для определения биометрических и структурных показателей пшеницы.

Результаты исследования. Результаты данных на озимой пшенице свидетельствуют, что применение биопрепарата положительно влияет на показатели биометрии, структуры урожая и урожайность озимой пшеницы (табл. 1, 2).

Таблица 1 - Биометрические показатели озимой пшеницы

Вариант	Кол-во продуктивных стеблей, шт. кв/м	Высота растений, см	Кустистость	
			Общая	Продуктивная
Протравливание семян- Оплот (Контроль)	569	83,4	1,5	1,3

Протравливание семян ЭМ-препарат	539	85,2	1,7	1,6
Предпосевное внесение в почву ЭМ-препарат +Протравливание семян ЭМ- препарат +	575	96,4	1,6	1,4
НСР 05	7,4	3,2	0,1	0,1

Наибольшее количество продуктивных стеблей 575 шт/га было получено при обработке почвы и протравливании семян ЭМ препаратом. Также на данном варианте отмечено существенное увеличение высоты растения до 13 см по сравнению с контрольным вариантом. Применение ЭМ препарата стимулировала растения озимой пшеницы к активному кущению.

Таблица 2 – Влияние биопрепарата на урожайность озимой пшеницы и ее структуру

Вариант	Главный колос			Масса 1000 зерен, г	Урожайность, т/га
	длина, см	число зерен, шт	масса зерен в колосе, г		
Протравливание семян- Оплот (Контроль)	6,10	24,0	0,96	40,2	3,46
Протравливание семян ЭМ-препарат	5,90	20,3	0,89	41,0	3,19
Предпосевное внесение в почву ЭМ-препарат +Протравливание семян ЭМ- препарат +	6,59	27,3	1,09	40,5	3,67
НСР 05	0,32	2,1	0,05	0,4	0,14

Наилучшие параметры главного колоса были также получены при обработке почвы и протравливании семян озимой пшеницы ЭМ препаратом, где длина главного колоса составила 6,59 см, озерненность 27,3 шт. с массой

1,09 г. По показателю массы 1000 зерен закономерных изменений по вариантам опыта не отмечено. Прибавка урожая озимой пшеницы при применении ЭМ-препарата составила 0,21 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

Выводы. Применение препарата «Восток ЭМ-1» на посевах озимой пшеницы стимулирует активное кущение, что ведет к увеличению количества продуктивных стеблей на 1 кв.м. до 575 шт. Наилучшие параметры главного колоса были также получены при обработке почвы и протравливании семян озимой пшеницы ЭМ препаратом, где длина главного колоса составила 6,59 см, озерненность 27,3 шт. с массой 1,09 г. Прибавка урожая озимой пшеницы при применении ЭМ-препарата составила 0,21 т/га по сравнению с контрольным вариантом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инокентьев М. И. Влияние препаратов на микробиологической основе на рост, развитие и урожайность ячменя / М. И. Инокентьев, А. Г. Ложкин, А. Н. Сармосова // В сборнике: Молодежь и инновации. Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Чувашская государственная сельскохозяйственная академия.- 2018.- С. 34-38.
2. Кириллов, Н. А. Влияние ресурсосберегающих технологий на агрофизические свойства светло-серой лесной почвы / Н. А. Кириллов, А. Г. Ложкин, А. И. Волков // Аграрная наука. – 2015. – № 10. – С. 8-10.
3. Кирьянов Д. П. Содержание тяжелых металлов в светло-серой лесной почве при внесении в качестве удобрения ОГСВ в звене кормового севооборота / Д. П. Кирьянов, А. Г. Ложкин // В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. IV международная научная экологическая конференция. - 2015.- С. 216-219.
4. Ложкин А. Г. Влияние осадков сточных вод на содержание элементов минерального питания в светло-серых лесных почвах/

- А. Г. Ложкин, Д. П. Кирьянов // В сборнике: Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства. IV международная научная экологическая конференция. - 2015. - С. 214-215.
5. Ложкин, А. Г. Эффективность применения биопрепаратов при возделывании ячменя / А. Г. Ложкин, И. П. Елисеев, О. А. Васильев // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XVI Международной научной конференции, Брянск, 21 марта 2019 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2019. – С. 196-200.
6. Ложкин, А. Г. Эффективность применения биогумуса при возделывании сои/ А.Г. Ложкин, Р.Н. Иванова // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК. Материалы международной научно-практической конференции. – Чебоксары. - 2015.-С. 19-23.
7. Ложкин, А. Г. Перспективы возделывания сортов яровой твердой пшеницы в условиях лесостепной зоны Чувашской Республики / А.Г. Ложкин // Вестник Башкирского государственного аграрного университета.- 2018.- № 2 (46). - С. 40-44.
8. Ложкин, А. Г. Продуктивность сортов яровой твердой пшеницы в Чувашской Республике/ А. Г. Ложкин, П. Н. Мальчиков // Аграрный научный журнал. - 2018.- № 12.- С. 31-33.
9. Ложкин, А. Г. Усовершенствованная система основной и предпосевной обработки почв в адаптивно-ландшафтной системе земледелия Чувашской Республики / А. Г. Ложкин, В. Г. Егоров, А. В. Чернов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. – 2017. – № 8(151). – С. 43-47.
10. Федосеев, П. П. Влияние биопрепаратов на урожайность зеленой массы люцерны / П. П. Федосеев, А. Г. Ложкин // Развитие научной, творческой и инновационной деятельности молодежи: материалы VII Всероссийской научно-практической заочной конференции молодых ученых, Лесниково, 10 ноября 2015 года. – Лесниково: Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, 2015. – С. 97-98.

Научная статья

УДК 57.04

Е.А. Лощина, М.А. Купряшина

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН» (ИБФРМ РАН), г. Саратов

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ СИНТЕЗА МОНООКСИДА АЗОТА НА АКТИВНОСТЬ ПИРОКАТЕХАЗЫ КСИЛОТРОФНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ В УСЛОВИЯХ АБИОТИЧЕСКИХ СТРЕССОВ

Аннотация. Исследовано влияние соединений-регуляторов синтеза NO на активность катехол-1,2-диоксигеназ глубинных культур базидиомицетов *L. edodes* и *G. frondosa* в абиотических стрессовых условиях. Ферментативная активность возрастала под влиянием донора NO и снижалась под влиянием ингибитора синтеза NO. В наибольшей степени активность катехол-1,2-диоксигеназ изменялась в условиях температурного стресса.

Ключевые слова: базидиомицеты, катехолдиоксигеназы, ферментативная активность, стрессорные факторы.

Е.А. Loshchinina, M.A. Kupryashina

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS), Saratov

EFFECT OF THE NITROGEN MONOXIDE SYNTHESIS REGULATORS ON THE PYROCATECHASE ACTIVITY OF XYLOTROPHIC BASIDIOMYCETES UNDER ABIOTIC STRESS CONDITIONS

Annotation. The effect of the NO synthesis regulating compounds on the catechol-1,2-dioxygenase activity of the submerged *L. edodes* and *G. frondosa* cultures under abiotic stress conditions was investigated. The enzymatic activity increased under the influence of the NO donor and decreased under the influence of the NO synthesis inhibitor. The catechol-1,2-dioxygenase activity changed to the greatest extent under temperature stress conditions.

Keywords: basidiomycetes, catechol dioxygenases, enzymatic activity, stress factors.

Монооксид азота (NO) – важная сигнальная молекула, участвующая у грибных культур в регуляции ростовых процессов, размножения, патогенеза и адаптации к окружающей среде. Функции и метаболизм этого вещества у грибов, в особенности у базидиальных макромицетов, до сих пор мало исследованы по сравнению с животными, растениями и бактериями [1–4]. Вещества, регулирующие уровень NO в грибах, одновременно оказывают влияние на накопление мицелиальной биомассы, спороношение, формирование плодовых тел и других морфообразований, а также биосинтез различных метаболитов, в том числе ферментов, аминокислот, протекторных полисахаридов [5–9].

Катехолдиоксигеназы – это ферменты группы диоксигеназ, расщепляющие ароматическое кольцо катехола, встраивая в молекулу два атома кислорода. Одним из наиболее важных ферментов этой группы является катехол-1,2-диоксигеназа (пирокатехаза), катализирующая расщепление кольца катехола с образованием *cis,cis*-муконовой кислоты. Диоксигеназы обладают потенциалом для использования в биоремедиации районов, загрязненных ароматическими ксенобиотиками [10, 11]. Недостаточная исследованность катехолдиоксигеназ и путей регуляции их биосинтеза у грибов, в частности, у культивируемых ксилотрофных базидиомицетов, делает их важным объектом для изучения данной группы ферментов.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния веществ, регулирующих уровень NO, на активность пирокатехаза ксилотрофных

базидиомицетов *Lentinus edodes* и *Grifola frondosa* в условиях абиотических стрессов (высоко- и низкотемпературный шок, недостаток углерода и/или азота в среде).

В работе были использованы культуры *L. edodes* (Berk.) Pegler F-249 и *G. frondosa* (Dicks.) Gray 0917. Грибные культуры поддерживали на агаризованном пивном сусле (4° по Баллингу) при 4°C. Базидиомицеты выращивали при 26°C в погруженной культуре на среде с 9 г/л глюкозы и 1.5 г/л L-аспарагина (контроль). В качестве стрессорных факторов использовали низко- или высокотемпературный шок (5°C или 50°C), а также культивирование на средах, обедненных по углероду (среда 1; 0.9 г/л глюкозы и 1.5 г/л L-аспарагина), азоту (среда 2; 9 г/л глюкозы и 0.15 г/л L-аспарагина) или углероду и азоту (среда 3; 0.9 г/л глюкозы и 0.15 г/л L-аспарагина). Донор NO нитропруссид натрия (SNP) и ингибитор синтеза NO гидрохлорид метилового эфира нитроаргинина (L-NAME) вносили в среду культивирования в конечной концентрации 0,5 мМ. Спектрофотометрические измерения проводились на планшетных фотометрах Spark-10M («Tecan», Швейцария) и Multiskan Ascent («ThermoLabsystems», Финляндия) в Центре коллективного пользования (ЦКП) научным оборудованием в области физико-химической биологии и нанобиотехнологии «Симбиоз» Института биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН» (ИБФРМ РАН). Активность катехол-1,2-диоксигеназы (ЕС 1.13.11.1) в образцах *L. edodes* и *G. frondosa* определяли спектрофотометрически при 260 нм по скорости образования *cis,cis*-муконовой кислоты [12]. Содержание белка в образцах мицелия и культуральных жидкостей базидиомицетов определяли по методу Бредфорд [13].

Мы проанализировали влияние SNP и L-NAME на активность катехол-1,2-диоксигеназ *L. edodes* и *G. frondosa* при контрольных и стрессовых условиях. Во всех вариантах опыта добавление SNP в среду вызывало увеличение удельной активности катехол-1,2-диоксигеназы в составе как культуральной жидкости, так и мицелия *L. edodes* и *G. frondosa*. Под действием L-NAME активность пирокатехаза снижалась или оставалась на прежнем

уровне. В культуральной жидкости *L. edodes* под влиянием SNP активность катехол-1,2-диоксигеназы возрастала на 65% в условиях температурного стресса, а на обедненных средах – на 30-50% (Рис. 1).

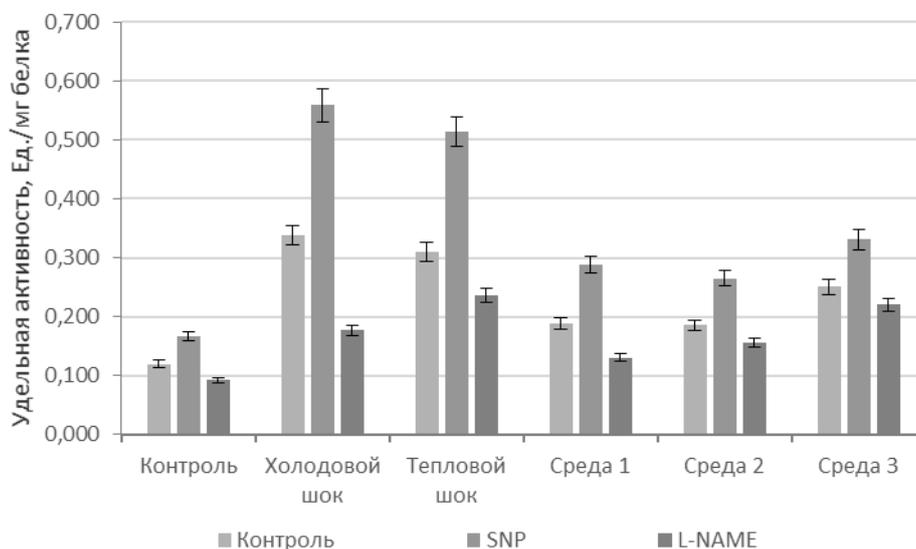


Рисунок 1. Активность катехол-1,2-диоксигеназы в культуральной жидкости *L. edodes*

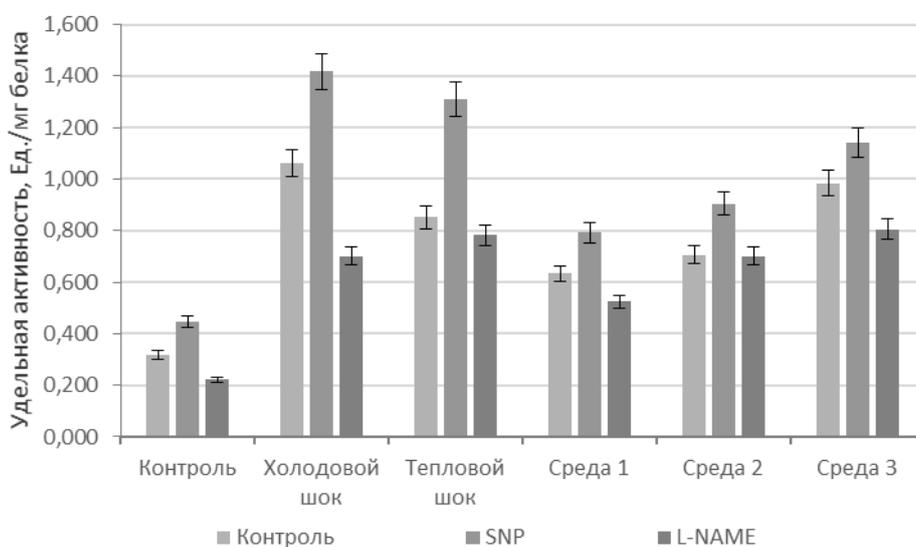


Рисунок 2. Активность катехол-1,2-диоксигеназы в мицелии *L. edodes*

Для мицелия *L. edodes* разница между бедными средами и температурным шоком оказалась менее выраженной. В условиях холодного и теплового стресса пирокатехазная активность увеличивалась на 35%, на средах 1 и 2 – на 25-30%, а на среде 3 – на 15% по сравнению с контролем (Рис. 2).

Напротив, добавление в среду культивирования L-NAME приводило к снижению пирокатехазной активности, что наиболее сильно проявилось при холодовом шоке (вдвое в культуральной жидкости и в полтора раза в мицелии).

В культуральной жидкости *G. frondosa* пирокатехазная активность заметно возрастала при всех стрессовых условиях, но влияние SNP и L-NAME на активность катехол-1,2-диоксигеназы проявилось в меньшей степени, чем в случае *L. edodes*. Наибольшее увеличение ферментативной активности под влиянием SNP наблюдалось в контрольном варианте без стрессового воздействия, при температурном стрессе и на среде 3 (на 25-30%) (Рис. 3). Под действием L-NAME удельная активность пирокатехазы заметно снижалась в условиях холодового стресса (на 45%), в меньшей степени теплового, а на среде 3 оставалась практически на уровне контроля.

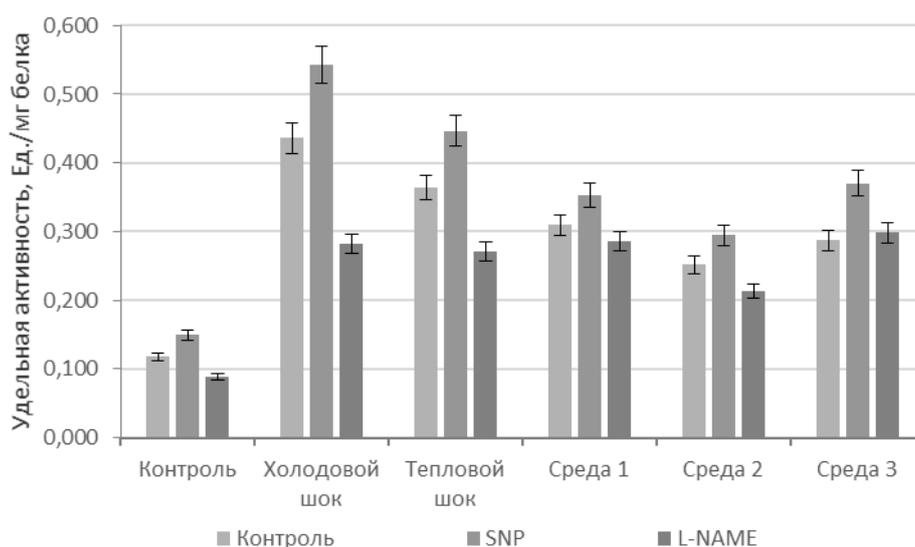


Рисунок 3. Активность катехол-1,2-диоксигеназы в культуральной жидкости *G. frondosa*

В мицелии *G. frondosa* возрастание активности катехол-1,2-диоксигеназы под действием SNP оказалось наиболее сильно выраженным (в 2 раза) в контрольном варианте опыта, не подвергавшемся абиотическим стрессам, а при температурном стрессе и на среде 3 активность фермента повышалась на 35-

45% (Рис. 4). Ингибирующее влияние L-NAME сильнее всего проявилось при температурном стрессе (на 40-45%).

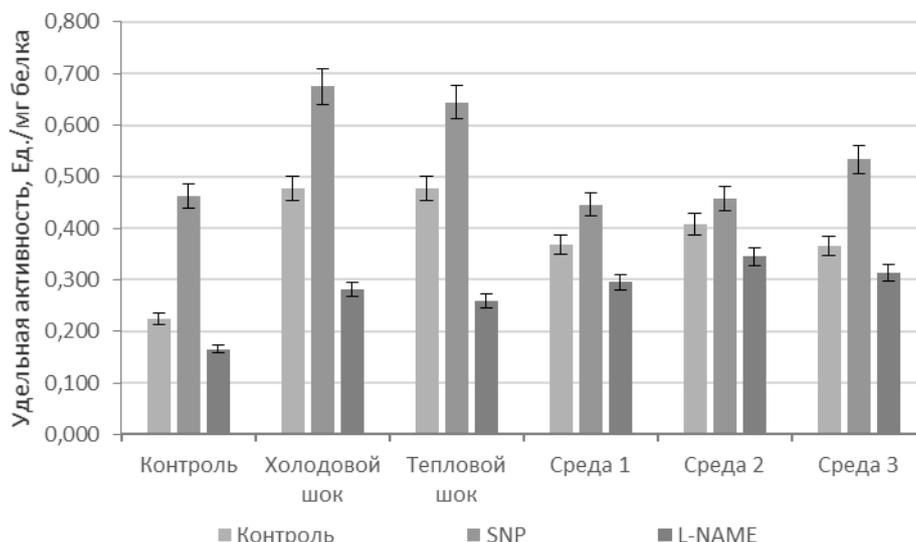


Рисунок 4. Активность катехол-1,2-диоксигеназы в мицелии *G. frondosa*

Влияние как SNP, так и L-NAME на удельную активность катехол-1,2-диоксигеназ оказалось наиболее сильным у базидиомицетов, подвергнутых температурному шоку. При этом, несмотря на то, что в стрессовых условиях активность пирокатехаз культур снижалась под действием L-NAME, она тем не менее оставалась выше, чем в контроле, не подвергнутом стрессу. Из литературных источников известно, что SNP и другие соединения, влияющие на уровень NO в грибной клетке, могут таким образом регулировать не только аккумуляцию протекторных углеводов и аминокислот, но и активность защитных ферментов, принимающих участие в адаптации грибов к негативным условиям окружающей среды [14]. Можно предположить, что катехолдиоксигеназы также вовлекаются в процессы приспособления ксилотрофных базидиомицетов к неблагоприятным температурам.

Таким образом, мы изучили влияние регуляторов уровня NO на активность катехол-1,2-диоксигеназ глубинных культур базидиомицетов *L. edodes* и *G. frondosa* при воздействии абиотических стрессорных факторов и

показали, что ферментативная активность возрастает под влиянием донора NO (SNP) и снижается под влиянием ингибитора синтеза NO (L-NAME). Изменения пирокатехазной активности особенно сильно проявились в условиях температурного стресса. Влияние SNP и L-NAME на активность грибных пирокатехаз при воздействии стрессоров может указывать на участие этих веществ в процессах регуляции катехолдиоксигеназной ферментной системы, активирующейся под влиянием негативных условий окружающей среды.

Исследование регуляции активности грибных катехолдиоксигеназ не только представляет важное теоретическое значение для углубленного понимания метаболических процессов, протекающих в грибной клетке при формировании защитного ответа на стрессовые воздействия, но и имеет практическую значимость в связи потенциалом этих ферментов для использования при биоремедиации и деградации фенольных поллютантов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Cánovas D., Marcos J.F., Marcos A.T., Strauss J. Nitric oxide in fungi: is there NO light at the end of the tunnel? // *Current Genetics*. 2016. Vol. 62. P. 513-518.
2. Zhao Y., Lim J., Xu J., Yu J., Zheng W. Nitric oxide as a developmental and metabolic signal in filamentous fungi // *Molecular Microbiology*. 2020. Vol. 113. P. 872-882.
3. Jedelská T., Luhová L., Petřivalský M. Nitric oxide signalling in plant interactions with pathogenic fungi and oomycetes // *Journal of Experimental Botany*. 2021. Vol. 72, № 3. P. 848-863.
4. Soal N.C., Coetzee M.P.A., van der Nest M.A., Hammerbacher A., Wingfield B.D. Phenolic degradation by catechol dioxygenases is associated with pathogenic fungi with a necrotrophic lifestyle in the Ceratocystidaceae // *G3*. 2022. Vol. 12, № 3. P. jkac008.
5. Wang J., Higgins V.J. Nitric oxide has a regulatory effect in the germination of conidia of *Colletotrichum coccodes* // *Fungal Genetics and Biology*. 2005. Vol. 42. P. 284-292.

6. Xu L.-L., Lai Y.-L., Wang L., Liu X.-Z. Effects of abscisic acid and nitric oxide on trap formation and trapping of nematodes by the fungus *Drechslerella stenobrocha* AS6.1 // *Fungal Biology*. 2011. Vol. 115. P. 97-101.
7. Kong W.-W., Huang C.-Y., Chen Q., Zou Y.-J., Zhao M.-R., Zhang J.-X. Nitric oxide is involved in the regulation of trehalose accumulation under heat stress in *Pleurotus eryngii* var. *tuoliensis* // *Biotechnology Letters*. 2012. Vol. 34. P. 1915-1919.
8. Gu L., Zhong X., Lian D., Zheng Y., Wang H., Liu X. Triterpenoid biosynthesis and the transcriptional response elicited by nitric oxide in submerged fermenting *Ganoderma lucidum* // *Process Biochemistry*. 2017. Vol. 60. P. 19-26.
9. Zhao Y., Yuan W., Sun M., Zhang X., Zheng W. Regulatory Effects of Nitric Oxide on Reproduction and Melanin Biosynthesis in Onion Pathogenic Fungus *Stemphylium Eturmiunum* // *Fungal Biology*. 2021. Vol. 125, № 7. P. 519-531.
10. Vaillancourt F.H., Bolin J.T., Eltis L.D. The Ins and Outs of Ring-Cleaving Dioxygenases // *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*. 2006. Vol. 41. P. 241-267.
11. Guzik U., Hupert-Kocurek K., Wojcieszynska D. Intradiol dioxygenases – the key enzymes in xenobiotics degradation // *Biodegradation of Hazardous and Special Products*. 2013. Vol. 7. P. 129-53.
12. Nakazawa T., Nakazawa, A. [64] Pyrocatechase (*pseudomonas*) // In: *Methods in enzymology*. – Academic Press. 1970. Vol. 17. P. 518-522.
13. Bradford M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // *Analytical Biochemistry*. 1976. Vol. 72. P. 248-258.
14. Guo S., Yao Y., Zuo L., Shi W., Gao N., Xu H. Enhancement of tolerance of *Ganoderma lucidum* to cadmium by nitric oxide: Alleviating Cd toxicity to *Ganoderma lucidum* by nitric oxide // *Journal of Basic Microbiology*. 2016. Vol. 56. P. 36-43.

Научная статья

УДК 631.5: 633.854.78: 631.816.35 (477.43)

О.В. Макуха, Е.О. Чернышова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Херсонский аграрный университет», г. Херсон, Россия

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты полевых исследований оценки влияния биопрепаратов, обладающих комплексом ценных свойств, на продуктивность и качество семян гибридов подсолнечника. Применение биопрепарата Органик баланс для предпосевной обработки семян подсолнечника позволило получить наибольшую урожайность при выращивании гибридов Нео и Аурис на уровне 27,5 и 28,4 ц/га, соответственно. Содержание масла увеличилось до 50,8%.

Ключевые слова: высота растений, площадь листовой поверхности, структура урожая, урожайность, качество семян.

O.V. Makukha, E.O. Chernyshova

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kherson Agrarian University", Kherson, Russia

INFLUENCE OF BIOPREPARATIONS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SUNFLOWER HYBRID SEEDS UNDER THE CONDITIONS OF THE KHERSON REGION

Annotation. The article discusses the results of field studies assessing the impact of biopreparations with a complex of valuable properties on the productivity and quality of sunflower hybrid seeds. The use of Organic balance biopreparation for presowing treatment of sunflower seeds made it possible to obtain the highest yield when growing Neo and Auris hybrids at the level of 27.5 and 28.4 c/ha, respectively. The oil content increased to 50.8%.

Keywords: plant height, leaf surface area, crop structure, yielding capacity, seed quality.

Подсолнечник является одной из ведущих масличных культур современного мирового земледелия, что обусловлено рядом неоспоримых преимуществ, в первую очередь, простотой технологии возделывания, высокой прибыльностью и спросом на продукцию [1]. Эффективность выращивания семян подсолнечника зависит от влияния многих природных и антропогенных факторов, биологических особенностей культуры, потенциала сортов и гибридов, научного обоснования севооборотов, нормирования удобрений, интегрированной защиты растений [2]. В условиях изменений климата необходимо формировать системы земледелия, основанные на гибких адаптивных подходах с обязательным включением элементов биологизации, которые могут выступать альтернативой традиционным методам интенсификации, имеют как экологические, так и экономико-энергетические преимущества [3, 4]. При выращивании в засушливых условиях Херсонской области на орошаемых и неполивных землях применение биопрепаратов является перспективным методом оптимизации агротехнологий сельскохозяйственных культур [5-7]. Поэтому исследования, направленные на установление эффективности применения комплексных биопрепаратов в условиях Херсонской области Российской Федерации, являются актуальными.

Основной целью исследований было определение особенностей формирования продуктивности гибридов подсолнечника и качества семян в зависимости от применения биопрепаратов в условиях Херсонской области.

Исследования проводились с 2018 по 2020 гг. в полевом неорошаемом севообороте опытного хозяйства «Копани» Белозёрского района Херсонской области. При закладке, проведении полевых опытов и лабораторных исследований руководствовались методикой опытного дела [8]. Опыт двухфакторный, заложен методом расщеплённых делянок: гибрид (фактор А): Ясон, Нео, Аурис; биопрепарат для обработки семян перед севом (фактор В): контроль (обработка чистой водой), Азотофит (1,5 л/т), Фитоцид (3,0 л/т), Органик баланс (5,0 л/т). Площадь посевных делянок второго порядка составляла 75 м², учётных – 50 м². Агротехника выращивания подсолнечника в опытах была общепринятой для неполивных условий Херсонской области.

Исследованиями установлено, что в фазе бутонизации подсолнечника высота растений на контроле (без обработки биопрепаратами и при обработке семян чистой водой) составляла 44,9-46,9 см (рис. 1). При использовании биопрепарата Фитоцид для предпосевной обработки семян данный показатель превышал контроль в зависимости от гибридов, продуктивность которых изучали, на 7,2-8,8 см, или на 15,4-19,2%. Применение препарата Азотофит также обеспечило увеличение высоты растений в сравнение с контрольным вариантом на 11,2-12,0%. Максимальную эффективность обеспечило применение биопрепарата Органик баланс. Так, прирост в данном варианте составил 13,7-32,8%.

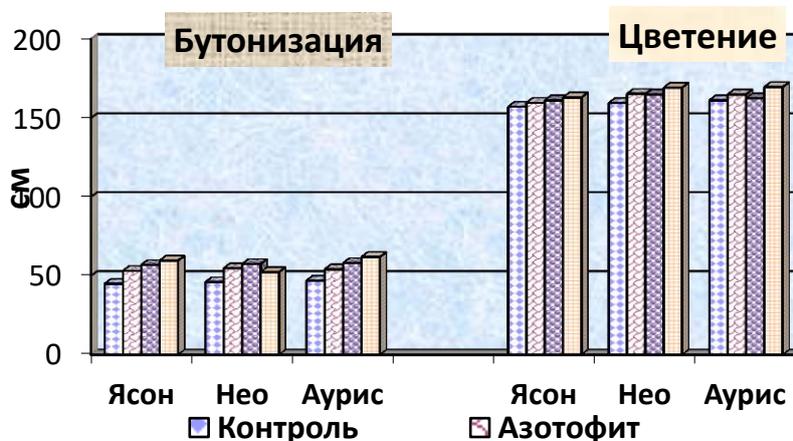


Рис. 1. Влияние биопрепаратов на динамику высоты растений гибридов подсолнечника, см (среднее за 2018–2020 гг.)

В фазу цветения отмечалась аналогичная закономерность. Наибольшие показатели были при обработке биопрепаратом Органик баланс у гибридов Нео и Аурис и составляли соответственно 169,2 и 169,6 см. При этом в варианте с гибридом Ясон в контроле фактора В (без обработки семян биопрепаратами) данный показатель снизился на 6,3-7,7% – до 157,1 см.

Формирование площади листовой поверхности также в значительной степени зависело от действия биопрепаратов и генетического потенциала гибридов подсолнечника (табл. 1). В фазу формирования корзинки в среднем по фактору А у исследуемых гибридов подсолнечника отмечена площадь листьев 14,2-14,5 тыс. м²/га. На контрольном варианте фактора В было зафиксировано наименьшее значение исследуемого показателя на уровне 12,5-12,9 тыс. м²/га. По фактору В преимущество было у биопрепарата Органик баланс, который обеспечил увеличение этого показателя, в среднем по фактору, до 15,9 тыс. м²/га, что больше контрольного варианта на 25,2%, а вариантов с обработкой семян на 8,9-12,0%.

Таблица 1. Площадь листовой поверхности посевов подсолнечника в зависимости от гибридного состава и биопрепаратов, тыс. м²/га (среднее за 2018-2020 гг.)

Биопрепарат (фактор В)	Фазы роста и развития							
	формирование корзинки				цветение			
	гибрид (фактор А)							
	Ясон	Нео	Аурис	среднее по фактору В	Ясон	Нео	Аурис	среднее по фактору В
Контроль	12,9	12,8	12,5	12,7	21,4	20,9	21,3	21,2
Азотофит	14,5	14,6	14,6	14,6	24,3	24,4	25,0	24,6
Фитоцид	13,8	14,4	14,3	14,2	23,5	23,9	24,3	23,9
Органик баланс	15,5	15,9	16,4	15,9	26,0	27,1	28,2	27,1
Среднее по фактору А	14,2	14,4	14,5	14,4	23,8	24,1	24,7	24,2

Максимальную площадь листовой поверхности в фазе цветения растения подсолнечника сформировали в варианте с гибридом Аурис при обработке

семян перед севом препаратом Органик баланс – 28,2 тыс. м²/га. Данный показатель был в 1,35 раза выше в сравнение с наихудшим результатом, который был зафиксирован в варианте с гибридом Нео без обработки семян биопрепаратами (контроль) – 20,9 тыс. м²/га. В среднем по фактору А площадь листьев была примерно на одном уровне – 23,8-24,7 тыс. м²/га, по фактору В преимущество над другими вариантами в 10,2-27,8% имел биопрепарат Органик баланс.

В разной мере проявилось влияние биопрепаратов на структурные элементы продуктивности исследуемых гибридов подсолнечника (табл. 2).

Таблица 2. Влияние биопрепаратов на показатели структуры урожая исследуемых гибридов подсолнечника (среднее за 2018–2020 гг.)

Биопрепарат (фактор В)	Диаметр корзинки, см			Количество семян в корзинке, шт.			Лузжистость, %		
	гибрид (фактор А)								
	Ясон	Нео	Аурис	Ясон	Нео	Аурис	Ясон	Нео	Аурис
Контроль	15,0	15,3	16,6	940	953	971	23,9	23,6	23,7
Азотофит	16,7	16,9	17,1	951	962	985	22,5	22,9	22,6
Фитоцид	16,3	16,5	16,9	945	957	969	22,9	22,3	22,0
Органик баланс	17,1	17,3	18,2	972	983	996	21,5	21,3	21,5

Изучаемые факторы влияли на показатели структуры урожая подсолнечника: параметры корзинок, количество семян в них, а также на такой важнейший показатель продуктивности культуры, как лузжистость. Диаметр корзинки достиг наибольшей величины на уровне 18,2 см при обработке семян гибрида Аурис перед севом препаратом Органик баланс. У гибридов Ясон и Нео эти показатели при применении Органик баланс были почти одинаковыми и составляли соответственно 17,1 и 17,3 см, что меньше в сравнение с гибридом Аурис на 4,9-6,0%. Количество семян в корзинке также изменялось в зависимости от биопрепаратов, достигая максимального значения при обработке биопрепаратом Органик баланс: у гибрида Ясон – 972, Нео – 983, Аурис – 996 шт.

Обработка биопрепаратами влияла и на показатели лужистости, которые были самыми высокими на контроле (23,6-23,9%). Применение биопрепаратов Азотофит и Фитоцид снижало данный показатель в зависимости от гибрида на 0,7-1,7%. Оптимальные показатели лужистости (21,3-21,5%) имели семена исследуемых гибридов при обработке препаратом Органик баланс.

Погодные условия в годы проведения исследований оказывали существенное влияние на урожайность семян гибридов подсолнечника Ясон, Нео и Аурис на фоне применения биопрепаратов Азотофит, Фитоцид и Органик баланс (табл. 3).

Таблица 3. Влияние биопрепаратов на урожайность семян исследуемых гибридов подсолнечника, ц/га

Биопрепарат (фактор В)	Годы									Среднее за три года		
	2018			2019			2020					
	гибрид (фактор А)											
	Ясон	Нео	Аурис	Ясон	Нео	Аурис	Ясон	Нео	Аурис	Ясон	Нео	Аурис
Контроль	27,6	29,8	30,6	21,5	23,8	24,6	17,5	18,2	18,8	22,2	23,9	24,7
Азотофит	30,5	30,6	31,8	22,6	23,7	25,1	20,0	19,8	20,9	24,4	24,7	25,9
Фитоцид	30,0	33,2	34,5	23,7	23,9	25,9	19,1	21,0	20,7	24,3	26,0	27,0
Органик баланс	32,8	34,1	35,8	24,7	25,7	26,4	22,6	22,8	23,1	26,7	27,5	28,4
НСР ₀₅ , ц/га	1,12			0,87			0,54			0,78		
	1,28			0,96			0,71			0,90		

В засушливом 2020 г., который характеризовался резким дефицитом осадков во второй половине вегетации, подсолнечник сформировал на контроле (без обработки семян биопрепаратами) 17,5-18,8 ц/га. При обработке семян препаратами Азотофит и Фитоцид отмечен прирост урожайности в зависимости от гибрида от 8,8 до 15,4%. При этом в варианте с биопрепаратом Органик баланс получены наибольшие величины урожайности – 22,6-23,1 ц/га, что было больше в сравнение с контролем на 22,9-29,1%. В благоприятном (средневлажном) 2018 г. урожайность семян подсолнечника по всем факторам и вариантам была выше в среднем в 1,6 раза. Наивысшую семенную

продуктивность на уровне 33,2-35,8 ц/га зафиксировали в вариантах с гибридами Нео и Аурис при применении биопрепаратов Фитоцид и Органик баланс.

В среднем за годы полевых опытов максимальная урожайность семян в пределах 27,5-28,4 ц/га была сформирована гибридами Нео и Аурис при обработке их семян препаратом Органик баланс. Минимальным (22,2 ц/га) данный показатель был в контрольном варианте гибрида Ясон.

Анализом экспериментальных данных установлено, что содержание масла в семенах гибридов подсолнечника слабо изменялось как по гибриднему составу, так и по вариантам применения биопрепаратов. На контрольном варианте фактора В (биопрепарат) этот показатель составлял 48,3-48,9%, а наибольшие его значения (50,7-50,8%) были в вариантах с гибридами Аурис и Нео при обработке их семян перед севом биопрепаратом Органик баланс.

Таким образом, результатами наших исследований установлено, что максимальная площадь листовой поверхности на уровне 28,2 тыс. м²/га сформировалась в фазу цветения при выращивании гибрида Аурис в варианте применения препарата Органик баланс. Диаметр корзинки наивысшей величины (18,2 см) достиг в варианте возделывания гибрида Аурис с предварительной обработкой семян препаратом Органик баланс. Количество семян в корзинке также возросло до 972-996 шт. у всех гибридов при обработке семян препаратом Органик баланс. Установлено, что биопрепараты влияли и на показатели лужистости. Так, на контроле этот показатель составил 23,6-23,9%, а на фоне обработки биопрепаратами Азотофит, Фитоцид и Органик баланс наблюдалась тенденция его снижения на 0,7-2,4%, что является позитивным с точки зрения повышения качества семян исследуемой культуры.

Уровень урожайности изучаемых гибридов в значительной степени определялся погодными условиями. В засушливом 2020 г. на контроле фактора В она составила 17,5-18,8 ц/га. В благоприятном 2018 г. урожайность семян подсолнечника по всем факторам и вариантам была выше в среднем в 1,6 раза. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность семян сформирована

при выращивании гибридов Нео и Аурис – 27,5 и 28,4 ц/га, соответственно, в варианте с обработкой семян биопрепаратом Органик баланс. Содержание масла в семенах гибридов подсолнечника слабо изменялось по факторам и вариантам полевого опыта в пределах от 48,3 до 50,8% с тенденцией возрастания в вариантах с биопрепаратами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Artificial croplands and natural biosystems in the conditions of climatic changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe Zone of Ukraine / R. A. Vozhehova, S. V. Kokovikhin, P. V. Lykhovyd [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – Vol. 9, No. 6. – P. 331-340.
2. Оптимизация агротехнологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях с использованием информационных технологий / С. В. Коковихин, И. А. Биднина, В. А. Шарий [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – № 2(65). – С. 63-71.
3. Vozhehova, R. A. Formation of productivity of soya varieties under influence of inoculation in the conditions of Steppe of Ukraine / R. A. Vozhehova, S. V. Kokovikhin, A. V. Drobitko // Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS. – 2019. – No. 28. – P. 97-108.
4. Коковихин, С. В. Агроекономическое и энергетическое обоснование технологии выращивания гибридов подсолнечника в условиях Южной Степи Украины / С. В. Коковихин, В. В. Нестерчук // Научно-технический бюллетень Института масличных культур НААН. – 2016. – № 23. – С. 121-130.
5. Макуха О.В. Аналіз економічної ефективності застосування біопрепаратів у вирощуванні сортів ячменю ярого / О. В. Макуха // Аграрні інновації. – 2021. – № 7. – С. 73–78.
6. Makukha O. Technological improvement of Echinacea purpurea cultivation / O. Makukha // Ecological engineering & environmental technology. – 2021. – Vol. 22 (5). – P. 89–96.

7. Makukha O. The Impact of Biopreparations and Sowing Dates on the Productivity of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) / O. Makukha // Journal of Ecological Engineering. – May 2020. – Volume 21, Issue 4. – P. 237–244.

8. Дисперсионный и корреляционный анализ в растениеводстве и луговодстве : Монография / В. А. Ушкаренко, Н. Н. Лазарев, С. П. Голобородько, С. В. Коковихин. – Москва : Издательство РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 336 с.

© Макуха О.В., Чернышова Е.О., 2023

Научная статья

УДК 579.6

А.В. Мартыненко¹, О.А. Караваева², С.С. Евстигнеева², А.С. Фомин², О.И. Гулий²

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия.

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН» (ИБФРМ РАН), Саратов, Россия

ФАГОВЫЕ АНТИТЕЛА ДЛЯ ИНДИКАЦИИ АНТИБИОТИКОВ

Аннотация. Загрязнение антибактериальными препаратами объединяет проблему загрязнения не только антибиотиками, но и различными биологически активными соединениями в целом (лекарства, метаболиты лекарств или эндокринные разрушители). Поэтому одним из актуальных направлений является развитие методов мониторинга антибактериальных препаратов, в том числе, с помощью биосенсорных методов анализа. Технология фагового дисплея позволяет получать специфичные антитела к

антибактериальным препаратам для их дальнейшего применения в биосенсорах при определении антибиотиков.

Ключевые слова: фаговый дисплей, антитела, антибиотики, биосенсоры.

*A.V. Martynenko¹, O.A. Karavaeva², S.S. Evstigneeva², S.A. Fomin²,
O.I. Guliy²*

¹Saratov State University, Saratov, Russia.

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms – Subdivision of the Federal State Budgetary Research Institution Saratov Federal Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS), Saratov, Russia.

PHAGE ANTIBODIES FOR ANTIBIOTICS INDICATION

Annotation. Antibacterial contamination combines the problem of contamination not only with antibiotics, but also with various biologically active compounds in general (drugs, drug metabolites or endocrine disruptors). Therefore, one of the current directions is the development of methods for monitoring antibacterial drugs, including using biosensor analysis methods. Phage display technology makes it possible to obtain specific antibodies to antibacterial drugs for their further use in biosensors for antibiotics determination.

Keywords: phage display, antibodies, antibiotics, biosensors.

С момента открытия пенициллина в 1928 году в медицинскую практику было введено более тысячи различных антибиотиков и противомикробных препаратов. Первоначально внедрение антибиотиков было настоящей революцией в лечении инфекционных заболеваний, однако, по мере их применения, ученые и врачи столкнулись с неприятными последствиями – бактерии способны адаптироваться к воздействию антимикробных агентов и приобретать к ним резистентность. Кроме того, применение

противобактериальных препаратов способствует появлению антибиотиков и продуктов их деградации в окружающей среде и продуктах питания. Загрязнение антибактериальными препаратами объединяет проблему загрязнения не только антибиотиками, но и различными биологически активными соединениями в целом (лекарства, метаболиты лекарств или эндокринные разрушители). Поэтому одним из актуальных направлений является развитие методов мониторинга антибактериальных препаратов. Для обнаружения антибиотиков используют микробиологические, спектрофотометрические, флуориметрические, хемилюминесцентные методы, различные варианты хроматографии, но особое место принадлежит биосенсорным системам [1]. В качестве биоселективного рецептора (элемента распознавания) преимущественно используют антитела, специфичные к определяемому антигену. Альтернативой для стандартного получения антител к известным антигенам является технология фагового дисплея.

Данная технология является выгодной заменой гибридной технологии, т.к. фаговая система заменяет все этапы работы после иммунизации животных простыми процедурами манипулирования с ДНК и бактериями, сокращая время получения стабильных клонов, продуцирующих антитела, с нескольких месяцев до нескольких недель, заметно удешевляя процесс. Кроме того, антитела, полученные с помощью технологии фагового дисплея, проходят несколько этапов отбора по аффинности и могут быть использованы в качестве селективных рецепторов биосенсоров [2-6].

Комбинаторные фаговые библиотеки антител представляют собой своеобразный аналог популяций В-лимфоцитов, каждый из которых производит один тип антител определенной специфичности, однако бактериофаги, входящие в состав библиотеки, экспонируют на своей поверхности не целые природные антитела, а лишь их фрагменты, чаще всего одноцепочечное антитело scFv или Fab-фрагмент [2].

Фаговые антитела в качестве биорецепторов имеют ряд преимуществ перед стандартными иммуноглобулинами: они намного меньше по размеру и

обычно содержат менее 100 аминокислотных остатков, обладают высокой стабильностью, не имеют дисульфидных связей, а также дешевле в производстве. В работе проводились исследования по оптимизации метода получения антител, специфичных к антибактериальным препаратам, с использованием технологии фагового дисплея. В качестве модельных систем использовали антибиотики ампициллин (представитель бета-лактамов) и канамицин (представитель аминогликозидных антибиотиков). Для этого проводили 4 раунда селекции антител, после каждого раунда специфичность полученных антител проверяли в отношении антибиотиков методом дот-иммуноанализа.

Дополнительно с помощью метода дот-иммуноанализа проводили оценку возможности неспецифического взаимодействия полученных фаговых антител с другими антибиотиками: гентамицином, тетрациклином и неомицином.

В результате проведенных исследований показано, что антитела, полученные с помощью технологии фагового дисплея, обеспечивают важную платформу для определения антибиотиков, и могут быть задействованы для их быстрого анализа, в том числе, с помощью биосенсорных систем.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного Фонда проект № 22-24-00417.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Guliy O.I., Zaitsev B.D., Borodina I.A. Antibiotics and analytical methods used for their determination in book *Nanobioanalytical Approaches to Medical Diagnostics*. Editors: Pawan Maurya, Pranjali Chandra. 2022. Chapter 5. P. 143-177. Elsevier Ltd. Woodhead Publishing. ISBN 978-0-323-85147-3, DOI: 10.1016/B978-0-323-85147-3.00004-9.
- [2] Тикунова Н.В., Морозова В.В. Тикунова Н.В. Фаговый дисплей на основе нитчатых бактериофагов: применение для отбора рекомбинантных антител // *Acta Naturae* (русскоязычная версия). - 2009. – Т. 1, № 3. - С. 22-3

- [3] Smith G.P. Filamentous fusion phage: novel expression vectors that display cloned antigens on the virion surface // Science. 1985. V. 228. P. 1315–1317.
- [4] Smith G.P., Scott J.K. Libraries of peptides and proteins displayed on filamentous phage // Methods in enzymology. 1993. V.217. P. 228–257.
- [5] McCafferty J., Griffiths A.D., Winter G., Chiswell D.J. Phage antibodies: Filamentous phage displaying antibody variable domains // Nature. 1990. V. 348. P.552–554.
- [6] Guliy O.I., Evstigneeva S.S., Dykman L.A. Recombinant antibodies by phage display for bioanalytical applications // Biosensors and Bioelectronics. 2023. V. 222. 114909. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2022.114909>.

© Мартыненко А.В., Караваева О.А., Евстигнеева С.С., Фомин А.С., Гулий О.И., 2023

Научная статья

УДК 930.1

А.В. Маслихин

Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия

СТАНОВЛЕНИЕ НАУКИ В СССР И АКАДЕМИК Н.И. ВАВИЛОВ

Аннотация. В статье раскрыто становление науки в первые десятилетия советской власти: появление научных учреждений, положение ученых, развитие высшего образования. Выделена деятельность академика Н.И. Вавилова.

Ключевые слова: наука, Н.И. Вавилов, советская власть, научные учреждения, положение ученых, высшее образование.

A.V. Maslikhin

THE FORMATION OF SCIENCE IN THE USSR AND ACADEMICIAN N.I. VAVILOV

Annotation. The article reveals the formation of science in the first decades of Soviet power: the emergence of scientific institutions, the position of scientists, the development of higher education. The activities of Academician N.I. are highlighted. Vavilova.

Keywords: science, N.I. Vavilov, Soviet power, scientific institutions, position of scientists, higher education.

Роль науки в обществе исключительно велика. Она призвана обслуживать общество новыми знаниями, облегчать труд и жизнь людей, утверждать власть человека над силами природы, способствовать улучшению общественных, человеческих отношений. Кроме того, в современных условиях без науки не могут развиваться ни промышленность, ни сельское хозяйство, ни транспорт, ни связь, ни военное дело, ни освоение космоса.

С установлением советской власти начинается бурный рост образования, науки и культуры. Компартия отводила решающую роль в деле строительства социализма науке, образованию и культуре, равно как и развитию промышленности, сельского хозяйства, укреплению обороноспособности страны. Большой научно-мировоззренческий интерес вызывает процесс формирования советской науки, который продемонстрировал переход некогда отсталой страны к передовым рубежам научного прогресса.

В.И. Ленин обращал серьезное внимание на проблему привлечения к социалистическому строительству старых специалистов, порой враждебно настроенных к Октябрьской революции. Он требовал: «...Задача развития производительных сил требует немедленного, широкого и всестороннего использования...специалистов науки и техники» [2; с. 120]. Академия наук отнеслась к советской власти лояльно. 24 января 1918 года на

экстраординарном собрании Академии наук была выдвинута задача помощи научными знаниями советской России. Советское государство возложило на Академию наук проведение научных исследований для нужд промышленности и сельского хозяйства.

В 1918 году Академию передают Наркомпросу, готовился проект о ее реорганизации в ассоциацию научных учреждений, в которую должны войти на основе федерации различные общества и объединения ученых-специалистов. Но Академия этот проект не одобрила и в своем решении нашла поддержку у В.И. Ленина.

В годы гражданской войны материальное положение Академии было тяжелым. Правительство выделяло продовольственные пайки, способствовало улучшению положения конкретных ученых. Особое внимание В.И. Ленин уделял ученому-физиологу И.П. Павлову. В 1920 году он направил письма в Петроградский исполком с просьбой «предоставить ему сверхнормальный паек». В 1921 году вышло Постановление СНК «Об условиях, обеспечивающих научную работу академика И.П. Павлова и его сотрудников». В 1922 году ежемесячные продуктовые пайки получали 22589 деятелей науки и техники.

С первых лет советской власти Академия наук резко увеличивает свой потенциал. При Академии наук создаются новая типография, библиотека. В 1918 году стала действовать комиссия по изучению Курской магнитной аномалии. Первыми научными учреждениями, созданными при советской власти, были Институт платины и Институт физико-химического анализа (апрель 1918 г.). Благодаря усилиям советской власти и ведущих ученых страны организуется оптический институт (1918), его возглавил академик Д.С. Рождественский. Он руководил созданием оптической промышленности в стране, вел многочисленные спектральные исследования.

К числу важных мероприятий Академии наук относится создание Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ) под руководством Николая Егоровича Жуковского (1847–1921). Жуковский открыл источник подъемной силы крыла, создал формулу для расчета этой силы. Возникла

возможность математического расчета любого летательного аппарата. До сих пор в мире курс аэродинамики начинается с изложения теории подъемной силы, разработанной Жуковским. Ученый также разработал теорию крыла самолета, методы расчета воздушных винтов и динамики полета. Еще до первой мировой войны при МВТУ Жуковский организовал курсы авиации. Здесь он начал первым в мире читать курс лекций по теоретическим основам воздухоплавания. В 1918 году курсы были преобразованы в Московский институт инженеров воздушного флота, ставший затем Академией воздушного флота имени Жуковского. При непосредственном участии Жуковского было создано крупнейшее авиационное учебное заведение – Московский авиационный институт (МАИ), а также Военно-воздушная академия, которая носит его имя.

Впоследствии из ЦАГИ, созданного Жуковским, выделились Институт авиамоторостроения, Институт авиационного материаловедения, конструкторские бюро многих создателей отечественной авиационной техники.

Сергей Алексеевич Чаплыгин (1869–1942) был главным научным руководителем и председателем коллегии ЦАГИ. Научная деятельность Чаплыгина выдвинула его на одно из первых мест среди советских ученых. Физико-технический рентгеновский институт был создан под руководством академика А.Ф. Иоффе. В 1921 году в Советской России был поставлен опыт по применению гравитационного вариометра для изучения поверхностных слоев Земли. На базе Ленинградского физико-технического института создается Радиевый институт во главе с академиком В.И. Вернадским. Из Ленинградского физтеха был выделен Институт химической физики под руководством академика Н.Н. Семенова. Физико-технический институт способствовал появлению электрофизического института, Уральского института металлов, Харьковского физико-технического института и других. Академия наук расширяется за счет передачи в ее ведение ряда научных учреждений. В 1919 году в систему академии входят Пушкинский дом

(Институт русской литературы), Толстовский музей, в 1921 году – Археографическая комиссия, в 1925 году – Музей палеографии.

Результаты научных исследований Академии наук были использованы при создании плана ГОЭРЛО – Государственной комиссии по электрификации России. В комиссии работало свыше 200 специалистов, в том числе крупнейшие ученые. В основу плана были положены принципы районирования промышленности и сельского хозяйства в зависимости от наличия сырья и энергетической базы.

В 1921 году на базе двух академических учреждений – Физической лаборатории и Математического кабинета был образован Физико-математический институт во главе с академиком В.А. Стекловым. Академик Н.Я. Марр создает Яфетический институт.

Значительный вклад в становление советской науки внес Николай Иванович Вавилов (1887–1943). В 1923 году Н.И. Вавилов возглавил Государственный институт опытной агрономии (позднее – Всероссийский институт растениеводства). В 20-е годы XX века ученый стал инициатором создания по стране сети опытных селекционных станций, которые позднее были преобразованы в сельскохозяйственные опытные станции, в дальнейшем – научно-исследовательские институты сельского хозяйства.

Существенное развитие получила практика проведения научных экспедиций (свыше 150 с 1919 по 1925 год). Ученые вели геологические, минералогические, геофизические, гидрологические, почвенные, ботанические, зоологические, этнографические, археологические, палеонтологические и другие исследования. Так, в 20-30-е годы Н.И. Вавилов побывал в 17 странах Азии, Африки, Центральной и Южной Америки.

К сферам научных изысканий Н.И. Вавилова относились генетика, ботаника, агрономия, теория селекции, география растений. Он совершил крупные открытия: установил законы гомологических рядов и центры распространения культурных растений. В книге Вавилова «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям» были показаны генетические корни

иммунитета. Родственные виды и роды, гласит сформулированный Вавиловым закон, благодаря сходству их генотипов, в значительной мере повторяют друг друга в своей изменчивости. В близкородственных видах растений разные формы и разновидности образуют соответствующие друг другу ряды. Мысль о единстве многообразия – главная в его труде. Далее Вавилов развивал мысль о необходимости систематического изучения разновидностей в пределах видов, что крайне важно и для генетики, и для агрономии. Открытие закона гомологических рядов обогатило биологию. Одновременно этот труд послужил растениеводам и селекционерам для практических целей, для лучшего познания и использования растений. Применение нового закона позволило Вавилову поставить вопрос и о том, что все культурные растения Земли произошли из нескольких генетических центров. В 1929 году Н.И. Вавилова избирают академиком и практически одновременно президентом Академии сельскохозяйственных наук.

В 20-е годы XX столетия авторитет Академии наук стал настолько высок, что ряд видных советских ученых были избраны в международные организации и получили почетные звания иностранных научных организаций. В 1922 году премия Кювье была присуждена Парижской академией наук академику А.П. Карпинскому, премия Ландау – академику А.А. Белопольскому. Крупные советские ученые приняли участие в ряде международных конгрессов и конференций. В сентябре 1925 года в СССР широко отмечалось 200-летие Академии наук. На торжества прибыли 130 ученых из многих зарубежных государств. Член Лондонского королевского общества Томсон отметил: «Значение Академии для мировой науки огромно. Академия заняла подобающее ей место среди центров мировой духовной культуры». Празднование юбилея способствовало расширению международных контактов советских и зарубежных ученых.

В те годы правительство выдвинуло лозунг: «Наука для масс – для трудового человечества». Во второй половине 1929 года академия утвердила положение об аспирантах. Срок обучения устанавливался в 3 года. Лица,

желавшие поступить в аспирантуру, должны были иметь законченное высшее образование, знать иностранный язык. В аспирантуру Академии наук, в отличие от вузовской аспирантуры, зачислялись лица, которые не менее двух лет проработали по специальности. Комиссия рассмотрела 365 заявлений и приняла 108 человек.

В 1927 году был принят первый устав АН СССР. Правительство признавало Академию высшим ученым учреждением страны. Устав определял задачи АН, они исходили из необходимости связи науки и практики. В числе первоочередных задач стояли:

- развивать и совершенствовать научные дисциплины, обогащать их новыми открытиями и методами исследования;
- изучать естественные производительные силы страны и содействовать их использованию;
- приспособлять научные теории и результаты научных опытов к практическому применению в промышленности и культурно-экономическому развитию.

В начале 30-х годов XX века государство стало проводить политику на создание академических учреждений по всей территории страны.

В 1926 году создается Особый комитет по исследованию союзных и автономных республик. Деятельность академии способствовала преодолению технико-экономической отсталости национальных республик и областей. В союзных и автономных республиках стала возникать сеть научных учреждений. В январе 1929 года создается Академия наук Белорусской АССР. От союзной академии в нее вошли известные ученые – А.П. Карпинский, С.Ф. Ольденбург, Н.Я. Марр, М.Н. Покровский и В.Р. Вильямс. В последующие годы бурно развивалась Академия наук в Белоруссии. К концу 30-х годов XX века в ее составе находилось 9 научно-исследовательских институтов и 2 крупные лаборатории. На Украине Академия наук была создана в 1919 году. В ряде других союзных республик с 1931 года стали создаваться филиалы АН СССР. Научные учреждения были образованы на Урале, в Закавказье, Средней Азии,

на Дальнем Востоке, в Сибири. Так, в 1931 году возникает Дальневосточный филиал АН. В своем составе он имел три института – Биологический, Технический, Химический. В 1932 году создаются Уральский и Закавказский филиалы АН СССР.

В 1934 году Академия наук СССР переезжает в Москву. Одновременно в Москву переезжают физический, математический, сейсмологический, энергетический, геологический, петрографический, микробиологический институты. Правительство приняло решение также переместить в Москву институты общей и неорганической химии, микробиологический, генетики, органической химии, геохимии, кристаллографии, почвоведения, физиологии растений, коллоидно-электрохимическую лабораторию.

В 1935 году был принят новый Устав Академии. На Академию возлагались задачи подготовки научных кадров и повышения квалификации. Главным органом Академии было общее собрание. Оно обсуждало научные проблемы, намечало общую линию научной работы, согласовывало планы научных исследований. Академия стала состоять из трех отделений (математических и естественных наук, общественных наук, технических наук). Отделения подразделялись на группы. При Академии было создано несколько комиссий, в том числе Историческая комиссия.

Советская высшая школа стала давать студентам широкие, фундаментальные общенаучные знания, а также знания современных достижений науки, техники и культуры. Высшее образование строилось так, чтобы у студентов развивались научно-философское мировоззрение, творческие способности, умение самостоятельно анализировать и обобщать знания, вести наблюдения, экспериментировать. Была усилена практическая подготовка студентов. Производственная практика возросла по объему и стала неотъемлемой частью учебного плана каждого вуза. При социализме возникла важная закономерность в развитии практической силы науки. «Эта закономерность состоит в тенденции такого высокого развития единства науки и общества, при котором нормой, постоянным правилом становится активное и

все более полное превращение одной “противоположности” в другую: науки – в разностороннее практическое богатство общества, общества – в условие всестороннего развития науки, наиболее широкого раскрытия ее творческих возможностей» [4; с. 164-165].

Коммунистическая партия и Советское правительство много внимания уделяли демократизации высшей школы, привлечению народных масс к образованию. «На первое место, – указывалось в постановлении СНК “О преимущественном приеме в высшие учебные заведения представителей пролетариата и беднейшего крестьянства” от 2 августа 1918 года, – безусловно должны быть приняты лица из среды пролетариата и беднейшего крестьянства, которым будут предоставлены в широком размере стипендии» [5]. Для обеспечения широкого доступа молодежи из рабочих и крестьян были созданы рабочие факультеты (рабфаки), которые позволяли завершить среднее общее образование и готовили слушателей к обучению в вузах. Для получения образования и квалификации без отрыва от работы была создана система вечернего и заочного высшего образования.

Развитие сети вузов во всех союзных республиках, расширение подготовки специалистов в СССР осуществлялось в тесной связи с планами развития всех отраслей народного хозяйства. В вузах увеличилась доля преподавания естественных наук.

В трудные для страны 1918–1920 годы было образовано 15 новых университетов, многие из которых находились в национальных республиках. Получает развитие гуманитарное образование. В 1931 году создается Московский институт истории, философии и литературы (МИФЛИ). В институте преподавали заслуженные профессора, а студентами были «поднимавшиеся к высотам науки молодые историки, литераторы, философы» [1; с. 46].

Если в 1914/1915 учебном году в России обучалось 127,4 тысяч человек в 105 вузах, то в 1921/1922 уч. году вузов было уже 278. Количество студентов

выросло до 206 тысяч человек [6]. В 1931/32 уч. году количество вузов в СССР достигло 701 (405,9 тыс. студентов).

Подготовка специалистов в университетах предусматривала высокий общенаучный уровень образования. Учебный процесс был сопряжен с проведением фундаментальных научных исследований, вовлечением студентов в активную научно-исследовательскую работу под руководством профессоров и преподавателей.

При советской власти была ликвидирована кастовость научных работников. В Положении о научных работниках вузов, утвержденном СНК РСФСР 20 января 1924 года, указывалось, что научными работниками вузов могут быть все лица, обладающие достаточной научной подготовкой.

Повышение научного уровня подготовки специалистов обеспечивалось активной научно-исследовательской работой кафедр с привлечением к этой работе и одаренных студентов. Для совершенствования научных исследований в вузах создавались проблемные лаборатории, научно-исследовательские институты, где разрабатывались актуальные научные проблемы. Многие вузы стали ведущими научными центрами в различных отраслях науки, техники и культуры.

В университетском образовании СССР сложились всемирно известные научные школы. Например, крупные математические школы вели работы в Московском, Ленинградском, Новосибирском, Киевском, Тбилиском, Казанском университетах. Известные химические школы действовали в Казанском, Ленинградском, Харьковском университетах; в области филологии и языкознания – в Ереванском, Ленинградском, Тбилиском. Существенные успехи достигнуты учеными университетов в разработке проблем биологии (молекулярная биология, микробиология, биохимия, биофизика).

Таким образом, несмотря на труднейшие условия гражданской войны и послевоенного восстановления народного хозяйства, Коммунистическая партия и советское правительство всемерно способствовали развитию науки и высшего образования. Политика Советского государства по отношению к науке доказала

свою эффективность. За короткий исторический срок советские ученые, конструкторы обогатили мировую копилку научных знаний и вывели страну на многие десятилетия в лидеры научно-технического прогресса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карпов Г.Д., Серцова А.П. Москва устояла. 1941. История и судьбы людей / Г.Д. Карпов. – М.: Рекламный мир, 1996. – 319 с.
2. Ленин В.И. Проект программы РКП(б) // Полн. собр. соч. Т. 38. – М.: ИПЛ, 1974. – С. 81-124.
3. Маслихин А.В. История и философия науки: Учебное пособие. 2-е изд., доп. / Мар. гос. ун-т; А.В. Маслихин. – Йошкар-Ола. – 2007. – 184 с.
4. Рачков П.А. Раскованный Прометей. Наука как практическое богатство социалистического общества / П.А. Рачков. – М.: МГУ, 1979. – 199 с.
5. Совет народных комиссаров (СНК). Постановление о преимущественном приеме в высшие учебные заведения представителей пролетариата и беднейшего крестьянства. 2 августа // Известия. 1918. № 165, 4 августа.
6. Образование в СССР / Википедия // https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B2_%D0%A1%D0%A1%D0%A1%D0%A0

© Маслихин А.В., 2023

Научная слова

УДК 633.31/.37: 635.657: 631.522/.524

Г.А. Маслова, О.С. Носко, П.Ю. Рожков, А.А. Рожкова

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Россия

ИЗУЧЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ КОЛЛЕКЦИОННОГО ПИТОМНИКА НУТА

Аннотация. В статье приведена оценка фенологических и морфологических признаков перспективных сортобразцов из изучаемого коллекционного питомника нута ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Выявлены ценные генотипы по важным показателям в создании сортов: пригодность к механизированной уборке (компактным габитусом и слабым ветвлением растений), крупность и урожайность семян, для последующего их включением в селекционный процесс.

Ключевые слова: нут, коллекция, сортообразец, высота растения, семенная продуктивность

G.A. Maslova, O.S. Nosko, P.Yu. Rozhkov, A.A. Rozhkova

Russian Research Institut for Sorghum and Maize «Rossorgo», Saratov , Russia

STUDYING THE SIGNS OF PERSPECTIVE VARIETY SPECIMEN OF THE COLLECTION NURSERY OF CHICKPEA

Annotation. The article provides an assessment of the phenological and morphological characteristics of promising varieties from the studied chickpea collection nursery of the FGBNU ROSNIISK «Rossorgo». Valuable genotypes have been identified for important indicators in the creation of varieties: suitability for

mechanized harvesting (compact habit and weak branching of plants), seed size and yield, for their subsequent inclusion in the breeding process.

Keywords: chickpea, collection, variety specimen, plant height, seed productivity

В Нижнем Поволжье есть все необходимые условия для выращивания высокобелковых и засухоустойчивых культур, но их недостаточное распространение объясняется отсутствием сортов, отвечающих требованиям современного сельскохозяйственного производства [1, 3, 4, 7]. Данная работа посвящена востребованной в засушливых условиях РФ зернобобовой культуре - нуту.

С целью выявления ценных генотипов с последующим их включением в селекционный процесс, провели оценку фенологических и морфологических признаков имеющихся сортообразцов коллекционного питомника нута. Образцы сгруппированы по крупности семян, так как на рынке этот показатель считается одним из приоритетных. В статье приведены самые крупные образцы с массой 1 тыс. семян более 350 г. Выявлены перспективные сортообразцы по вегетативным и генеративным признакам, а также биохимическому составу семян. Лучшие рекомендуются для использования в селекции новых более урожайных сортов нута в условиях Нижнего Поволжья.

Методика исследований. Полевые опыты заложены в ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» и общепринятым методикам полевого опыта [2]. В качестве объектов исследований включили 27 сортообразцов нута из мировой коллекции ВИР. Посев коллекционного питомника осуществлен кассетной сеялкой СКС 6-10. Площадь делянок составила 7,7 м², размещение рендомизированное. Площадь учётной делянки – 3,5 м², повторность в опыте трёхкратная.

При изучении морфометрических признаков использовали следующие показатели: высота растений, высота прикрепления нижнего боба. Анализ

элементов урожайности состоял из следующих признаков: количество бобов и семян, массы семян с 1 растения и массы 1000 семян [5, 6].

Анализ биохимического состава зерна проводили в отделе «Биохимии и биотехнологии» ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» на инфракрасном анализаторе марки Spectra Star ТМХТ.

Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с использованием пакета программ «AGROS 2.09» методом дисперсионного анализа [8]. Оценку существенности различий между полученными экспериментальными данными проводили по величине наименьшей существенной разницы (НСР05).

В результате оценки фенологических и морфологических признаков изучаемых сортообразцов коллекционного питомника нута, отмечены ценные генотипы с хорошими количественными и качественными показателями.

Одним из важных показателей в создании сортов является увеличение высоты растений и прикрепления первого боба – пригодность к механизированной уборке. Габитус таких сортов должен быть компактным, ветвление растений слабым (таблица 1). В изучаемых сортообразцах стебель представлен от коротких (высота растений составила от 30,72 до 35,81 см с прикреплением нижнего боба от 5,28 до 16,19 см) – к-572, к-574, к-612, к-2138, к-189, Линия 91, к-3097, к-2307, к-531; средних (высота растений от 37,75 до 45,94 см с прикреплением нижнего боба от 7,47 до 15,33 см) – Бенефис, к-466, к-2793, к-533, к-2397 до длинных (высота растений от 46,03 до 58,83 см с прикреплением нижнего боба от 16,92 – 27,19 см) – Галилео, к-495, Линия 24, к-416, к-423, к-434, к-499, к-109, к-2941, к-542, к-2901, к-388, к-615.

Таблица 1 – Вегетативные признаки и межфазные периоды сортообразцов нута, 2022 г.

№ коллекции и ВИР	Наименование сортообразца	Кол-во ветвей 1 порядка, шт.	Ветвистость, балл	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Период «всходы цветение», сутки
	Бенефис (st)	3,20lmn о	5	40,67e	11,86f	34
	Галилео (st)	2,40d-h	3	51,47nop	21,53qrst	33
к-572	б/н	2,60e-j	3	30,72a	5,28a	32
к-574	б/н	2,60hij	3	32,64ab	6,19ab	32
к-612	б/н	2,40d-h	3	35,75a-e	8,19c	31
к-2138	CUNUN-11	3,20mno	5	31,72a	10,33f	32
к-466	Pois Chiches	2,00a	3	37,75bcde	7,47bc	31
к-189	б/н	3,40nop	5	34,14abc	10,08def	34
к-2793	Flip 91-45	2,20abcd	3	39,94de	14,50ghi	33
–	Линия 91	2,60hij	3	35,81 a-e	10,61f	31
к-533	б/н	2,20abcd	3	38,25cde	11,56f	32
к-3097	ILC-8041	3,40op	5	33,61abc	16,19ijk	38
к-2307	б/н	2,40d-h	3	34,42abc	10,11ef	32
к-531	Garbanzas	2,80jk	3	32,56ab	7,33bc	30
к-495	Garbanzo	3,60p	5	52,25op	21,56rst	34
–	Линия 24	3,00klm	5	46,03g-n	23,19tu	34
к-416	Garbanzo	2,20abcd	3	50,72nop	17,64klmn	35
к-423	Garbanzo	2,60ghij	3	47,89lmno	21,36p-t	33
к-434	Garbanzo	2,40c-h	3	47,61k-o	19,44mnop	30
к-499	б/н	2,20abcd	3	58,83q	27,19v	35
к-2397	Краснокутский 36	2,60f-j	3	45,94f-n	15,33hij	32
к-109	Бухарский	2,60hij	3	54,97pq	18,94lmno	37
к-2941	ILC-6842	2,00a	3	46,42h-n	20,31o-s	35
к-542	б/н	2,40d-h	3	51,33 nop	23,94u	33
к-2901	местный	2,40b-h	3	46,78i-o	21,92st	32

№ коллекции и ВИР	Наименование сортообразца	Кол-во ветвей 1 порядка, шт.	Ветвистость, балл	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Период «всходы цветение», сутки
к-388	б/н	2,00а	3	47,50j-o	19,50пор	36
к-615	б/н	2,80ijk	3	49,92mnop	16,92jk	35
Среднее значение		2,60		42,80	15,50	33,19
Коэффициент вариации, %		17,20		19,11	40,09	6,09
F _{факт.}		21.68*		23.28*	95.96*	
НСР ₀₅		0.27		4.80	1.79	

Примечание: * значимо на 5% уровне; отсутствие символа «*» указывает на незначимость коэффициента

По характеристике из международного классификатора СЭВ рода *Cicer L.* сортообразцы имели ветвистость слабую от 3 баллов и среднюю до 5 баллов. Наибольшее число ветвей 1 порядка (3,6 шт.) на высоте 19 см наблюдалось у сортообразца к-495.

Коэффициента вариации по высоте растений составил 19,11%, что говорит о средней степени изменчивости; по высоте прикрепления нижнего боба изменчивость была высокой ($V=40,09\%$).

В настоящее время наибольшим спросом на экспорт пользуется крупносемянные семена нута с диаметром более 8 мм – изучаемые образцы отвечают всем требованиям. Число бобов на 1 растение составило от 43,50 до 128,33 шт. с числом семян от 48,76 до 151,08 шт. (таблица 2).

Таблица 2 – Генеративные признаки сортообразцов нута, 2022 г.

№ коллекции ВИР	Наименование сортообразца	Длина боба, см	Ширина боба, см	Число бобов с 1 растения, шт.	Число семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1 тыс. семян, г
	Бенефис (st)	2,76	1,43gh	69,50f-j	90,35hijk	32,99h-l	364,21a

№ колл кции ВИР	Наименовани е сортообразца	Длина боба, см	Ширина боба, см	Число бобов с 1 растения, шт.	Число семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1 тыс. семян, г
	Галилео (st)	2,60	1,46h	62,67d-h	79,38efgh	28,60c-h	359,17a
к-572	б/н	2,31	1,24a-e	106,33pqr	113,42mnop	41,90n-r	369,00a
к-574	б/н	2,45	1,27a-g	90,83o	115,05nopq	42,60opqr	370,50a
к-612	б/н	2,42	1,19abcd	82,17lmno	95,87ijkl	33,69i-m	352,33a
к- 2138	CUNUN-11	2,57	1,30b-h	76,50ijkl	96,90 jkl	34,11jklm	352,17a
к-466	Pois Chiches	2,52	1,18abc	60,00cde	76,00defg	28,20cd-g	369,50a
к-189	б/н	2,36	1,27a-g	77,00jkl	87,27ghij	32,50g-k	372,67a
к- 2793	Flip 91-45	2,46	1,37efgh	70,00ghij	100,33kl	36,80klm	367,00a
–	Линия 91	2,53	1,40efgh	60,33cdef	80,44fgh	31,20f-j	387,33ab
к-533	б/н	2,61	1,33c-h	54,17cd	55,98ab	24,40bc	436,00bcd
к- 3097	ILC-8041	2,57	1,29b-h	44,33a	48,76a	18,30a	374,83a
к- 2307	б/н	2,53	1,29c-h	65,67efgh	70,05def	25,20cd	360,50a
к-531	Garbanzas	2,61	1,23a-e	122,50st	151,08r	58,10s	385,17a
к-495	Garbanzo	2,61	1,30 b-h	80,33klmn	125,85q	46,10r	365,83a
–	Линия 24	2,75	1,31 c-h	107,83qr	122,21pq	45,63qr	373,17a
к-416	Garbanzo	2,69	1,39efgh	59,50cde	67,43cd	31,10e-j	460,50de
к-423	Garbanzo	2,75	1,32c-h	87,33mno	104,80lmn	37,10lm	354,17a
к-434	Garbanzo	2,71	1,37d-h	53,00bc	65,37bcd	29,50d-i	451,50cde
к-499	б/н	2,55	1,31c-h	59,83cde	69,80def	26,70cde	382,33a
к- 2397	Краснокутск ий 36	2,49	1,13ab	43,50a	49,30a	17,58a	356,50a
к-109	Бухарский	2,27	1,10a	128,33t	209,61t	74,20u	355,67a
к- 2941	ILC-6842	2,62	1,29b-h	70,67hij	70,67def	27,80cdef	393,17ab
к-542	б/н	2,63	1,43fgh	67,50efgh	76,50defg	37,50m	490,50e
к-	местный	2,51	1,34c-h	64,00efgh	76,80defg	28,00cdef	364,00a

№ коллекции ВИР	Наименование сортообразца	Длина боба, см	Ширина боба, см	Число бобов с 1 растения, шт.	Число семян с 1 растения, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1 тыс. семян, г
2901							
к-388	б/н	2,43	1,23а-е	112,00г	168,00s	67,30t	399,33ab
к-615	б/н	2,49	1,27а-g	88,17no	117,56орq	45,00pqr	382,67а
Среднее значение		2,55	1,30	76,44	95,73	36,37	383,33
Коэффициент вариации, %		5,03	6,79	29,68	38,58	36,72	9,26
F _{факт.}		1.57	2.79*	63.43*	105.85*	95.57*	4.97*
НСР ₀₅		-	0.15	8.06	10.16	3.87	45.06

Примечание: * значимо на 5% уровне; отсутствие символа «*» указывает на незначимость коэффициента

Наибольшей урожайностью (более 3,5 т/га) характеризовались генотипы - к-2940, к-2944, Галилео, к-574, к-2307, к-475, к-400, к-1712.

Таким образом, выявлены ценные генотипы для последующего включения в селекционный процесс:

- пригодность к механизированной уборке: Галилео, к-495, Линия 24, к-416, к-423, к-434, к-499, к-109, к-2941, к-542, к-2901, к-388, к-615;

- крупносемянные сортообразцы: к-612, к-466, Линия 91, к-531, к-434, Галилео, к-572, к-574, к-2138, к-2793, к-533, к-2307, к-423, к-2397, к-542, к-2901, Бенефис (st), к-189, к-495, Линия 24, к-416, к-499, к-2941, к-615, к-109, к-388;

- урожайные сортообразцы: к-2940, к-2944, Галилео, к-574, к-2307, к-475, к-400, к-1712.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вошедский Н.Н. Особенности влияния элементов технологии при возделывании нута на засорённость посевов и урожайность зерна // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. - С. 80-84.

2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). - М.: Агропромиздат., 2011. - 352 с.
3. Зотиков В.И. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений / В.И. Зотиков. А.А. Полухин. Н.В. Грядунова и др. // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2020. - № 4 (36). - С. 5-17.
4. Маслова Г.А., Зайцев С.А., Башинская О.С., Бабушкин Д.Д. Оценка сортообразцов мировой коллекции нута в засушливых регионах Российской Федерации для создания высокопродуктивных сортов // «ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2022» Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 135-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, 2022. – С.145-149.
5. Международный классификатор СЭВ рода *Cicer* L. – Л., 1980. – 18 с.
6. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / [под ред. Н.И. Корсакова]. – Л., 1975. - 60 с.
7. Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И. Изучение сортообразцов нута (*Cicer arietinum* L.) коллекции ВИР как исходного материала для селекции в Нижнем Поволжье // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Коняевские чтения». - Екатеринбург, 2022. – С. 27-29.
8. Синюшин А.А. Статистические ошибки и как их избегают, или о корректном анализе количественных данных в селекции // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2021. - №3 (39). - С. 6-10.

© Маслова Г.А., Носко О.С., Рожков П.Ю., Рожкова А.А., 2023

Научная статья

УДК 631.527

Г.А. Мефодьев

Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия

КОМБИНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ ПО КОЛИЧЕСТВУ ЗЕРЕН В КОЛОСЕ

Аннотация. В статье изложены результаты анализа перспективных селекционных линий яровой тритикале по комбинационной способности по признаку «количество зерен в колосе». Оценка гибридных комбинаций проведена в реципрокных скрещиваниях. Было выявлено наличие родительского эффекта. Для использования в селекционной работе рекомендованы линии, которые могут быть использованы в качестве родительских форм.

Ключевые слова: яровая тритикале, количество зерен, общая комбинационная способность, специфическая комбинационная способность.

G. A. Mefodev

Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

INFLUENCE OF NUTRITION AREA ON THE COMBINATING ABILITY OF SPRING TRITICALE LINES

Annotation. The article presents the results of the analysis of promising breeding lines of spring triticale by combinational ability on the basis of "the number of grains in the ear". Hybrid combinations were evaluated in reciprocal crosses. The presence of a parental effect was revealed. Lines that can be used as parent forms are recommended for use in breeding work.

Keywords: spring triticale, feeding area, general combining ability, specific combining ability.

Яровая тритикале по площади выращивания в нашей стране значительно уступает другим зерновым культурам. Это обусловлено многими причинами. Одной из основных причин является скудный ассортимент сортов яровой тритикале. Поэтому необходимо усилить селекционную работу по созданию новых перспективных сортов. Традиционно сорта создаются путем гибридизации и отбора. При этом всегда основной упор делают на подбор материнских и отцовских форм в процессе гибридизации. Для повышения эффективности этого процесса родительские пары стараются подбирать на основе оценки комбинационной способности форм, которые планируют использовать в качестве родителей во время гибридизации [1-7]. Комбинационная селекция позволяет на основе изучения начальных гибридных поколений предсказать селекционную ценность исходного материала и эффективно проводить отбор в более поздних поколениях. Кроме того, определение общей и специфической комбинационной способности позволяет выявить лучших доноров по определенным хозяйственно ценным признакам [9,10].

Исследования проводили на опытном поле Чувашского ГАУ в 2021-2022 гг. Анализировали гибридное потомство F₁ и F₂. В качестве родителей использовали перспективные линии 113, 627, 1121 и 1274, отобранные в конкурсном сортоиспытании. Семена высевали вручную по схеме 20×10 см² по 50 зерен на делянку в трехкратной повторности. Размещение вариантов рандомизированное. Для дисперсионного анализа использовали Microsoft Excel. Комбинационную способность оценивали по методике В. К. Савченко [8].

Количество зерен в колосе является одним из элементов структуры урожая. Между урожайностью и количеством зерен в колосе существует довольно высокая корреляционная связь. Дисперсионный анализ показал

наличие значимых различий между вариантами. Из родительских форм самый высокий показатель был характерен для линии 1121, а самый низкий – для линии 627 (таблица 1).

Таблица 1 – Количество зерен в колосе, шт.

Материнская форма	Отцовская форма			
	113	627	1121	1274
113	60,5	69,5	48,6	51,9
627	47,8	46,5	60,3	57,0
1121	70,8	69,9	63,1	67,2
1274	55,8	68,6	63,2	49,0

Достоверно максимальные количества зерен в колосе по сравнению с родительскими формами имели гибриды 1121 × 113, 1121 × 627, 1121 × 1274, 113 × 627 и 1274 × 627.

В ходе анализа общей комбинационной способности линий выявлено существенно влияние их на характер проявления признака в зависимости от того в качестве какой родительской формы они участвуют в гибридизации (таблица 2).

Таблица 2 – Эффекты общей комбинационной способности линий яровой тритикале

Линия	Материнская форма	Отцовская форма
113	-1,7	-0,6
627	-6,4	4,3
1121	8,4	-0,6
1274	-0,2	-3,1

Линия 1121 максимальный положительный эффект в увеличении количества зерен в колосе дает при использовании ее в качестве материнской формы, а линия 627 – в качестве отцовской формы. У линий 113 и 1274 эффекты общей комбинационной способности оказались низкими.

Возможность использования отдельной гибридной комбинации можно судить по значению специфической комбинационной способности (таблица 3).

Таблица 3 – Специфическая комбинационная способность линий яровой тритикале

Материнская форма	Отцовская форма			
	113	627	1121	1274
113	-	7,6	-8,5	-2,6
627	-4,5	-	7,9	7,2
1121	3,7	-2,1	-	2,5
1274	-2,7	5,2	4,6	-

Самые высокие значения специфической комбинационной способности обнаружены для комбинаций 113 × 627, 627 × 1121 и 627 × 1274.

Таким образом, для увеличения количества зерен в колосе яровой тритикале в гибридных комбинациях целесообразно в качестве материнской формы использовать линию 1121, а в качестве отцовской формы – линию 627. Гибридные комбинации 113 × 627, 627 × 1121 и 627 × 1274 увеличивают вероятность отбора трансгрессивных форм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алейников, А. Ф. Диаллельный анализ тритикале / А. Ф. Алейников, И. Г. Гребенникова, П. И. Степочкин // Математические модели и информационные технологии в сельскохозяйственной биологии: итоги и перспективы : Материалы Всероссийской конференции (с международным участием), Санкт-Петербург, 14–15 октября 2010 года. – Санкт-Петербург, 2010. – С. 288.
2. Гребенникова, И. Г. Диаллельный анализ длины колоса у яровой тритикале / И. Г. Гребенникова, А. Ф. Алейников, П. И. Степочкин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 12(216). – С. 103-109.
3. Гребенникова, И. Г. Диаллельный анализ числа колосков в колосе яровой тритикале / И. Г. Гребенникова, А. Ф. Алейников, П. И. Степочкин // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 7-8(221). – С. 77-85.
4. Кротова, Л. А. Комбинационная способность мутантов и линий яровой пшеницы по основным элементам продуктивности / Л. А. Кротова, С. П. Кузьмина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3(65). – С. 36-41.

5. Кругленя, В. П. Комбинационная способность тритикале и секалотритикум в топкроссах по признакам продуктивности / В. П. Кругленя, А. В. Кильчевский // *Агроэкология : Сборник научных трудов. Том Выпуск 3. Экологические основы растениеводства.* – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2005. – С. 33-38.
6. Мефодьев, Г. А. Комбинационная способность сортов яровой тритикале / Г. А. Мефодьев, Л. Г. Шашкаров // *Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии.* – 2018. – № 4(7). – С. 27-31.
7. Мефодьев, Г. А. Перспективные селекционные линии яровой тритикале для Чувашской Республики / Г. А. Мефодьев, А. Н. Немова, М. И. Яковлева // *Вестник Чувашского государственного аграрного университета.* – 2023. – № 2(25). – С. 49-53.
8. Савченко, В. К. Метод оценки комбинационной способности генетически разнокачественных наборов родительских форм / В. К. Савченко // *Методики генетико-селекционного и генетического экспериментов.* – Минск, 1973, - 48-77.
9. Тимощенко, В. Г. Сравнительная характеристика основных элементов продуктивности образцов озимого тритикале по общей и специфической комбинационной способности / В. Г. Тимощенко // *Сельское хозяйство - проблемы и перспективы : сборник научных трудов: в 3 томах. Том 3.* – Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2011. – С. 243-250.
10. Трипутин, В. М. Оценка комбинационной способности сортов и форм озимых и яровых тритикале в топкроссных скрещиваниях / В. М. Трипутин, С. И. Леонтьев // *Биология, селекция и семеноводство полевых культур в Западной Сибири.* – Омск : Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 1994. – С. 9-14.

© Мефодьев Г.А., 2023

Научная статья

УДК 633.171: 631.527:

В.А. Мозлов^{1,2}, В.И. Жужукин², Т. В. Кулемина³

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока, г. Саратов

³Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ ПРОСА ПО СТРУКТУРНЫМ ЭЛЕМЕНТАМ УРОЖАЯ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация. Проводился тщательный анализ самых урожайных линий проса с использованием разнообразных образцов посевного проса из разных экологических и географических зон. Целью исследования было определить и оценить экономические преимущества коллекционных образцов по показателям урожайности, включая урожайность метелок и растений, количество зерен и массу 1000 зерен, чтобы выделить наиболее ценные формы. Самые урожайные образцы, имеющие ценные свойства, были включены в процесс селекции для создания новых, адаптированных к местным условиям высокопродуктивных сортов

Ключевые слова: просо, сортообразцы, урожайность, продуктивная кустистость, масса 1000 зёрен.

V. A. Mozlov^{1,2}, V. I. Zhuzhukin², T. V. Kulemina³

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology, and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

²Federal State Budget Scientific Institution Federal Agrarian Research Center of the South-East, Saratov

³Federal Research Center the N.I.Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

ASSESSMENT OF MILLET COLLECTION BY STRUCTURAL ELEMENTS OF HARVEST UNDER THE CONDITIONS OF LOWER VOLGA REGION

Annotation. A thorough analysis of the most productive millet lines was carried out using a variety of samples of sowing millet from different ecological and geographical zones. The aim of the study was to determine and evaluate the economic benefits of collection samples in terms of yield, including the yield of panicles and plants, the number of grains and the mass of 1,000 grains, in order to identify the most valuable forms. The most fruitful samples with valuable properties were included in the selection process to create new, locally adapted, highly productive varieties.

Keywords: millet, variety samples, yield, productive bushiness, mass of 1000 seeds.

В настоящее время одной из наиболее актуальных и, в то же время, сложных задач в области сельского хозяйства является обеспечение устойчивого роста продуктивности и экологической устойчивости агроэкосистем в условиях изменений погодно-климатических условий на глобальном и локальном уровнях [1, 2].

Просо – это ценная культура, что является образцом универсальности. Основным и наиболее ценным продуктом при выращивании проса является пшено, которое по вкусовым и пищевым характеристикам занимает одно из первых мест среди других злаков [3]. В последние годы площади посева проса резко сократились, и урожайность остается низкой. Тем не менее, благодаря универсальным биологическим характеристикам, высокой адаптивности к различным почвам и климатическим условиям, а также особенностям

размножения, просо может занимать важное место среди других злаковых культур [4].

Просо выделяется среди других злаковых особым разнообразием признаков, включая тип соцветия, цвет зерна, высоту растений, длину соцветий, их плотность, длительность различных фаз роста и всего вегетационного периода, форму и размер зерна, оболочку, а также реакцию растений на факторы окружающей среды. Это разнообразие способствует их экологической адаптивности и продуктивности [5, 6].

Существуют унаследованные различия между формами проса по технологическим характеристикам, химическому составу, устойчивости к болезням и по другим признакам и свойствам [7 - 9].

Учитывая значительную изменчивость климата в Нижнем Поволжье, высокая продуктивность здесь может быть обусловлена пластичностью сортов проса [10, 11]. Все эти аспекты должны быть эффективно использованы в практических исследованиях по созданию новых сортов, объединяющих ценные признаки и свойства, распределенные по разным формам [12].

Цель исследования заключается в оценке и выявлении экономически ценных характеристик образцов просяного зерна на основе элементов структуры урожайности.

Материал и методы.

Исследование было проведено в 2023 году на опытном поле Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока" (ФГБНУ "ФАНЦ Юго-Востока"), расположенном в степной зоне Нижнего Поволжья. Эта зона характеризуется умеренной засушливостью и имеет ГТК (географическая термическая карта) в диапазоне от 0,7 до 1,0. Согласно среднегодовым данным, количество осадков составляет 330 мм с вариациями от 197 до 479 мм, причем около 40% осадков обычно выпадает в конце июня и первой половине июля. Высокая суточная амплитуда температурных колебаний весной и осенью часто

приводит к заморозкам, что является нежелательным для теплолюбивой культуры проса.

Объектами исследования послужили коллекционные сортообразцы проса полученные из ВИРа. Исследование проводилось в соответствии с разработанными и принятыми методиками, используемыми при изучении мировой коллекции проса Всемирного института растениеводства (ВИР) [13]. Опыты были устроены на участках площадью 5 м², которые предшествующие годы использовались для выращивания яровой твердой пшеницы. Посев проводился в оптимальные сроки для данной культуры, с 28 мая по 4 июня, с использованием селекционной сеялки СПЧ-8.

Для лабораторного анализа количественных признаков перед сбором урожая было собрано по 20 растений каждого образца проса. Полный структурный анализ исходного материала проводился в лабораторных условиях. Полученные экспериментальные данные обрабатывались с использованием методов статистического анализа и биометрико-генетического анализа в области растениеводства и селекции с использованием программного пакета AGROS 2.11.

Результаты и обсуждение. Проведённое нами исследование набора проса мировой коллекции и местных сортообразцов показало, что пластичность сортов и подогнанность их к местным условиям обычно находят своё отражение в количественных показателях элементов структуры урожая (табл. 1).

Общая продуктивная кустистость проса является генотипическим свойством, но степень её проявления часто зависит от внешних условий. В засушливые годы как общая, так и продуктивная кустистость по сортам резко снижается.

Условия вегетации проса в 2023 г. Вегетация растений проса в 2023 г. проходила в резко изменяющихся условиях: относительно благоприятные периоды чередовались с экстремальными. После посева проса (с 29 мая по 1 июня) периодически выпадали осадки, вызвавшие массовое прорастание семян

сорняков и сильно осложнивших проблему поддержания посевов в опытно-пригодном состоянии. В целом получены удовлетворительные всходы. Рост и развитие растений проса в июне проходили в сравнительно благоприятных условиях. В июле относительно благоприятные погодные условия чередовались с «типичной» засухой (в отдельные дни температура воздуха достигала + 38°C и выше), в результате рост и развитие растений происходили с большой «нагрузкой» на адаптивные свойства изучаемого селекционного материала. В августе засушливые условия сочетались с относительно благоприятными, в результате созревание селекционных и семеноводческих посевов «сместилось» на начало сентября.

В 2023 году наблюдалась заметная череда жаркой и холодной погоды, существенные колебания дневных и ночных температур, а также высокий уровень влажности почвы в начале вегетационного периода. К сожалению, условий для интенсивного разрастания проса не было. Однако ранние сортообразцы, такие как К-8851 и К-7683, с высокой продуктивной кустистостью (1,7 - 1,9 стеблей на растение), благодаря своей ранней зрелости, сумели успешно справиться с этой ситуацией и избежать засухи.

Из таблицы 1 видно, что у ранних сортообразцов наблюдалась значительная продуктивная кустистость, в то время как у среднепоздних она была практически отсутствующей. Это объясняется тем, что ранние сортообразцы используют осадки осенне-зимнего периода для роста, в то время как среднепоздние сорта полагаются на осадки во второй половине лета. Среднепоздние и поздние сортообразцы проса проявили стабильную продуктивную кустистость по годам, поскольку они иногда вели себя как ранние сорта и использовали осадки в первой половине вегетационного периода, а иногда как среднепоздние сорта и использовали осадки во второй половине вегетации. Однако продуктивная кустистость не оказала значительного влияния на конечный урожай зерна.

Масса 1000 зерен – это один из важных морфологических признаков проса, который варьирует в широком диапазоне, от 3,8 до 9,0 грамма.

Коэффициент корреляции между массой 1000 зерен и урожаем зерна в наших опытах составил $r = +0,67 \pm 0,09$. Этот коэффициент значительно менее варьировал по годам, чем урожайность, и составил всего 57,4%.

В коллекции присутствуют разнообразные сортообразцы, различающиеся по размеру зерен. В 2023 году масса 1000 зерен варьировала от 3,8 до 9 граммов. Важно отметить, что 15% образцов имели высокую массу 1000 зерен, составляющую от 7 до 8 граммов, и большинство из них принадлежали к степным казахстанским и степным украинским экологическим группам.

Несколько образцов проса проявились как особенно крупные (см. таблицу 2): К-10165 – 8,08 г (Самарская область), К-10298 – 8,0 г (Оренбургская область), К-10434 – 8,64 г (Казахстан), К-10323 – 8,12 г, К-10492 – 8,12 г, К-10487 – 8,20, К-10489 – 8,64г, К10436 – 8,44 г, К-10209- 7,88 г, К-9551 – 8,16 г.

Таблица 1.

№ по каталогу ВИР	Засушливый год		
	2023		
	продуктивная кустистость, стеб.	урожайность, г/м ²	Масса 1000 зёрен
Раннеспелые (до 78 дн.)			
Стандарт – Сарбин	1,0	178	9,00
К-8851	1,7	65	6,48
К-7683	1,9	87	5,84
К-10165	1,3	189	8,08
К-10298	1,2	135	8,00
НСР05		8,5	7,71
Среднеспелые (79 – 88 дн.)			
Стандарт – Золотистое	1,0	136	8,44
К-8789	1,1	83	5,92
К-10434	1,0	138	8,64
К-10323	1,0	121	8,12
К-10492	1,0	130	8,12
К-10487	1,1	183	8,20
К-10489	1,0	152	8,64
К-10436	1,2	138	8,44
К-10209	1,2	86	7,88
НСР05		8,1	5,32
Среднепоздние (89 – 98 дн.)			
Стандарт – Саратовское 8	1,1	80	8,00

К-8207	1,1	48	5,44
К-8886	1,2	50	4,81
К-9551	1,1	118	8,16
К-9578	1,1	94	6,54
К-9746	1,1	89	7,12
НСР05		6,0	6,61

Таблица 2.

Варьирование некоторых элементов структуры урожая у проса

Показатель	Колебания			Коэффициент вариации, %
	min	max	среднее	
Масса 1000 зёрен, г	3,8	9,0	6,4	57,4
Густота растений перед уборкой, шт/м ²	60	298	179	94,0
Продуктивная кустистость, стеб. на раст.	0,9	2,8	1,85	72,6
Выживаемость, %	73	100	82,5	29,9
Длина метёлки, см	12,8	34,9	23,2	71,3
Масса зерна с 1 метёлки, г	0,28	4,40	3,66	130,6
Урожайность, г/м ²	80	350	215	88,7
Высота растений, см	57	96	90,5	52,3

Исследования показали, что генетические особенности сорта играют важную роль в формировании крупного и полновесного зерна. Некоторые сорта проса остаются устойчивыми к изменениям в условиях влажности и не снижают массу 1000 зерен в неблагоприятных годах, в то время как другие сорта могут незначительно снижать массу 1000 зерен или даже оставаться на том же уровне.

Продуктивность метёлки играет ключевую роль в формировании урожая, и она зависит от длины метёлки и количества веточек первого порядка (см. таблицу 3). Вес зерна с растения варьировал от 0,28 до 4,40 грамма. Некоторые сортообразцы продолжали демонстрировать высокую продуктивность метёлки вне зависимости от условий влажности, в то время как другие существенно снижали её в периоды засухи. Следующие сортообразцы были характеризованы высокой продуктивностью метёлки (более 2 грамм): стандарт Золотистое, стандарт Сарбин, К-10165 – 8,08 г (Самарская область), К-10298 – 8,0 г (Оренбургская область), К-10434 – 8,64 г (Казахстан), К-10323 – 8,12 г, К-

10492 – 8,12 г, К-10487 – 8,20, К-10489 – 8,64г, К10436 – 8,44 г, К-10209- 7,88 г, К-9551 – 8,16 г.

Продуктивная кустистость между образцами не сильно варьировала, и высота растений увеличивалась в зависимости от класса сортообразца по скороспелости. Среднеспелые сортообразцы выделялись наибольшим весом зерна с одного растения.

Урожайность крупяных культур в условиях резко континентального климата Нижнего Поволжья представляет собой очень изменчивый признак. Наши исследования выявили сильные колебания в урожайности проса, а также в таких показателях, как масса зерна с одной метёлки, продуктивная кустистость и количество растений на 1 м² до уборки. Данные результаты свидетельствуют о больших возможностях отбора сортообразцов по этим признакам. Урожайность сортообразцов коллекции варьировала от 80 до 350 г/м².

Таблица 3.

Элементы структуры урожая по скороспелости сортообразцов проса

№ по каталогу ВИР	Высота растений, см	Продуктивная кустистость	Длина главной метёлки, см	Масса зерна с растения, г	Масса 1000 зёрен, г
Раннеспелые (до 78 дн.)					
Стандарт – Сарбин	90	1,0	19,0	3,1	9,00
К-8851	105	1,7	27,0	0,8	6,48
К-7683	94	1,9	19,0	1,0	5,84
К-10165	97	1,3	27,0	2,4	8,08
К-10298	96	1,2	21,4	2,1	8,00
Среднеспелые (79 – 88 дн.)					
Стандарт – Золотистое	95	1,0	19,0	2,5	8,44
К-8789	71	1,1	20,1	2,0	5,92
К-10434	69	1,0	29,2	2,2	8,64
К-10323	82	1,0	26,0	2,0	8,12
К-10492	89	1,0	21,7	2,2	8,12
К-10487	101	1,1	20,0	2,0	8,20
К-10489	77	1,0	18,4	2,5	8,64
К-10436	79	1,2	25,3	2,0	8,44
К-10209	82	1,2	26,0	2,0	7,88
Среднепоздние (89 – 98 дн.)					
Стандарт – Саратовское 8	110	1,1	25	1,8	8,00
К-8207	83	1,1	18,2	2,0	5,44

К-8886	87	1,2	21,9	1,9	4,81
К-9551	78	1,1	19,2	2,1	8,16
К-9578	97	1,1	22,3	1,7	6,54
К-9746	101	1,1	28,0	1,7	7,12

Наибольшей стабильностью по урожайности обладали сортообразцы степной группы, северной и среднеазиатской горной группы. Образцы коллекции, которые в год исследования по продуктивности не уступали стандарту, были разделены нами на три группы в зависимости от влияния условий среды на их продуктивность.

Выводы:

1. К устойчиво сохраняющим сравнительно высокую урожайность в любые по влажности и температурному режиму годы относятся следующие сорта: Сарбин (Саратовская область) – 9,00г, Золотистое (Саратовская область) – 8,44г, К-10165 (Самарская область) – 8,08 г, К-10298 (Оренбургская область) – 8,0 г, К-10434 (Казахстан) – 8,64 г, К-10323 (Орловская область) – 8,12 г, К-10492 (Орловская область) – 8,12 г, К-10487 (Орловская область) – 8,20 г, К-10489 (Саратовская область) – 8,64г, К10436 (Волгоградская область) – 8,44 г, К-10209 (Воронежская область) – 7,88 г, К-9551 (Украина) – 8,16 г.

2. К сортообразцам, высокоурожайным в оптимальные годы, относятся сорта К-10165 – 8,08 г (Самарская область), К-10298 (Украина) – 8,0 г, К-10434 (Орловская область) – 8,64 г, К-10323 (Орловская область) – 8,12 г, К-10492 (Орловская область) – 8,12 г, К-10487 (Орловская область) – 8,20 г, К-10489 (Саратовская область) – 8,64 г, К-10436 (Волгоградская область) – 8,44 г, К-10209 (Воронежская область) – 7,88 г, К-9551 (Украина) – 8,16 г.

Таким образом, в связи с различным распределением метеорологических факторов по годам и месяцам в Нижнем Поволжье необходимы высокоурожайные сорта среднераннего и среднеспелого типов созревания, которые способствовали стабильной урожайности проса. В процессе изучения мировой коллекции нами выделены один образец среднераннего – К-10165 (Украина) и три сортообразца среднеспелого типа созревания – К-10437, К-

10487, К-10489. Эти пластичные коллекционные образцы должны быть широко использованы в селекции на урожайность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. 485 с.
2. Шарипова Р.Б. Факторы формирования урожайности сельскохозяйственных культур // Агромир Поволжья. 2018. № 2 (30). С. 39 – 42.
3. Кузьмин В.П. Вопросы селекции сельскохозяйственных культур. Изб. тр. Алма-Ата: Кайнар, 1978. 432 с.
4. Ильин В.А. Повышение продуктивности сортов проса // Селекция, семеноводство и технология возделывания проса на Юго-Востоке. Саратов, 1981. С. 11 – 18.
5. Вилюнов С.Д., Сидоренко В.С. Адаптивность и стабильность мультилинейного сорта проса посевного Квартет в сравнении с сортами традиционной селекции // Земледелие. 2021. № 4. С. 35 – 39.
6. Nelson S.A. Yield variability in proso millet due to plot size. Agron J. 1983; 73: 23-25.
7. Сокурова Л.Х. Поиск источников ценных признаков в генофонде проса из коллекции ВИР // Роль генетических ресурсов и селекционных достижений в обеспечении динамичного развития сельскохозяйственного производства. Орёл: Картуш, 2009. С. 148 – 152.
8. Сурков А.Ю., Суркова И.В. Селекция проса на устойчивость к головне в условиях Юго-Востока ЦЧЗ// Зернобобовые и крупяные культуры. 2015. № 1 (13). С. 83 – 87.
9. Сокурова Л.Х. Селекция проса посевного на скороспелость // Аграрный вестник Урала. 2014. № 10 (128). С. 34 – 36.

10. Сапега В.А. Продуктивность и параметры адаптивности сортов проса при их выращивании на зелёную массу и семена // Кормопроизводство. 2014. № 12. С. 27 – 30.
11. Зыкин В.А., Мамонов Л.К. Густота стеблестоя и урожайность яровой пшеницы // Вестник сельскохозяйственной науки. 1969. № 11. С. 18 – 29.
12. Малкандуев Х.А., Сокурова Л.Х., Ханиев Ю.Д. Новые сорта – важный резерв повышения урожайности и качества зерна. // Основные направления научного обеспечения агропромышленного комплекса Кабардино- Балкарской Республики. Ч. IV. Нальчик, 2000. С. 3 – 4.
13. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф. Изучение мировой коллекции проса: методические указания // Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова. Л., 1988. 28 с.

© Мозлов В.А., Жужукин В.И., Кулемина Т.В., 2023

Научная статья

УДК 633.11 631.8

Н.П. Молчанова, Е.Л. Тулаева

ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ПУГАЧЁВСКОГО РАЙОНА, САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье приводится анализ произрастания озимой пшеницы по различным предшественникам.

Ключевые слова: озимая пшеница, пористость почвы, пористость аэрации.

N.P. Molchanova, E.L. Tulaeva

THE INFLUENCE OF VARIOUS PRECURSORS ON THE YIELD OF WINTER WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE PUGACHEVSKY DISTRICT, SARATOV REGION

Annotation. The article provides an analysis of the growth of winter wheat by various precursors.

Keywords: winter wheat, soil porosity, aeration porosity.

Производство зерна является основной сельскохозяйственного производства. В увеличение урожайности зерна основную роль принадлежит высокопродуктивной культуре - озимой пшенице. Замена чистых паров занятыми является одним из важных условий рационального использования пахотных угодий.

Не вызывает сомнений, что лучшим предшественником озимой пшеницы во всех районах Поволжья является чистый пар – черный или ранний. Но производство не может обойтись и без занятых паров. В ряде районов зоны при хорошей агротехнике они в качестве предшественников озимой пшеницы не столь уж сильно уступают чистому пару. Хозяйства Поволжья пока не располагают достаточным набором рано созревающих предшественников, убрать которые можно в ранние сроки.

Исследуя данный вопрос, мы изучали: влияние предшественников на пористость почвы; пористость аэрации и на урожайность яровой пшеницы.

Экспериментальные исследования проводились полях Пугачёвского района, Саратовской области Саратовской области в течение 2022–2023 гг.

Пористость имеет важное значение в росте и развитии корневой системы выращиваемых культур, благоприятствует снабжению кислородом воздуха корней, развитию микроорганизмов в почве, повышению ее биологической активности, увеличению в почве питательных веществ и особенно азота. В

пористую почву лучше проникает влага и создается большой запас ее, улучшается водоснабжение растений.

Перед посевом на контроле (чистый пар) общая пористость составила по слоям 0- 10; 10-20; 20-30 см 56,6 %; 52,3; 47,6 % от объема почвы (табл. 1).

Таблица 1 Влияние предшественников на общую пористость перед посевом озимой пшеницы, %

Варианты опыта	Слой почвы, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30
Пар чистый (контроль)	56,6	52,3	47,6	52,2
Озимая пшеница	54,0	47,6	42,9	48,2
Вико - овес	51,9	45,9	42,9	46,9

В пахотном слое на повторных посевах озимой пшеницы пористость была на 7,7 % меньше, чем на контрольном варианте и колебалась в пределах 54,0 -42,9 %, самая высокая отмечалась в слое 0-10 см - 54,0%, самой низкой в слое 20-30 см и составила 42,9 %.

На варианте после вико-овса пористость почвы колебалась в пределах 51,9-42,9 %, это меньше, чем на контроле на 5,3% и меньше, чем после озимой пшеницы 1,3 %.

Перед посевом пористость аэрации составила на контроле по слоям 0-10; 10-20; 20-30 см 25,3 %, 18,0 и 12,3 % (табл. 2).

Таблица 2 Влияние предшественников на пористость аэрации перед посевом озимой пшеницы, %

Варианты опыта	Слой почвы, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30
Пар чистый (контроль)	25,3	18,0	12,3	18,5
Озимая пшеница	20,8	9,9	4,4	11,7
Вико - овес	17,2	7,0	4,4	9,5

На варианте после озимой пшеницы в среднем по слоям пористость аэрации составила 11,7 %, что меньше, чем на контроле на 6,8%. Самой

высокой она была в слое 0-10 см и составила 20,8 %, самой низкой в слое 20-30 см – 4,4 %

После предшественника вико-овес пористость аэрации была самая низкая по сравнению с другими вариантами опыта, она составила 9,5%, что меньше, чем на контроле почти в 2 раза и 1,3 меньше, чем после озимой пшеницы. По слоям пористость аэрации на варианте с вико-овсом колебался от 17,2 в слое – 0-10 см, до 4,4 % в слое 20-30 см.

Предшественники озимой пшеницы оказали заметное влияние на ее урожай-ность.

Наибольшая урожайность была на контрольном варианте – 2,69 т/га. На варианте после озимой пшеницы урожайность составила 2,5 т/га, это меньше чем на контроле на 0,19 т/га, но больше, чем после вико-овса на 0,32 т/га. Наименьшая урожайность по сравнению со всеми вариантам опыта была после вико-овса – 2,18 т/га, это меньше, чем после контроля на 0,51 т/га и меньше, чем после озимой пшеницы на 0,32 т/га.

Такие результаты объясняются тем, что в условиях Саратовской области на чистых парах создаются лучшие условия для такой требовательной культуры, как озимая пшеница.

Таблица 3 Урожайность озимой пшеницы по вариантам опыта

Варианты опыта	Урожайность т/га	Отклонение	
		т/га	%
Пар чистый (контроль)	2,69	-	-
Озимая пшеница	2,50	0,19	-7,1
Вико - овес	2,18	0,51	-18,9
НСР _{0,5}	0,14		

Выводы

На основании вышеизложенного материала и наших исследований посевов озимой пшеницы сорта «Саратовская 90» по различным предшественникам можно сделать следующие выводы:

1. Самая высокая пористость почвы была на контрольном варианте и составила в пахотном слое 52,2%, самая низкая пористость отмечена на варианте с вико-овсом 46,9 %.
2. Пористость аэрации была различна по вариантам опыта высокой она была после чистого пара и составила 18,5 %. Низкий показатель пористости аэрации был на варианте с вико-овсом – 9,5%.
3. Наибольшая урожайность была на контрольном варианте и составила 2,69 т/га, а наименьшая на варианте с вико-овсом 2,18 т/га. Такие результаты объясняются тем, что в условиях Саратовской области на чистых парах создаются лучшие условия для такой требовательной культуры, как озимая пшеница.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельтюков Л.П., Особенности агротехники полукарликовых сортов озимой пшеницы на Дону //Зерновые и кормовые культуры. Селекция и семеноводство, технология возделывания: сборник научных трудов / Л.П. Бельтюков и др., зерноград. 2000. С. 20-22.
2. Галиченко И.И., Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников // Земледелие. 2012. № 1 С. 35-37.
3. Макаров А.А., Мамсиров Н.И., Значение регуляторов роста в формировании высоких показателей продуктивности и качества зерна озимой пшеницы // Новые технологии 2019 № 3. С. 173-180.
4. Оптимизация условий произрастания озимой пшеницы по различным предшественникам на каштановой почве /Молчанова Н.П., Ененко С.В. /Сборник статей Международной научно-практической конференции, посвященной 134-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Саратов, 2022. - С. 145-148.

Научная статья

УДК 631.92

Н.П. Молчанова, О.В. Пахомова

ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов, Россия

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ

Аннотация. В статье приводится анализ влияния различных предшественников на плодородие темно-каштановой почвы и урожайность яровой пшеницы.

Ключевые слова: плотность почвы, запас продуктивной влаги; многолетние бобовые травы.

N.P. Molchanova, O.V. Pakhomova

Vavilov University, Saratov, Russia

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES FOR GROWING SPRING WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV LEFT BANK

Annotation. The article analyzes the influence of various precursors on the fertility of dark chestnut soil and the yield of spring wheat.

Keywords: soil density, productive moisture reserve; perennial leguminous grasses.

На сегодняшний день в условиях дефицита материальных и энергетических ресурсов в стране наблюдается деградация почвенного покрова и снижение урожайности основных сельскохозяйственных культур. Это в первую очередь связано с прекращением работ по сохранению и повышению плодородия земель.

Перспективным фактором борьбы с развивающейся деградацией почвы и снижением урожайности является широкое использование фиторесурсов. Дешевый и нетрудоемкий способ пополнения органического вещества почвы – посев в севообороте многолетних трав, которые являются хорошими предшественниками для всех зерновых колосовых культур.

Цель исследования изучение влияния нетрадиционных трав на плодородие темно-каштановой почвы и на урожайность яровой пшеницы.

Сущность плодородия почвы – органическое вещество. Интенсивное образование гумуса на прямую зависит от поступления в почву органического вещества. Сохранение плодородия почвы возможно только при положительном и бездефицитном балансе гумуса в почве. Этого трудно достичь в полевых севооборотах с черным паром и пропашными культурами, возделываемыми по традиционной технологии. Наличие в севообороте многолетних трав увеличивает содержание гумуса, повышает агрофизические и агрохимические свойства почвы, уменьшает дефицит органического вещества.

Таблица 1 Содержание гумуса в слое 0–30 см после многолетних трав, % от массы сухой почвы

Культура	Содержание гумуса в почве, %	Отклонение от контроля	
		% от массы сухой почвы	относительные %
1. Вико-овес (контроль)	3,02	–	–
2. Эспарцет	3,13	0,11	3,6
3. Лядвенец	3,18	0,16	5,3

Содержание гумуса в почве после посева вико-овса составляло 3,02 % от массы абсолютно сухой почвы, после эспарцета песчаного увеличилось на 0,11 %, после лядвенца рогатого – на 0,16 % (таблица 1).

При возделывании сельскохозяйственных культур происходит переуплотнение подпахотного слоя, что также приводит к снижению урожайности. Снижение внутриагрегатной плотности и увеличение

внутриагрегатной пористости происходит за счет деятельности почвенных микроорганизмов, накопления специфических органических веществ. Это можно осуществить применением органических и зеленых удобрений, посевом многолетних трав и других фитомелиорантов, активизирующих почвенные микроорганизмы, улучшающие состояние почвы.

Таблица 2 Плотность почвы по вариантам опыта до
распашки многолетних трав, г/см³

Культуры	Слой почвы, м							
	0–0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5–0,6	0–0,3	0,3–0,6
1. Вико-овес	1,15	1,22	1,29	1,40	1,41	1,42	1,22	1,41
2. Эспарцет	1,28	1,34	1,37	1,39	1,40	1,44	1,33	1,41
3. Лядвенец	1,20	1,28	1,29	1,36	1,39	1,40	1,26	1,38

Наименьшая плотность почвы в пахотном слое среди бобовых трав наблюдалась под лядвенцом рогатым – 1,26 г/см³, что больше, чем под вико-овсом всего на 3,2 %. Наибольшая плотность почвы в пахотном слое была под эспарцетом, 1,33 г/см³, что больше, чем после вико-овса на 9,0 %. В подпахотном слое плотность почвы под всеми травами была близка к равновесной и составляла 1,41 г/см³. Исключение отмечено у лядвенца рогатого, где плотность снизилась на 7,6 % или 0,07 г/см³.

Улучшение водно-физических свойств почвы в первую очередь отражалось на величине весенних запасов влаги в почве. После распашки многолетних трав весной перед посевом яровой пшеницы. Запас доступной влаги в метровом слое почвы составлял после эспарцета и лядвенца 137,8 мм (таблица 3). Это объясняется строением корневой системы предшественников.

В среднем по вариантам в метровом слое почвы после трав запасы влаги не превышали 135,0±14,5 мм.

Таблица 3 Запасы продуктивной влаги в почве перед
посевом яровой пшеницы г., мм

Предшественник	Слой почвы, м			
	0–0,3	0–0,5	0,5–1,0	0–1,0

1. Вико-овес	мм	36,2	68,3	52,0	120,3
	%	100	100	100	100
2. Эспарцет	мм	56,2	75,4	62,4	137,8
	%	155,2	110,4	120,0	114,5
3. Лядвенец	мм	50,1	74,2	63,7	137,9
	%	138,4	108,6	122,5	114,6

Урожайность является основным критерием оценки любого агротехнического приема, в том числе и качества предшественников. Предшественники яровой создают определенную среду после своего произрастания, которая в той или иной степени определяет условия жизни последующей культуры. Многолетние травы считаются наилучшими предшественниками для зерновых культур, в том числе для яровой пшеницы. Различные многолетние травы по-разному влияют на водный, воздушный и особенно пищевой режим почвы.

После распашки многолетних трав урожайность яровой пшеницы, посеянной по пласту бобовых многолетних трав, превышала контрольный вариант (вико-овес) на 41,4-65,7 %, (табл. 4). Из бобовых культур наибольшее влияние оказывала на урожайность пшеницы лядвинец 2,95 т/га. Это объясняется лучшим пищевым режимом после лядвинеца и особенно большим содержанием азота в почве.

Таблица 4 Урожайность зерна яровой пшеницы после распашки многолетних т/га

Предшественник	Урожайность зерна, т/га	Отклонение	
		от вико-овса	
		т/га	%
1. Вико-овес	1,78	–	–
2. Эспарцет	2,84	1,06	41,4
3. Лядвенец	2,95	1,17	65,7
НСР ₀₅	0,187		

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

Многолетние травы увеличивали содержание гумуса в почве на 5,3 %, улучшали водный режим последующих культур после их распашки.

После бобовых культур урожайность яровой пшеницы по сравнению с вико-овсом возросла на 65,7 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белкина Р.И. Послеуборочное дозревание зерна пшеницы в условиях Северного Зауралья // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса: мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рождения Терентия Семеновича Мальцева. Курган, 2020. С. 49-53.
2. Никитина В.И., Федосенко Д.Ф. Оценка образцов яровой мягкой пшеницы сибирской селекции по адаптивности в условиях Красноярской лесостепи // Вестник КрасГАУ. 2020. № 1 (154). С. 47-52.
3. Поляков М.В., Белкина Р.И., Шулепова О.В. Яровая пшеница и ячмень в Северном Зауралье: сорта, элементы технологии, урожайность и качество зерна. Тюмень, 2020. 148 с.

© Молчанова Н.П., Пахомова О.В., 2023

Научная статья

УДК 636.082

Е.Ю. Немцева, А.И. Гурьева

Чувашский государственный аграрный университет, г. Чебоксары, Россия

ОЦЕНКА БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО ГЕНОТИПУ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЕЕ РЕЗУЛЬТАТОВ В СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ

Аннотация. В статье изучена генотипическая оценка быков производителей по происхождению и по качеству потомства в сравнении с продуктивностью

сверстниц. Полученные результаты свидетельствуют о том, что генетический потенциал быков разных линий оказывает положительное влияние на молочную продуктивность их дочерей.

Ключевые слова: молочная продуктивность, генотип, происхождение, линия, разведение

E.Y. Nemtseva, A.I. Gurieva

Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russia

EVALUATION OF BREEDING BULLS BY GENOTYPE AND THE USE OF ITS RESULTS IN BREEDING WORK

Annotation. The article examines the genotypic assessment of producer bulls by origin and by the quality of offspring in comparison with the productivity of their peers. The results obtained indicate that the genetic potential of bulls of different lines has a positive effect on the milk productivity of their daughters.

Keywords: milk productivity, genotype, origin, line, breeding

Введение. Повышение генетического потенциала и качественное совершенствование существующих пород скота – одно из наиболее важных условий повышения эффективности молочного скотоводства и увеличение объемов производства молока. На сегодняшний день все указанное достигается посредством использования лучших ресурсов мирового генофонда [2, 6, 7, 8, 9, 10, 12].

В России, как и в других странах мира с развитым молочным скотоводством, для совершенствования разводимого черно-пестрого скота широко используется генофонд голштинской породы [1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10]. Использование, которого в системе крупномасштабной селекции осуществляется через закупку чистопородных голштинских быков-производителей [6, 7, 11, 12, 13, 14]. Изучение вопроса эффективности

использования голштинских быков в условиях Российской Федерации представляет интерес для науки и практики.

Цель и методика исследований. Цель исследований – провести анализ племенной ценности быков-производителей голштинской породы в молочном стаде.

Результаты исследований и обсуждений. Исследования были проведены в условиях пленного репродуктора ООО «Родина» Чувашской Республики. По данным бонитировки за 2022 год общее поголовье крупного рогатого скота составляет 648 голов, из них 389 коров класса Элита-Рекорд и Элита. Средний удой от одной коровы в год за отчетный период составляет 7857 кг, содержание жира в молоке – 3,89 %, содержание белка в молоке – 3,15 %. Основные заводские линии быков-производителей, используемые в стаде: Вис Бек Айдиал 1013415, Монтвик Чифтейн 95679, Рефлекшн Соверинг 198998.

Характеристика быков голштинских линий по молочной продуктивности женских предков свидетельствует о высоком генетическом потенциале производителей всех структурных единиц стада.

Для выявления перспективы формирования желательной генеалогической структуры стада были проанализированы данные молочной продуктивности коров линий, используемых в хозяйстве показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Молочная продуктивность женских предков быков голштинских линий

Родоначальник линии	Матери быков			Матери отцов быков		
	удой, кг	жир, %	белок, %	удой, кг	жир, %	белок, %
Вис Бэк Айдиал 1013415	13262	4,04	3,25	13519	4,05	3,24
Монтвик Чифтейн 95679	11232	3,81	3,10	12845	4,29	3,33
Рефлекшн Соверинг 198998	13623	4,10	3,23	13556	4,23	3,18

В стаде имеются дочери 65 быков основных линий голштинской породы. Анализ молочной продуктивности женских предков быков, показал, что наиболее многочисленные линии Вис Бэк Айдиала 1013415 и Рефлекшн

Соверинга 198998 по генетическому потенциалу молочной продуктивности матерей быков были равноценны. Однако имеется существенное отличие по содержанию жира в молоке у материнских предков быков, относящихся к линии Рефлекшн Соверинг 198998. Этот показатель у матерей быков составил 4,10 %, у матерей отцов быков – 4,23 %.

Таким образом, высокий генетический потенциал используемых быков-производителей способствовал созданию стада с удоем 7866 кг молока за лактацию. В стаде будет продолжено разведение животных голштинской породы двух линий по перспективным ветвям, берущими начало от выдающихся быков данных линий.

Показатели средней продуктивности женских особей представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Средние показатели продуктивности женских предков быков различного происхождения

Страна рождения производителей	Матери			Матери отцов		
	удой, кг	жир, %	белок, %	удой, кг	жир, %	белок, %
Канада – 12 быков	15428	4,08	3,21	12979	4,04	3,30
Германия – 6 быков	14334	4,34	3,34	11659	4,38	3,32
США – 12 быков	11944	3,93	3,29	13466	4,14	3,24
Нидерланды – 3 быка	13544	4,07	3,38	15263	4,76	3,43
Россия – 30 быков	11639	3,95	3,13	14164	4,08	3,19

На предприятии используют семя импортной и отечественной селекции из Канады – 12 быков. Германии – 6 быков, США – 12 быков, Нидерланды – 3 быка, Россия – 30 быков, как лучших быков-производителей голштинской породы проверенных по качеству потомства, так и молодых быков-сыновей лидеров породы.

Из быков, используемых для воспроизводства стада, лучшими по удою матерей являются голштинские производители Канады, наиболее высокое содержание жира и белка в молоке отмечено у матерей быков из Германии.

У матерей канадских быков по сравнению с матерями их отцов отмечаются повышенные показатели удоя, что свидетельствует о высоких темпах генетического прогресса в молочном скотоводстве этой страны.

Как видно из данных таблицы, продуктивные качества матерей быков из США и быков отечественной селекции, как по удою, так и по суммарному выходу молочного жира и белка, были близки по значению.

Если у матерей быков селекции США лучшей была первая лактация (быков получают эмбриотрансфером от телок), то у матерей быков отечественной селекции лучшей, как правило, была полновозрастная лактация. Результаты анализа племенной ценности быков, имеющих в стаде ООО «Родина» представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Племенная ценность быков в стаде

Кличка и инв.№ быка	Лучшая лактация матери быка	Кол-во дочерей	Продуктивность за 305 дней лактации			Племенная ценность ± к сверстницам		
			удой, кг	жир, %	белок, %	удой, кг	жир, %	белок, %
1 лактация								
Лайк-М 107870101	15918-4,20-3,40	28	7739	3,81	3,16	+216	-0,04	0,00
Шон-М 3092043	15597-5,46-3,16	40	7352	3,85	3,16	-304	+0,01	+0,01
Доктор 9308	14884-3,95-3,07	10	7685	3,83	3,15	+126	-0,01	-0,01
Борей 10215	13924-3,93-3,08	18	7588	3,86	3,17	+24	+0,02	+0,01
Окленд- М426436885	11346-4,26-3,40	11	7777	3,89	3,18	+228	+0,05	+0,02
2 лактация								
Маяк 9389	16215-3,93-3,11	11	7981	3,86	3,19	+80	-0,01	+0,01
Лайк-М 107870101	15918-4,20-3,40	7	8687	3,93	3,15	+858	+0,07	-0,03
Шон-М 3092043	15597-5,46-3,16	17	7654	3,88	3,17	-235	+0,02	-0,01
Борей 10215	13924-3,93-3,08	18	7613	3,88	3,19	-287	+0,02	+0,02

Викинг 3672	12130-3,81-3,05	12	7527	3,89	3,18	-366	+0,02	0,00
3 лактация и старше								
Викинг 3672	12130-3,81-3,05	12	8232	3,88	3,16	+263	+0,03	-0,01
Вальс 1496	11228-3,90-3,17	42	7950	3,85	3,18	-192	-0,03	+0,03
Легенд 3491	11153-3,82-3,06	7	8068	3,87	3,19	+56	+0,01	+0,02
Эскорт 1329	10524-4,48-3,21	7	8181	3,84	3,19	+183	-0,02	+0,02
Лукас 3622	10090-3,85-3,18	7	8201	3,87	3,18	+205	+0,02	+0,02

Из анализа племенной ценности быков по удою дочерей следует, что производители Лайк-М 107870101, Доктор 9308, Борей 10215 и Окленд-М 426436885 показали улучшающий эффект по удою дочерей по первой лактации от +24 кг до +228 кг молока. Быки Борей 10215 и Окленд-М 426436885 улучшали одновременно с параметрами удоя содержание жира в молоке на 0,02% и 0,05%, содержание белка на 0,01 % и 0,2 %.

Следует отметить, что генетический потенциал быков, характеризуемый максимальной продуктивностью матерей быков, незначительно повлиял на удою дочерей. Так, от дочерей быка Лайк-М 107870101 (удой матери за лучшую лактацию 15918 кг молока) получили столько же молока, как и от дочерей быка Окленд-М 426436885, мать которого имела максимальный удою 11346 кг молока или на 4572 кг молока меньше, чем мать быка Лайк-М за лучшую лактацию. На начало 2022 года положительную племенную ценность по удою дочерей за вторую лактацию показали 2 быка из пяти (40%): Лайк-М 107870101 (+ 858 кг молока, 7 дочерей) и Маяк 9389 (+80 кг, 11 дочерей). Генетический потенциал по удою матерей этих быков был самым высоким.

Пять быков из 6 (83%) проявили положительную племенную ценность по удою дочерей за полновозрастную лактацию. Дочери быков Викинга и Лукаса дали за 305 дней третьей лактации на 205-263 кг молока больше, чем сверстницы, хотя разница между удою матерей этих быков по лучшей лактации составила 2040 кг.

Вывод. Таким образом, для реализации генетического потенциала быков в стаде голштинской породы крупного рогатого скота следует предъявлять

высокие требования к генетическому потенциалу быков при отборе: по удою их матерей не менее 15000 кг молока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова, А. А. Формирование высокопродуктивного стада крупного рогатого скота черно-пестрой голштинизированной породы / А. А. Акимова, Е. Ю. Немцева // Современное состояние и перспективы развития зооветеринарной науки: сборник материалов Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 279-284.
2. Басонов, О. А. Эффективность производства молока коров голштинской породы разных селекций / О. А. Басонов, Н. П. Шкилев, С. Г. Арутюнян // Экономика сельского хозяйства России. – 2019. – № 10. – С. 53-56.
3. Голдобина, Л. И. Влияние некоторых факторов на молочную продуктивность коров черно-пестрой породы / Л. И. Голдобина, Е. Ю. Немцева, Т. В. Ржанова // Научно-образовательная среда как основа развития агропромышленного комплекса и социальной инфраструктуры села: материалы международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2016. – С. 162-165.
4. Иванова, Т. Г. Возрастной состав коров в стаде и его значение в увеличении валового производства молока / Т. Г. Иванова, Е. Ю. Немцева // Студенческая наука - первый шаг в академическую науку: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции с участием школьников 10-11 классов. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2023. – С. 237-240.
5. Игнатьева, Н. Л. Влияние разных типов подбора на молочную продуктивность коров / Н. Л. Игнатьева, И. В. Воронова, Е. Ю. Немцева // Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки: материалы Всероссийской научно-практической

конференции с международным участием. – Чебоксары: Чувашский ГАУ, 2020. – С. 580-586.

6. Игнатъева, Н. Л. Использование быков голштинской породы разной селекции для улучшения продуктивных качеств молочного скота черно-пестрой породы / Н. Л. Игнатъева, Е. Ю. Немцева // Состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки на современном этапе: материалы Всероссийской научно-практической конф. с международным участием. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2020. – С. 39-47.

7. Колесникова, А. В. Степень использования генетического потенциала голштинских быков-производителей различной селекции / А. В. Колесникова, О. А. Басонов // Зоотехния. – 2017. – № 1. – С. 10-12.

8. Молочная продуктивность голштинизированного черно-пестрого скота / О. А. Басонов, Н. В. Воробьева, М. Е. Тайгунов, С. С. Басонова // Зоотехния. – 2010. – № 7. – С. 15-17.

9. Немцева, Е. Ю. Использование иммуногенетического анализа в целях повышения молочной продуктивности коров / Е. Ю. Немцева, А. Ю. Лаврентьев // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4(11). – С. 97-101.

10. Немцева, Е. Ю. Особенности ведения селекционно-племенной работы в племенных организациях по разведению молочных пород крупного рогатого скота / Е. Ю. Немцева, Н. Л. Игнатъева, И. В. Воронова // Современное состояние и перспективы развития ветеринарной и зоотехнической науки: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2020. – С. 471-478.

11. Немцева, Е. Ю. Оценка быков-производителей по происхождению, качеству потомства и спермопродукции / Е. Ю. Немцева, Н. В. Сергеева // Развитие аграрной науки как важнейшее условие эффективного функционирования агропромышленного комплекса страны: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2018. – С. 268-272.

12. Немцева, Е. Ю. Эффективность оценки быков-производителей по происхождению и качеству потомства / Е. Ю. Немцева, Н. В. Евдокимов // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик. – Нальчик: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский ГАУ имени В.М. Кокова", 2020. – С. 207-210.
13. Сакса, Е. И. Оценка быков-производителей голштинской породы по качеству потомства / Е. И. Сакса // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 5. – С. 23-28.
14. Use of Holstein bulls in improvement of black pied cattle / N. L. Ignatieva, I. V. Voronova, E. Yu. Nemtseva, G. M. Toboev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 16 апреля 2021 года. – Cheboksary, 2021. – P. 012025.

© Немцева Е.Ю., Гурьева А.И., 2023

Научная статья

УДК 330:338.9

С.А. Огарков

Аккредитованное образовательное частное учреждение высшего образования
Московский финансово-юридический университет МФЮА, г. Москва, Россия

ЛОКАЛИЗАЦИЯ НЕ УСТРАНЯЕТ ДОКТРИНАЛЬНЫЙ ПОРОГ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ НЕЗАВИСИМОСТИ СЕМЯН ОСНОВНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. Защита продовольственной безопасности в условиях санкций
требует гарантии долгосрочного устойчивого социально-экономического

развития, обеспечивающего продовольственную независимость. Необходимо привлечение инвестиций в расширение отечественного семеноводства с использованием современных генно-инженерных технологий.

Ключевые слова: порог продовольственной безопасности, локализация семеноводства, государственное регулирование инвестиционной деятельности

S.A. Ogarkov

Moscow financial and legal university MFuA, Moscow, Russia

LOCALIZATION DOES NOT ELIMINATE THE DOCTRINAL THRESHOLD OF FOOD INDEPENDENCE OF SEEDS OF MAJOR AGRICULTURAL CROPS

Annotation. The protection of food security under sanctions requires a guarantee of long-term sustainable socio-economic development that ensures food independence. It is necessary to attract investments in the expansion of domestic seed production using modern genetic engineering technologies.

Keywords: threshold of food security, localization of seed production, state regulation of investment activity

В период геополитического внешнего давления на экономический механизм резко возросли риски реторсии, сопровождаемые нарушением снабжения, разрывом торгово-экономических связей, изменением географии сотрудничества, закрытием внешних границ, которые востребовали пересмотр сложившейся системы нормативно-правовых актов и повышение степени защиты интересов внутренней продовольственной безопасности. Повышение эффективности сельскохозяйственного производства и экспорта нуждается в поиске возможных способов решения задачи насыщения ассортимента продовольствия и заготовок [1]. Актуальной проблемой является восстановление в новом технологическом укладе отечественного

семеноводства, страдающего отставанием урожайности, утратившего до 95% собственных мощностей, действовавшую стройную систему управления селекцией, на смену которой не пришли частные организации, а преимущество захватили иностранные компании, диктовавшие рамки конкуренции [2].

В растениеводстве определены доктринальные критерии независимости, которые в период санкционного противостояния выявили потребность адекватного повышения надёжности, связанную с возможным резким сокращением доли импорта семян, угрожающего дефицитом посевного материала. Доктринальный порог продовольственной независимости в отношении семян основных сельскохозяйственных культур отечественной селекции установлен в размере не менее 75 процентов. Сокращение национальных генетических ресурсов растений усиливает вероятность не достижения показателей продовольственной безопасности и требует реализации мер государственного регулирования, основным направлением которого является обеспечение сельскохозяйственных товаропроизводителей семенами и посадочным материалом отечественной селекции [3].

Существующая структура портфеля семян показана в таблице 1 и состоит из списков, преодолевших доктринальный порог и далеко отстающих.

Таблица 1

Прогнозный баланс портфеля основных сельскохозяйственных культур

Культура	Внутреннее самообеспечение по годам, 2023-2030 гг.-целевой прогноз,%					Распределение урожая по организационным формам в 2021г., %, Всего-100%		
	2022	2023	2025	2029	2030	СХО	ХН	КФХ
Пшеница озимая	92	92,5	93,5	95	95			
Пшеница яровая	74,3	77,5	78,5	81	82			
Рис	92,7	95	95	95	95			
Ячмень	70,3	71	75	79	80			
Овес	79,9	81,5	82,5	85	85			
Доктринальный порог безопасности	75							
Технический порог безопасности	49,4	51,9	56,0	67,9	76,2			
Дефицит(профицит)	-25,6	-23,1	-19,0	-7,1	1,2			

самообеспечения								
Зернобобовые	36,3	45	48	70	75			
Соя	43,5	48	52	70	75			
Рапс	30,6	31	33	70	75			
Кукуруза	41,8	45	50	70	77			
Подсолнечник	23	25	50	70	75	63,6	0,4	36
Картофель	6,7	9	11	15	50	22,2	63,9	13,9
Свекла	1,8	2,5	4	15	50	91,1	0,1	8,8

Данные таблицы 1 раскрывают предвидение направленного удара по организационным формам, производящим подсолнечник, картофель и свеклу, вынужденных отказаться от использования зарубежной селекции. Ограничительные меры регулирования недостаточно сопряжены с целями достижения самообеспечения к 2030 году, а действующий порог теряет значение, так как семена картофеля и свеклы при отставании замещения и нереалистичном прорыве в конце срока с 15 до 50%, не дотягивают до порога безопасности на 25% при абсолютном профиците портфеля в размере 1,2%, нарушая целостность критерия [4,5].

Заявленному ограничению доли размещения иностранных активов в размере 49% до вспышки геополитического конфликта отсутствовала острая необходимость, так как последовательным движением к чувствительной отметке 75% доктринальной безопасности посредством инвестирования в расширение собственного капитала, состоящего в том числе из стоимости семян, можно увеличить на 26% присутствие технологии геномной инженерии, но провокационный уход с рынка 25% доли семян зарубежной селекции не гарантирует полную (100%) независимость, связанную с возникновением дефицита запасов семян [5].

Главная угроза санкционного регулирования адекватна ожиданию одновременного сокращения доли иностранного присутствия. Хозяйства населения вероятно постигнет проблема выбора качественного посадочного материала, дефицит семян картофеля. Сельскохозяйственные организации пострадают от нехватки семян подсолнечника и свеклы, что несет риски смены направления хозяйствования и поиска источников инвестиций на замену

машинно-технологического парка, а рынок перейдет на закупки за рубежом сахара, картофеля, масла.

Фонд семян (реестр) выполняет роль залога будущего урожая, состав и объем которого отвечает прогнозу урожайности и доходности, гарантирующий непрерывность воспроизводства основных сельскохозяйственных культур. Деление фонда на доли присутствия собственного и зарубежного происхождения семян не в полной мере отвечает достаточному условию формирования запасов. Решение задачи независимости заканчивается не оценкой количественного неравенства долевого участия и обоснованием оптимального порога, следуя рекомендациям ФАО, а реализацией планов посевной кампании, ориентированных на прирост урожайности и доходности. Принудительное сокращение зарубежной доли по инерции выполняет алгебраическое упражнение по достижению значения целевого порога безопасности, не раскрывающего минимального объема покрытия внутренних потребностей количеством собранного урожая и выделенных запасов семян.

Для уточнения функции порога независимости следует ввести натуральный порог продовольственной независимости семян основных сельскохозяйственных культур. Минимальный средневзвешенный порог фонда семян находится сложением внутренней и зарубежной доли, взвешенных по урожайности, точность значения которого учитывает различную степень важности источников национальных селекций. В различные годы доступность семян может меняться, поэтому минимальный порог необходимо сравнить с фактически (рыночным) в наступающем сезоне и дополнить недостающими запасами. Увеличение на 1% урожайности культур внутренней селекции в результате освоения геномной технологии способно высвободить 5% затрат на приобретение семян за рубежом.

Необходимо избежать опасности попадания в две ловушки на пути к заявленной цели независимости семенного фонда. Дефицит первого рода проявляется в отсутствии широкого доступа частных предприятий к технологии геномного редактирования, позволяющей сохранить нужные признаки

на стадии клеточного исследования (традиционная технология скрещивания занимает до десяти лет), присутствующего в портфеле влиятельного списка устаревших сортов [6]. Дефицит второго рода состоит в неотложном поиске дополнительных инвестиций. Требуется регулярное, сбалансированное, нацеленное на решение долгосрочных задач совершенствование господдержки. Можно ожидать эффект от увеличения до 50% размера компенсации капитальных затрат на строительство селекционных центров.

Создавшаяся в отрыве от стратегии модель доходности портфеля, заимствующая семена за рубежом, и избыточной эксплуатации земель нуждается в замене автономной, более устойчивой к проявлению негативного воздействия, а по урожайности перекрывающую четвертной порог иностранной селекции, соблюдение которого иссякнет в постпрогнозном периоде при полноценном внедрении результатов отечественной школы геномного редактирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алтухов, А.И. Особенности обеспечения продовольственной безопасности России в условиях санкционного давления./А.И.Алтухов.-DOI 10/33938/234-5.- Текст: непосредственный// Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве.-2023.-№4- (Продовольственная безопасность).-С.5-17.
2. Гончаров В., Рау В. Приоритетные направления развития продовольственного комплекса.-Текст: непосредственный //Экономист.-2023. - №3.-с.63-71
3. Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 №20,- URL: <http://garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>(дата обращения 20.10.2023)
4. Об утверждении перечня основных сельскохозяйственных культур и ежегодных плановых значений уровня самообеспечения страны семенами отечественной селекции по каждой из таких культур (до 2030 года), а также

перечня основных видов сельскохозяйственных животных и ежегодных плановых значений уровня самообеспечения страны племенной продукцией (материалом) отечественного производства по каждому из таких видов (до 2030 года): Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23.12.2022 № 4133-р,- URL: <http://garant.ru/products/ipo/prime/doc/405905977/>(дата обращения 20.10.2023)

5. Об утверждении Правил локализации производства семян сельскохозяйственных растений на территории Российской Федерации: Постановление Правительства Российской Федерации от 16.05.2023 № 754,- URL://garant.ru/products/ipo/prime/doc/406805628/(дата обращения 20.10.2023)

6. Лобыкин А. Русской семечке не хватает науки,- URL: <http://expert.ru/expert/2023/08/russkoj-semechke-ne-khvatayet-nauki/>(дата обращения 20.10.2023)

© Огарков С.А., 2023

Научная статья

УДК 58.072: 631.452

В.А. Павлова, Е.Н. Шевченко

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

РАСТЕНИЯ-ИНДИКАТОРЫ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются растения-индикаторы, по которым можно определить какие типы почв формируются в данных условиях и какими свойствами они обладают. Исследование растительного покрова проводили в трех зонах – лесостепной, степной и сухостепной. По каждой зоне описаны

растения-индикаторы, характеризующие тип почвы, кислотность и щелочность, гумусированность и влажность.

Ключевые слова: растения-индикаторы, почвенное плодородие, кислотность, щелочность, гумусированность, влажность.

V.A. Pavlova, E.N. Shevchenko

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

PLANTS-INDICATORS OF SOIL FERTILITY IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV REGION

Annotation. The article considers plants-indicators, which can be used to determine which types of soils are formed under these conditions and what properties they have. The study of vegetation cover was carried out in three zones - forest-steppe, steppe and dry-steppe. plants-indicators are described for each zone, characterizing the type of soil, acidity and alkalinity, humus content and humidity.

Keywords: plants-indicators, soil fertility, acidity, alkalinity, humus content, humidity.

Растения-индикаторы – это растения, для которых характерна резко выраженная адаптация к определённым условиям окружающей среды.

По видовому составу растений в определенных экологических условиях можно определить какой тип почвы сформировался и какими свойствами обладает данная почва (кислотность, щелочность, гумусированность, влажность и др.) [3, 4].

Целью данной работы - определить по растениям-индикаторам какие типы почв сформировались в условиях Саратовской области и каким уровнем плодородия они обладают.

Саратовская область сильно растянута с севера на юг и с запада на восток. Территорию области пересекают 4 почвенно-климатические зоны: лесостепная, степная, сухостепная и полупустынная. Поэтому здесь очень большое разнообразие климатических условий, которые позволяют формировать неодинаковые ассоциации растительного покрова, что приводит к формированию разных типов почв [5].

Исследования растительного покрова проводили в трех зонах: лесостепной (Петровский район), лугово-степной (Турковский район) и сухостепной (Марксовский район).

Результаты наших исследований показали, что в северной части области, преимущественно в лесостепной зоне, сохранились естественные широколиственные леса с травянистым покровом. Так, в Петровском районе таких лесов порядка 4000 га. Из древесных пород преобладают дубы, осины, липы, вязы, березы, клены остролистные и татарские. Травянистые растения представлены ландышами, подмаренником душистым, купеной лекарственной, шалфеем, клевером, ковылями: узколистным, перистым и тырсой, типчаком, костром прибрежным [1]. Под такой растительностью сформировались серые лесные почвы.

В лугово-степной зоне, где находится Турковский район, растительность представлена разнотравьем – это ковыли узколистный, перистый и тырса, типчак, костер прибрежный, мятлик узколистный, донники белый и желтый, клевер, шалфей, мышиный горошек, горцы [1]. Под такой растительностью, богатой белками, азотом и зольными элементами, формируются черноземы, которые обладают более высоким потенциальным плодородием.

Растительный покров Марксовского района, расположенного в сухостепной зоне представлен типчаково-ковыльными степями с примесью разнотравья (ковыли: красный, Лессинга и тырса, типчак сизый, ромашник) и полыни [1]. Растительность района характеризуется низкорослостью и изреженностью. Проективное покрытие не превышает 50-70%. Под такой растительностью формируются каштановые почвы.

Также эта зона характеризуется комплексностью почвенного покрова. Среди каштановых почв могут формироваться засоленные почвы – солонцы и солончаки. Их формирование связано, в том числе с произрастанием полыней, солянок и солеросов [5].

Все растения предъявляют неодинаковые требования к кислотности почвы, гумусированности, влажности и другим показателям.

По растениям-индикаторам в полевых условиях можно определить какую реакцию среды имеет почва.

По реакции среды почвенного раствора все почвы условно можно поделить на: кислые (рН от 6,5 и ниже), нейтральные (рН от 6,6 до 7,2) и щелочные (рН от 7,3 и выше).

В таблице 1 приведены широко распространенные травянистые растения, которые могут помочь определить реакцию среды почвенного раствора [3].

Таблица 1. Травянистые растения-индикаторы кислотности и щелочности почвы

Характеристика почвы	Растения-индикаторы	Район произрастания	Тип почвы
Кислые	Щавель обыкновенный Иван-да-марья Подорожник Хвощ полевой Ромашка непахучая Фиалка трехцветная	Петровский	Серые лесные
Нейтральные/слабокислые	Редька полевая Крапива Мятлик луговой Лютик Осот полевой Циклахена	Турковский	Черноземы
Щелочные	Фиалка полевая Полыни Типчак Солерос Шалфей	Марковский	Каштановые

Знание реакции среды почвенного раствора необходимо для правильного выбора сельскохозяйственной культуры на конкретном поле, чтобы создать более благоприятные условия для ее роста и развития.

Культурные растения также предъявляют неодинаковые требования к реакции среды почвенного раствора (табл. 2) [2].

Таблица 2. Оптимальная для роста и развития сельскохозяйственных культур реакция среды почв

Культура	pH	Культура	pH
Озимая пшеница	6,3–7,3	Подсолнечник	6,0–6,8
Яровая пшеница	6,0–7,5	Люцерна	7,0–8,0
Озимая рожь	5,5–7,5	Клевер	6,0–7,0
Ячмень	6,8–7,5	Вика	5,7–6,4
Овес	5,0–7,7	Костер	7,0–7,5
Кукуруза	6,0–7,0	Райграс	6,8–7,5
Просо	5,5–7,5	Капуста	6,5–7,4
Горох	6,0–7,0	Лук	6,4–7,9
Картофель	5,0–5,5	Огурец	6,4–7,0
Сахарная свекла	7,0–7,5	Томат	6,3–6,7
Кормовая свекла	6,2–7,5	Соя	6,5–7,1

Из таблицы видно, что озимая пшеница лучше произрастает при pH 6,3–7,3, картофель любит кислые почвы, а люцерна – pH ближе к 8. При несоблюдении требований по pH сельскохозяйственные культуры теряют урожайность, из-за недоступности элементов питания. Так как оптимальное потребление основных элементов питания идет преимущественно при pH от 6,8 до 7,2.

Плодородие почвы напрямую зависит от того, сколько в ней содержится гумуса - органических соединений, являющихся источником питания для растений.

Некоторые сорняки могут подсказать богата ли гумусом почва или она нуждается в дополнительном внесении органических веществ.

Там, где гумуса много, отлично растут крапива, дымянкa, марь обыкновенная, мать-и-мачеха, паслен черный, щавель туполистный, звездчатка, одуванчик. Таких растений много в Турковском районе. И, действительно, здесь почвы – черноземы, богатые гумусом. Содержание гумуса достигает до 8–9% и более. О недостатке гумуса в почве сигнализируют такие растения, как клевер ползучий, полыни – это каштановые почвы Марковского района, где содержание гумуса не превышает 3–4%.

Саратовская область относится к зоне рискованного земледелия с недостаточным увлажнением. Поэтому влажность почвы (процентное содержание в ней воды) - еще одна немаловажная характеристика, интересующая сельхозпроизводителей. Влага жизненно необходима растениям, и большую ее часть они получают из почвы с помощью корня.

Влажность почвы на участке можно узнать разными методами, в том числе и с помощью растений-индикаторов. Очень влажную почву выбирают рогоз, осока дернистая и пузырчатая, камыш – это индикаторы гидроморфных почв, то есть почв, у которых грунтовые воды подходят очень близко к поверхности. Такие почвы могут встречаться в любых зонах. На влажной почве обычно растут такие представители царства флоры, как мята луговая, лапчатка гусиная, лютик ползучий, мать-и-мачеха, различные виды хвоща. Такие растения произрастают в Петровском и Турковском районах. Сухую почву предпочитают полыни, почти все виды ромашки, дрема (смолевка) белая, аистник обыкновенный, некоторые виды герани. Такой растительный покров характерен для каштановых почв Марксовского района.

Таким образом, растения-индикаторы, можно использовать как экспресс-метод, дающий ценную первичную информацию о почве и ее свойствах в полевых условиях. Но для получения более полной картины, точных качественных и количественных характеристик почвы необходимо проводить агрохимобследование, которое даст более достоверную информацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас Саратовской области. Главное управление геодезии и картографии при совете министров СССР. Москва. 1978. 31 с.
2. Куприченков, М.Т., Марченко В.А., Лесников В.Ф. Плодородие почв био- и агроцензов. Москва. 1991. 245 с.
3. Меженский В.Н. Растения-индикаторы. Москва: ООО «Издательство АСТ»; Донецк: «Сталкер». 2004. 76 с.

4. Карпук В.К., Мешечко Е.Н. Основы экологии. Мн.: «Экоперспектива», 2002. 376 с.

5. Сеницына Н.Е., Гришин П.Н., Варюхин А.М., Кравченко В.В., Азова Т.И. Почвенный покров Саратовской области и его агроэкологическая характеристика. Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». 2010. 124 с.

© Павлова В.А., Шевченко Е.Н., 2023

Научная статья

УДК 631.86

Е.В. Панин, Е.А. Высоцкая

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, г. Воронеж, Россия

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ПОВЫШЕНИИ РЕСУРСОВ АГРОЭКОСИСТЕМ

Аннотация. В статье проведен подробный анализ литературных источников, связанных с вопросами питания растений в агроэкосистемах, представляющих собой комплексное поле исследований, охватывающее различные аспекты агрохимии, физиологии растений и микробиологии. Выявлены более эффективные и устойчивые методы применения биопрепаратов, а также их влияние на экосистемы и продовольственную безопасность страны.

Ключевые слова: агроэкосистема, биологически активные препараты, экологизация сельскохозяйственного производства, продовольственная безопасность.

E.V. Panin, E.A. Vysotskaya

Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR THE USE OF BIOLOGICALLY ACTIVE DRUGS IN INCREASING THE RESOURCES OF AGROECOSYSTEMS

Annotation. The article provides a detailed analysis of literature sources related to plant nutrition in agroecosystems, which are a complex field of research covering various aspects of agrochemistry, plant physiology and microbiology. More effective and sustainable methods of using biological products have been identified, as well as their impact on the ecosystems and food security of the country.

Keywords: agroecosystem, biologically active preparations, ecologization of agricultural production, food security.

В современных условиях экологической нестабильности и увеличивающегося внимания к вопросам безопасности окружающей среды, применение современных биопрепаратов, спроектированных для регуляции роста растений, представляет собой важный элемент в обеспечении устойчивого развития сельского хозяйства. Эти биопрепараты отличаются от химических аналогов тем, что они безопасны для человека и окружающей среды.

Следует подчеркнуть, что значительные исследования и разработки были проведены в России в области создания микробных препаратов, и уже сегодня отечественные ученые и предприятия активно занимаются их экспериментальным и полупромышленным производством.

Применение биопрепаратов в сельском хозяйстве обеспечивает не только увеличение урожайности и экономической эффективности, но и значительное улучшение экологических и санитарно-гигиенических условий. Они способствуют сохранению биоразнообразия, снижению заболеваемости и

загрязнения почв и водных ресурсов, что имеет важное значение для сохранения нашей планеты в здоровом состоянии и обеспечения продовольственной безопасности.

Использование этих методов позволяет более эффективно и рационально управлять материальными и энергетическими ресурсами, а также решать множество вопросов, связанных с загрязнением окружающей среды агрохимикатами и пестицидами. В этом контексте разработка методов, направленных на сохранение ресурсов и увеличение устойчивости агроэкосистем к болезням и неблагоприятным воздействиям окружающей среды, путем активации естественного защитного потенциала растений, становится ключевой задачей в современном сельском хозяйстве.

На наш взгляд, ключевые направления для будущих исследований в области биологической защиты растений могут быть сформулированы следующим образом:

1. Раскрытие механизмов воздействия биологических агентов на активность патогенов. Это важно для более глубокого понимания того, как биологические агенты могут эффективно подавлять патогены и какие биохимические процессы стоят за этим воздействием.

2. Разработка эффективных и экономичных методов производства инокулюмов биологических агентов. Это позволит сделать биологическую защиту растений более доступной и устойчивой, уменьшая затраты на производство инокулюмов.

3. Исследование совместного применения биологических, агрохимических и других методов борьбы с болезнями. Подход, который комбинирует различные методы защиты растений, может оказаться более эффективным в борьбе с разнообразными патогенами.

4. Определение оптимальных сроков и частоты применения биологических агентов. Это поможет снизить риски и увеличить эффективность использования биологической защиты.

5. Разработка способов создания благоприятных почвенных условий для развития биологических агентов. Понимание, какие факторы влияют на жизнеспособность биологических агентов в почве, позволит улучшить условия для их размножения и действия.

Эти принципы представляют собой фундаментальные аспекты, которые могут помочь усовершенствовать и расширить применение биологической защиты растений, что в свою очередь способствует увеличению устойчивости сельского хозяйства и снижению использования химикатов.

В последние несколько лет наблюдается активное развитие биологических методов, нацеленных на увеличение производительности и улучшение устойчивости агроэкосистем к фитопатогенам, как заявлено в исследовании Глика [3].

Воздействие на 50 изученных штаммов бактерий, включая представителей *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Bejerinckia*, *Agrobacterium* и *Flavobacterium*, зависело от различных факторов. Среди них можно выделить специфичность каждого штамма, уровень инокуляции, состояние индигенной микробиоты в момент посева, вид растений, характеристики почвы и множество других аспектов.

Интересно отметить, что исследование также показало, что обработка растений азотфиксирующей ассоциативной культурой *Azospirillum* может значительно усилить рост корневой системы растений. Этот эффект приводит к более эффективному поглощению минеральных веществ из почвы, что оказывает положительное воздействие на рост и развитие растений [3].

Существуют разнообразные штаммы микроорганизмов, которые проявляют активность в производстве ациклических карбоновых кислот, способных растворять фосфаты, и, кроме того, они выделяют стимуляторы роста растений в окружающую среду. Эта интересная особенность была замечена и подробно описана в исследовании Пашкевича [7]. Среди различных веществ, способствующих росту растений, наиболее широко распространены ауксины, которые обнаружены в экскретах многих почвенных

микроорганизмов. Например, такие бактерии, как *Pseudomonas tumefaciens* и *Xanthomonas beticola*, имеют способность синтезировать бета-индолилуксусную кислоту, которая проявляет сильное стимулирующее воздействие на процесс образования корней у растений. Эти микроорганизмы играют важную роль в обеспечении роста и развития растений, что делает их исследование и понимание их функций важным аспектом в сельском хозяйстве и научных исследованиях в области растениеводства.

Чтобы способствовать росту растений, можно использовать косвенные методы, такие как снижение частоты возникновения болезней, вызванных фитопатогенными грибами. Исследования показывают, что штамм *Pseudomonas* sp., выделенный из ризосферы диких злаковых растений, обладает антагонистическими свойствами в отношении грибов рода *Phytophthora*, *Fusarium*, *Alternaria*, и *Rhizoctonia*. Этот штамм также отличается активным метаболизмом и высокой продуктивностью, как указано в работе [3].

Микробиологические препараты уже давно присутствуют в аграрной сфере, но их эффективность до сих пор остается недостаточной, чтобы полностью заменить химические удобрения, как отмечено Фатиной в 2007 году [9]. Однако, в сельском хозяйстве, при использовании биопрепаратов, способствующих оптимизации питания корней растений, такие как ризобактерин, разработанный на основе diaзотрофного азотфиксирующего фактора *Klebsiella planticola*, начинают находить широкое применение [2].

На сегодняшний день известно, что множество микроорганизмов обладают способностью к азотфиксации, как указывалось Шлегелем Г. Среди таких организмов можно выделить представителей рода *Bacillus*, которые, при недостатке минерального азота в почве, способны фиксировать азот непосредственно из атмосферного воздуха [1].

Таким образом, хотя микробиологические препараты все еще не могут полностью заменить химические удобрения, их потенциал в сельском хозяйстве становится все более очевидным, особенно в связи с возросшим пониманием

возможностей азотфиксации различными микроорганизмами, включая *Bacillus* и *Klebsiella planticola*.

В России значительные исследования в области сельского хозяйства проводятся Всероссийским научно-исследовательским институтом сельскохозяйственной микробиологии Российской сельскохозяйственной академии. Они разработали ряд инновационных биопрепаратов, которые в настоящее время производятся на биофабриках России. Среди них можно выделить такие продукты, как ризоторфин, ризобактерин флавобактерин, мизорин, Биоплант Флора, Биосолби Риз и Байкал ЭМ-1. Исследования, проведенные учеными Крыловой Е.А., Завалиным А.А., Шакиным А.П. [6,4,10] подчеркивают значимость этих биопрепаратов в сельском хозяйстве.

Проведенный анализ литературы в этой области показал, что большинство применяемых биопрепаратов направлены на фиксацию азота из воздуха, что является ключевым аспектом для повышения плодородия почвы и увеличения урожайности. Однако меньше внимания уделяется биопрепаратам, способным мобилизовать фосфор в почве. Один из таких продуктов – фитостимифос, созданный на основе фосфатмобилизирующей бактерии *Agrobacterium radiobacter* в Институте микробиологии Национальной академии наук Республики Беларусь [2]. Этот биопрепарат имеет большой потенциал для увеличения доступности фосфора для растений, что может привести к более эффективному использованию удобрений и увеличению урожайности сельского хозяйства.

Таким образом, исследования и разработки в области биопрепаратов ведут к значительным улучшениям в сельском хозяйстве, обогащая почву и способствуя увеличению урожайности, что имеет важное значение для продовольственной безопасности и устойчивого развития сельских районов.

В Татарстане также проводятся сходные исследования в области биологической мобилизации фосфора в почвах Республики. Изучение различных типов почв этой региона позволило выделить бактерии родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, которые обладают способностью трансформировать

сложные органические соединения, такие как нуклеиновые кислоты и фитин, а также неорганические соединения, вроде $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, AlPO_4 и FePO_4 , в формы фосфора, доступные растениям.

В результате жизнедеятельности различных штаммов этих бактерий происходит аккумуляция фосфора в почвенном растворе, содержащем как неорганические, так и органические фосфаты, и среднее содержание P_2O_5 составляет от 250 до 320 мг/л среды. Это является важным фактором для обогащения почв фосфором, делая его доступным для растений.

На основе фосфатмобилизирующих бактерий, таких как *Bacillus polymyxa* и *Pseudomonas stutzeri*, был разработан комплексный биопрепарат для агроэкосистем с защищенным грунтом. Внесение этого дефосфорирующего сообщества в тепличный грунт в производственных условиях в качестве биоудобрения привело к значительному увеличению содержания подвижного фосфора в почве на 44–48% [5]. Этот результат является важным шагом в обеспечении более эффективного использования фосфорных ресурсов и повышении урожайности в сельском хозяйстве Республики Татарстан.

Существуют медикаменты, основанные на бактериях, способных мобилизовать фосфаты, таких как *Agrobacterium radiobacter* [2]. Особый интерес вызывают бактерии, способные активно взаимодействовать с кремнием и фосфатами. В настоящее время одним из таких бактериальных препаратов, применяемых для мобилизации кремния и калия, является "Кремнебактерин", основанный на штаммах *Bacillus mucillugenosus* [8]. Несмотря на это, множество вопросов, связанных с применением бактериальных удобрений, остаются недостаточно изученными.

Не менее важные изменения в биологии возбудителей болезней связаны с их увеличенной пластичностью, адаптивностью и патогенными свойствами, что обусловлено естественным отбором. В агроценозах наблюдается преобладание направленного отбора над стабилизирующим, что приводит к накоплению наиболее агрессивных штаммов патогенов. Это подчеркивает необходимость

более тщательного рассмотрения искусственных вмешательств в экосистему и учета их возможных последствий для биоразнообразия и здоровья растений.

Для обеспечения стабильности грибных популяций необходимо стремиться к максимальному разнообразию в сельскохозяйственных экосистемах. Это включает в себя разнообразие антагонистических организмов, которые могут подавлять фитопатогенные виды в окружающей среде растений. Помимо этого, важно также сосредотачиваться на достижении генетической изменчивости в паразитических популяциях и снижении их роста. Это связано с тем, что с увеличением плотности вредных организмов населяющих среду, увеличивается скорость эволюционных процессов внутри их популяций [8].

Важным аспектом стабилизации грибных популяций является разнообразие в сельскохозяйственных системах. Это включает в себя множество различных видов, которые могут противостоять фитопатогенным организмам, развивающимся на растениях. Такое разнообразие может помочь удерживать вредные популяции на уровне, не представляющем серьезной угрозы для урожая.

Помимо этого, стремление к генетической изменчивости в популяциях паразитов имеет решающее значение. Создание разнообразных генетических вариантов в популяциях может замедлить скорость роста и развития вредных организмов, что делает их более уязвимыми перед антагонистами и условиями окружающей среды.

Нельзя забывать, что с ростом численности вредных организмов увеличивается вероятность возникновения новых адаптаций и мутаций, что в свою очередь ускоряет эволюционные изменения внутри популяций. Поэтому снижение плотности вредных организмов и поддержание генетической разнообразности становятся ключевыми стратегиями для борьбы с грибными популяциями, угрожающими сельскому хозяйству.

Анализ литературных источников позволяет утверждать, что исследования, связанные с вопросами питания растений в агроэкосистемах, представляют собой комплексное поле исследований, охватывающее различные

аспекты агрохимии, физиологии растений и микробиологии. Исследовательские данные о применении биопрепаратов в качестве экологически чистых средств для борьбы с фитопатогенами на сегодняшний день представляются весьма ограниченными.

Это подчеркивает необходимость и экономическую целесообразность использования таких биопрепаратов. Однако в данной области все еще остается немало нерешенных вопросов, требующих дальнейших исследований и углубленного изучения. Разработка более эффективных и устойчивых методов применения биопрепаратов, а также их влияния на экосистемы и окружающую среду, остаются актуальными задачами для научного сообщества.

Список литературы:

1. Ashlee M. Earl, Richard L., Roberto K. Ecology and genomics of *Bacillus subtilis* // Review. – 2008. – P. 269 -275.
2. Вильдфлуш И.Р., Персикова Т.Ф., Цыганова А.Р. Ресурсосберегающие приёмы повышения эффективности удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур // Проблемы агрохимии и экологии, – 2008. – №2. – С.7-12.
3. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 589 с, ил.
4. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. – М.:Всерос. НИИ агрохимии им. Д.Н. Прянишникова, 2005. – 301 с.
5. Захарова Н.Г., Сираева З.Ю., Демидова И.П., Горов С.Ю. Создание биопрепаратов, перспективных для сельского хозяйства // Ученые записки Казанского государственного университета. Серия: Естественные науки. – 2006. – Т. 148. – №2. – С. 102-111.
6. Крылова Е.А. Оценка влияния биологического препарата «Байкал – ЭМ 1» на ростовые показатели озимых зерновых культур // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – №2. – С.50-54.

7. Пашкевич Е.Б. Биологическое обоснование создания и особенности применения биопрепаратов, содержащих *Bacillus subtilis*, для защиты растений от фитопатогенов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2009. – № 2. – С. 41 -47

8. Самсонова Н.Е. Роль кремния в формировании фосфатного режима дерново-подзолистых почв // Агрохимия. – 2005. – № 8.– С. 11–18

9. Фатина П. Н. Применение микробиологических препаратов в сельском хозяйстве // Вестник Астраханского государственного технического университета. – 2007. – № 4 (39). –С. 133-136.

10. Шакин А.П., Хрянин В.Н., Сальanova А.И., Разоренова Г.А. Применение бактериальных удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур // 256 Известия ПГПУим. В.Г. Белинского. Естественные науки. – 2006. – №1(5). – С.71-73.

© Панин Е.В., Высоцкая Е.А., 2023

Научная статья

УДК: 636.3 (078)

Н.С. Папкина

ФГБОУ ВО «Херсонский аграрный университет», г. Херсон, Россия

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЯРОК АСКАНИЙСКОЙ ТОНКОРУННОЙ ПОРОДЫ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты производственного опыта по эффективности использования показателя интенсивности формирования в возрасте 8 месяцев для предварительной оценки живой массы молодняка. Ярки различных классов распределения отличались по показателю живой массы при рождении. При отбивке ягнят от матерей их живая масса не менее 20,0 кг и достоверных различий между группами не выявлено, а в возрасте 6 месяцев

ярки М+ превосходят ровесниц М0 на 1,5%, а М- на 11,2% ($P < 0,05$), и достоверные различия сохраняются в возрасте 8 месяцев.

Ключевые слова: овцеводство, живая масса, таврийский тип асканийская тонкорунная порода

N.S. Papakina

Kherson agrarian university

AGE FEATURES OF THE FORMATION OF THE ASKANIY FINE FEEL BREED

Annotation. The article discusses the results of production experience on the effectiveness of using the formation intensity indicator at the age of 8 months for a preliminary assessment of the live weight of young animals. Lambs of different distribution classes differed in live weight at birth. When weaning lambs from their mothers, their live weight was at least 20.0 kg and no significant differences were found between groups, and at the age of 6 months, M+ lambs outperform their peers M0 by 1.5%, and M- by 11.2% ($P < 0.05$), and significant differences remain at the age of 8 months

Keywords: sheep breeding, live weight, Tavrian type, Askanian fine-fleece breed

Постановка проблемы. В настоящее время в мире наиболее выгодно использование сельскохозяйственных животных, в т. ч. овец, комбинированных направлений продуктивности, и особенно приспособленных к интенсивному производству [1, 2]. Анализ экономической эффективности ведения овцеводства в мире [3] свидетельствует, что за период с 2000 года произошло сокращение поголовья овец (более чем на 30,5%) в странах, традиционных лидировавших по численности поголовья и производству шерсти: Австралия, Новая Зеландия. Одновременно, объем баранины производимой в мире, по состоянию на 2015 год составляет 1,3 млн. тонн, при прогнозе роста показателя

за 10 лет на 4,0 и более процентов [4], связан с ростом спроса на мясо в Китае, Монголии и Бразилии, где прирост поголовья от 9,5 до 80,3%. Увеличение объемов продукции овцеводства (мяса, шерсти, и т.д) связано не только с наращиванием поголовья, но и ростом собственной продуктивности животных.

В Херсонской области основой для производства баранины является чистопородное разведение хорошо адаптированных к засушливым условиям степи пород овец [2,5]. В последние 30 лет в Херсонской области прошла апробация таких пород: таврийский тип асканийской тонкорунной породы, асканийская мясо-шерсть кроссбредная и асканийская черноголовая. Высокий эффект усовершенствования асканийских тонкорунной породы с целью улучшения шерстных качеств получен в результате скрещивания асканийских овцематок с австралийскими мериносовыми баранами и последующей целенаправленной селекции на повышение шерстной продуктивности, при сохранение высокой живой массы [6-9].

Анализ актуальных исследований и публикаций. Селекционная работа в современных условиях усложнена из-за значительного ограничения численности животных как в отдельном предприятии, так и в целом в пределах породы [1,10]. Мясная продуктивность тонкорунных овец остается потенциалом для развития отрасли и до сих пор изучается [11-13].

Постановка задачи. Оценка особенностей формирования продуктивности у молодняка овец таврийского типа асканийской тонкорунной породы в условиях производства и было целью наших исследований. Нами проведен производственный опыт в условиях племенного хозяйства по разведению асканийской тонкорунной породы овец. Целью опыта стало изучить особенности формирования молодняка, полученного от матерей и родителей (аналогов по происхождению) и возможность использования показателя интенсивности формирования для предварительной оценки животных в возрасте до одного года. Молодняк, одного типа рождения, был распределен по признаку интенсивности формирования.

Изложение основного материала. Технология выращивания овец базируется на знаниях о закономерностях роста и развития животных. Каждое животное имеет свой уникальный генотип, который и обуславливает все процессы его роста и развития. Овцы в пределах породы имеют схожие генотипы, а потому и особенности их роста и развития должны быть аналогичными. В то же время изменчивость признаков определяет возможные отличия у животных одного вида и является источником для проведения селекционной работы по усовершенствованию породы. Именно поэтому для каждой породы, типа, линии есть определенные стандарты. Для асканийской тонкорунной породы живая масса молодняка на время рождения составляет 3,5...4,0 кг.

Распределение овец на модальные классы по показателю интенсивности формирования, которой проводилось в возрасте 8 месяцев дало распределений ремонтное поголовье по классам следующим образом: к классу М-отнесены 113 голов, М0 - 109 и к М+ 105 голов (табл. 1), все животные происходят от овцематок I класса и являются аналогами по происхождению.

Таблица 1

Показатели живой массы и приростов ярок разных классов распределения.

Возраст, мес.	Живая масса, кг	Прирост живой массы		
		абсолютный, кг	относительный, %	среднесуточный, г
М- (n=113)				
При рожд.	3,30±0,05*	-	-	-
1	8,08±0,07	4,78	144,85	159
2	12,48±0,06	4,40	54,45	146
3	18,64±0,08	6,16	49,36	205
4	21,47±0,06	2,83	15,32	94
6	24,13±0,12	2,66	12,39	88
8	28,34±0,13	4,21	17,44	70
12	35,74±0,21	7,40	26,11	62
15	38,24±0,17	2,50	7,00	28

18	43,15±0,13	4,91	12,84	55
M ⁰ (n=109)				
При рожд.	3,60±0,06	-	-	-
1	8,24±0,04	4,64	128,89	154
2	13,77±0,11	5,53	67,11	184
3	18,98±0,12	5,21	37,84	173
4	22,24±0,13	3,26	17,18	108
6	26,75±0,07	4,51	20,28	150
8	31,36±0,13	4,61	17,23	77
12	36,27±0,14	4,91	15,66	40
15	39,43±0,15	3,16	8,71	35
18	44,18±0,12	4,75	12,04	52
M+ (n=105)				
При рожд.	3,94±0,06	-	-	-
1	8,42±0,05	4,48	113,71	149
2	13,74±0,17	5,32	63,18	177
3	20,15±0,15	6,41	46,65	214
4	23,02±0,08	2,87	14,24	95
6	27,16±0,12	4,14	17,98	138
8	31,43±0,10	4,27	15,72	71
12	35,17±0,16	3,74	11,90	31
15	40,17±0,17	5,00	14,22	56
18	44,91±0,19	4,74	11,80	53

Примечание: * - P<0,05; ** - P<0,01; *** - P<0,001

При рождении наибольшую живую массу имели ярки класса M+ (3,94±0,06 кг), которые превосходили своих сверстниц из модального класса (M⁰) на 7% (P<0,95). Яркие класса M-, по показателю живой массы при рождении уступали модальным аналогам на 7%. Установленная разница достоверна, и подтверждает, что различие по уровню живой массы на время рождения, обусловленное особенностями преднатального периода и влияет на скорость формирования ягнят в постнатальный период. В возрасте одного

месяца представительницы М+ ($8,42 \pm 0,05$ кг) сохраняют лидерство, и недостоверно превосходят сверстниц М- и М0 вариант на 0,18 и 0,34 кг.

До достижения возраста отбивки ягнята соответствуют стандарту породы и весят не менее 20,0 кг. Показатель животных модального класса $22,24 \pm 0,13$ кг достоверно не отличаются от показателей классов М- и М+ ($21,47 \pm 0,06$ и $23,02 \pm 0,08$ кг, соответственно). Таким образом, при различной начальной живой массе, за первые месяцы выращивания, при содержании с овцематками, ягнята становятся типичными по показателям живой массы. Показатели среднесуточных приростов наивысшие в группе М- и превышают значения ровесниц класса М0 на 5-40 гр, что свидетельствует о активных процессах роста и формирования. Различия в показателях классов М+ и М-, при достижении возраста отбивки ягнят возрастают до 1,5 кг или 7,3% ($P < 0,05$).

Отлученный от матерей молодняк формируют в новую отару по возрастному и половому признаку. Живая масса ярок различных классов распределения в возрасте 6 месяцев достоверно различается, так М+ превосходит ровесниц М0 на 1,5%, а М- на 11,2% ($P < 0,05$). Аналогичные различия в показателях роста сохраняются и в возрасте 8 месяцев. Активный рост молодняка класса М+ снижается к возрасту одного года, а у ровесниц двух других классов, наоборот, показатели живой массы и приростов становятся аналогичными значениям класса М+, при достижении возраста одного года.

В последующий период выращивания, до 18 месячного возраста, ярки класса М- не достоверно уступают другим группам, по показателям живой массы 3,9 и 2,3 %. Таким образом животные различных классов характеризуются различной интенсивностью росту и развития, при достижении репродуктивного возраста имеют типичную живую массу.

Выводы. Ярки с различной живой массой при рождении, имеют живую массу не мене 20,0 кг при отъеме от овцематок. Показатель интенсивности формирования животных до 8 месячного возраста может быть использована для предварительной оценки и отбора овец с высокой живой массой.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Селекція сільськогосподарських тварин / Б.М. Гопка, В.П. Коваленко, Ю.Ф. Мельник, К.А. Найдено, Т.І. Нежлукченко, В.Г. Пелих, І.А. Рудик, М.І. Сахацький, О.Л. Трофименко, А.М. Угнівенко, Л.М. Цицюрський, В.І. Шеремета/ За заг. ред. Ю.Ф. Мельника, В.П. Коваленка та А.М. Угнівенка. – К.: , 2007. – 554.
2. Вівчарство України : монографія / В. М. Іовенко, П. І. Польська, О. Г. Антоненко, В. М. Бова, Т. Г. Болотова; В.о. Укр. акад. аграр. наук, Ін-т тваринництва степових районів ім. М. Ф. Іванова "Асканія-Нова"; За ред. В. П. Буркат.– К. : Аграрна наука, 2006.– 616 с.
3. Валерік Оганесян
https://www.researchgate.net/publication/326572856_DINAMIKA_POGOLIV%27A_OVEC_NA_RINKU_PRODUKCII_VIVCARSTVA_V_UKRAINI_TA_U_SVITI
4. Мировой рынок мяса // Международный независимый институт аграрной политики <http://xn--80aplem.xn--plai/repository/analytics/155/document.pdf> дата публікації 20.04.2016
5. Довідник з вівчарства / В. І. Вороненко, В. М. Іовенко, П. І. Польська, П. Г. Жарук, О. Г. Антоненко; В.о. Ін-т тваринництва степових районів ім. М. Ф. Іванова "Асканія-Нова"- Нац. наук. селекційно-генетичний центр з вівчарства.– Нова Каховка : ПИЕЛ, 2008.– 125 с.
6. Штомпель М.В., Богданова Н.В. Жива маса і коефіцієнт вовновості баранів-плідників асканійської тонкорунної породи традиційної селекції, таврійського внутривидного типу і породи австралійський меринос // Таврійський Науковий Вісник. – Херсон. – Вип. 14. – 2000. – С. 57-61.
7. Даниленко Г.К., Болотова Т.Г. Вплив цілеспрямованої селекції на поліпшення вовни асканійських мериносів // Вівчарство: міжвід. темат. наук. зб. – К.: Урожай. – 1993. - № 27. – С. 14-18;
8. Болотова Т.Г., Підгорний В.В., Вітнов Ю.В. Селекційноплемінна робота з асканійською тонкорунною породою овець в племзаводі "Атманайський" //

Вівчарство: між від. темат. наук. зб. – К.: Аграрна наука – 1995. - № 28. – С.27-31.

9. Нежлукченко Т.І., Масюткін А.М. Прогнозування живої маси ягнят різних типів інтенсивності росту в ранньому онтогенезі // Молоді вчені - тваринництву / Мат Міжнародна конф. молодих вчених-вихованців шкіл видатних вчених ак. М.Ф. Іванова і Л.К. Гребня, 2000. – С. 15-17.

10. Бекенев В.А. Необходимость селекционного преобразования животноводства / Зоотехния, №4. – 2008. – С.3-7.

11. Помитун И.А., Косова Н.А., Золотарева С.А., Панькив Л.П. Методические подходы к оценке овец мясного направления продуктивности / Зоотехническая наука Белоруси. – Научно-практический центр Национальной академии наук Белоруси по животноводству Том 51. Номер 1. 2016 – С.147-154.

12. Помитун И.А., Трускова Т.Ю., Панькив Л.П. Продуктивность и резистентность организмов молодняка овец при разных технологиях содержания - Белоруси. – Научно-практический центр Национальной академии наук Белоруси по животноводству. Номер 107. 2012 – С.115-124.

13. Похил В.І., Лесновська О.В. Особливості росту і розвитку овець різних м'ясних генотипів. Тваринництво України. 2013. № 11. С. 7 – 10. Похил В.І., Лесновська О.В. Забійні якості овець різного походження. Науковий вісник «Асканія-Нова». Нова Каховка: ПІЕЛ, 2012. Вип. 5. Ч. 1. С. 171 – 17

© Папакина Н.С., 2023

Научная статья

УДК 632.954

И.С. Петелин, А. С. Волкова, А. А. Мнатсаканян

ФГБНУ «НЦЗ имени П.П. Лукьяненко», г. Краснодар, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Аннотация. В статье приводятся данные однофакторного опыта по влиянию гербицидов в различной дозировке при возделывании сорта Юбилейная 100, влияющих на значительную прибавку урожайности. Отмечено, что данные препараты способствовали существенной прибавки урожайности в среднем на 3,8 %.

Ключевые слова: озимая пшеница, гербицид, урожайность, сорт, Логран, Банвел

I.S. Petelin, A.S., Volkova, A.A. Mnatsakanyan

Federal State Budget Scientific Organization "National Center of Grain named after P.P. Lukyanenko"

INFLUENCE OF HERBICIDES WHEN CULTIVATING WINTER WHEAT IN THE CENTRAL ZONE OF THE KRASNODAR REGION

Annotation. The article presents data from a single-factor experiment on the effect of herbicides in various dosages during the cultivation of the Yubileinaya 100 variety, which influence a significant increase in yield. It was noted that these drugs contributed to a significant increase in yield by an average of 3.8%

Keywords: winter wheat, herbicide, yield, variety, Logran, Banvel.

Одним из наиболее эффективных методов борьбы с сорняками является использование гербицидов – химических веществ, уничтожающих или подавляющих рост сорняков. Использование гербицидов при возделывании озимой пшеницы позволяет значительно повысить урожайность культуры. Также применение гербицидов способствует снижению затрат на обработку

почвы и улучшает её структуру, что в свою очередь повышает плодородие почвы.

Для раскрытия генетического потенциала озимой пшеницы, до сих пор остаются актуальными исследования различных видов гербицидов в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Цель исследования – совершенствование элементов технологии возделывания озимой пшеницы с применением гербицидов в условиях центральной зоны Краснодарского края.

Задачи исследований:

– изучить влияние гербицидов на интенсивность разложения льняного полотна в почве:

– определить влияние изучаемых препаратов на урожайность озимой пшеницы.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Логран (контроль) - 0,01 кг/га
2. Банвел - 0,22 л/га
3. Логран - 0,005 кг/га + Банвел 0,11 л/га

Учёты, наблюдения и анализы в наших исследованиях проводились согласно общепринятым методикам, рекомендациям и ГОСТам.

Сорт озимой пшеницы Юбилейная 100 - включен в Государственный реестр селекционных достижений РФ с 2004 года.

Метод аппликации актуален при изучении гербицидов, с его помощью мы устанавливаем влияние степени засоренности, на процессы, происходящие в почве (табл. 1).

Таблица 1 – Распад льняных полотен за вегетационный период озимой пшеницы в зависимости от гербицида и изучаемой дозировки, %

Сорт	Гербицид	Дни от закладки до учета				
		30 (1.04)	45 (16.04)	60 (30.04)	75 (15.05)	90 (1.06)
Юбилейная – 100	Логран 0,01 кг/га	6,3	25,4	45,4	55,1	61,1
	Банвел 0,22 л/га	6,5	27,1	46,1	56,4	62,0
	Логран 0,005 кг/га + Банвел 0,11 л/га	6,3	28,3	45,9	55,3	62,4

Холодная погода в марте (среднемесячная температура 4,5°C) не способствовала разложению льняных полотен. Степень распада на 1 апреля практически не изменялась (6,3–6,5 %). При этом она не зависела ни от сорта и ни от гербицидов. В среднем показатель Юбилейная 100 составил 6,4 %.

Учет проведенный через 45 дней, т.е. 16 апреля, показал, что микробиологический процесс разложения клетчатки активизировался. Процент распада льняных полотен увеличился до 25,4–28,3 %. Средний показатель у изучаемого сорта Юбилейная 100 составил 26,9, что в 4,1 раза больше по сравнению с первым сроком учета. В этот период температура воздуха повысилась до 10,5°C, количество выпавших осадков составило 43 мм, что сказалось на разложении льняного полотна.

Следующий учет был проведен через 60 дней, где степень разложения полотен у сорта Юбилейная 100 составила 45,8 %, что в 1,7 раза больше по сравнению со вторым сроком отбора. При этом распад полотен не зависел от изучаемых гербицидов.

Учет проведенный через 75 дней зафиксировал распад полотен у сорта Юбилейная 100 в среднем на 55,6 % , разница между предыдущим учетом составила 10,3 %. Агрометеорологические условия для разложения полотен

были благоприятными: температура воздуха составляла 18°C, а количество выпавших осадков 65 мм.

Учет проведенный в конце вегетации показал, что в среднем по опыту степень распада льняных полотен составила 61,8 %, т.е. на 6,2 % больше по сравнению с четвертым учетом (15.05).

В течение всего периода наблюдения процесс разложения льняных полотен протекал в благоприятных климатических условиях. При этом ни сорт ни гербициды не оказали влияние на разложение полотен.

Изучение любой технологии всегда стремиться для достижения максимальной прибавки урожая изучаемой культуры (таблица 2).

Таблица 2 - Урожайность озимой пшеницы в зависимости от гербицида и изучаемой дозировки, ц/га

Сорт	Гербицид	Средняя по вариантам
Юбилейная – 100	Логран 0,01 кг/га	64,7
	Банвел 0,22 л/га	67,5
	Логран 0,005 кг/га + Банвел 0,11 л/га	69,4
НСР ₀₅ , ц с 1 га	2,23	

В ходе проведенных исследований отмечено, что высокое значение в среднем по вариантам, было получено в дозе Логран 0,005 кг/га + Банвел 0,11 л/га и составило 69,4 ц/га. В сравнении с другими изучаемыми вариантами, была получена существенная разница с применением дозы гербицида Логран 0,01 кг/га и составила 4,7 ц/га. Проведя сравнительную характеристику оставшихся вариантов и сравнивая их с высоким значением, было отмечено, что при применении дозы Банвел 0,22 л/га, разница с применением дозы Логран 0,005 кг/га + Банвел 0,11 л/га была несущественная и составила 1,9 ц/га.

Гербициды, изучаемые при возделывании озимой пшеницы в условиях почвенно-климатического региона центральной зоны Краснодарского края, показали значительную прибавку урожайности, высокие результаты которых составили 69,4 ц/га, разница в сравнении с контролем составила 4,7 ц/га.

Изучаемые гербициды в различных дозировках, не оказали влияния на интенсивность распада льняного полотна, где средний показатель по опыту составил 61,9 %.

Окончательные выводы на основании данных одного года делать нецелесообразно, поэтому данное исследование необходимо продолжить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Котельникова М.Н., Буланова Ж.А., Асадова М.Т. Роль гербицидов на засоренность озимой пшеницы в условиях Ц ЧЗ / М.Н. Котельникова [и др.]. Достижения науки и техники АПК, 2021, Т 35, № 5, с. 14–19.
2. Кошеляев В.В., Кудин С.М., Кошеляева И.П. Влияние гербицидов с различным спектром действия на стрессовую устойчивость и урожайность семян озимой пшеницы / В.В. Кошеляев [и др.]. Известия Самарской ГСХА, 2016, № 1, с. 51–56.
3. Лабынцев А.В. Эффективность гербицидов на озимой пшенице / А.В. Лабынцев, А.В. Гринько // Зерновое хозяйство России. 2016. № 3, с. 44–47.
4. Любарский В.Г., Терехова С.С. Влияние способа обработки почвы и гербицида Ланцелот 450, Вд г на урожайность озимой пшеницы / В.Г. Любарский, С.С. Терехова // Научное обеспечение АПК: материалы XI Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 95-летию КубГАУ и 80-летию со дня образования Краснодарского края. Краснодар, 2017. С. 687–688.

© Петелин И.С., Волкова А. С., Мнатсаканян А. А., 2023

Научная статья

УДК 579.222:631.4:502

Н.Н. Позднякова, О.В. Турковская

Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов – обособленное структурное подразделение Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук», г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МЕТАБОЛИТОВ НА ДЕГРАДАЦИЮ ПАУ ГРИБАМИ И БАКТЕРИАЛЬНО-ГРИБНЫМИ КУЛЬТУРАМИ

Аннотация. В статье исследуется влияние естественных растительных и грибных метаболитов на деградацию модельной смеси ПАУ базидиомицетом *Pleurotus ostreatus* Florida, а также его бинарной культурой с PGPR бактерией *Azospirillum brasilense* SR80. Выявленные эффекты зависели как от использованных веществ, так и от условий культивирования (моно- или бинарные культуры), что необходимо учитывать при разработке экологических биотехнологий, сочетающих фито- и микоремедиацию.

Ключевые слова: полициклические ароматические углеводороды, *Pleurotus ostreatus* Florida, *Azospirillum brasilense* SR80, метаболиты, бинарные культуры

N.N. Pozdnyakova, O.V. Turkovskaya

Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences (IBPPM RAS), Saratov, Russia

INFLUENCE OF PLANT METABOLITES ON PAH DEGRADATION BY FUNGI AND BACTERIAL-FUNGAL CO-CULTURES

Annotation. The article presented the influence of natural metabolites of plants and fungi on the degradation of a model mixture of PAHs by the basidiomycete *Pleurotus ostreatus* Florida and its dual culture with the PGPR bacterium *Azospirillum brasilense* SR80. The revealed effects depended from the compounds used and from the cultivation conditions (mono- or dual cultures). These effects should be taken into

account during the development of environmental biotechnologies that combine phyto- and mycoremediation.

Keywords: polycyclic aromatic hydrocarbons, *Pleurotus ostreatus* Florida, *Azospirillum brasilense* SR80, metabolites, dual cultures

Загрязнение окружающей среды поллютантами различной природы становится все более серьезной проблемой современности. Одними из наиболее опасных загрязнителей являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), состоящие из двух и более конденсированных бензольных колец. В окружающую среду они попадают из природных и антропогенных источников и отличаются химической стабильностью и устойчивостью к микробной деградации из-за гидрофобной природы, наличия нескольких бензольных колец и низкой растворимости в воде. Несмотря на эти свойства, известны виды бактерий, грибов, растений и водорослей, деградирующих или трансформирующих эти соединения [1].

Использование деградативного потенциала живых организмов лежит в основе технологий биоремедиации. В последнее время широко обсуждается использование межорганизменных взаимодействий (растений, бактерий и грибов) для улучшения роста растений и разложения органических загрязнителей [2]. В частности, обсуждается совместное использование фито- и микоремедиации для очистки почвы от ПАУ, при этом неизбежно взаимовлияние растений (фиторемедиантов), грибов (микоремедиантов) и почвенной микрофлоры [3]. Многие грибы, вместе с бактериями, обитают в ризосфере растений, способствуя их росту [4,5]. Особый интерес представляют бактерии, обладающие ростостимулирующими свойствами (PGPR) и свободноживущие сапротрофные грибы, для которых кроме высокой деструктивной активности по отношению к широкому спектру поллютантов также показаны ростостимулирующие свойства (PGPF).

Целью представленного исследования было выявление влияния естественных растительных и грибных метаболитов на процессы деградации модельной

смеси ПАУ базидиомицетом *Pleurotus ostreatus* Florida, а также его бинарной культурой с PGPR бактерией *Azospirillum brasilense* SR80.

Pleurotus ostreatus Florida (IBPPM540) и *Azospirillum brasilense* SR80 (IBPPM 24) были получены из Коллекции ризосферных микроорганизмов ИБФРМ РАН. Изучение деградации ПАУ проводили на среде, разработанной О.М. Цивилевой с соавторами, которая поддерживает активный рост как базидиомицетов, так и бактерий рода *Azospirillum* [6]. Смесь ПАУ (антрацен, фенантрен, флуорен, пирен и флуорантен; по 1 мг каждого) были добавлены до конечной концентрации 5 мг на 100 мл среды. Индолил-3-уксусную (ИУК), салициловую, феруловую, коричную, щавелевую и малоновую кислоты, триптофан, рутин, морин, кверцетин и вератриловый спирт вносили при посеве до конечной концентрации 1 мг/100 мл. Среды инокулировали *P. ostreatus* (50 мг сухого веса) и *A. brasilense* SR80 (3×10^5 КОЕ); культивировали на шейкере-инкубаторе Environmental Shaker-Incubator ES20/60 (BioSan, Latvia) при 30°C и 130 об/мин в течение 14 сут. В конце эксперимента полное содержимое колб экстрагировали трижды хлороформом. Экстракты анализировали высокоэффективной жидкостной хроматографией на Agilent Technologies 1220 Infinity II LC хроматографе (Agilent Technology, Waldbronn, Germany) с UV-детектором при 254-nm. Колонка 4.6×150-mm ZORBAX Eclipse PAH 5-Micron column. ПАУ определяли сравнением времен удерживания с таковыми стандартных соединений: флуорен (8.844 мин), фенантрен (9.353 мин), антрацен (9.888 мин), пирен (10.382 мин) и флуорантен (10.837 мин).

Все эксперименты были как минимум в трех повторностях, полученные данные анализировали Excel 2019.

На первом этапе исследований нами было оценено влияние растительных (ИУК, салициловая, феруловая, коричная кислоты, триптофан, рутин, морин, кверцетин) и грибных (щавелевая и малоновая кислоты, вератриловый спирт) метаболитов на деградацию модельной смеси, содержащей трех- и четырехкольцевые ПАУ, грибом *P. ostreatus* Florida, для которого ранее была

описана высокая деструктивная активность как в монокультуре, так и в бинарной культуре с PGPR бактерией [7] (табл.1).

Таблица 1. Влияние растительных и грибных метаболитов на деградацию модельной смеси ПАУ грибом *P. ostreatus Florida*

Вариант	Убыль ПАУ, %				
	флуорен	фенантрен	антрацен	флуорантен	пирен
Контроль (без эффекторов)	70.3±5.8	58.3±3.2	40.9±4.9	17.7±4.0	1.9±0.5
ИУК	95.9±3.3	88.9±2.8	85.2±3.8	83.9±3.6	79.0±4.2
Триптофан	82.4±7.1	72.2±6.9	48.8±5.0	11.3±3.0	18.1±3.8
Салициловая к-та	87.8±7.7	87.5±2.9	86.4±3.6	80.6±4.0	80±4.1
Рутин	63.5±5.5	50.0±5.1	35.2±2.8	0±0.2	0±0.1
Морин	62.2±3.7	29.2±3.8	0±0.1	0±0.2	0±0.1
Кверцетин	41.9±4.7	13.9±2.9	0±0.1	0±0.1	0±0.1
Феруловая к-та	37.8±3.7	47.2±2.6	47.7±2.8	0±0.2	0±0.1
Коричная к-та	24.3±2.1	43.1±2.2	14.8±2.8	0±0.2	0±0.2
Вератриловый спирт	81.1±6.7	81.9±6.5	84.1±6.5	43.5±4.2	38.1±4.0
Щавелевая к-та	31.1±3.0	16.7±2.6	28.4±2.8	85.4±3.3	0±0.3
Малоновая к-та	25.7±4.8	16.6±3.0	28.1±3.1	85.8±8.6	0±0.1

± стандартное отклонение

Обнаружено, что среди растительных метаболитов только ИУК и салициловая кислота усиливали деградацию всех исследованных ПАУ на 25-70% (табл.1). При этом более доступными становились даже четырехкольцевые пирен и флуорантен. В присутствие триптофана, предшественника бактериального биосинтеза ИУК, приводило к незначительному увеличению деградации только трехкольцевых ПАУ, тогда как убыль четырехкольцевых все еще оставалась низкой. Три исследованных флавоноида снижали деградацию всех исследованных ПАУ, что может быть результатом ингибирующего влияния этих соединений на рост грибного мицелия. Феруловая и коричная кислоты – предшественники биосинтеза лигнина также ингибировали деградацию исследуемых ПАУ *P. ostreatus Florida* несмотря на то, что являются известными индукторами лигнинолитических ферментов у этого гриба [8].

Среди исследованных естественных грибных метаболитов только вератриловый спирт – известный индуктор лигнинолитической ферментной

системы оказывал стимулирующее действие на деградацию смеси ПАУ. При этом становились более доступными для грибной деградации даже четырехкольцевые ПАУ (43.5 и 38.1% для флуорантена и пирена соответственно). Щавелевая и малоновая кислоты – наиболее активно продуцируемые грибами органические кислоты снижали деградацию исследуемых ПАУ за исключением флуорантена. В присутствии этих кислот убыль флуорантена более, чем в 4 раза (табл.1). Выявленный эффект требует дальнейших исследований.

Отдельный этап исследований был посвящен влиянию естественных растительных и грибных метаболитов на деградацию ПАУ бинарными культурами: гриб деструктор – PGPR-бактерия. Было обнаружено, что растительные метаболиты (триптофан, салициловая кислота и рутин) оказывали ингибирующее влияние на деградацию смеси ПАУ монокультурой *A. brasilense*. Незначительная стимуляция была показана, только для деградации фенантрена и пирена.

Этот же эффект выявлен в бинарных культурах *P. ostreatus* – *A. brasilense*: в основном деградация была ниже по сравнению с вариантом без эффекторов (табл. 2). Несмотря на увеличение деградации смеси ПАУ грибом *P. ostreatus* в присутствии салициловой кислоты, в бинарных культурах этот эффект нивелировался. Незначительное увеличение было отмечено только для пирена. По-видимому, в данном случае происходит накопление каких-либо токсичных метаболитов, ингибирующих рост обоих организмов или активности их ключевых ферментов деградации ПАУ. Это предположение требует дальнейшей проверки.

Таблица 2. Влияние растительных и грибных метаболитов на деградацию модельной смеси ПАУ бинарной культурой *P. ostreatus* Florida – *A. brasilense* SR80

Вариант	Убыль ПАУ, %				
	флуорен	фенантрен	антрацен	флуорантен	пирен
<i>A. brasilense</i>	68.8±3.7	24.6±4.2	42.0±4.8	34.3±3.6	0±0.2
<i>A. brasilense</i> +	57.1±6.6	34.8±2.9	10.0±1.8	20.6±1.6	16.9±1.3

триптофан						
<i>A. brasilense</i> + салициловая к-та	32.1±3.7	18.5±2.3	8.0±2.0	4.4±0.8	17.6±3.1	
<i>A. brasilense</i> + рутин	50.0±2.5	39.1±7.3	44.0±2.1	30.9±2.2	28.2±3.0	
<i>A. brasilense</i> + <i>P.</i> <i>ostreatus</i>	92.0±6.8	63.7±5.2	67.0±5.0	74.0±4.4	43.4±2.0	
<i>A. brasilense</i> + <i>P.</i> <i>ostreatus</i> + триптофан	51.2±2.5	34.8±3.3	8.0±2.2	27.9±1.8	21.8±1.6	
<i>A. brasilense</i> + <i>P.</i> <i>ostreatus</i> + салициловая к-та	72.6±4.9	41.3±2.1	34.0±3.0	52.9±4.6	58.5±4.1	
<i>A. brasilense</i> + <i>P.</i> <i>ostreatus</i> + рутин	63.1±6.6	66.3±5.9	32.0±3.0	42.6±3.0	40.8±4.2	

± стандартное отклонение

Таким образом, полученные данные показывают, что при разработке экологических биотехнологий, сочетающих фито- и микоремедиацию, необходимо принимать во внимание не только взаимовлияние используемых организмов, но и негативные и/или стимулирующие эффекты, оказываемые естественными метаболитами этих организмов на биodeградацию поллютантов.

Работа выполнена в рамках темы госзадания № ГР 121031700141-7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Srivastava S., Kumar M. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): A Sustainable approach. In Sustainable green technologies for environmental management // S. Shah et al. (eds.), Springer Nature Singapore Pte Ltd. – 2019. – V. 6. – P. 111-139.
2. Jambon I., Thijs S., Weyens N., Vangronsveld J. Harnessing plant-bacteria-fungi interactions to improve plant growth and degradation of organic pollutants // J. Plants Interactions. – 2018. – V. 13. – P. 119-130.
3. Košnář Z., Částková T., Wiesnerová L., Praus L., Jablonský I., Koudela M., Tlustoš P. Comparing the removal of polycyclic aromatic hydrocarbons in soil after different bioremediation approaches in relation to the extracellular enzyme activities // J. Environ. Sci. – 2019. – V. 76. – P. 249-258.
4. Asemoloye M.D., Jonathan S.G., Ahmad R. Degradation of 2,2-dichlorovinyl

dimethyl phosphate (dichlorvos) through the rhizosphere interaction between *Panicum maximum* Jacq and some selected fungi // Chemosphere. – 2019. – V. 221. – P. 403-411.

5. Adedayo A.A., Babalola O.O. Fungi that promote plant growth in the rhizosphere boost crop growth // J. Fungi. – 2023. – V. 9. – P. 239.

6. Tsivileva O.M., Shaternikov A.N., Nikitina V.E. Bacteria of the *Azospirillum* genus for the optimization of the artificial culture of xylotrophic mushrooms // Biotechnology. – 2020. – V. 36. – P. 16-25.

7. Pozdnyakova N., Muratova A., Turkovskaya O. Degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons by co-culture of *Pleurotus ostreatus* Florida and *Azospirillum brasilense* // Appl. Microbiol. – 2022. – V. 2. – P. 735-748.

8. Wong D.W.S. Structure and action mechanism of ligninolytic enzymes // Appl. Biochem. Biotechnol. – 2009. – V. 157. – P.174-209.

© Позднякова Н.Н., 2023

Научная статья

УДК 633.11:551.515:631:559(470.44)

И.С. Полетаев, В.А. Тонкошкур

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. Погодные условия территории ведения сельскохозяйственного производства зачастую оказывают важнейшее влияние на урожайность полевых культур. Неоднородность по влагообеспеченности различных

сельскохозяйственных лет на территории Саратовского Левобережья ставит задачу изучения зависимости продуктивности растений от показателей температуры и суммы осадков в течение вегетационного периода. В статье проведён анализ влияния на урожайность яровой твёрдой пшеницы количества осадков вегетационного периода, отмечено, что наибольшее влияние оказывают осадки июня ($r=0,8$ – высокая степень связи). Изучение температурных условий позволило сделать вывод, что наибольшее влияние на повышение урожайности оказывают температуры июня ($r=0,85$ – высокая степень связи), отмечено также что повышение температур июля также оказывают большое значение, но на снижение урожайности яровой пшеницы.

Ключевые слова: яровая пшеница, погодные условия, температура воздуха, количество осадков, урожайность.

I.S. Poletaev, V.A. Tonkoskur

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

INFLUENCE OF CONDITIONS ON THE YIELD OF CONSUMED DURUM WHEAT IN THE CONDITIONS OF THE LEFT BANK OF THE SARATOV REGION

Annotation. Weather conditions in the agricultural production area often have a major impact on the yield of field crops. The heterogeneity in moisture supply of different agricultural years on the territory of the Saratov Left Bank poses the task of studying the dependence of plant productivity on temperature indicators and the amount of emissions during the growing season.

The article analyzes the influence of the amount of precipitation during the growing season on the yield of spring durum wheat; it is noted that June precipitation has the greatest influence ($r=0.8$ - high degree of relationship). The study of temperature conditions led to the conclusion that June temperatures have the greatest impact on

increasing yields ($r = 0.85$ - a high degree of connection), it was also noted that increasing July temperatures also have a great impact, but on reducing the yield of spring wheat.

Keywords: spring wheat, weather conditions, air temperature, rainfall, yield.

Введение. Яровая пшеница способна давать хорошие урожаи и высокое качество зерна в условиях Саратовского левобережья, но особенности климата Саратовской области выражающиеся в дефиците влаги и высоких температурах воздуха в летний период при достаточно плодородных почвах приводят к сильной вариации урожайности зерна из года в год. Это связано с неблагоприятными погодными условиями в критические фазы развития растений [2] [4].

Сбор и систематизация данных о влиянии количества осадков и температур воздуха на протекание процессов роста и развития растений позволит более точно прогнозировать урожайность сельскохозяйственных культур, в связи с этим проводимые исследования актуальными и востребованными.

Целью наших исследований являлось изучение влияния погодных условий вегетационного периода и приемов возделывания на урожайность и качество зерна яровой твердой пшеницы в условиях Саратовского Левобережья.

Методика исследований. Исследования проводили в 2020-2022 гг. на опытном поле Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова, УНПО «Поволжье» (пос. Степное, Энгельский р-н, Саратовская обл.).

В опыте применялись различные приемы обработки почвы.

Схема опыта:

1. Отвальная обработка (Вспашка плугом ПЛН-5-35 на глубину 23-25 см) контроль.
2. Минимальная обработка (обработка дисковой бороной БДМ 7×3 на глубину 10-12 см).

Предшественником яровой пшеницы был нут. Перед посевом вносился Аммофос в дозе 60 кг д.в./га. Площадь делянки 100 м², учётная площадь 80 м². Повторность трехкратная. Расположение делянок рендомизированное. Сорт яровой пшеницы – Луч 25. Норма высева 4,5 млн всхожих семян на 1 га. Применялась общепринятая для данной почвенно-климатической зоны агротехника. Полевые опыты закладывали и проводили в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова [1] и методики Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур [3].

Результаты исследований

Погодные условия лет проведения исследований были различными по обеспеченности территории осадками и теплом (таблица 1).

Таблица 1. Погодные условия вегетационного периода за 2020-2022 гг.

Месяцы	Температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
	2020	2021	2022	Норма	2020	2021	2022	Норма
Апрель	7,1	7,6	11,7	7,1	13,4	22,7	35,2	21,3
Май	15,1	19,3	11,1	16,3	11,5	11,4	33,9	19,7
Июнь	21,8	22,5	22,4	21,4	19,5	54,9	34,2	25,1
Июль	26,0	25,9	22,5	24,5	8,3	0,0	75,0	15,8
Август	20,4	25,9	25,2	21,6	11,8	22,9	0,0	13,9
Сентябрь	15,8	13,2	13,6	15,4	4,8	49,7	41,3	19,0
За вег. период	17,7	19,1	17,8	17,7	69,3	161,6	219,6	114,8

По погодным условиям в период вегетации 2020 год характеризовался как сухой и умеренно жаркий, ГТК составил 0,25. Температуры весной были ниже среднеголетних норм и выровнялись лишь к июню. Осадки во все месяцы были ниже среднеголетних значений и составляли 57-77% от нормы.

В 2021 году проведения исследований погодные условия характеризовались как умеренно засушливые и умеренно жаркие, ГТК за вегетационный период в этом году составлял 0,47. Температура в апреле была благоприятной, её фактическое значение равнялось 7,6°С, что выше нормы на 0,5°С. Отмечено недостаточное количество осадков в мае - 58% от нормы, в то

время как апрель и июнь были обеспечены ими полностью 107 и 219% от нормы соответственно.

По погодным условиям 2022 год характеризовался как тёплый и влажный, ГТК = 0,62. В апреле отмечалось быстрое нарастание температур, за месяц в среднем они были выше нормы на 4,7°C, наиболее жаркой оказалась вторая декада апреля.

Урожайность твердой яровой пшеницы существенно варьировала по годам исследований. В засушливом 2020 г. урожайность на отвальной обработке составила 0,60 т/га, на минимальной – 0,45 т/га. В более влажном 2021 г. урожайность была выше и колебалась от 1,5 до 1,2 т/га, в 2022 г. этот показатель был выше по сравнению с двумя предыдущими годами исследований, на вспашке урожайность составила 1,62 т/га, минимализация обработки почвы снизила её до 1,4 т/га (таблица 2).

Таблица 2. Изменение урожайности яровой пшеницы в зависимости от применяемых агроприёмов

Вариант опыта	Урожайность т/га			
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
Отвальная обработка	0,60	1,50	1,62	1,24
Минимальная обработка почвы	0,45	1,20	1,40	1,02
F _ф = 236,82				
НСР ₀₅ = 0,028				

По результатам исследований видно, что урожайность во многом зависела от способа основной обработки почвы. Разница между контрольным вариантом после вспашки и минимальной обработки почвы составила 0,22 т/га в среднем за три года. Урожайность яровой твердой пшеницы как в засушливом 2020 г., так и во влажных 2021 и 2022 гг. была выше при отвальной обработке почвы. Разница составила 0,15 т/га в 2020 году, 0,30 т/га в 2021 году и 0,42 т/га в 2022 году.

Проведение регрессионного анализа влияния количества осадков на урожайность яровой пшеницы показало, что наибольшее влияние в годы проведения исследований оказывали осадки июня ($r=0,8$ – высокая степень связи), умеренную степень связи имеют осадки мая ($r=0,44$) (рисунок 1).

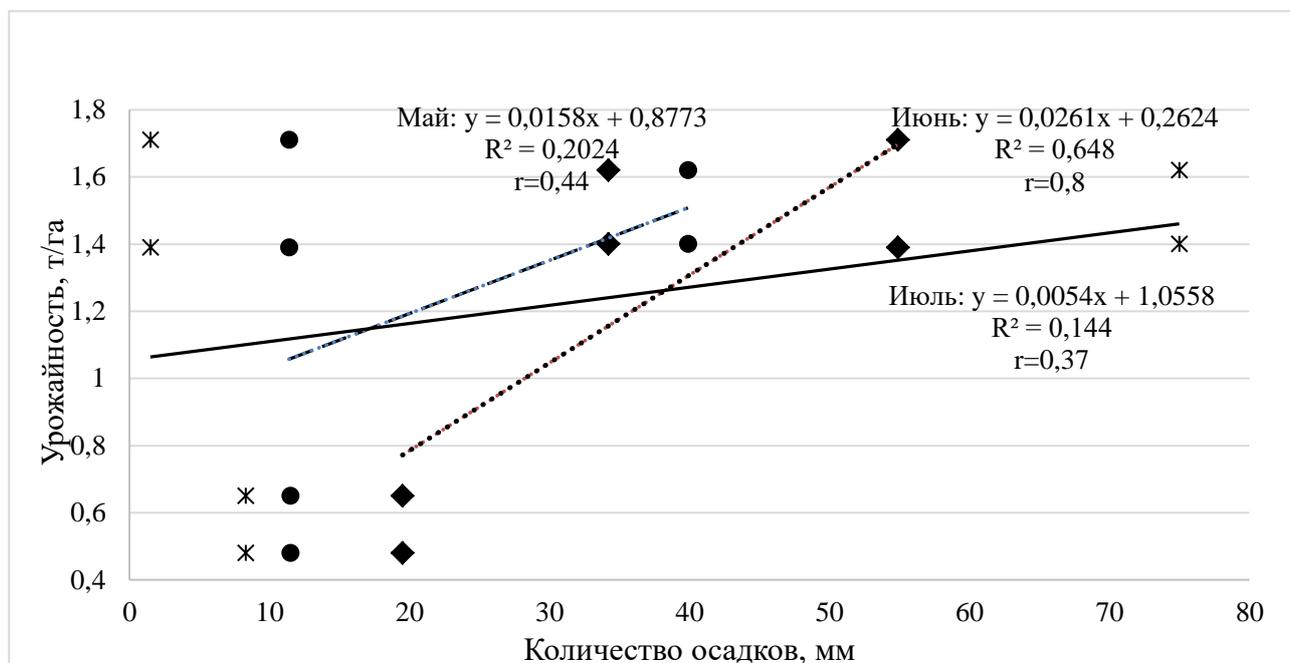


Рисунок 1. Влияние осадков по месяцам вегетационного периода на урожайность яровой твёрдой пшеницы

Анализ температур воздуха по месяцам вегетационного периода и их влияние на урожайность показал, что наиболее важны для повышения урожайности температуры июня ($r=0,85$), отмечено также что повышение температур июля оказывает заметное влияние на продуктивность яровой твёрдой пшеницы и снижает урожайность культуры (рисунок 2).

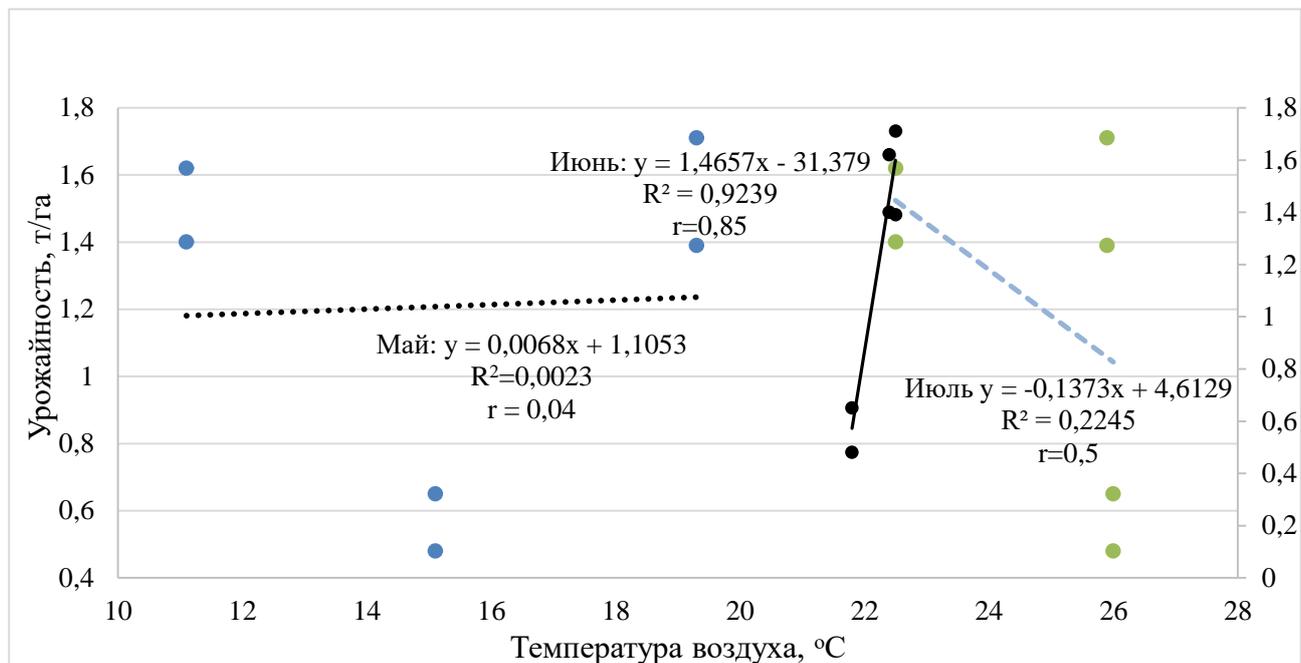


Рисунок 2. Влияние температуры воздуха по месяцам вегетационного периода на урожайность яровой твёрдой пшеницы

Заключение.

В условиях Саратовского Левобережья урожайность пшеницы сильно зависит от погодных условий вегетационного периода, наибольшее влияние на данный показатель оказывают осадки июня ($r=0,8$ – высокая степень связи), умеренную степень связи имеют осадки мая ($r=0,44$). Анализ влияния температур воздуха по месяцам вегетационного периода и их влияние на урожайность показал, что наиболее важны для повышения урожайности температуры июня ($r=0,85$), отмечено также что повышение температур июля также оказывают большое значение, но на снижение урожайности яровой пшеницы. Урожайность изучаемой культуры в 2020 году (ГТК=0,25) составила на классической обработке 0,60 т/га, при минимальной снизилась до 0,45 т/га, в 2021 (ГТК=0,47) при отвальной обработке она равнялась 1,50 т/га, а на минимальной - 1,20 т/га. Самая высокая урожайность отмечена в 2022 году (ГТК=0,62), при отвальной обработке она достигала 1,62 т/га, а на минимальной 1,40 т/га

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта. М. – 1985. – 351 с.
2. Каргин, В.И., Ерофеев А.А., Захаркина Р.А., Каргин Ю. И. Влияние химических препаратов на урожайность и качество зерна яровой пшеницы// Защита и карантин растений. – 2009. – № 10. – С. 32.
3. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. - Москва: Колос – 1971. – 161 с.
4. Полетаев, И.С., Формирование урожайности и качества зерна яровой пшеницы под влиянием внекорневых подкормок в условиях Саратовского Заволжья / И.С. Полетаев [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 9. – С. 18-24.

© Полетаев И.С., Тонкошкур В.А., 2023

Научная статья

УДК: 635.631.874.462

П.Ю. Рожков, А.Ю. Лёвкина, С.А. Зайцев

ФГБНУ «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ПО МОРФОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ И УРОЖАЙНОСТИ СЕМЯН МАША

Аннотация. В статье рассматриваются результаты оценки коллекционного материала из изучаемого коллекционного питомника маш ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Рекомендованы перспективные образцы для использования в селекционном процессе в условиях Нижнего Поволжья.

Ключевые слова: Маш, морфометрические параметры, продолжительность межфазных периодов, параметры урожая.

P.Yu. Rozhkov, A.Yu. Levkina

FGBNU Russian Research and Design Technological Institute of Sorghum and Corn,
Saratov, Russia

ASSESSMENT OF COLLECTION MATERIAL BY MORPHOMETRIC PARAMETERS AND YIELD OF MUNGS SEEDS

Annotation. The article discusses the results of the assessment of collection material. Promising samples are recommended for use in the breeding process in the conditions of the Lower Volga region.

Keywords: Mung bean, morphometric parameters, duration of interphase periods, yield parameters.

Маш (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) высокобелковая зернобобовая культура, нетрадиционная для Российской Федерации (РФ). Эта культура, семена которой употребляются преимущественно для продовольственных целей заслуживают пристального внимания в силу их высокой питательной и кормовой ценности и как новые источники ингредиентов для промышленности, фармакологии и т.п.[2]

В определенной степени ее применяют и как кормовую культуру: в качестве высокобелковых добавок, сена, силоса и соломы. [1] Основные районы возделывания, данной культуры приходятся на регионы в субтропическом поясе земного шара. [5,3] Однако положительный опыт выращивания маша в ряде регионов юга Европейской части и Дальнего Востока РФ делает актуальным поиск исходного материала в мировой коллекции ВИР для селекции сортов, адаптированных к условиям Нижневолжского региона. [6,4]

Объектами исследований являлись 11 сортообразцов маша (*Vigna Radiata*) полученных из коллекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»: Посев проведен 22 мая 2023 г. селекционной сеялкой СКС 6-10. Площадь делянок составила 3,5 м². Способ посева – широкорядный (70 см). Всходы отмечены 1 июня. Дата уборки – 23 августа – 28 сентября (по мере созревания бобов). Густота стояния растений.

Таблица 1 - Метеоусловия года исследования, 2023 г.

Месяц	Декада	Температура, °С	Осадки, мм	Влажность, %
Май	1	12,9	0,0	55
	2	15,2	27,7	58
	3	20,4	9,7	57
Июнь	1	18,7	12,5	54
	2	18,4	1	54
	3	17,8	45,8	67
Июль	1	24,2	12,5	61
	2	19,3	16,8	65
	3	22,5	11,6	58
Август	1	25,3	3	50
	2	25,2	3,7	48
	3	17,5	18,9	58

Основные результаты исследования в 2023 г. коллекционного материала маша приведены в таблицах 1, 2, 3, 4.

Таблица 2 – Продолжительность межфазных периодов сортообразцов маша (*Vigna Radiata*)

Образец	Происхождение	Продолжительность периода всходы-цветение, дни	Продолжительность периода всходы-начало созревания, дни	Продолжительность периода всходы-полное созревание, дни
к-1805	Китай	75	85	110
к-1809	Китай	75	85	110
к-1837	Узбекистан	75	105	110
к-1856	США	72	85	105

к-1892	РФ	90	120	120
к-2216	Афганистан	71	85	120
к-3098	Китай	71	85	105
к-6640	Узбекистан	80	92	95
к-11430	Индия	71	85	92
к-12208	Индия	69	85	92
к-13257	Пакистан	69	85	100

Пораженность фузариозным усыханием, - 11,1%

Очень короткий период (75-84) дней, короткий (85-91), поздний период (>91) дней.

Таким образом такие сорта как (к-1805, к-1892, к-1809, к-1837, к-1856, к-2216, к-3098, к-6640, к-11430, к-12208, к-13257) были отнесены к короткому периоду вегетации от всходов до цветения. (таблица 2).

Таблица 3 – Морфометрические параметры сортообразцов маша (*Vigna Radiata*)

Образец	Происхождение	Длина стебля, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Длина боба, см	Ширина боба, см
к-1805	Китай	64,4	17,2	7,4	0,45
к-1809	Китай	46,3	16,3	7,3	0,42
к-1837	Узбекистан	44,3	10,3	7,4	0,44
к-1856	США	56,6	19,2	7,6	0,44
к-1892	РФ	27,0	15,5	7,0	0,49
к-2216	Афганистан	26,4	18,6	5,8	0,40
к-3098	Китай	25,9	11,8	7,4	0,48
к-6640	Узбекистан	22,0	7,4	10,5	0,52
к-11430	Индия	23,9	5,4	7,2	0,38
к-12208	Индия	18,1	6,9	8,0	0,44
к-13257	Пакистан	28,1	8,6	6,9	0,41
НСР_{0,05}		1,64	1,56	1,42	0,02
Среднее значение		34,8	12,4	7,5	0,44
Коэффициент вариации, %		44,4	40,5	15,1	9,31

По длине стебля выделились такие образцы как (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856) длина (>40 см), остальные образцы (к-1892, к-2216, к-3098, к-6640, к-11430, к-12208, к-13257, к-13273) были (<30 см).

Высота прикрепления нижнего боба у изучаемых образцов мировой коллекции ВИР (к-1837, к-3098, к-6640, к-11430, к-12208, к-13257) оказалась (<10,0 см.) что соответствует «очень малой» высоте по Классификатору ВИР.

Наибольшая высота прикрепления нижнего боба (> 10,0 см.) отмечена у сортов (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856, к-2216, к-3098) (таблица 3).

Таблица 4 – Параметры структуры урожая сортообразцов маша (*Vigna Radiata*)

Образец	Происхождение	Количество бобов на растении, шт.	Количество семян на растении, шт.	Количество семян в бобе, шт.	Урожайность семян, кг/га	Семенная продуктивность растения, г	Масса 1000 семян, г
к-1805	Китай	21,4	235,9	11	171	11,8	50,0
к-1809	Китай	25,0	225,0	9	111	7,7	34,0
к-1837	Узбекистан	17,6	221,4	12,6	117	9,3	42,0
к-1856	США	22,0	250,8	11,4	115	9,8	39,0
к-1892	РФ	8,0	72,0	9	83	3,0	41,0
к-2216	Афганистан	10,7	98,1	9,2	69	3,6	37,0
к-3098	Китай	27,3	283,4	10,4	84	12,8	45,0
к-6640	Узбекистан	5,0	46,0	9,2	48	1,7	36,0
к-11430	Индия	2,5	21,6	8,8	25	1,0	47,0
к-12208	Индия	9,5	100,7	10,6	65	3,9	39,0
к-13257	Пакистан	5,2	62,1	12	78	2,4	38,0
НСР_{0,05}		1.82	2.50	1.34	0.79	2.02	1.14
Среднее значение		14,0	147	10,2	87,8	6,0	40,7
Коэффициент вариации, %		63,3	65,3	13,0	44,9	70,3	0,001

Количество бобов у изучаемых образцов мировой коллекции ВИР (к-1805, к-1809, к-1856, к-3098) оказалось (> 20 шт) у такие образцов как (к-2216, к-1837) оказалось (>10 шт), и у образцов (к-6640, к-11430, к-12208, к-13257) оказалось (<10 шт).

По урожайности семян выделились следующие образцы (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856) урожайность была (>100 кг/га).

Устойчивость к растрескиванию бобов, балл: (к-1805-2,0 балла; к-1809-4,5 балла; к-1837-4,0 балла; к-1856-3,0 балла; к-1892-3,8 балла; к-2216-4,3 балла; к-3098-3,0 балла; к-6640-2,6 балла; к-11430-3,0 балла; к-12208-3,8 балла; к-13257-4,0 балла)

Пораженность фузариозным усыханием, отмечена у сорта к-1805 и составила-11,1 %

При рассмотрении результатов изучения маша (*Vigna Radiata*) следует учесть, что полученная в 2023 г. низкая урожайность связана с рядом факторов: 1. – малый объем семян в первый год изучения, 2 – малая плотность посева (в связи с разной всхожестью семенного материала), 3 – влияние сорных растений в начальный период роста, 4 – низкие положительные температуры в начале роста (июнь). Однако, результаты предварительного исследования указывают на наличие в выборке перспективных по хозяйственно-ценным параметрам (урожайность, морфометрические параметры, устойчивое вызревание) образцов и позволяют продолжить исследование в 2024 г.

Заклучения. По продолжительности межфазных периодов сортообразцов маша (*Vigna Radiata*) выделились образцы (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856, к-2216, к-3098, к-6640, к-11430, к-12208, к-13257) так как у них был короткий период вегетации.

По морфометрическим параметрам сортообразцов маша (*Vigna Radiata*) выделились образцы по длине стебля (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856) длина (>40 см), по наибольшей высоте прикрепления нижнего боба (> 10,0 см.) выделились образцы (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856, к-2216, к-3098).

По параметрам структуры урожая сортообразцов маша (*Vigna Radiata*) выделились образцы так количество бобов у изучаемых образцов мировой коллекции ВИР (к-1805, к-1809, к-1856, к-3098) оказалась (> 20 шт).

По урожайности семян выделились следующие образцы (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856) урожайность была (>100 кг/га), по сравнению с другими образцами у которых урожайность составила (< 85 кг/га).

Изучения маша по основным хозяйственно ценным признакам является набор сортов, выделившихся по определенным показателям. Все выделенные образцы могут быть использованы в селекции как источники ценных признаков.

С целью повышения эффективности селекционного процесса с машем в условиях Нижнего Поволжья рекомендуется использовать следующие образцы:

– скороспелость: (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856, к-2216, к-3098, к-6640, к-11430, к-12208, к-13257).

– увеличение высоты прикрепления нижнего боба в сочетании с оптимальной высотой растений: (к-1805, к-1809, к-1837, к-1856, к-2216, к-3098).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишнякова, М. А. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР / М. А. Вишнякова, С. В. Булынец, Т. А. Буравцева [и др.]. Журнал «Овощи России», 2013. – № 1. – С 16 – 26.
2. Курьянович А.А., Казарина А.В. Испытание сортообразцов маша (*Vigna radiata* L.) в условиях континентального климата Среднего Поволжья/ Известия СГСА – 2014. – № 4. – С.32 – 36.
3. Курьянович А.А. Изменение параметров водного режима маша (*Vigna radiata* L. (R) Wilczek) как показателя адаптационных возможностей маша к условиям Среднего Поволжья. Матер. III Междунар. конф. «Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции овощных, плодово-ягодных и лекарственных растений», Москва, 15–17 февраля, 2017;289-292.
4. Курьянович А.А., Казарин В.Ф., Казарина А.В. Перспективы адаптивной селекции маша (*VIGNA RADIATA* L.) в Среднем Поволжье. Новые нетрадиционные растения и перспективы их использования: Материалы XI международного симпозиума, 15-19 июня 2015 г. Пушино.-Москва, 2015.- С.325-327.

5. Курьянович А.А., Володина И.А. Возможность интродукции и селекции маша – (*Vigna radiate* (L.) Wilczek) в Среднем Поволжье // Известия Самарского научного центра российской академии наук. 2018. Т.20. №2-2. С.408-414.
6. Носирова М.Д. Влияние приемов возделывания на фотосинтетические, симбиотические параметры и продуктивность маша (*Vigna radiate* (L.) R. Wilczek). Изв. Калинингр. гос. техн. ун-та. 2012;27:200-205.

© Рожков П.Ю., Лёвкина А.Ю., Зайцев С.А., 2023

Научная статья

УДК 633.1:631.584.5

Р.Е. Романцов

Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I,
г. Воронеж, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ КАК СОВРЕМЕННОЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ АГРОЦЕНОЗОВ

Аннотация. В статье рассматривается одно из актуальных современных научных направлений повышения биопродуктивности – применение бинарных посевов. Использование многолетних бобовых культур способствует повышению почвенного плодородия, отмечается стабилизация гумусного состояния почв, повышается доля щелочногидролизуемого азота. Многолетние бобовые культуры способствуют сохранению почвенной влаги. Все перечисленные особенности приводят к увеличению урожайности и стабилизации агроценоза.

Ключевые слова: бинарные посева, многолетние бобовые культуры, галега восточная, подсолнечник, агроценоз.

R.E. Romantsov

Voronezh State Agrarian University named after. Emperor Peter I, Voronezh, Russia

APPLICATION OF BINARY CROWDING AS A MODERN AGROTECHNOLOGICAL DIRECTION FOR INCREASING THE PRODUCTIVITY OF AGROCENOSSES

Annotation. The article discusses one of the current modern scientific directions for increasing bioproductivity - the use of binary crops. The use of perennial legumes helps to increase soil fertility, stabilization of the humus state of soils is noted, and the proportion of alkali-hydrolyzable nitrogen increases. Perennial legumes help conserve soil moisture. All of these features lead to an increase in productivity and stabilization of the agrocenosis.

Keywords: binary crops, perennial legumes, eastern galega, sunflower, agrocenosis.

Современное сельскохозяйственное производство направлено на интенсивное развитие технологий, связанных с увеличением продуктивности ресурсных видов. Следует подчеркнуть, что отмечается тенденция в насыщении севооборотов теми культурами, которые имеют важное стратегическое значение. Ориентация хозяйств на возделывание монокультур приводит к одностороннему выносу элементов минерального питания, увеличивает технологическую нагрузку на почвенный покров, приводя его в конечном итоге к истощению и полной деградации. Кроме того, однонаправленность в возделывании культур приводит к прямой зависимости продуктивности сельскохозяйственных растений от климатического фактора [6]. Задача по повышению урожайности сельскохозяйственных культур решается различными путями, среди которых особое место занимает внедрение научно-обоснованных биологических систем земледелия.

Многочисленными исследованиями подтверждено, что отмеченные последствия можно избежать путем введения бинарных посевов. Многолетние бобовые культуры как дополнительный компонент повышают продуктивность ресурсных видов [1]. Но, при введении бинарных посевов между различными видами растений могут возникать сложные адаптивные взаимоотношения, что связано с симбиотической жизнедеятельностью микроорганизмов, а также растительные организмы могут конкурировать между собой за наиболее выгодные площади совместного обитания, с точки зрения обеспечения светом, теплом, влагой, элементами минерального питания. В результате, для эффективного создания межвидовых бинарных посевов следует проследить за закономерностями динамики отмеченных факторов в процессе жизнедеятельности растительных организмов, с целью получения высоких урожаев [2, 4].

Поэтому целью исследования явилось изучение вопросов увеличения продуктивности подсолнечника за счет улучшения химико-биологических показателей чернозема типичного и стимуляции процесса почвообразования путем подсева многолетней бобовой культуры – галеги восточной.

Исследования проводились в Бутурлиновском районе Воронежской области (ООО «Бутурлиновка зооветснаб»). Хозяйство специализируется преимущественно на выращивании подсолнечника. Культура обладает повышенными требованиями к влаге, условиям агротехники и ежегодно выносит большие количества минеральных веществ. Почвенный покров представлен черноземами типичными средне- и малогумусными тяжелосуглинистыми на лессовидных карбонатных суглинках. Опираясь на запатентованные исследования [5], результатом которых было получение не только стабильных урожаев, но и сохранение биологического потенциала агроценоза, мы апробировали бинарные посева подсолнечника с галегой восточной или козлятником (*Galega orientalis*). Галега восточная является перспективной многолетней бобовой культурой, обладает высоким генетическим потенциалом, способна проявлять хорошую экологическую

адаптацию к различным почвенно-климатическим условиям. При этом она обладает высокой продуктивностью и долголетием, что позволяет сокращать экономические затраты на ее возделывание. Экологическая ценность культуры состоит в том, что помимо своих высоких кормовых достоинств, галега улучшает структуру почвы, поскольку имеет довольно развитую и мощную корневую систему, по этой же причине она препятствует развитию водной и ветровой эрозии. Согласно литературным данным высокая азотофиксирующая способность культуры приводит к накоплению в почве до 800 кг/га азота [4].

Галега восточная или козлятник относится к высокоурожайным и раннепродуктивным культурам. Так урожайность зеленой массы может достигать 100 т/га, при этом укосная спелость может наступить в конце мая, а вегетация продолжается до поздней осени, что позволяет включать зеленые высокопитательные белковые корма в раннее летнее и позднее осеннее кормление животных. Козлятник используется в качестве сена, для приготовления сенажа и силоса.

Для выявления достоверной продуктивности применения бинарных посевов, мы сравнивали данный способ выращивания с посевами подсолнечника, без сопутствующих культур. При этом определялись запасы доступной влаги на глубину до 100 см, поскольку и основная культура и сопутствующая обладают сильно развитыми корневыми системами; валовое содержание гумуса по методу Тюрина и содержание щелочногидролизуемого азота по Корнфилду [7]. Гумус является прямым показателем, определяющим плодородие почв и продуктивность агроценозов. Азот входит в состав органического вещества и обладает высокой корреляционной связью с гумусом, кроме того, галега восточная, как многолетняя бобовая культура способна к азотофиксации.

Согласно полученным данным запас влаги в слое 0-100 см составил 210 мм в бинарном посеве и 109 мм по подсолнечником без сопутствующей культуры, явление можно объяснить тем, что подсолнечник является пропашной культурой, и большая часть территории остается не покрытой

растительным покровом. Происходит активное физическое испарение продуктивной влаги с открытой почвенной поверхности. Активное развитие многолетних бобовых трав стабилизирует такой важный показатель почвенного плодородия, как содержание гумуса. Так количество гумуса в слое 0-20 см бинарных посевов составляет более 6%, в то время как на севооборотах, где не внедрялись многолетние бобовые культуры в качестве сидеральных культур, содержание гумуса не превышает 5,3%. Данные по содержанию щелочногидролизуемого азота, также свидетельствуют о положительной тенденции в сторону увеличения продуктивности исследуемого агроценоза. В результате азотофиксирующей деятельности галеги восточной в верхнем 0-20 см слое количество азота в среднем составляет 20 мг/100 г почвы, в то время как в черноземах без многолетних бобовых его содержание резко снижается до 11,4 мг/100 г почвы. Описанные изменения почвенных характеристик в сторону повышения плодородия способствовали увеличению урожайности основной культуры – подсолнечника до 27,3 ц/га. В то время как в агроценозе без сопутствующих многолетних бобовых культур, урожайность основной культуры составила 21,2 ц/га.

Применение бинарных посевов приводит к накоплению и удержанию почвенной влаги, препятствуя ее физическому испарению с поверхности. Галега восточная способствует улучшению гумусного состояния черноземов типичных и их азотного режима за счет активной азотофиксирующей деятельности клубеньковых бактерий. Отмечается увеличение урожайности культуры подсолнечника. Бинарные посевы способствуют увеличению продуктивности агроценозов и усилению их устойчивости, что является крайне важным в искусственно созданных агроценозах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дедов А.В. Бинарные посевы в ЦЧР / А.В. Дедов, М.А. Несмеянова, Т.Г. Кузнецова. – Воронеж: ВГАУ, 2015. – 140 с.

2. Зеленский Н.А. Влияние бинарных посевов на продуктивность агроценоза озимой пшеницы / Н.А. Зеленский, А.С. Савинов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – №11(49). – С. 5-6.
3. Камасин С.С. Растениеводство. Кормовые травы полевого травосеяния / С.С. Камасин, В.Г. Таранухо. – Горки: БГСХА, 2015. – 64 с.
4. Корнеев Г.В. Растениеводство с основами селекции и семеноводства / Г.В. Корнеев, П.И. Подгорный, С.Н. Щербак. – М.: Агропромиздат, 1990. – 575 с.
5. Способ выращивания подсолнечника с многолетними травами / Зеленский Н.А., Луганцев Е.П., Авдеенко А.П., Горбаченко О.Ф. Патент на изобретение RU 2320110 С1, 27.03.2008. Заявка № 2006119756/12 от 05.06.2006.
6. Фигудин В.А. Многолетние травы в адаптивно-ландшафтной системе земледелия / В.А. Фигудин // Земледелие. – 2003. – №1. – С. 19-21.
7. Щеглов Д.И. Основы химического анализа почв / Д.И. Щеглов, А.И. Громовик, Н.С. Горбунова. – Воронеж: Издательский дом ВГУ. – 2019. – 332 с.

© Романцов Р.Е., 2023

Научная статья

УДК 631.527

Сайфетдинов Е.А., Ткаченко О.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова»

ТЕХНОЛОГИЯ SPEED BREEDING ДЛЯ УСКОРЕНИЯ СЕЛЕКЦИИ РАСТЕНИЙ

Аннотация. В статье представлен обзор литературы по методу ускорения селекционного процесса на основе сокращения срока вегетации растений.

Метод «Speed Breeding» в сочетании с «Embryo culture» позволяет ускорить ранние звенья селекционного процесса, что особенно важно для озимых культур с длительным периодом вегетации. Увеличение количества онтогенетических циклов за единицу времени позволит сократить срок создания константных линий в 2,5-3 раза.

Ключевые слова: Speed Breeding, Embryo culture, озимые культуры, селекционный процесс, фитотрон

Sayfedinov E.A., Tkachenko O.V.

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

SPEED BREEDING TECHNOLOGY TO ACCELERATE PLANT BREEDING

Annotation. The article presents a review of the literature on the method of accelerating the breeding process based on reducing the growing season of plants. The “Speed Breeding” method in combination with “Embryo culture” allows you to speed up the early stages of the breeding process, which is especially important for winter crops with a long growing season. Increasing the number of ontogenetic cycles per unit of time will reduce the time required to create constant lines by 2.5-3 times.

Keywords: Speed Breeding, Embryo culture, winter crops, breeding process, phytotron

Современный мировой и российский агропромышленный рынок требует постоянного обновления сортимента новых перспективных сортов сельскохозяйственных культур. Традиционные методы селекции позволяют создавать сорта не менее чем за 10-15 лет, поэтому необходимо ускорение селекционного процесса на основе новых методов, одним из которых является теология «Speed Breeding».

«SpeedBreeding» или скоростная селекция это технология выращивания растений, позволяющая значительно сократить период выращивания за счет подбора условий (длина дня, интенсивность и качество света, температура и влажность воздуха) для стимулирования цветения и быстрого получения семян [15]. По сравнению с классической селекцией, где за один год можно получить лишь одну репродукцию культуры, технология «Speed Breeding» позволяет за год получить до 5 репродукций яровых и до 4 репродукций у озимых культур, что существенно ускоряет процесс создания сорта [15]. Опыт применения технологии «Speed Breeding» показан для ряда полевых культур: пшеница мягкая [13]; рис, амарант [12]; яровая пшеница, ячмень, рапс и нут [16].

Из всех приёмов ускорения продолжительности онтогенеза особое место имеет продолжительность фотопериода. Все растения по способности к переходу к генеративной фазе развития в зависимости от продолжительности светового дня и соотношения между тёмным и светлым временем суток (фотопериодизма) делятся на три группы (<https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотопериодизм>). Длиннодневные растения переходят к цветению при продолжительности фотопериода от 11 до 24 ч в сутки, короткодневные – от 6 до 15 ч, нейтральные – развитие не зависит от фотопериода [5].

Взаимосвязь температуры выращивания с прохождением фенологических фаз развития также является важным фактором технологии «Speed Breeding» и позволяет регулировать интенсивность развития растений на разных стадиях. Скорость роста обычно увеличивается с повышением температуры, и у большинства видов вегетативное развитие происходит при более высокой оптимальной температуре, чем репродуктивное развитие [7]. Чувствительность многих сельскохозяйственных культур к высоким температурам в фазы репродуктивного развития во многом обуславливается их влиянием на мейоз и жизнеспособность пыльцы. Что в дальнейшем может привести к частичной или полной стерильности растения [8, 9,7]. Следовательно, оптимальными условиями выращивания растений для «Speed Breeding» будет повышенная

оптимальная температура в период вегетативного развития, и более низкая температура во время репродуктивного развития [11].

Для озимых культур технология «Speed Breeding» имеет особенно важное значение в связи с очень большим периодом вегетации, составляющим 320 дней [3]. Озимым культурам для перехода к генеративной стадии развития требуется яровизация, то есть период с коротким световым днем при пониженных положительных температурах. Без этого растения не будут развиваться и останутся в фазе кущения. Существует несколько различных способов яровизации растений: в теплице в соответствующих искусственно созданных условиях [1]; в увлажнённых контейнерах при температуре от 0°C до +2°C. [4]; *in vitro* на питательной среде Мурасиге-Скуга в холодильной камере [2]. Продолжительность яровизации по данным разных исследований составляет для пшеницы 30,35, 40, 45 дней [6], для тритикале 55, 65, 75 дней [4].

После яровизации, согласно отработанным протоколам «Speed Breeding», для озимых культур создаются следующие условия выращивания: освещение 22 часа и 2 темнота, температура 22-25°C на всём оставшемся протяжении выращивания [14].

В лаборатории генетики и биотехнологии растений ФГБОУ ВО Вавиловский университет планируется разработать методику ускоренного выращивания сортообразцов озимой пшеницы и тритикале на основе сочетания технологии «Speed Breeding» и «Embryo culture». Целью исследований будет разработка схемы ускорения числа генераций озимых культур при сочетании условий фитотрона и культуры незрелых зародышей *in vitro*.

Схема опыта будет состоять из повторяющихся блоков действий: эмбриокультура зародышей на питательной среде *in vitro*; яровизации в термостате при температуре +4 оС; выращивание в гидропонной установке в фитотроне до фазы молочно-восковой спелости. Далее цикл повторяется необходимое количество раз. Всего планируется 6 блоков, что составит 5-6 поколений за два года (рисунок).

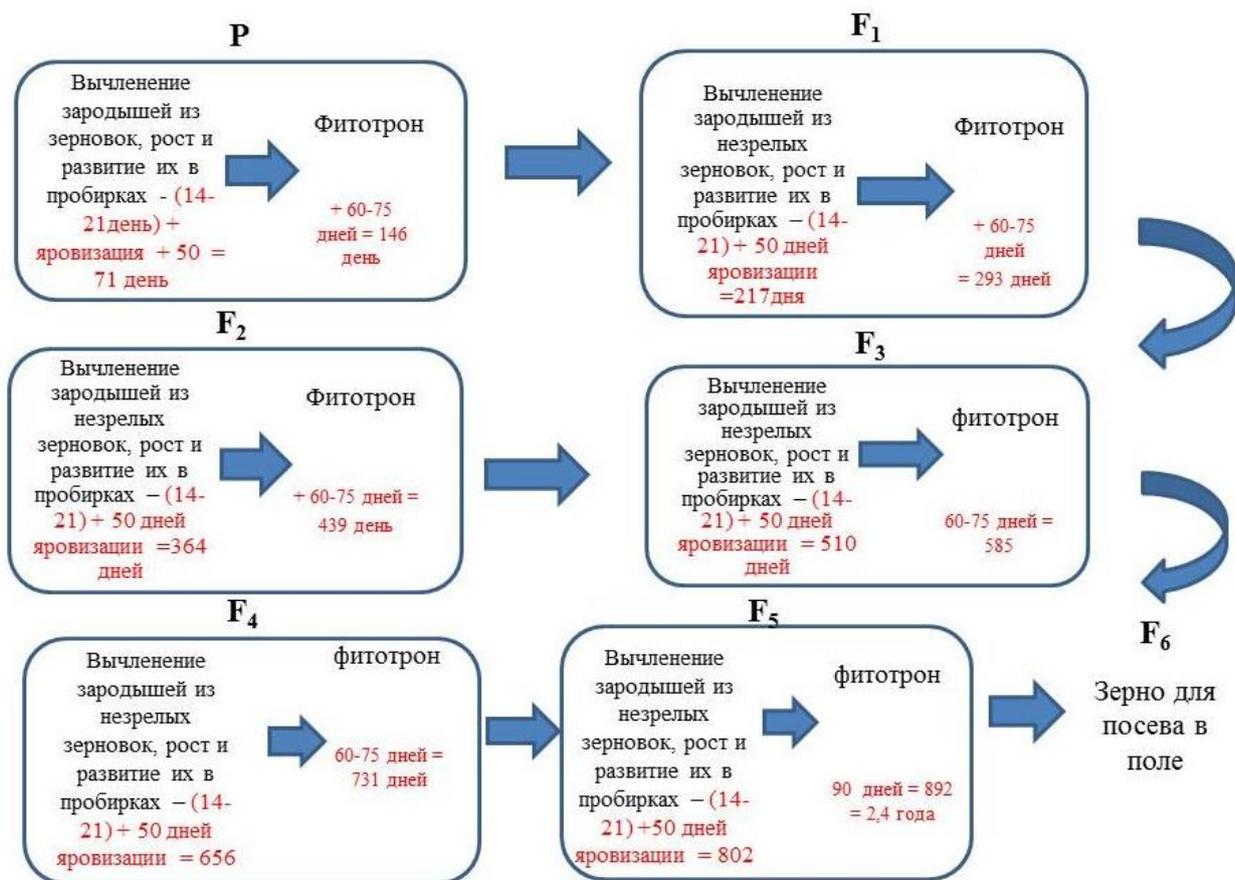


Рисунок. Схема проведения эксперимента

Таким образом, метод «Speed Breeding» в сочетании с «Embryo culture» позволяет ускорить ранние звенья селекционного процесса, что особенно важно для озимых культур с длительным периодом вегетации. Увеличение количества онтогенетических циклов за единицу времени позволит сократить срок создания константных линий в 2,5-3 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грабовец А. И. О других аспектах селекции озимой пшеницы на зимостойкость в условиях меняющегося климата // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. – №. 2 (10). – С. 111-115.
2. Ержебаева Р. С. И др. Эмбриогенез и регенерация растений в культуре пыльников гексаплоидной тритикале (\times triticosecale wittmack) под влиянием цитокинина зеатина // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – №. 5. – С. 934-945.

- 3 Захарова Н. Н., Захаров Н. Г. Сортовая дифференциация озимой мягкой пшеницы по группам спелости в лесостепи Среднего Поволжья // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2020. – №. 2 (50). – С. 91-97.
4. Мединский А. В., Стёпочкин П. И. Яровизация озимых сортов три-тикале // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2013. – №. 4. – С. 27-30.
5. Чигасов Н. С. ФОТОПЕРИОДИЗМ КАК УСЛОВИЕ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ // Новые подходы в науке и образовании. – 2022. – С. 13-17.
6. Шалин Ю. П. Влияние интенсивности светового потока в период яровизации на продуктивность озимой пшеницы в условиях искусственного климата / Ю. П. Шалин, В. И. Дубовой, А. Ю. Шалин // Селекция и особенности агротехники пшеницы. – 1983. – Вып. 8. – С. 96–99.
7. De Storme N., Geelen D. High temperatures alter cross-over distribution and induce male meiotic restitution in *Arabidopsis thaliana* // Communications Biology. – 2020. – Т. 3. – №. 1. – С. 187.
8. Draeger T., Moore G. Short periods of high temperature during meiosis prevent normal meiotic progression and reduce grain number in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) // Theoretical and Applied Genetics. – 2017. – Т. 130. – С. 1785-1800.
9. Fuchs L. K., Jenkins G., Phillips D. W. Anthropogenic impacts on meiosis in plants // Frontiers in Plant Science. – 2018. – Т. 9. – С. 1429.
10. Hatfield J. L., Prueger J. H. Temperature extremes: Effect on plant growth and development // Weather and climate extremes. – 2015. – Т. 10. – С. 4-10.
11. Hickey L. T. et al. Breeding crops to feed 10 billion // Nature biotechnology. – 2019. – Т. 37. – №. 7. – С. 744-754.
12. Jähne F. et al. Speed breeding short-day crops by LED-controlled light schemes // Theoretical and Applied Genetics. – 2020. – Т. 133. – №. 8. – С. 2335-2342.
13. Lee G. H. et al. Evaluation of tissue culture efficiency in a speed breeding system for stable and sustainable supported wheat (*Triticum aestivum*) immature

embryogenesis // The Korean Journal of Crop Science. – 2020. – Т. 65. – №. 4. – С. 365-376.

14. Schoen A. et al. Reducing the generation time in winter wheat cultivars using speed breeding // Crop Science. – 2023. – Т. 63. – №. 4. – С. 2079-2090.

15. Schoen A. et al. Reducing the generation time in winter wheat cultivars using speed breeding // Crop Science. – 2023. – Т. 63. – №. 4. – С. 2079-2090.

16. Watson A. et al. Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop re-search and breeding // Nature plants. – 2018. – Т. 4. – №. 1. – С. 23-29.

© Сайфетдинов Е.А., Ткаченко О.В., 2023

Научная статья

УДК 635.25

И.В. Сатункин, С.С. Кузьменко, С.Н. Дерябин

Оренбургский государственный аграрный университет, г. Оренбург, Россия

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЙ НА БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СТРУКТУРУ УРОЖАЯ ГИБРИДОВ ЛУКА РЕПЧАТОГО (*ÁLLIUM СÉРА*) НА МЕЛИОРИРОВАННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ ЮЖНОМ ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ

Аннотация. В статье рассматриваются результаты полевых исследований на посевах гибридов лука репчатого влияние системы удобрений на биометрические показатели и структуру урожая на мелиорированном черноземе южном при капельном орошении для условий Южно-Уральского региона

Ключевые слова: лук репчатый, система удобрений, биометрические показатели, структура урожая, чернозем южный, капельное орошение.

I.V. Satunkin, S.S. Kuzmenko, S.N. Deryabin

THE INFLUENCE OF THE FERTILIZER SYSTEM ON THE BIOMETRIC PARAMETERS AND YIELD STRUCTURE OF ONION HYBRIDS (*ÁLLIUM CÉPA*) ON RECLAIMED SOUTHERN CHERNOZEM UNDER DRIP IRRIGATION

Annotation. The article discusses the results of field studies on onion hybrid crops, the influence of the fertilizer system on biometric indicators and crop structure on reclaimed southern chernozem under drip irrigation for the conditions of the South Ural region

Keywords: onions, fertilizer system, biometric indicators, crop structure, southern chernozem, drip irrigation.

Система удобрения лука на репку в значительной мере зависит от того выра-щивают ли его из семян или из севка. Из семян (в однолетней культуре) выра-щиваются в основном сладкие и полуострые сорта лука, из севка (в двух-летней культуре) - острые сорта. Однако в последние годы выведены новые сорта и гибриды, что позволяет в условиях Южно-Уральского региона выращивать лук из семян и получать урожай 40-60 т/га[1,4].

Особенность морфологического строения корневой системы лука заключается в том, что, в отличие от других растений, она состоит из нитевидных, нераз-ветвленных, не имеющих корневых волосков корней. Распространяются они в основном в верхнем слое почвы, занимают небольшой объем и лишь не-которые из них проникает на глубину пахотного горизонта. Слабая разветвленность и отсутствие корневых волосков на кончиках корня, значительно снижает поглотительную поверхность корневой системы по сравнению с другими культурами, что обуславливает высокие требования лука к уровню минерального питания, обеспеченности влагой и почвенному плодородию в целом. Высокая продуктивность лука может быть достигнута

лишь при хорошей обеспеченности элементами питания и влагой. При недостатке питательных веществ и влаги в почве лук заканчивает рост и переходит к созреванию [2].

Азотные удобрения на черноземах и каштановых почвах в богарных условиях вносят, как правило, в дозе 40-50 кг/га весной до посева (посадки) лука. При орошении азотные удобрения вносят дробно – 30-40 кг/га до посева и 40-50 кг/га в подкормку в начале интенсивного нарастания вегетативной массы после образования 4-го листа.

Слишком позднее удобрение лука азотом замедляет его созревание, снижает содержание сахаров и ухудшает лежкость при хранении. Формы азотных, фосфорных и калийных удобрений для лука не имеют особого значения. Вне-сение хлорсодержащих азотных (NH_4Cl) или калийных (KCl) удобрений не оказывает отрицательного влияния на урожай и качество лука[3].

Наряду с макроэлементами хорошие результаты дает предпосевная обработка семян микроэлементами при дефиците их в почве и, прежде всего, раствором сульфата меди и цинка[5].

Вышеизложенные обстоятельства послужили основанием для проведения исследований по оценке отзывчивости перспективных гибридов лука репчатого на оптимизацию питания растений при капельном орошении из семян в один год на мелиорированных черноземах южных Городищенской оросительной системы Оренбургской области.

Полевые исследования с гибридами Спирит F1-st, ДормоF1, ВентоF1, БирдиF1 проводились при различных системах удобрений: 1-ый вариант – N35P35K35 –фон контроль (Под предпосевную обработку почвы N15P15K15 нормой 233кг/га); 2-ой вариант – Фон+N20 +N25 +N33 (Аммиачная селитра нормой 300кг/га с поливной водой по фазам развития лука. Первая азотная подкормка в фазе второго-третьего настоящего листа нормой N20, вторая через 12-15 дней после первой N25, третья в фазу формирования луковицы N33); 3-ий вариант – Фон+N20+N25+N33+Бионекс Кеми NPK+Mg 3,08.3,10.2,06+0,14 (Внекорневые подкормки баковыми смесями первая в фазе 2-4-х настоящих

листьев Фитоспорин-М,Ж (АС)- 2,0л/га + Бионекс Кеми NPK+Mg40: 1,5:2+0,7-4кг/га+ БиоПолимик Комплексный – 2л/га+Биолипостим-0,2л/га, вторая в фазе разрастания листовой массы и начала образования луковицы Фитоспорин-М,Ж (АС)- 2,0л/га + БионексКеми NPK+Mg18: 18:18+1,1- 4кг/га+ БиоПолимикCu,Zn – 0,4л/га+Биолипостим-0,2л/га, третья в фазе формирования луковицы Фитоспорин-М,Ж (АС)- 2,0л/га + Бионекс Кеми NPK+Mg18: 18:18+1,1- 4кг/га+ БиоПолимикCu,Zn – 0,4л/га+Биолипостим-0,2л/га, четвертая в фазе налива луковицы Фитоспорин-М,Ж (АС)- 2,0л/га + Бионекс Кеми NPK+Mg2: 40:27+1,2- 2кг/га+ БиоПолимикCu,Zn – 0,4л/га+Биолипостим-0,2л/га) в 2020-2022гг. в ССПК «Союз» Дзержинского района г. Оренбурга. ССПК «Союз» является одним из предприятий лидеров овощеводческой отрасли Оренбургской области, в котором на протяжении многих лет производство лука репчатого высоко рентабельно. Агротехника лука была общепринятой в хозяйстве.

Почвенный покров массива представлен в основном южными террасовыми черноземами мало- и среднемощными. Почва опытного участка – чернозем южный легкоглинистый.

Разрез 1. В 1 км южнее с. Городище, в 150 м юго-западнее распределительного канала. Пашня, орошаемый участок, посев лука репчатого. Вторая надпойменная терраса р. Урал. Микрорельеф выражен слабо в следствии проведенной капитальной планировки, следы от основной обработки.

Апах 0 - 30см. Влажный, темно-бурый легкая глина глыбисто-комковатой структуры, уплотненный, слабо пористый, содержит мелкие единичные корни растений. Переход плавный по окраске.

В 30 - 38см. Влажный, темно-бурый легкая глина комковато-мелко глыбистой структуры, уплотнен, содержит единичные корни растений. Переход плавный по окраске.

ВС 38 - 105см. Влажный, плотный легкая глина палевого цвета. Переход плавный по окраске.

С 105 - 150см. Влажный, темно-палевый, плотный легкая глина глыбисто-комковатой структуры. Со 108см редкие конкреции почвенных карбонатов.

Вскипание от 10% HCl: слабое - с 38 до 50см. сильное - с 50 до 150см с усилением ко дну разреза. (Дерябин С.Н., 2022 год)

Почва: Чернозем южный малогумусный маломощный легкоглинистый на четвертичных палевых древнеаллювиальных глинах.

С первой декады июля до полегания ботвы через каждые 10 дней делали замеры длины листьев и их диаметра, просчитывали количество хорошо развитых листьев. Динамика роста и развития растений представлена в таблице 1.

Анализ данных растений гибрида Спирит F₁ на контрольном варианте N₃₅P₃₅K₃₅ – фон показал следующее. Число листьев за 20 дней возрастает с 5,7 до 8,9 шт., их длина - с 37,7 до 52,1 см, а диаметр- с 7,6 до 10,5 мм.

Таблица 1 –Основные параметры роста и развития гибридов лука репчатого в среднем за 2021-2022 г.г.

Система удобрения	Гибрид	Дата	Число листьев, шт.	Длина листьев, см	Диаметр листа, мм
N ₃₅ P ₃₅ K ₃₅ –фон контроль	Спирит F ₁ -st	07-10.07	5,7	37,7	7,6
	Дормо F ₁	07-10.07	5,3	35,6	7,1
	Венто F ₁	07-10.07	5,5	36,8	7,4
	Бирди F ₁	07-10.07	5,1	34,4	6,8
Фон + N ₂₀ +N ₂₅ +N ₃₃	Спирит F ₁ -st	07-10.07	6,1	39,2	7,8
	Дормо F ₁	07-10.07	5,6	36,5	7,3
	Венто F ₁	07-10.07	5,8	38,3	7,6
	Бирди F ₁	07-10.07	5,4	35,7	7,1
Фон+ N ₂₀ +N ₂₅ +N ₃₃ + Бионекс Кеми NPK+Mg 3,08.3,10.2,06+0,14	Спирит F ₁ -st	07-10.07	6,3	40,6	8,2
	Дормо F ₁	07-10.07	5,8	38,1	7,5
	Венто F ₁	07-10.07	6,1	39,2	7,9
	Бирди F ₁	07-10.07	5,6	37,4	7,3

N ₃₅ P ₃₅ K ₃₅ –фон контроль	Спирит F ₁ -st	17-20.07	6,1	43,5	9,4
	Дормо F ₁	17-20.07	5,6	41,2	8,8
	Венто F ₁	17-20.07	5,8	42,4	9,1
	Бирди F ₁	17-20.07	5,4	39,8	8,3
Фон + N ₂₀ +N ₂₅ +N ₃₃	Спирит F ₁ -st	17-20.07	6,5	46,3	10,3
	Дормо F ₁	17-20.07	5,9	44,5	9,4
	Венто F ₁	17-20.07	6,1	45,2	9,7
	Бирди F ₁	17-20.07	5,7	43,1	9,1
Фон+ N ₂₀ +N ₂₅ +N ₃₃ + Бионекс Кеми NPK+Mg 3,08.3,10.2,06+0,14	Спирит F ₁ -st	17-20.07	6,8	48,4	10,7
	Дормо F ₁	17-20.07	6,2	45,9	9,8
	Венто F ₁	17-20.07	6,4	47,2	10,1
	Бирди F ₁	17-20.07	5,9	44,7	9,5
N ₃₅ P ₃₅ K ₃₅ –фон контроль	Спирит F ₁ -st	27-31.07	8,9	52,1	10,5
	Дормо F ₁	27-31.07	8,1	49,7	9,7
	Венто F ₁	27-31.07	8,3	51,2	9,9
	Бирди F ₁	27-31.07	7,8	46,8	9,2
Фон + N ₂₀ +N ₂₅ +N ₃₃	Спирит F ₁ -st	27-31.07	9,6	55,7	11,2
	Дормо F ₁	27-31.07	8,7	52,4	10,7
	Венто F ₁	27-31.07	9,1	53,6	10,9
	Бирди F ₁	27-31.07	8,2	49,8	10,2
Фон+ N ₂₀ +N ₂₅ +N ₃₃ + Бионекс Кеми NPK+Mg 3,08.3,10.2,06+0,14	Спирит F ₁ -st	27-31.07	9,9	58,3	11,9
	Дормо F ₁	27-31.07	9,1	54,5	11,1
	Венто F ₁	27-31.07	9,5	55,7	11,3
	Бирди F ₁	27-31.07	8,6	52,1	10,8

На гибриде Бирди F₁ эти показатели были несколько ниже и составили с 5,4 до 7,8 шт.; с 34,4 до 46,8 см; с 6,8 до 9,2 мм.

На гибриде Дормо F₁ эти показатели немного возрастают с 5,3 до 8,1 шт.; с 35,6 до 49,7 см; и с 7,1 до 9,7 мм. На гибриде Венто F₁ эти показатели еще немного увеличиваются с 5,5 до 8,3 шт.; с 36,8 до 51,2 см; с 7,4 до 9,9 мм, но не один из изучаемых гибридов не превысил данные стандарта.

При внесении азотных подкормок N₂₀+N₂₅+N₃₃ на фоне N₃₅P₃₅K₃₅ эти показатели на гибриде Спирит F₁ составляли: число листьев увеличивалось на

3,5 шт., их длина на 13,2 см, а диаметр на 3,4 мм. На гибриде Дормо F1 эти показате-ли составляли 3,1 шт.; 15,9 см; 3,4 мм. На гибриде Венто F1 соответственно 3,3 шт.; 15,3 см; 3,3 мм. На гибриде Бирди F1 эти показатели были несколько снижены и составляли 2,8 шт.; 14,1 см; 3,1 мм,

На варианте внесения фон + N20+N25+N33 + Бионекс Кеми NPK+Mg (3,08.3,10.2,06+0,14) эти показатели на гибриде Спирит F1 составляли: число листьев увеличилось на 3,6 шт., их длина возросла на 17,7 см, а диаметр увеличился на 3,7 мм. На гибриде Дормо F1 эти показатели составляли соответственно 3,3 шт.; 16,4 см; 3,6 мм. На гибриде Венто F1 увеличение составило на 3,4 шт.; на 16,5 см; 3,4 мм. На гибриде Бирди F1 эти показатели были следующими 3,0 шт.; 14,7 см; и 3,5 мм, т.е. проявляется заметное улучшение основных показателей роста и развития растений. Применение азотных подкормок и баковых смесей увеличивает количество листьев, их длину и диаметр. Перед уборкой луковиц по биометрическим показателям наиболее развитыми оказались листья на варианте фон + N20+N25+N33 + Бионекс Кеми NPK+Mg (3,08.3,10.2,06+0,14). Так длина листьев в период 27 - 31 июля на варианте с фертигацией и внекорневыми подкормками баковыми смесями у гибрида Спирит F1 была на уровне 58 см при диаметре 12 см, что превышало контроль на 6 см. Следует отметить, что на этом варианте количество листьев было наибольшим – 10штук.

Для анализа структуры урожая гибридов лука репчатого с каждой деланки в среднем было убрано 47 – 50 шт. луковиц.

На контрольном варианте (N35P35K35-фон) у гибрида Спирит F1 88,2% общего урожая луковиц было отнесено к товарной фракции, невызревшими оказалось 8,7% луковиц и к недоразвитым (недогон) отнесено 3,1%. У гибрида Дормо F1 93,6% было отнесено к товарным, к невызревшим - 4,1%, к недоразвитым - 2,3%, у гибрида Венто F1 соответственно 92,7%, 4,6%, 2,7%, у гибрида Бирди F1 - 83,7%, 11,1% и 5,2%. (табл.2).

Таблица 2- Структура урожая гибридов лука репчатого в среднем за 2021 – 2022 г.г.

Система удобрения	Гибрид	Общее количество убранных с деланки луковиц, шт.	% к общему урожаю		
			товарных	не вызревших	Недогон (недоразвитые луковицы)
N ₃₅ P ₃₅ K ₃₅ –фон контроль	Спирит F ₁ -st	48	88,2	8,7	3,1
	Дормо F ₁	49	93,6	4,1	2,3
	Венто F ₁	47	92,7	4,6	2,7
	Бирди F ₁	50	83,7	11,1	5,2
Фон + N ₂₀ +N ₂₅ +N ₃₃	Спирит F ₁ -st	48	87,7	9,7	2,6
	Дормо F ₁	49	91,4	6,5	2,1
	Венто F ₁	50	89,6	8,1	2,3
	Бирди F ₁	48	84,2	12,9	2,9
Фон+ N ₂₀ +N ₂₅ +N ₃₃ + Бионекс Кеми NPK+Mg 3,08.3,10.2,06+0,14	Спирит F ₁ -st	47	89,3	7,8	2,9
	Дормо F ₁	49	94,8	3,1	2,1
	Венто F ₁	50	93,2	4,4	2,4
	Бирди F ₁	48	86,4	8,9	4,7

При внесении азотных подкормок с поливной водой N₂₀+N₂₅+N₃₃ на фоне N₃₅P₃₅K₃₅ число товарных луковиц у гибрида Спирит F₁ уменьшилось незначительно на 0,5% и количество недогона уменьшилось на 0,5%. При этом увеличилось число невызревших луковиц на 1,0%. У гибрида Дормо F₁ число товарных луковиц уменьшилось на 2,2%, число невызревших луковиц увеличилось на 2,4%, количество недоразвитых луковиц уменьшилось на 0,2%. У гибрида Венто F₁ число товарных луковиц уменьшилось на 3,1%. При этом увеличилось число невызревших луковиц на 3,5%, а количество недогона уменьшилось на 0,4%. У гибрида Бирди F₁ число товарных луковиц увеличилось на 0,5%, число невызревших луковиц увеличилось на 1,8%, количество недоразвитых луковиц уменьшилось на 2,3%.

При внесении азотных подкормок нормами N₂₀+N₂₅+N₃₃ с поливной водой на фоне N₃₅P₃₅K₃₅ и внекорневых подкормок баковыми смесями число

товарных луковиц у гибрида Спирит F1 по сравнению с контрольным вариантом увеличилось на 1,1%. При этом уменьшилось число невызревших луковиц на 0,9%, и количество недогона уменьшилось на 0,2%. У гибрида Дормо F1 число товарных луковиц увеличилось на 1,2%, число невызревших луковиц уменьшилось на 1,0%, количество недоразвитых луковиц тоже уменьшилось на 0,2%. У гибрида Венто F1 число товарных луковиц увеличилось на 0,5%. При этом уменьшилось число невызревших луковиц на 0,2%, и количество недогона снизилось на 0,3%. У гибрида Бирди F1 число товарных луковиц увеличилось на 2,7%, число невызревших луковиц уменьшилось на 2,2%, и количество недоразвитых луковиц тоже уменьшилось - на 0,5%.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что изучаемые гибриды лука репчатого хорошо отзываются на внесение минеральных удобрений на фоне основного внесения под предпосевную обработку в виде фертигации аммиачной селитрой, но применение внекорневых подкормок на их фоне дает улучшение биометрических показателей и товарности лука.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карымова, М.О. Динамика изменчивости содержания доступных соединений химических элементов в регулируемых условиях минерального питания лука репчатого при капельном орошении/ М.О. Карымова, И.В. Сатункин// Агрэкологические основы применения удобрений в современном земледелии: материалы 48-й международной научной конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов (ВНИИА). М.: ВНИИА, 2014.-С. 97-101
2. Матвеева Н.И., Зволинский В.П., Зволинский В.В., Петров Н.Ю. Агротехника возделывания сортов и гибридов лука на каштановых почвах Нижнего Поволжья. Известия НВ АУК. 2019. 2(54). 136-145.)

Saratov State University of genetics, biotechnology and engineering named after N.I. Vavilov, Saratov

THE THEORETICAL AND METHODOLOGICAL JUSTIFICATION OF HERBICIDES USED IN OILSEED FLAX CROPS VICTORIA ALEXANDROVNA SINDYUKOVA

Annotation. This article provides a theoretical justification for the effectiveness of herbicides used in oilseed flax crops

Keywords: oilseed flax, herbicides, weeds

Масличный лён – культура многоцелевого назначения, потенциал которой в России постоянно растёт.

За последние годы во всем мире возрос интерес к данной культуре из-за его ценности во многих отраслях, таких как промышленность, животноводство и медицина.

Крупнейшим покупателем масличного льна является Китай, на который в прошлом году приходилось более половины объема поставок из России. На сегодняшний день площади под ней в нашей стране составляют более 2,1 млн га. Высокая востребованность культуры способствовала резкому росту её посевных площадей.

По мнению экспертов, в России есть все необходимые почвенные ресурсы, чтобы уже имеющуюся площадь увеличить как минимум в полтора раза. При этом для достижения высокой урожайности необходимо использовать сорта, адаптированные к местным условиям и технологиям.

Одной из причин снижения продуктивности льна масличного, является негативное влияние сорной растительности в посевах. Актуальным является и спрос на число исследований по решению проблемы борьбы с сорняками в посевах льна и увеличения продуктивности в различных почвенно-климатических условиях.

При выборе гербицида большое хозяйственное значение имеют такие его свойства, как селективность, эффективность против широкого спектра экономически значимых сорняков и гибкие сроки применения, обеспечивающие возможность обработки посевов в широком временном интервале [4].

Эти свойства присущи новому гербициду для борьбы с двудольными сорняками – секатору турбо. Он является преемником гербицида секатор и отличается более высокой концентрацией действующих веществ (25 г/л йодосульфуронметилнатрия и 100 г/л амидосульфурона). Уникальная препаративная форма – масляная дисперсия – гарантирует образование масляной пленки, которая удерживает препарат на поверхности листьев и стеблей сорных растений даже при высоких температурах и в случае выпадения ранних (после обработки) осадков.

Гербицид Секатор Турбо, МД (100 + 25 + 250 г/л) с нормой внесения 0,05–0,1 л/га относится к высокоселективным препаратам, применяется против однолетних, многолетних двудольных сорных трав (бодяка полевого, гречихи татарской, незабудки полевой, курая обыкновенного и других) на полях, засеянных злаками. Применяется для защиты кукурузы, ячменя, масличного льна и льна-долгунца, посевов яровой и озимой пшеницы. Может использоваться при наземном опрыскивании площадей и обработке с воздуха.

Л.М. Захарова и Н.А. Кудрявцев [1] отмечают, что важная специфика сульфанилмочевинных гербицидов (Секатор Турбо) – значительная зависимость их функционирования от фазы развития сорного растения, поэтому применение их в ранние фазы развития мари белой, горца вьюнкового (*Polygonum convolvulus* L.), видов пикульника (*Galeopsis* spp.), в фазе розетки осота и бодяка позволит повысить эффективность обработки до 80–90 %.

Для подавления засорённости посевов льна злаковыми сорняками (просо куриное, виды щетинника (*Setaria* spp.), метлица обыкновенная (*Apera spica venti* L.), овсюг (*Avena fatua* L.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski) был зарегистрирован гербицид Клетодим Плюс Микс, КЭ (240 г/л).

Используемая норма может быть откорректирована в зависимости от видового состава и степени засорённости посевов льна после всходов культуры – от 0,2–0,4 л/га для однолетних злаковых до 0,7–1,0 л/га для многолетних сорняков.

По сообщению Ф.А. Лахвича и др. [2], клетодим, действующее вещество этого граминицида, активно усваивается растениями и за короткое время деградирует в почве и тканях льна, не оставляя токсичных продуктов распада, не агрессивен с другими химическими соединениями, поэтому может использоваться в баковой смеси с другими пестицидами и удобрениями. При смешанном типе засорения в каждом конкретном случае следует принимать решение о его применении с противодвудольным препаратом либо в баковой смеси, либо отдельно после обработки двудольных сорняков.

Гербицидное действие довсходовых препаратов во многом зависит от типа почвы, влажности, качества её обработки и может меняться в весьма широких пределах. Сильная поглощательная способность почв с высоким содержанием органики приводит к быстрому связыванию и дальнейшей деактивации действующих веществ гербицидов, существенно снижает их эффективность. Если на лёгких почвах, содержащих малое количество гумуса, норма внесения препарата может быть уменьшена, то при наличии в почве более 6 % гумуса происходит полная деактивация или адсорбция гербицидов, делающая их применение бесполезным.

Наилучший применения препаратов отмечено при выпадении умеренных осадков, когда влажность верхнего слоя почвы находится на уровне полной полевой влагоёмкости. Активно прорастающие во влажной почве семена сорняков подвергаются действию и погибают. Однако при чрезмерном выпадении осадков происходит смыв гербицидов в нижние почвенные горизонты, где они деактивируются, не оказывая негативного воздействия на ростки сорняков [3].

Выбор подходящего гербицида зависит от конкретных условий и проблем, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные производители. Существуют различные типы гербицидов, включая контактные или системные,

выбор которых основывается на характеристиках рабочей среды и требованиях к обрабатываемым культурам. Кроме того, необходимо учитывать токсичность гербицида, его стойкость к различным условиям и специфичные требования, связанные с конкретными растениями, на которые необходимо воздействовать.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1) Захарова М.Л., Кудрявцев Н.А. Технология защиты посевов льна-долгунца // Защита и карантин растений. - 2010. - №5. - С.25-28.
- 2) Лахвич Ф.А., Рубинов Д.Б., Рубинова И.А. Экологически безопасные гербициды ряда циклогексан-1,3-дионов // Земледелие и защита растений. - 2006. - №4(47). - С 33-35
- 3) Bayer Global. Почвенные гербициды: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.cropscience.bayer.ru/pochviennyie-ghierbitsidy>.
- 4) Спиридонов Ю. Я. Методические указания по проведению производственных испытаний гербицидов. - 2004.

© Синдюкова В.А., 2023

Научная статья

УДК 633.174.1:631.527:632

В.И. Степанченко¹, С.Г. Лихацкая²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Россия

²Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПЫЛЬНОЙ ГОЛОВНИ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВЕНИЧНОГО СОРГО НА РАЗЛИЧНЫХ АГРОФОНАХ

Аннотация. В статье рассматриваются реакции образцов веничного сорго на содержание питательных компонентов зерна, выращенного на участке при искусственном заражении пыльной головней относительно чистого (естественного) агрофона. Изученные образцы сорго обнаружили в большинстве случаев снижение содержания протеина, жира, золы и клетчатки в зерновках, но увеличение крахмала и БЭВ на зараженном в сравнении с естественным фоном. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований в различные по климатическим условиям вегетационные периоды.

Ключевые слова: веничное сорго, протеин, крахмал, агрофон, пыльная головня

V.I. Stepanchenko¹, S.G. Likhatskay²

¹Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn", Saratov, Russia

²Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF DUSTY SMUT ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF BROOM SORGHUM AT VARIOUS AGROPHONES

Annotation. The article discusses the reactions of broom sorghum samples to the content of nutritional components of grain grown on the site with artificial infection with dusty smut relatively clean (natural) agrophone. The studied sorghum samples found in most cases a decrease in the content of protein, fat, ash and fiber in the grains, but an increase in starch and BEV on the infected in comparison with the natural background. The results obtained indicate the need for further research in different climatic conditions of the growing season.

Keywords: broom sorghum, protein, starch, agrophone, dusty smut

В настоящее время, в условиях сложной геополитической обстановки бизнес столкнулся с невозможностью пользоваться привычными механизмами поставки импортного сырья для производства. Все это обусловило всплеск интереса к отечественным сортам веничного сорго и технологиям его возделывания. Следуя запросу экономики и бизнеса, селекционными учреждениями взят курс на возобновление селекции данной культуры и налаживание ее семеноводства [1,3].

Расширение ассортимента веничного сорго за счет создания новых высокоурожайных сортов с наилучшим качеством сырья, пригодного для промышленного производства, является на современном этапе актуальной задачей [5].

Материал и методика. Посев веничного сорго осуществлялся на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» по черному пару кассетной сеялкой СКС-6-10, во второй-третьей декаде мая. Повторность – трехкратная. Общая площадь делянки – 7,7 м² (длина рядка 5,5 м, ширина междурядий 70 см). Густота стояния – 100 тыс. растений/га. Почва опытного поля представлена черноземом южным, является типичной для сухих черноземных степей Саратовской области и характеризуется среднесуглинистым механическим составом. Все агротехнические приемы применялись в соответствии с зональной технологией возделывания веничного сорго [4,6].

Для оценки устойчивости образцов веничного сорго к головневым и бактериальным заболеваниям высеян отдельный специализированный питомник на инфицированном фоне [2,5].

Результаты исследований. Величина показателей биохимического состава семян сортообразцов веничного сорго на зараженном фоне изменялась в пределах: содержание протеина – от 7,13% до 10,44%, жира – от 1,81% до 3,80%, золы – от 2,00% до 3,86%, клетчатки – от 3,73 до 7,30%, крахмала – от 55,88% до 69,71%, БЭВ – от 76,31% до 81,49% (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели биохимического состава зерна веничного сорго на различных агрофонах, 2023 г.

Образец	Фон*	Биохимический состав зерна, % на сухое вещество					
		протеин	жир	зола	клетчатка	крахмал	БЭВ
к-588	2	9,09	2,89	3,86	7,30	55,88	76,88
Мастер	1	11,20	6,10	2,70	6,30	58,40	59,00
	2	8,53	3,57	2,31	4,57	69,60	81,01
к-113В	2	8,46	2,82	2,56	5,85	63,12	80,32
к-6694	2	7,65	2,95	2,90	6,19	63,83	80,32
к-28А	2	10,29	3,80	2,30	3,97	67,83	79,65
Венскор	1	11,10	5,20	2,50	6,50	55,50	57,50
	2	10,44	2,86	3,59	6,80	57,49	76,31
к-324	1	12,00	5,50	3,50	8,10	55,10	55,00
	2	8,08	3,35	3,11	6,52	61,97	78,94
к-369	2	7,73	2,84	2,78	5,82	64,62	80,83
к-537	2	7,56	3,08	2,97	5,56	63,95	80,83
к-518	2	7,13	1,81	3,11	7,15	61,44	80,80
Приусадебное	1	9,30	6,20	3,20	5,50	52,80	57,20
	2	10,08	2,70	2,00	3,73	69,71	81,49
$\bar{x} \pm s_x$		8,64±0,36	2,97±0,16	2,86±0,17	5,77±0,37	63,58±1,34	79,76±0,52
S^2		1,39	0,27	0,31	1,49	19,69	2,94
S		1,18	0,52	0,56	1,22	4,44	1,72
$V, \%$		13,6	17,4	19,5	21,2	7,0	2,2

Примечание*: фон 1 – естественный агрофон; фон 2 – зараженный агрофон пыльной головней

В питомнике веничного сорго у образцов на зараженном агрофоне относительно естественного фона изменялись показатели биохимического состава семян большинства образцов по схеме:

содержание протеина ↓ - жира ↓ - золы ↓ - клетчатки ↓ - крахмала ↑ - БЭВ ↑.

Примечание: ↑ – изменение показателя признака в сторону увеличения относительно естественного агрофона; ↓ – изменение показателя признака в сторону уменьшения.

У образца веничного сорго Приусадебное отмечено повышение содержания протеина, крахмала и БЭВ в зерне, выращенном на зараженном агрофоне, другие изученные показатели качества зерна снизились (рисунок 1).

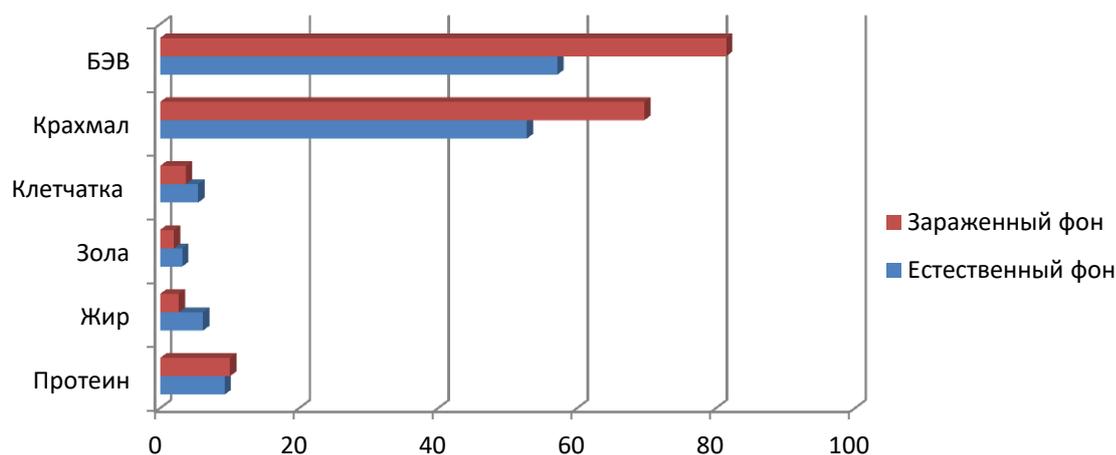


Рисунок 1 – Показатели биохимического состава семян веничного сорго сорт Приусадебное на 2-х агрофонах, 2023 г.

Таким образом, изучение изменчивости биохимического состава зерна при возделывании образцов на естественном и зараженном пыльной головней фонах позволили сделать следующее заключение. У большей части образцов веничного сорго обнаружено снижение содержания протеина, жира, золы и клетчатки в зерновках, но увеличение крахмала и БЭВ на зараженном головней фоне в сравнении с естественным.

Характер изменения показателей биохимического состава семян образцов веничного сорго при возделывании на естественном и зараженном пыльной головней фонах неоднозначен и свидетельствует о необходимости дальнейших исследований в различные по погодным условиям вегетационные периоды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алабушев, А.В. Оценка исходного материала сорго сахарного на устойчивость к пыльной головне/ А.В. Алабушев, Н.А. Ковтунова , В.В. Ковтунов , А.Е. Романюкин , Е.В. Матвиенко – Текст: электронный // Кормопроизводство. – 2018. – № 4. – С. 26-30. <https://kormoproizvodstvo.ru/4-2018/04-2018-03-1221> (дата обращения: 22.08.2023). - Режим доступа: Кормопроизводство: научно-производственный журнал.

2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. - Москва : Альянс, 2011. – 350 с - ISBN 978-5-903034-96-3
3. Матвиенко, Е.В. Оценка селекционного материала сорго зернового к различным болезням для засушливых условий среднего Поволжья / Е.В. Матвиенко - Текст: электронный // АгроЭкоИнфо.– 2017. – № 4 (30). – С. 19. <https://elibrary.ru/item.asp?id=32357304> (дата обращения: 22.08.2023). - Режим доступа: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 267 с.
5. Силаев, А.И. Рекомендации по защите сорго от головневых болезней в Поволжье/ А.И. Силаев , Г.И. Костина , А.Г. Ишин – Санкт-Петербург: ВИЗР – 2005. – 16 с.
6. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum* Moench / Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. - Ленинград: Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР), 1989. – 46 с.

© Степанченко В.И., Лихацкая С.Г., 2023

Научная статья

УДК 633.174.1:631.527:632

В.И. Степанченко, С.В. Кибальник, В.В. Бычкова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы», г. Саратов, Россия

РЕАКЦИЯ САХАРНОГО СОРГО НА СОДЕРЖАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЗЕРНА ПРИ ЗАРАЖЕНИИ ПЫЛЬНОЙ ГОЛОВНЕЙ НА РАЗЛИЧНЫХ АГРОФОНАХ

Аннотация. В статье рассматриваются реакции образцов сахарного сорго на содержание питательных компонентов зерна, выращенного на участке при искусственном заражении пыльной головней относительно чистого (естественного) агрофона. Сорты и коллекционные сортообразцы сахарного сорго испытывали на естественном и зараженном агрофонах.

Ключевые слова: сахарное сорго, пыльная головня, образцы, мировая коллекция

V.I. Stepanchenko, S.V. Kibalnik, V.V. Bychkova

Federal State Budgetary Scientific Institution "Russian Research and Design-Technological Institute of Sorghum and Corn", Saratov, Russia

THE REACTION OF SUGAR SORGHUM TO THE CONTENT OF NUTRITIONAL COMPONENTS OF GRAIN WHEN INFECTED WITH DUSTY SMUT ON VARIOUS AGROPHONES

Annotation. The article discusses the reactions of samples of sugar sorghum to the content of nutritional components of grain grown on the site with artificial infection

with dusty smut relatively pure (natural) agrophone. Varieties and collectible varieties of sugar sorghum were tested on natural and infected agrophones.

Keywords: sugar sorghum, dusty smut, samples, world collection

Высокая вредоносность головневых болезней, а также наблюдающаяся в последние годы устойчивая тенденция роста поражения сорго этими заболеваниями в регионе свидетельствуют о необходимости систематического и полномасштабного проведения защитных мероприятий, направленных на снижение ущерба от покрытой, пыльной и мелкопузырчатой головни.

Материал и методика. Материал исследования – сахарное сорго коллекции ВИР и сорта селекции ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Посев сахарного сорго осуществлялся на опытном поле института по черному пару кассетной сеялкой СКС-6-10, во второй-третьей декаде мая. Повторность – трехкратная. Общая площадь делянки – 7,7 м² (длина рядка 5,5 м, ширина междурядий 70 см). Густота стояния – 100 тыс. растений/га. Почва опытного поля представлена черноземом южным, является типичной для сухих черноземных степей Саратовской области и характеризуется среднесуглинистым механическим составом. Все агротехнические приемы применялись в соответствии с зональной технологией возделывания сахарного сорго [4,6].

Для оценки устойчивости образцов сахарного сорго к головневым и бактериальным заболеваниям высеян отдельный специализированный питомник на инфицированном фоне [2,5].

Результаты исследований. Выращенный в 2022 году на этих агрофонах семенной материал анализировался по содержанию основных питательных компонентов качества зерна – содержанию протеина, жира, золы, клетчатки, крахмала и БЭВ, средние величины которых по группе соответственно составили: 9,61%, 2,97%, 1,92%, 4,13%, 66,83%, 81,39% (таблица 1).

В ходе анализа таблицы 1 выявлены образцы на зараженном агрофоне с показателями протеина выше, чем на естественном фоне: К-9502, Кинельское 4,

К-157. С повышенным содержанием жира в зерне на зараженном агрофоне выделились образцы Волжское 51, Северное 44132, К-157, Зерноградское 33, К-1435. Значение признака «содержание в зерне золы и клетчатки» было ниже у зараженных образцов сахарного сорго: К-157, К-64 и лишь один образец с высоким показателем золы и низким значением клетчатки – К-1435.

Таблица 1 – Показатели биохимического состава зерна сахарного сорго на различных агрофонах, 2022 г.

Сортообразец	Фон	Биохимический состав зерна, %					
		протеин	жир	зола	клетчатка	крахмал	БЭВ
Шахерезада	1	9,62	3,55	1,10	2,37	71,90	83,36
	2	9,59	2,39	2,73	5,88	61,75	79,41
Волжское 51	1	8,99	2,75	1,71	5,43	61,30	81,12
	2	7,47	2,87	2,33	6,06	64,73	81,27
Момент	1	10,88	3,22	1,87	4,88	64,46	79,15
	2	7,56	2,95	2,09	5,02	68,05	82,38
к-9502	1	7,81	2,86	2,25	5,67	65,77	81,42
	2	8,69	2,32	2,78	7,19	64,12	79,03
Крепыш	1	9,75	3,44	1,47	3,15	72,61	82,20
	2	8,12	3,33	1,88	3,78	73,44	82,90
Северное 44/32	1	9,29	2,82	1,71	5,04	70,39	81,15
	2	9,13	2,83	2,13	5,62	66,99	80,28
Кинельское 4	1	10,08	3,33	1,79	5,02	69,26	79,77
	2	12,50	3,20	3,83	8,23	52,50	72,56
к-157	1	7,66	3,32	2,34	5,45	65,51	81,24
	2	9,87	3,38	2,01	4,04	69,71	80,70
Зерноградское 33	1	10,98	2,90	1,65	3,75	71,10	80,71
	2	8,93	3,03	2,28	4,95	67,83	80,82
Саратовское 90	1	10,89	3,23	1,36	2,77	72,57	81,77
	2	8,64	3,16	1,89	3,90	71,93	82,40
к-164	1	10,73	3,79	1,63	3,39	71,16	80,46
	2	9,75	3,63	2,03	4,16	69,09	80,43
к-48	1	11,38	3,61	2,12	4,85	67,07	78,04
	2	11,26	3,10	2,31	5,64	65,59	77,68
к-1435	1	8,70	3,02	2,44	4,47	69,40	81,37
	2	7,14	3,16	2,84	4,28	69,77	82,59
к-64	1	8,51	2,92	2,66	7,01	62,24	78,91
	2	7,66	2,31	2,33	5,63	66,46	82,07
Саратовское 3	1	13,04	3,74	1,73	4,06	67,03	77,43
	2	9,55	3,02	2,16	5,14	67,41	80,13
к-920	2	7,27	2,65	3,45	7,59	62,34	79,05
к-3434	2	8,85	3,07	1,48	2,53	75,74	84,07
к-3886	2	6,85	2,91	3,20	6,04	64,56	81,00
$\bar{x} \pm s_x$		9,61±0,01	2,97±0,58	1,92±0,82	4,13±1,86	66,83±5,08	81,39±1,97

S^2		0	0,67	1,33	6,16	51,51	7,80
S		0,02	0,82	1,15	2,48	7,18	2,79
$V, \%$		0,2	27,6	60,2	60,2	10,7	3,4

Примечание: фон 1 – естественный агрофон; фон 2 – зараженный пыльной головней агрофон

По другим сортообразцам наблюдалось повышение этих значений на зараженном фоне. Содержание крахмала и БЭВ в зерне повысилось на зараженном фоне у образцов: Волжское 51, Момент, Крепыш, К-157, К-1435, К-64, Саратовское 3.

Как можно заметить, у разных образцов сахарного сорго наблюдается различные комбинации реакций на заражение пыльной головней, относительно чистого (естественного) агрофона:

1. протеин ↓- жир↓- зола↑-клетчатка↑- крахмал↓- БЭВ↓;
2. протеин ↓- жир↑- зола↑-клетчатка↑- крахмал↑- БЭВ↑;
3. протеин ↓- жир↓- зола↑-клетчатка↑- крахмал↑- БЭВ↑;
4. протеин ↑- жир↓- зола↑-клетчатка↑- крахмал↓- БЭВ↓;
5. протеин ↓- жир↓- зола↑-клетчатка↑- крахмал↑- БЭВ↑;
6. протеин ↓- жир↑- зола↑-клетчатка↑- крахмал↓- БЭВ↓;
7. протеин ↑- жир↑- зола↓-клетчатка↓- крахмал↑- БЭВ↓;
8. протеин ↓- жир↓- зола↑-клетчатка↑- крахмал↓- БЭВ↓;
9. протеин ↓- жир↑- зола↑-клетчатка↓- крахмал↑- БЭВ↑;
10. протеин ↓- жир↓- зола↓-клетчатка↓- крахмал↑- БЭВ↑.

Примечание: ↑ – изменение показателя признака в сторону увеличения относительно естественного агрофона; ↓ – изменение показателя признака в сторону уменьшения.

Необходимо отметить, что у сорта Кинельское 4 отмечалось уменьшение признаков «Содержание жира и крахмала в зерне», в то время как величина других признаков изменилась в большую сторону (рисунок 1).

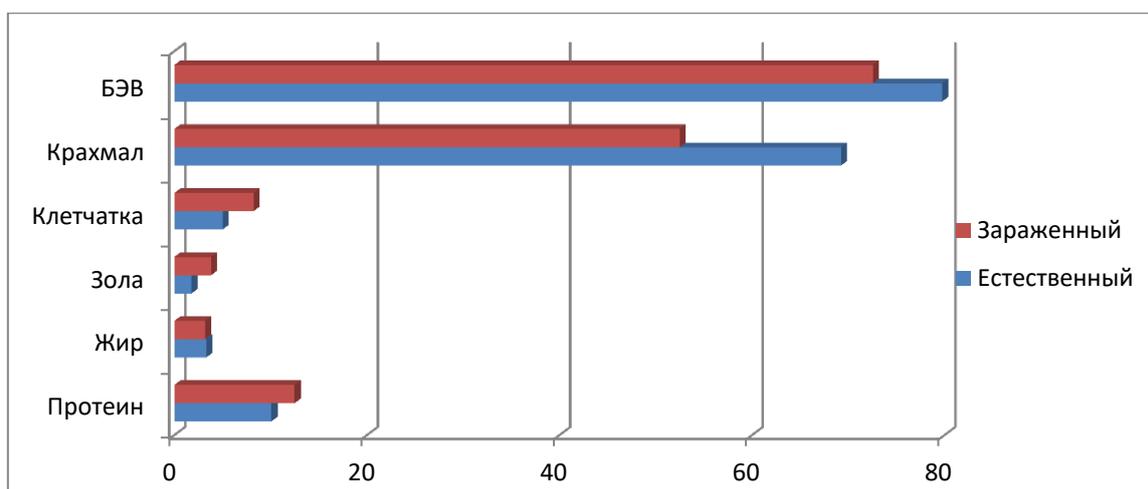


Рисунок 1. Разница показателей биохимического анализа сахарного сорго Кинельское 4 на 2 агрофонах, 2023 г.

У образцов сахарного сорго наблюдались различные комбинации реакций на заражение пыльной головней. Характер изменения показателей сахарного сорго неоднозначен и требует более глубокого изучения данного вопроса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. - Москва : Альянс, 2011. – 350 с - ISBN 978-5-903034-96-3

Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – 267 с.

Силаев, А.И. Рекомендации по защите сорго от головневых болезней в Поволжье/ А.И. Силаев , Г.И. Костина , А.Г. Ишин – Санкт-Петербург: ВИЗР – 2005. – 16 с.

Старчак В.И., Степанченко Д.А., Егоров Д.П., Ерюшева И.В. Анализ устойчивости сахарного сорго к головневым заболеваниям// В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях аридизации климата. Сборник материалов II международной научно-

практической конференции ФГБНУ РосНИИСК "Россорго". - Саратов. - 2022. - С. 161-164.

Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* / Якушевский Е.С., Варадинов С.Г., Корнейчук В.А., Баняи Л. - Ленинград: Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства им. Н. И. Вавилова (ВИР), 1989. – 46 с.

© Степанченко В.И., Кибальник С.В., Бычкова В.В., 2023

Научная статья

УДК 635.657:581.192

А.Г. Субботин, Р.А. Булатов, М.Ю. Шеблаев, А.В. Летучий, А.В. Хадыкин
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ПОСЕВА И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ НУТА В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ

Аннотация. В статье представлены результаты полевых исследований по оценке влияния способов посева и ростостимулирующих препаратов на урожайность зерна нового сорта нута Номинал. Наибольшая величина урожайности зерна нута отмечена на сплошном и черезрядном способе посева при применении препарата Эпин Экстра – 1,16-1,53т/га. на опытных делянках с широкорядным способом посева максимальная урожайность получена при применении препарата Циркон – 1,67т/га.

Ключевые слова: нут, способ посева, сорт, урожайность.

R.A. Bulatov, A.G. Subbotin, M.Yu. Sheblaev, A.V. Letuchy, A.V. Khadykin

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

THE INFLUENCE OF SOWING METHODS AND GROWTH-STIMULATING DRUGS ON CHICKPEA YIELD IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV LEFT BANK

Annotation. The article presents the results of field studies to assess the impact of sowing methods and growth-stimulating drugs on the yield of grain of a new variety of chickpeas Nominal. The highest yield of chickpea grain was noted on the continuous and cross-row method of sowing when using the drug Epin Extra - 1.16-1.53 t/ ha. on experimental plots with a wide-row sowing method, the maximum yield was obtained with the use of the drug Zircon - 1.67 t / ha.

Keywords: chickpeas, sowing method, variety, yield.

Нут – является одной из древнейших зернобобовой культуры, которая является второй по значимости после гороха растением в мире. В условиях усиливающейся аридизации климата он активно вытесняет горох в основных зонах его возделывания. В России нут выращивается в районах с резко континентальным климатом: Самарской, Пензенской, Астраханской и Саратовской областях. Нут является самой засухоустойчивой культурой среди зернобобовых, что способствует выращиванию его в степных и лесостепных зонах Саратовской области. Преимуществом нута является высокая технологичность, пригодность для комбайновой уборки, и высокой устойчивостью к болезням и вредителям. Для климатических условий Саратовского региона хорошо показали свою эффективность сорта Краснокутский 36, Краснокутский 123, Заволжский, Золотой юбилей, Вектор, Бонус, Шарик, Галилео и др. Но вновь созданные сорта этой ценной

зернобобовой культуры требует их разносторонней оценке и их реакции на различные агротехнические приемы.

В перечне важнейших приёмов возделывания новых сортов нута особое место занимает комплексный подход в разработке традиционной системы – определения оптимальных норм высева, способов посева и реакция на применяемые агрохимикаты. В связи с этим изучение влияния способов посева и ростостимулирующих препаратов является актуальным направлением исследований

Цель исследований – изучить влияние способов посева и ростостимулирующих препаратов на урожайность нута в условиях Саратовского Левобережья.

Полевые исследования проводили на территории учебного хозяйства УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Вавиловского университета, расположенного в Центральной Левобережной микроне – Энгельском районе Саратовской области. Почва опытного участка представлена тёмно-каштановыми почвами среднесуглинистыми по гранулометрическому составу.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов:

1. Способов посева – рядовой (15см), черезрядный (30см) и широкорядный (45см) 2. Ростостимулирующие препараты: Альбит,) Эпин Экстра и Циркон.

Повторность в полевом эксперименте 4х-кратная, размещение вариантов рендомизированное. Площадь учётной делянки – 52м². Закладка полевых опытов, проведение всех наблюдений и учётов осуществляли в соответствии с методикой полевого опыта. Объектом исследований являлись растения нового сорта нута Номинал.

В результате проведенных исследований было выявлены следующие особенности в формировании урожайности зерна в зависимости от изучаемых приёмов в условиях Саратовского Левобережья. Так, при сплошном рядовом способе посева без применения ростостимулирующих препаратов (контроль) урожайность нута в 2022 году составила 0,88т/га, а обработка семян ростостимулирующими препаратами способствовало увеличению

продуктивности. При этом наибольшая величина урожайности отмечена на опытных делянках с применением ростостимулирующего препарата Эпин Экстра – 1,00т/га.

На вариантах с черезрядным способом посева урожайность зерна на контрольном варианте достигала 1,10т/га. Отмечалась аналогичная зависимость как и на предыдущем способе посева. Максимальная урожайность зерна нута получена при применении препарата Эпин Экстра – 1,31т/га.

Увеличение ширины междурядий до 45 см. оказывало положительное влияние на продуктивность изучаемого сорта – урожайность достигала величины 1,53т/га.

В благоприятных условиях по температурному режиму и осадкам 2023года при сплошном способе посева урожайность зерна нута достигала величины 1,17т/га., при применении ростостимулирующих препаратов отмечали повышение данного показателя до 1,26-1,33т/га. Увеличение ширины междурядий до 30 см. способствовало возрастанию данного показателя до 1,65-1,76т/га. На опытных делянках с широкорядным способом отмечали увеличение данного показателя до 1,82-1,96т/га.

Анализ урожайных данных в среднем за два года исследований показал преимущество ростостимулирующего препарата Эпин Экстра при сплошном и черезрядном способе посева – 1,16 и 1,53т/га соответственно. А при посеве нута широкорядным способом (45см.) наибольшая величина урожайности получена при применении препарата Циркон – 1,74т/га.

Необходимо отметить, что использование различных способов посева способствует увеличению продуктивности культуры на 7-12%, а обработка семян ростостимулирующими препаратами на 8,2-14,3%.

Таблица 1 – Урожайность нута

Способ посева	Сорт	Урожайность зерна, т/га		
		2022г.	2023г.	среднее
Сплошной	Контроль	0,88	1,17	1,02

рядовой	Альбит	0,93	1,28	1,10
	Эпин Экстра	1,00	1,33	1,16
	Циркон	0,95	1,26	1,10
Черезрядный	Контроль	1,10	1,55	1,32
	Альбит	1,22	1,73	1,47
	Эпин Экстра	1,31	1,76	1,53
	Циркон	1,21	1,65	1,43
Широкорядный	Контроль	1,29	1,70	1,49
	Альбит	1,38	1,82	1,60
	Эпин Экстра	1,46	1,88	1,67
	Циркон	1,53	1,96	1,74
НСР _{05ав}				

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вошедский, Н.Н. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность нута в условиях обыкновенных чернозёмов Приазовской зоны Ростовской области/ Н.Н. Вошедский, В.А. Кулыгин// Земледелие. 2021. № 3. С. 31-35
2. Германцева, Н.И. Новые сорта нута и технология их возделывания Селезнева Т.В. Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 2 (10). С. 70-75.
3. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. М:- Агропромиздат,1985.-С.351.
4. Ермакова, Н.В., Влияние способов посева и норм высева нута на азотофиксирующую деятельность, урожайность и сбор белка с гектара в центральной лесостепи ЦЧР Столяров О.В.В сборнике: Творчество молодых и аграрная наука XXI века Материалы 56-й студенческой научной конференции. 2005. С. 132-134.
5. Ионов, Д.Ф. Современное состояние производства нута в России. В сборнике: Ресурсосбережение и адаптивность в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и переработки продукции растениеводства. Материалы международной научно-практической конференции. 2018. С. 44-48.

6. Самохин, А.Я. Влияние нормы высева и ширины междурядий на урожайность нута // Чернышева Н.М В сборнике: Региональные проблемы повышения эффективности агропромышленного комплекса материалы всероссийской научно-практической конференции. 2007. С. 19.

7. Ширшов, Д.С. Особенности формирования нута в условиях Саратовского Левобережья. /Д.С. Ширшов, А.Г. Субботин, Н.В. Степанова//В сборнике: Вавиловские чтения-2019. Международная научно-практическая конференция, посвященная 132-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. 2019. С. 161-162.

8. Фартуков, С.В., Влияние удобрений, биопрепаратов и стимуляторов роста на продуктивность нута в степной зоне Саратовского Правобережья. Научная жизнь. 2018. С. 102-110.

© Булатов Р.А., Субботин А.Г., Шеблаев М.Ю., Летучий А.В., Хадыкин А.В., 2023

Научная статья

УДК 633.85/631.543.2

А.Г. Субботин, Ж.Н. Мухатова, В.И. Жужукин, А.В. Летучий, Н.В. Степанова

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ НОРМ ВЫСЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОГО РЫЖИКА В СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по влиянию норм высева на продуктивность нового сорта озимого рыжика «Вольский». Параметры густоты стояния растений к уборке и масса маслосемян с одного

растения зависели от изучаемых норм высева. Анализ продуктивности, в среднем за два года позволил выявить оптимальную норму высева для нового сорта озимого рыжика в 6,0 млн. шт. всх. семян/га – 1,57т/га.

Ключевые слова: озимый рыжик, урожайность, сорт, норма высева.

A.G. Subbotin, Zh.N. Mukhatova, V.I. Zhuzhukin, A.V. Letuchy, N.V. Stepanova

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov. Russia

THE INFLUENCE OF SEEDING RATES ON THE YIELD OF WINTER GINGER IN THE DRY-STEPPE ZONE OF THE LOWER VOLGA REGION

Annotation. The article presents the results of research on the influence of seeding rates on the productivity of a new variety of winter ginger "Volsky". The parameters of the density of standing plants for harvesting and the mass of oil seeds from one plant depended on the studied seeding rates. The analysis of productivity, on average for two years, allowed us to identify the optimal seeding rate for a new variety of winter ginger in 6.0 million pcs. seeds/ha – 1.57 t/ha.

Keywords: winter ginger, yield, variety, seeding rate.

Озимый рыжик – новая нетрадиционная культура, возделывание которой в разных районах страны возможно лишь на основе изучения биологии развития и исторически сложившихся требований растений к условиям выращивания. Что и легло в основу наших исследований с целью выяснения адаптационной способности культуры и возможности выращивания этой ценной масличной культуры в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья.

Одной из эффективных мер, способных противостоять засухе. Является расширение биоразнообразия возделываемых растений. В своё время академик Н.М. Тулайков отмечал, «Борьба с засухой есть больше всего и главное всего не техническая, а организационная проблема». В связи с этим он считал

необходимость разнообразия возделываемых растений в правильно организованном севообороте основным мотивом всей агрономической работы в засушливых районах.

Диверсификация позволяет существенно увеличить площади возделывания и объемы производства масличных культур, снизив при этом агроэкологическую напряженность, разнообразить ассортимент продукции для различных целей (пищевых, технических, медицинских и т. д.), повысить экономическую эффективность производства. Растительные жиры применяются не только в пищевой, но и используются в других отраслях промышленности: консервной, маргариновой, кожевенной, кондитерской, мыловаренной, текстильной, металлургической, лакокрасочной, электротехнической и других.

Озимый рыжик – новая перспективная масличная культура, пригодной для возделывания в условиях степной зоны Поволжья, где урожайность подсолнечника неустойчива вследствие действия многочисленных стрессоров. Необходимо отметить, что культура обладает высокой ценностью и является одной из самых засухоустойчивых масличных культур.

В последние годы увеличение посевных площадей связано с его использованием при изготовлении биотоплива. Однако продуктивность рыжика в условиях Саратовской области невысока – не более 9 ц/га. В связи с этим необходимо внедрение новых адаптированных к местным условиям сортов и определение их оптимальной нормы высева.

Актуальность данного вопроса явилась основанием для проведения полевых исследований в степной зоне Саратовского Левобережья.

Целью наших исследований являлось изучение влияния норм высева на урожайность нового сорта озимого рыжика «Вольский» в условиях Саратовского Левобережья.

Схема опыта предусматривала изучение следующих норм высева: 4,0; 5,0; 6,0; 7,0 млн. всхожих семян на гектар;

Применялась четырехкратная повторность опыта. Размещение вариантов – рендомизированное. Площадь учетной делянки – 108 м². Закладка опыта, проведение всех наблюдений и учетов выполнялись в соответствии с общепринятой методикой полевых опытов Б.А. Доспехова (1985).

Полевые исследования проводили на территории учебного хозяйства УНПО «Поволжье» ФГБОУ ВО Вавиловского университета, расположенного в Центральной Левобережной микроне – Энгельском районе Саратовской области. Почва опытного участка представлена тёмно-каштановыми почвами среднесуглинистыми по гранулометрическому составу.

Величина урожая складывается из двух таких важнейших показателей, как число растений на единице площади и масса семян с одного растения. Проведенные исследования позволили установить параметры этих элементов продуктивности у сорта «Вольский» в условиях степного Поволжья и определить влияние норм высева на их формирование. Параметры густоты стояния растений к уборке и масса маслосемян с одного растения зависели от применяемых норм высева.

В засушливых условиях 2022 года урожайность озимого рыжика при норме высева 4,0 млн. шт. всх. семян/га достигала величины 1,17т/га, с увеличением нормы до 6,0 млн. шт. всх. семян/га данный показатель возрастал и достигал максимального значения – 1,51т/га. Дальнейшее увеличение нормы до 7,0 млн. шт. всх. семян/га приводило к снижению данного показателя до 1,32т/га.

На опытных делянках в благоприятных условиях 2023 года урожайность изучаемого сорта была выше на 8-12%. При норме высева 4,0 млн. шт. всх. семян/га урожайность маслосемян составляла 1,24т/га. Наибольшая величина урожайности, так же как и в предыдущем году была выше на варианте с нормой высева 6,0 млн. шт. всх. семян/га – 1,63т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность семян озимого рыжика

Норма высева,	Число растений, шт./м ²	Масса семян с 1 растения, г	Урожайность, т/га
---------------	------------------------------------	-----------------------------	-------------------

млн. шт./га	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее	2022	2023	среднее
4,0	180	194	187	0,65	0,68	0,66	1,17	1,32	1,24
5,0	216	230	223	0,59	0,68	0,64	1,29	1,58	1,43
6,0	235	250	243	0,64	0,65	0,64	1,51	1,63	1,57
7,0	264	282	257	0,50	0,51	0,53	1,32	1,43	1,37

Анализ продуктивности, в среднем за два года позволил выявить оптимальную норму высева для нового сорта озимого рыжика в 6,0 млн. шт. всх. семян/га – 1,57т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекузарова, С.А. Рыжик озимый – новая культура в Северной Осетии-Алания. /С.А. Бекузарова, Т.А. Дулаев //Новые нетрадиционные растения и перспективы их использования, 2016, 12: 182-184.
2. Горшенин, Д.В. Подбор масличных культур для микрзон Саратовской области с учётом особенностей их возделывания/Д.В. Горшенин, М.Х. Мамбеталиев, В.Б. Нарушев//Вавиловские чтения- 2015 – С. 26-27.
3. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой.-М.: КолосС, 2009.-268с.
4. Концепция развития агропромышленного комплекса Саратовской области до 2020 года/Коллектив авторов/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» - Саратов, 2011 – 143с.
5. Пимахин, В.Ф. Биологические и агротехнические основы возделывания подсолнечника/В.Ф. Пимахин, В.М. Лекарев, Н.М. Соколов/Рекомендации – Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 2000. – 64 с.
6. Турина, Е.Л. Разработка элементов технологии возделывания озимого рыжика в условиях Крыма. В книге: Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки. Материалы 3 международной научной конференции. 2018. С. 197-198.

© Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И., Летучий А.В., Степанова Н.В., 2023

Научная статья

УДК 664.788.2:470.44

А.Г. Субботин, Ж.Н. Мухатова, В.И. Жужукин, А.В. Летучий, Ф.П. Четвериков

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ САФЛОРА КРАСИЛЬНОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по влиянию ростостимулирующих препаратов на урожайность и качество семян сафлора красильного. Наибольшая семенная продуктивность отмечена у сорта Ершовский 4 при применении ростостимулирующего препарата Альбит – 1,29т/га. Сорта сафлора Хамелеон и ВИНАР сформировали наибольшую величину урожайности семян при применении ростостимулирующего препарата Эпин Экстра.

Ключевые слова: сафлор красильный, урожайность, семенная продуктивность, ростостимуляторы.

A.G. Subbotin, Zh.N. Mukhatova, V.I. Zhuzhukin, A.V. Letuchy, F.P. Chetverikov
Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov. Russia

SEED PRODUCTIVITY OF SAFFLOWER DYE WHEN USING GROWTH-STIMULATING DRUGS IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV LEFT BANK

Annotation. The article presents the results of studies on the effect of growth-stimulating drugs on the yield and quality of safflower seeds. The highest seed productivity was noted in the Yershovsky 4 variety when using the growth-stimulating drug Albit - 1.29 t/ ha. Safflower Chameleon and VINAR varieties formed the highest seed yield when using the growth-stimulating drug Epin Extra.

Keywords: safflower dye, yield, seed productivity, growth stimulators.

Производство масличных культур в современных условиях является экономически выгодным направлением в растениеводстве. Так же необходимо отметить, что основную долю в структуре производства маслосемян большинства сельскохозяйственных предприятий занимает подсолнечник, что не всегда оправдано с позиции оптимального использования имеющихся климатических ресурсов. Для засушливых и остро засушливых регионов нашей страны в качестве альтернативы подсолнечнику представляет сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L).

Разработка и обоснование отдельных элементов технологии выращивания сафлора красильного, и их внедрения в условиях сухостепной зоны Нижнего Поволжья является одной из задач современного растениеводства. Основой эффективности любой технологии является выбор наиболее продуктивного сорта и выявление наиболее эффективных ростостимулирующих препаратов. В связи с этим изучение данных элементов технологии возделывания актуально.

Закладка и проведение полевого опыта проводили на опытном участке УНПО «Поволжье» Энгельсского района Саратовской области. Климат характеризуется континентальностью. Почва темно – каштановая, среднесуглинистая по гранулометрическому составу.

Цель исследований – изучить ростостимулирующих препаратов на продуктивность различных сортов сафлора в условиях Саратовского Левобережья.

Для проведения исследований следующая схема опыта, представленная следующими факторами: Фактор А (сорта): Ершовский 4, Хамелеон, ВИНАР.

Ростостимулирующие препараты: 1. Контроль 2. Альбит 3. Эпин Экстра 4. Райкат Старт. Изучаемые препараты применяли в рекомендуемых дозировках при протравливании семян и обрабатывали посевы изучаемой культуры в фазу стеблевания.

Повторность полевых опытов – четырёхкратная. Размещение делянок – рендомизированное. Площадь учётной делянки – 52 м². Предшественник – озимая пшеница. Закладка и проведение опытов, учёты и наблюдения выполнялись по общепринятым методикам

Анализ литературных данных и производственного опыта свидетельствует о стабильной продуктивности сафлора и раннем созревании семян, что особенно важно как в целом для зоны засушливого земледелия степного Поволжья, так и для сухостепной зоны Саратовского Левобережья.

В условиях Саратовского Левобережья посевы сафлора сорта Ершовский 4 на контрольном варианте в засушливом 2021 году сформировал урожайность 1,32т/га. Обработка семян и посевов в период вегетации способствовало увеличению данного показателя на 6-7%. Максимальная величина урожайности получена на опытных делянках при применении препарата Альбит – 1,58т/га. Оценка продуктивности выявила у сорта Хамелеон аналогичную зависимость, но наибольшая величина отмечена при применении ростостимулирующего препарата Эпин Экстра – 1,72т/га. У нового сорта сафлора ВИНАР наибольшая величина урожайности отмечена на варианте, где обрабатывали семена и растения препаратом Эпин Экстра – 1,76 т/га.

Анализ урожайности сафлора в условиях 2022 года выявил следующие особенности у изучаемых сортов (таблица 1). Так, у сорта Ершовский 4 наибольшая величина урожайности отмечена при применении

ростостимулирующего препарата Альбит – 1,54т/га. На опытных делянках с сортами Хамелеон и ВИНАР наибольшая величина урожайности отмечена при применении ростостимулятора Эпин Экстра – 1,66 и 1,1,82т/га.

Таблица 1 - Урожайность сафлора красильного, т/га

Сорт	Препарат	2021г	2022г	среднее
Ершовский 4	Контроль	1,32	1,37	1,34
	Альбит	1,58	1,54	1,56
	Эпин Экстра	1,50	1,47	1,48
	Райкат Старт	1,55	1,45	1,50
Хамелеон	Контроль	1,42	1,45	1,43
	Альбит	1,54	1,59	1,56
	Эпин Экстра	1,72	1,66	1,69
	Райкат Старт	1,56	1,61	1,58
ВИНАР	Контроль	1,52	1,60	1,56
	Альбит	1,61	1,75	1,68
	Эпин Экстра	1,76	1,82	1,79
	Райкат Старт	1,69	1,74	1,71
НСР _{AB}		0,07	0,05	0,06

Анализ экспериментальных данных, в среднем за два года исследований выявил наибольшую эффективность ростостимулирующего препарата Альбит – 1,56т/га, а у сортов Хамелеон и ВИНАР препарат Эпин Экстра – 1,69 и 1,79т/га.

В современном сельском хозяйстве Саратовской области, где значительная часть территории подвержена засухе особую роль занимает сафлор красильный, способный выдерживать высокие температуры воздуха и стабильно формировать урожай маслосемян. В связи с этим возникает спрос на высококачественные семена этой ценной масличной культуры.

Комплексное изучение сортов с применением ростостимулирующих препаратов позволило выявить особенности в формировании величины урожайности и выхода семян сафлора. Наибольшая семенная продуктивность отмечена у сорта Ершовский 4 при применении ростостимулирующего препарата Альбит – 1,29т/га. Сорта сафлора Хамелеон и ВИНАР сформировали наибольшую величину урожайности семян при применении ростостимулирующего препарата Эпин Экстра. Изучение посевных свойств в лабораторных условиях выявил определенные особенности семян (таблица 2).

Оценка семян по влажности выявила следующие особенности – у сорта Ершовский 4 данный показатель не превышал 10,0%, что соответствует категориям ОС и ЭС. А при посеве культуры в более поздние сроки влажность семян не превышала величины 13,0%, что соответствует категориям РС и Рст.

Таблица 2 – Выход семян сафлора красильного (в среднем за два года)

Сорт	Препарат	Урожайность зерна, т/га	Выход кондиционных семян		Лабораторная всхожесть семян, %	Влажность, %
			т/га	%		
Ершовский 4	Контроль	1,19	1,05	79,1	90,8	7,6
	Альбит	1,28	1,29	83,3	92,4	8,2
	Эпин экстра	1,22	1,22	82,9	91,3	9,9
	Райкат	1,23	1,23	82,4	90,4	9,5
Хамелеон	Контроль	1,28	1,05	73,7	85,4	10,6
	Альбит	1,35	1,20	77,5	86,0	10,5
	Эпин экстра	1,33	1,32	78,2	86,7	11,7
	Райкат	1,37	1,23	77,9	87,1	12,8
ВИНАР	Контроль	1,43	1,09	70,4	86,5	11,3
	Альбит	1,52	1,27	75,6	87,7	12,6
	Эпин экстра	1,54	1,35	75,7	88,3	12,9
	Райкат	1,60	1,32	77,3	87,4	12,3
НСР ₀₅ частн. разл.		0,06	0,05			2,2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баяндинова, А. Т. Продуктивность однолетних кормовых культур в высокогорьях Алтая// Вестник Алтайского государственного университета – 2011. – №1. – С.5-9.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований), 5-е изд., доп. и переработ./Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. -351 с.
3. Ещенко В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой.-М.: КолосС, 2009. - 268с.
4. Лекарев, А.В. Приемы повышения продуктивности фотосинтеза и урожайности масличных культур в степном Поволжье / А.В. Лекарев, И.В. Мило-

ванов, И.В. Кутырев, Е.В. Кандалов // Научная жизнь. – 2020 – Т. 15 Вып. 12 – С.1608-1618

5. Милованов, И.В. Влияние стимуляторов роста и микроудобрения на продуктивность сафлора красильного в степной зоне Саратовского Правобережья / И. В. Милованов, Е. В. Кандалов, В. Б. Нарушев, Р.М. Кожагалиева // Аграрный научный журнал. –2021. – № 4 – С. 24-25

6. Прогрессивные технологии посева сельскохозяйственных культур. Учебное пособие/ А.Г. Субботин. - Типография ЦВП, «Саратовский источник», Саратов 2013. -240с.

© Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И., Летучий А.В., Четвериков Ф.П., 2023

Научная статья

УДК 528.44; 332.33

В.А. Тарбаев, В.М. Янюк, П.В. Порывкин, М.С.Павлов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

ЗОНИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Аннотация. Регламентация использования земель под определённый вид угодий в документах территориального планирования на основе комплексного учёта качественных характеристик земли как средства производства в сельском хозяйстве становится базовым элементом правового режима земель, обеспечивающего баланс частных и общественных интересов в эффективном использовании земельных ресурсов. Взвешенное эколого-экономическое

решение задачи установления границ пашни, отвечающее современным экономическим условиям ведения аграрного производства, базируется на количественном учёте факторов обеспечения воспроизводственных процессов.

Ключевые слова: функциональное зонирование, вид разрешенного использования, сельскохозяйственные угодья, пашня, рентный доход.

V.A. Tarbaev, V.M. Yanyuk, P.V. Poryvkin, Pavlov M.S.

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

ZONING OF AGRICULTURAL LANDS IN ORDER TO ENSURE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF TERRITORIES

Annotation. The regulation of the use of land for a certain type of land in territorial planning documents on the basis of comprehensive consideration of the qualitative characteristics of land as a means of production in agriculture becomes the basic element of the legal regime of land, ensuring a balance of private and public interests in the effective use of land resources. A balanced ecological and economic solution to the problem of establishing the boundaries of arable land, which meets the modern economic conditions of agricultural production, is based on the quantitative accounting of factors for ensuring reproductive processes.

Keywords: functional zoning, type of permitted use, agricultural land, arable land, rental income

На современном этапе в развитых странах мира планирование использования земель является одной из главных функций государственного управления в области земельных отношений. Планирование земельных ресурсов должно исходить из целей земельной политики, которая, в свою очередь, для сельскохозяйственных земель является составной частью аграрной политики. Основными целями планирования использования

сельскохозяйственных земель являются обеспечение продовольственной безопасности, экономической эффективности использования земель и сохранения их плодородия и экологической чистоты. Очевидно, эти цели несколько противоречивы, и их выполнение требует поиска определенного компромисса.

Конечным результатом документов планирования является зонирование территории, при котором посредством фиксации видов разрешённого использования (ВРИ) устанавливается определённый правовой режим для соответствующей территориальной зоны.

В настоящее время отсутствует нормативно-правовая база зонирования земель сельскохозяйственного назначения для разработки документов планирования использования земель муниципальных образований. Попытки законодательного решения этой проблемы предпринимались в форме:

- Законопроекта № 465407-6 2016 г. «по внесению изменений в Земельный Кодекс по части перехода от деления земель на категории к территориальному зонированию»,

- Законопроекта № 496293-7 2018 г. «по внесению изменений в Земельный Кодекс в целях совершенствования определения видов разрешенного использования земельных участков»

Обе попытки, пройдя только первое чтение, оказались безуспешными в силу не разработанности критериев и показателей зонирования земель с учётом их пригодности для производства растениеводческой продукции в современных институциональных и экономических условиях использования земли в аграрном производстве. Необходимость решения этих вопросов неизбежно проявится как условие реализации федеральной целевой программы «Создание ФГИС Единая цифровая платформа «Национальная система пространственных данных (НСПД)» [1].

Правовое зонирование, когда речь идёт о землях сельскохозяйственного назначения, необходимо рассматривать как механизм установления правового

режима, в целях обеспечения устойчивого развития территорий. Решение этой задачи предполагает достижение баланса трёх видов территориальных зон:

ТЗ-1 зона, выполняющая непосредственную функцию средства производства в виде сельскохозяйственных угодий;

ТЗ-2 зона, обеспечивающая сельскохозяйственное производство в виде застроенных участков, или подлежащих застройке;

ТЗ-3 зона, обеспечивающая сохранения территорий общего пользования и экологического равновесия агроэкосистем (транспортно-экологического каркаса).

При этом в составе территориальной зоны сельскохозяйственных угодий дополнительно выделяется, как самостоятельный объект регламентации правового режима, но уже в форме зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ) - «зона особо ценных продуктивных сельскохозяйственных угодий» (ОЦПСУ).

Функциональное зонирование в пределах территориальной зоны сельскохозяйственных угодий направлено на обеспечение наиболее эффективного использования и воспроизводства агроресурсного потенциала территорий уже в границах законодательно разрешённых видов хозяйственной деятельности для территориальной зоны.

Схема территориального зонирования объектов использования сельскохозяйственных земель при разработке документов территориального планирования

Территориальные зоны

ТЗ-1 ТЗ-2 ТЗ-3

ОЦПСУ:

- пашня с нормативной урожайностью зерновых выше критериальной для ОЦПСУ;

- мелиорированные угодья, использующие общие инженерно-технологические комплексы подачи воды для орошения, отведения дренажных вод при осушении;

Прочие:

сельскохозяйственные угодья, не входящие в состав ОЦПСУ

- пашня;

- сенокосы

- пастбища;

- многолетние насаждения - размещение зданий, сооружений, используемых для содержания и разведения сельскохозяйственных животных,

- размещение зданий, сооружений для производства, хранения и первичной переработки сельхоз продукции.

- размещение машинно-транспортных и ремонтных станций, ангаров и гаражей и иного технического оборудования, используемого для ведения сельского хозяйства - дорожно-транспортная сеть общего пользования;

- мелиоративные защитные лесные насаждения (в соответствии с положениями ФЗ от 27.12.2019 № 477);

- водные объекты, не входящие в состав земель категории водного фонда

Учёт уровня плодородия почв при зонировании земель сельскохозяйственного назначения осуществим только на основе функционального зонирования, когда под зоной принимается определённый вид угодий, при условии соответствия уровня плодородия почв в составе угодья тому или иному виду их использования. Такой подход нашёл отражение при зонировании сельскохозяйственных земель США, Канады и стран Западной Европы [3, 4, 5].

Сами функциональные зоны не устанавливают вид разрешённого использования земельных участков, однако через вид угодий, фиксируемый в сельскохозяйственном или землеустроительном регламенте, определяют способ использования земли в аграрном производстве. Через вид угодья формализуется правовой статус пространственно ограниченного пространства

земной поверхности, регламентирующий однозначно определённый способ использования земли, как средства производства и ограничивающий её использование для других целей.

В свете современных тенденций развития законодательства, реализация функционального зонирования будет осуществляться путём разработки регламента сельскохозяйственного землепользования как свода правил, экономико-правовой организации территории с учетом природных факторов, сельскохозяйственного производства. При данном зонировании решается задача приведение в соответствие вида угодий природным и технологическим условиям использования почвенного покрова в аграрном производстве.

Зонирование, как инструмент планирования использования земель, предполагает не столько фиксацию существующего использования земель, что мы наблюдаем в разрабатываемых в настоящее время документах территориального планирования в форме генеральных планов сельских поселений, сколько информационно-правовую основу допустимости размещения земельных участков определённой группы ВРИ. В документах планирования использования земель в обязательном порядке должны присутствовать два блока:

- картографический, отражающий существующие виды сельскохозяйственных угодий, которые должны обрести статус функциональных зон использования, как элемента правового режима, что широко используется в зарубежных странах;

- регламент трансформации угодий, то есть законодательно установленный порядок возможности изменения вида (подвида) угодий, перевода из сельскохозяйственных в несельскохозяйственные, из более ценных в менее ценные.

В свою очередь, картину формирования правового режима земель, наряду с выделением территориальных и функциональных зон использования, дополняют и зоны с особыми условиями использования территории (ЗОУИТ), предусмотренные статьёй 105 Земельного кодекса Российской Федерации,

выполняющие разнообразные охранные функции и накладывающие ограничения на условия использования земель и земельных участков.

Устанавливая обязательность использования земли под тот или иной вид угодий, государство одновременно должно обеспечить реализацию механизмов поддержки определённого уровня доходности растениеводческой продукции, в первую очередь на пашне, использование которой предполагает вовлечение в производственные процессы значительные объёмы материальных и финансовых ресурсов.

В интегральном виде сложное взаимодействие объективных и субъективных факторов воспроизводственных, процесса при использовании земли как средства производства, отражается через величину нормативного рентного дохода. Необходимые для условий воспроизводства экономические параметры отыскиваются из неравенства [2]:

$$УН \cdot ЦРп - Зп(У, Тр, Црп) (1 + НПр) + Д \geq 0,$$

где УН – нормативная урожайность, т/га; ЦРп – цена реализации продукции, руб/т; Зп(У, Тт, Црп) – нормативные затраты, руб/га, учитывающие влияние условий производства: У – урожайности, Тр – транспортной доступности, Црп – современных цен на ресурсы производства; НПр – норма прибыли, обеспечивающая инвестиционную привлекательность вложения капитала в аграрное производство; Д – дотации, руб/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Создание ФГИС Единая цифровая платформа Национальная система пространственных данных (ФГИС ЕЦП НСПД) постановление Правительства Российской Федерации от 07.06.2022 № 1040
2. Тарбаев В.А., Янюк В.М., Липидина Г.О. Зонирование земель сельскохозяйственного назначения в системе управления земельными ресурсами // ООО «Амирит» Саратов, 2020. 142 с.

3. Lindstrom M.J., Schumacher T.E., Blecha M.L. Management considerations for returning CRP lands to crop production // J. Soil and Water Conserv., 1994, 49, № 5, p. 420-425.
4. Miller J. Incorporating spatial dependence in predictive vegetation models: residual interpolation methods. // The Professional Geographer. 2005. V.57. № 2. P.169–184.
5. Young F.J., Hammer R.D., Williams F., 1998. Evaluating central tendency and variance of soil properties within map units // Soil Science Society of America Journal, V.62, N.6, P.1640-1646.

© Тарбаев В.А., Янюк В.М., Порывкин П.В., Павлов М.С., 2023

Научная статья

УДК 528.44; 332.33

В.А. Тарбаев, В.М. Янюк, П.В. Тарасенко, П.В. Порывкин

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

АГРОПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗЕМЕЛЬ АЛЕКСАНДРОВО-ГАЙСКОГО РАЙОНА САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. На примере характеристики почвенно-климатических условий муниципального района дана оценка адекватности классификации качества земель для использования в сельском хозяйстве на основе зернового эквивалента и её неприменимость для решения задач агропроизводственного зонирования в современных экономических условиях использования земель в сельскохозяйственном производстве.

Ключевые слова: сельскохозяйственные угодья, пашня, почвенная разность, категория пригодности, зерновой эквивалент, нормативная урожайность.

V.A. Tarbaev, V.M. Yanyuk, P.V. Tarasenko, P.V. Poryvkin.

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

AGRO-PRODUCTION ASSESSMENT OF THE LANDS OF THE ALEXANDROVO-GAYSKY DISTRICT OF THE SARATOV REGION

Annotation. By the example of the characteristics of the soil and climatic conditions of the municipal district, the adequacy of the classification of land quality for use in agriculture based on grain equivalent and its inapplicability for solving the problems of agricultural zoning in modern economic conditions of land use in agricultural production is assessed.

Keywords: agricultural land, arable land, soil difference, suitability category, grain equivalent, standard yield.

Информация о качественных характеристиках сельскохозяйственных угодий служит основой агропроизводственного зонирования сельскохозяйственных земель, выступающего в качестве элемента государственного регулирования организационно-территориальных и экономических условий сельскохозяйственного землепользования.

В последние два десятилетия при рассмотрении вопросов планирования использования земель, как в работах методической направленности, так и научно-исследовательских, включая результаты диссертационных работ, неизменно делаются ссылки на «Методические рекомендации по оценке качества и классификацию...» [1], в которых предлагается классификация пригодности почв, базирующаяся на показателе – «зерновой эквивалент».

В рассматриваемой классификации выделяются 4 категории пригодности почв для использования в сельском хозяйстве:

I - для использования под любые сельскохозяйственные угодья;

II - малопригодные под пашню и многолетние насаждения, но пригодные под естественные кормовые угодья;

III - непригодные или малопригодные для использования в сельском хозяйстве в естественном состоянии;

IV - уникальные, малопригодные под пашню, но по своим уникальным свойствам пригодные для выращивания некоторых видов технических культур, многолетних насаждений, ягодников (табак, чай, виноград, рис) [1].

По уровню потенциального плодородия земли, в пределах категорий пригодности, выделяются классы пригодности, включающие, в свою очередь, более дробные классификационные единицы - разряды.

Земли с 1 по 5 класс относятся к I категории (пахотнопригодным), интегральный показатель качества земель - зерновой эквивалент (ЗЭ), превышает величину 22 ц/га.

Земли II категории (6 и 7 классы) относятся к низкопродуктивным, поскольку их использование под пашню менее эффективно, чем под естественные кормовые угодья. На землях 6 класса зерновой эквивалент превышает величину 22 ц/га. Они включены во II категорию – не пригодных под пашню по причине гидрологических условий. Это почвы, формирующиеся в поймах и естественных лиманах, подвержены периодическому затоплению паводковыми водами.

Земли III категории, непригодные для использования в сельском хозяйстве, сведены в 8 класс и дифференцированы на 2 разряда: 27 – потенциально пригодные (после мелиорации) и 28 - непригодные (ледники, скалы и т.п.).

Земли IV категории (уникальные) отнесены к 9 классу и 29 разряду.

Апробация методики сравнительной оценки качества земель по зерновому эквиваленту в Саратовской области проведена в 2009 году в рамках выполнения работ Поволжским филиалом ФГУП «Госземкадастръёмка»-ВИСХАГИ по теме «Выявление динамики изменения площадей земель,

подверженных опустыниванию на федеральном полигоне государственного мониторинга земель «Александрово-Гайский» Саратовской области.

Работа включала следующие этапы:

1. Сбор, изучение и анализ фондовых материалов и литературных источников по характеристикам почв, данных агроклиматических показателей, характеризующих ареалы возделывания сельскохозяйственных культур и существующих условий использования земель в области.

2. Систематизация исходных показателей для оценки качества земель и ввод ее в компьютерную базу данных (составление списка разновидностей почв, их кодирование, составление почвенной карты района). На основе систематизации и последующей генерализации данных почвенного картирования по всем сельскохозяйственным предприятиям района выделено 68 оценочных единиц (почвенных разновидностей).

3. Оценка качества земель посредством компьютерной обработки данных с использованием программного пакета ACCESS 2000, включающая:

- расчет зернового эквивалента по почвенным разновидностям;
- оценку пригодности почвенных разновидностей для использования в сельском хозяйстве;
- составление карты зонирования района по степени пригодности земель для использования в сельском хозяйстве.

Из всего земельного фонда района в состав пахотнопригодных земель (класс 4) отнесено 48,95 тыс. га или 19,1% от общей площади сельскохозяйственных угодий (таблица 1).

Таблица 1- Распределение земель Александрово-Гайского района по категориям пригодности для использования в сельском хозяйстве по величине зернового эквивалента

Категория пригодности	Классы	Зерновой эквивалент, ц/га	Всего сельскохозяйственных угодий, га	В том числе угодья, га		
				пашня	сенокосы	пастбища
I	5	30-22	48954	28576	3375	17003

II	6	28-22	28015	2873	13284	11858
	7	20-21	179766	55750	4156	119860
III	8	0	130	-	-	130
Всего			256865	87199	20815	148851

В самих «Методических рекомендациях» не указана формула расчёта зернового эквивалента (ЗЭ). только в п. 1.3 приводится следующая формулировка: «Комплексный показатель качества земель, зерновой эквивалент, представляет собой урожайность зерновых культур, получаемую на эталон затрат (в качестве которого принята стоимость 20 ц. зерна, соответствующая примерно уровню затрат на выращивание и уборку урожая зерновых в 30-40 ц.), эквивалентную по величине расчетного чистого дохода всему ассортименту оценочных культур».

В предлагаемой классификации оценки качества и пригодности почв для сельскохозяйственного использования на основе зернового эквивалента, по существу, отсутствует обоснование критериев выделения различных классов и категорий пригодности. А это принципиально важно для любых классификационных построений, направленных для выделения почв пригодных под пашню, особенно в том случае, когда решается вопрос об агропроизводственном зонировании сельскохозяйственных земель, обосновании целесообразности вовлечения неиспользуемых участков пашни в производство. [1].

Наряду с условностью самого понятия базового показателя зернового эквивалента с позиций его экономической содержательности, сомнения в адекватности классификации дополняются и такими факторами как:

- фиксацией стандартных соотношений цен на сельскохозяйственную продукцию и ресурсы производства на уровне 2002 года (цена реализации зерновых 2300 руб/т, цена дизельного топлива 7 руб/л.) которое (соотношение) в настоящее время заметно изменилось и далеко не в положительную сторону для землепользователя;

- отсутствие учёта влияния технологических свойств рабочих участков и транспортной доступности, с которыми связаны и затраты на производство и показатели его эффективности.

В качестве критериального показателя ценности земель в аграрном производстве, так же как и в работах учёных Почвенного института им. В.В. Докучаева [2], предлагается использовать значение нормативной урожайности по группе зерновых. Как отмечено в нашей работе [5], только модель нормативной урожайности по группе зерновых обеспечивает адекватную оценку продуктивности почв при нормативном уровне использовании агресурсного потенциала. Данное условие (нормативный уровень) является необходимым для оценки продуктивности почв при агропроизводственном зонировании территории. Одновременно, как показано в нашей работе [4], для территорий с недостаточной обеспеченностью водными ресурсами, необходима корректировка модели для учёта влияния на агроэкологический потенциал лимитирующего фактора продуктивности, каким является влагообеспеченность.

Используя, предложенный в нашей работе [3] методический подход к установлению критериальных значений нормативной урожайности для условий пригодности их под пашню, на основе экономико-математическое моделирования оценено влияние экономических и технологических факторов на эффективность использования почв Александрово-Гайского района в составе пашни. Результаты расчетов представлены на рисунке 1.

При построении зависимостей использовали среднее значение межхозяйственной удалённости в виде эквивалентного расстояния - 30 км, полученное в 1 и 2 турах кадастровой оценке земель сельскохозяйственного назначения. Интервал соотношений уровня плодородия почв по нормативной урожайности и удаленности поля, отвечающий условиям пригодности почв под пашню в зависимости от цены реализации зерновых, находится выше линии уравнения связи на рисунке 1.

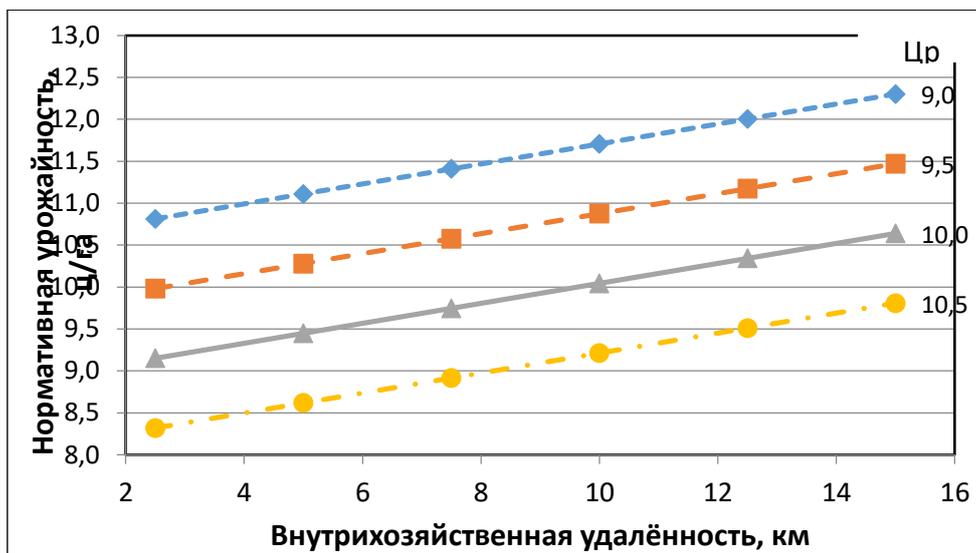


Рисунок 1 - Уровень плодородия почв пригодных под пашню в зависимости от цены реализации зерновых (тыс.руб/т) и удалённости поля до хозяйственного центра

В расчётах, как зернового эквивалента, так и нормативной урожайности зерновых ($У_n$), используются одни и те же характеристики. Кроме этого, сама величина нормативной урожайности зерновых служит базовым параметром расчёта ЗЭ, что обуславливает очень высокую, практически функциональную связь указанных характеристик $У_n$ и ЗЭ (рис. 2).

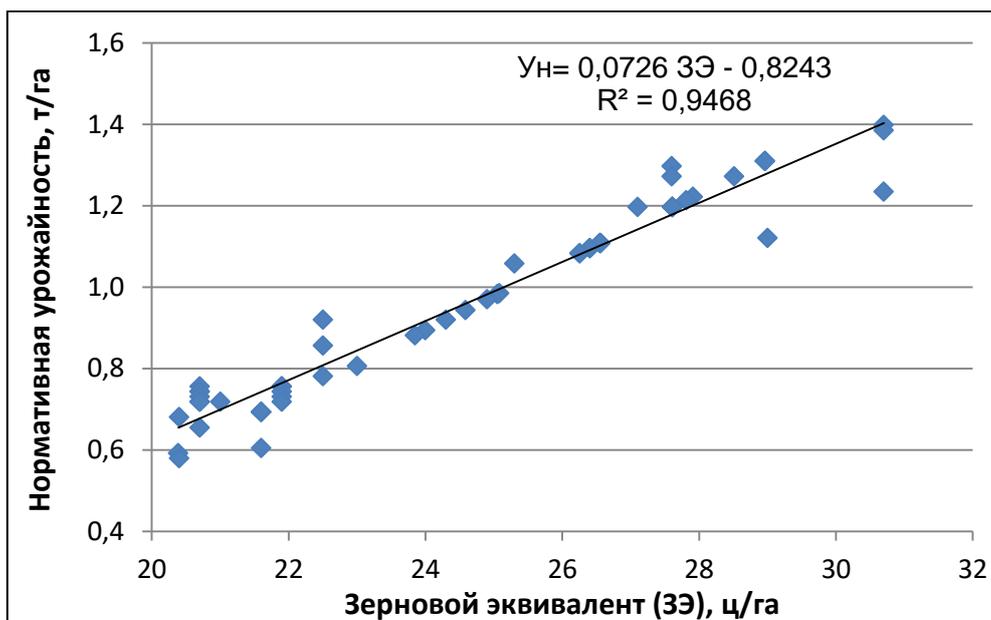


Рисунок 2 – Взаимосвязь зернового эквивалента (ЗЭ) и нормативной урожайности зерновых ($У_n$)

Согласно существующей взаимосвязи зернового эквивалента (ЗЭ) и нормативной урожайности зерновых (Ун), критериальному значению зернового эквивалента для нижнего порога пригодности почв под пашню соответствует нормативная урожайность 0,7 т/га или 7 ц/га. Тогда как по результатам экономико-математического моделирования (рис. 1) в зависимости от соотношения цен на продукцию и условий транспортной доступности, необходимый уровень нормативной урожайности значительно выше.

Таким образом, предлагаемую методику классификации земель на основе зернового эквивалента, нельзя рассматривать в качестве инструмента сравнительной качественной характеристики земель на базе универсальных экономических показателей. По сути это один из вариантов бонитировки почв, более корректно учитывающий специфику региональных агроклиматических условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по оценке качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (со справочными материалами). – М.: ФГУП «Госземкадастръёмка» - ВИСХАГИ, 2007. – С. 169.
2. Столбовой, В. С. Реестр особо ценных продуктивных сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. / Столбовой В. С., Шилов П. М., Петросян Р. Д./ Достижения науки и техники АПК. - 2021. - Т. 35. - № 1. - С. 4-11.
3. Тарбаев В.А. Методология учета и оценки плодородия почв для регламентации использования земель сельскохозяйственного назначения / В.А. Тарбаев, В.М. Янюк, Г.О. Липидина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель – 2019. – № 11(178) – С. 40-49.
4. Тарбаев, В.А. Зонирование агроэкологического потенциала территории для оценки сельскохозяйственных угодий Саратовской области / В.А Тарбаев, В.М. Янюк, А.А Дорогобед, Ю.И. Шадау, Т.В. Кузниченкова // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 4. – С. 37-43.
5. Янюк, В.М. Обоснование продуктивности культур для кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения

В.М. Янюк, В.А. Тарбаев, И.С. Гагина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель – 2014. – №2 – С. 32–42.

© Тарбаев В.А., Янюк В.М., Тарасенко П.В., Порывкин П.В., 2023

Научная статья

УДК 58.084: 634.75: 631.532/.535:579.64

О.В. Ткаченко¹, Н.В. Евсеева², К.Ю. Каргаполова¹, А.Ю. Денисова¹, Н.Н. Позднякова², А.А. Куликов¹, Г.Л. Бурыгин^{1,2,3}

¹Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия

²Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, ФИЦ «Саратовский научный центр РАН», г. Саратов, Россия

³Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского, г. Саратов, Россия

ПОВЫШЕНИЕ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА МИКРОРАСТЕНИЙ ЗЕМЛЯНИКИ ЗА СЧЁТ ИНОКУЛЯЦИИ PGPR-БАКТЕРИЯМИ

Аннотация. В статье рассматривается влияние инокуляции PGPR-бактериями микрорастений земляники в условиях *in vitro* на их рост и адаптационную способность при высадке в условия гидропонной установки. Были использованы растения земляники сорта Азия, а также комбинации штамма *Azospirillum baldaniorum* Sp245 с *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 или *Koocuria rosea* T1Ks19. Установлено, что применение штамма *A. baldaniorum* Sp245 в сочетании с *O. cytisi* IPA7.2 приводило к значительной контаминации культуры *in vitro* и угнетению роста растений земляники. При этом, бактериализация микрорастений штаммами *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19 способствовала стимулированию роста

растений, ослаблению окислительного стресса и повышению адаптационной способности растений *ex vitro*.

Ключевые слова: земляника, ризосферные бактерии, культура *in vitro*, гидропоника

***O.V. Tkachenko*¹, *N.V. Evseeva*², *K.Yu. Kargapolova*¹, *A.Yu. Denisova*¹, *N.N. Pozdnyakova*², *A.A. Kulikov*¹, *G.L. Burygin*^{1,2,3}**

¹Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia

²Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms, Saratov Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Saratov, Russia

³Saratov State University, Saratov, Russia

INCREASING THE ADAPTIVE POTENTIAL OF STRAWBERRY MICROPLANTS DUE TO INOCULATION BY PGPR BACTERIA

Annotation. The article examines the effect of PGPR-bacteria inoculation of strawberry microplants *in vitro* on their growth and adaptive ability when planted in a hydroponic installation. Strawberry plants of Asia cultivar were used, as well as combinations of *Azospirillum baldaniorum* Sp245 strain with *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 or *Kocuria rosea* T1Ks19. It was found that the use of *A. baldaniorum* Sp245 strain in combination with *O. cytisi* IPA7.2 led to significant contamination of the culture *in vitro* and inhibition of the growth of strawberry plants. At the same time, the bacterization of micro-plants with *A. baldaniorum* Sp245 and *K. rosea* T1Ks19 strains stimulated plant growth, reduced oxidative stress and increasing the adaptive ability of plants *ex vitro*.

Keywords: strawberries, rhizospheric bacteria, *in vitro* culture, hydroponics

Получение оздоровленного посадочного материала является важным этапом семеноводства многих вегетативно-размножаемых растений, в том

числе земляники садовой. Современные технологии выращивания ягодной продукции в условиях закрытого грунта в аэро- и гидропонных установках предъявляют повышенные требования к качеству посадочного материала, в том числе к отсутствию патогенов, которые в единой системе циркулирующего питательного раствора могут быстро распространяться и инфицировать все растения. Метод клонального микроразмножения растений *in vitro* позволяет получать необходимое количество оздоровленных микроклонов, но особенности культивирования *in vitro* снижают адаптационный потенциал микрорастений. Ризосферные бактерии могут стимулировать рост растений, а также существенно повышать их адаптационный потенциал, что было показано нами ранее на микрорастениях картофеля [1, 2].

Целью данного исследования являлось создание и изучение растительно-микробных ассоциаций в культуре *in vitro* между растениями земляники сорта Азия и ризосферными стимулирующими рост растений бактериями (PGPR) в двух комбинациях *Azospirillum baldaniorum* Sp245 с *Ochrobactrum cytisi* IPA7.2 и *A. baldaniorum* Sp245 с *Kocuria rosea* T1Ks19 для повышения адаптационного потенциала микроклонов при дальнейшем выращивании в условиях гидропоники.

Микрорастения земляники из коллекции лаборатории генетики и биотехнологии растений ФГБОУ ВО Вавиловский университет были пересажены на жидкую питательную среду Мурасиге-Скуга с содержанием фитогормонов 6-БАП 0,5 мг/л и ИУК 1 мг/л и инокулированы в тот же день штаммами одновременно *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19, или только *A. baldaniorum* Sp245, а затем на 14 сутки дополнительно *O. cytisi* IPA7.2. Концентрация клеток бактерий в среде культивирования растений составляла на момент инокуляции 10⁶ кл/мл. Укоренившиеся 45-ти суточные растения были высажены в гидропонную установку. Для адаптации растений в течение 20 суток использовали питательный раствор с соотношением основных компонентов N:P:K:Ca:Mg соответственно 150:70:140:200:50. pH=5,8-6,0.

Температура выращивания составляла +25оС. Освещение 16ч с интенсивностью 3 тыс. люкс.

На 0, 10, 20 сутки адаптации определяли морфометрические показатели растений (сырая и сухая масса побегов и корней) (Рисунок), содержание фотосинте-тических пигментов, а также малонового диальдегида (МДА) [3] и активность антиоксидантных ферментов [4].



Рисунок – Микрорастения земляники в культуре *in vitro* (А) и после 20 суток выращивания в гидропонной установке (Б)

Данные экспериментов оценивали методом двухфакторного дисперсионного анализа с вычислением наименьшей существенной разности (НСР) и сравнением частных средних по тесту Дункана на 95% уровне значимости ($P \leq 0,05$) в программе AGROS (версия 2.10).

Результаты исследований показали, что инокуляция микрорастений земляники сорта Азия одновременно штаммами *A. baldaniorum* Sp245 с *O. cytisi* ПРА7.2 приводила к заметной контаминации культуры, что негативно сказывалось на росте микрорастений. К моменту высадки растений из культуры *in vitro* в гидропонную установку инокулированные растения уступали контрольным в количестве листьев на растениях на 24,7 %, по сырой массе корней на 46,4%, по сухой массе корней на 33%. При этом, в варианте

инокуляции одновременно штаммами *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19 контаминации и ингибирующего влияния бактерий не наблюдалось, контрольные и опытные растения по морфометрическим признакам достоверно не различались.

В варианте инокуляции штаммами *A. baldaniorum* Sp245 с *O. cytisi* IPA7.2 содержание фотосинтетических пигментов достоверно не отличалось от контроля. Содержание хлорофилла а в листьях инокулированных бактериями *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19, достоверно увеличивалось на 0 и 20 сутки выращивания по сравнению с контролем. Содержание хлорофилла б в этом варианте опыта снижалось на 0 сутки, но увеличивалось на 20 сутки выращивания. Содержание каротиноидов аналогично увеличивалось на 20 сутки выращивания.

Анализ содержания МДА показал, что в листьях опытных растений, инокулированных штаммами *A. baldaniorum* Sp245 с *O. cytisi* IPA7.2, наблюдалось достоверное увеличение содержания МДА в условиях *in vitro* и на 10 сутки выращивания в гидропонике по сравнению с контрольными соответственно на 14,2 и 39,4%. Инокулирование штаммами *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19 приводило к достоверному снижению содержания МДА в те же сроки выращивания по сравнению с контролем соответственно на 13,6 и 4,2%. По содержанию антиоксидантных ферментов (каталаза, пероксидаза, аскорбат пероксидаза) в листьях растений инокулированных комбинацией бактерий, включающей *O. cytisi* IPA7.2 достоверных различий не установлено. При этом инокуляция комбинацией штаммов *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19 приводила к достоверному снижению активности ферментов.

По результатам анализа данных можно констатировать, что влияние инокуляции ризобактериями различалось в зависимости от комбинации штаммов. Штамм *O. cytisi* IPA7.2 слишком активно размножался на корнях микрорастений, вероятно, за счет выделения ими метаболитов, стимулирующих развитие бактерий данного штамма. При этом наблюдался

фитотоксический эффект. Применение для инокуляции комбинации штаммов *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19 не вызывало чрезмерного развития бактерий. Более того, отмечено положительное влияние данного варианта бактеризации на рост растений земляники в условиях гидропоники. Возможным механизмом повышения адаптационной способности микрорастений может быть снижение уровня окислительного стресса, отражающееся в снижении содержания МДА, хотя повышения уровня антиоксидантных ферментов у бактеризованных растений не отмечалось.

Таким образом, комбинация штаммов *A. baldaniorum* Sp245 и *K. rosea* T1Ks19 может успешно применяться для стимулирования роста и адаптационной способности микрорастений земляники сорта Азия при микроклональном размножении *in vitro* и адаптации в гидропонной системе.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № № 22-26-00087, <https://rscf.ru/en/project/22-26-00087>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ткаченко О. В., Евсеева Н. В., Каргаполова К. Ю., Денисова А. Ю., Позднякова Н. Н., Куликов А. А., Бурыгин Г. Л. Повышение активности про/антиоксидантной системы микрорастений картофеля ризосферными бактериями в условиях аэропоники // Аграрный научный журнал. 2023. № 3. С. 65–72. <http://10.28983/asj.y2023i3pp65-72>.
2. Tkachenko O.V., Evseeva N.V., Kargapolova K.Y., Denisova A.Y., Pozdnyakova N.N., Kulikov A.A., Burygin G.L. Rhizobacteria Increase the Adaptation Potential of Potato Microclones under Aeroponic Conditions // Microorganisms 2023. № 11. 1866. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11071866>.
3. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 172 с.

4. Elavarthi S, Martin B. Spectrophotometric assays for antioxidant enzymes in plants. In: Plant stress tolerance. methods in molecular biology. Humana Press, 2010. P. 273-280. doi: 10.1007/978-1-60761-702-0_16.

© Ткаченко О.В., Евсеева Н.В., Каргаполова К.Ю., Денисова А.Ю., Позднякова Н.Н., Куликов А.А., Бурьгин Г.Л., 2023

Научная статья

УДК 633.34: 631.67: 631.82(470.44/.47)

Д.А. Тобольнов, А.Г. Субботин, В.И. Жужукин, М.И. Авясов, А.В. Хадыкин

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И.Вавилова», г. Саратов, Россия

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО СОРТА СОИ ЗАРЯ 3 НА ОРОШАЕМОМ УЧАСТКЕ В УСЛОВИЯХ САРАТОВСКОГО ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ

Аннотация. В статье представлена сравнительная оценка по продуктивности различных сортов сои отечественной и зарубежной селекции на орошаемом участке в условиях Саратовского Левобережья. Выявлено преимущество по урожайности сортов сои Натали (3,39т/га) и Заря 3 (3,44т/га). Инновационный сорт сои Заря 3, сформировал следующие параметры качества зерна - содержание протеина достигала величины 44,8%, а масла – 17,7%. Кроме того, применение жидкого минерального удобрения Эпин Экстра позволяет стабилизировать производство зерна сои Заря 3 на уровне 3,47т/га.

Ключевые слова: соя, сорт, удобрение, орошение, урожайность, качество.

D. A. Tobolnov, A. G. Subbotin, V. I. Zhuzhukin, M. I. Avyasov, A. V. Khadykin

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I.Vavilov, Saratov, Russia

THE EFFECTIVENESS OF GROWING AN INNOVATIVE SOYBEAN VARIETY ZARYA 3 ON AN IRRIGATED PLOT IN THE CONDITIONS OF THE SARATOV LEFT BANK

Annotation. The article presents a comparative assessment of the productivity of various varieties of soybeans of domestic and foreign breeding on an irrigated plot in the conditions of the Saratov Left Bank. The advantage in yield of soybean varieties Natalie (3.39 t/ha) and Zarya 3 (3.44 t/ha) was revealed. The innovative soybean variety Zarya 3 formed the following grain quality parameters - the protein content reached 44.8%, and oil – 17.7%. In addition, the use of Epin Extra liquid mineral fertilizer makes it possible to stabilize the production of soybean grain Zarya 3 at the level of 3.47 t/ha.

Keywords: soybean, variety, fertilizer, irrigation, yield, quality.

Соя является уникальной и многозначимой культурой. Исключительность её среди всех других полевых культур обусловлена богатым биохимическим составом семян и прежде всего высоким содержанием полноценного по аминокислотному составу белка в нём, специфической технологичностью из-за возможности возделывания её по зерновой (рядовой) и пропашной (широкорядной) технологии, способности повышать плодородие почвы за счет симбиотической фиксации азота из атмосферного воздуха. Соя широко применяется во многих отраслях промышленности: пищевой, медицинской, химической, перерабатывающей и др. Продукты переработки сои прочно вошли в быт людей, населяющих разные уголки планеты. Это обусловлено уникальным химическим составом сои, а также практически безотходным ее

В современных условиях сельскохозяйственного производства, наряду с проблемой увеличения урожайности необходимо обращать внимание и на её качество.

Перспективы широкого и успешного возделывания сои именно в Саратовской области обуславливается следующими факторами:

- агробиологическими – область является регионом России, в котором выращивание сои наиболее целесообразно с учетом применения орошения;

- агротехническими – на полях после посева сои отмечается увеличение урожайности злаковых культур, что существенно снижает затраты на применение удобрений;

- экологическими – большое количество света и тепла в нашем сельскохозяйственном регионе обеспечивает получение наиболее качественных и экологически чистых семян сои.

Анализ показывает, что Саратовская область обладает необходимыми природно-климатическими, биологическими и технологическими ресурсами для выхода на высокий уровень производства зерна и семян сои, в том числе и наиболее пригодных для пищевых целей и производства кормов.

Основным элементом любой технологии возделывания является сорт, который в определенных условиях способен реализовать свой потенциал урожайности. Реализация потенциала каждого сорта возможна за счёт применения орошения и минеральных удобрений.

Цель наших исследований – изучить в условиях орошения продуктивность и качество зерна различных сортов сои на тёмно-каштановой почве Саратовского Левобережья.

Полевой эксперимент проводили на орошаемом участке в УНПО «Поволжье». Почвенный покров представлен тёмно-каштановой почвой, среднесуглинистой по гранулометрическому составу.

Площадь учётной делянки – 50 м². Повторность в опыте 3-х кратная, размещение вариантов рендомизированное. Полевой опыт сопровождался

наблюдениям и учётам в соответствии с общепринятыми методическими указаниями [3].

Ежегодно на территорию Саратовской области завозятся сорта сои выведенные на территории различных регионов России и зарубежной селекции. Сравнительная оценка показала преимущество созданных инновационных сортов сои на базе Вавиловского университета перед инорайонными сортами (таблица 1). Так, сорт сои Натали сформировал урожайность на уровне 3,39т/га, содержание протеина и масла в зерне достигала величины 42,4% и 18,5% соответственно. Новый сорт Заря 3 при урожайности зерна в 3,44т/га, сформировал следующие параметры качества зерна - содержание протеина достигала величины 44,8%, а масла – 17,7%. Таким образом, высокие показатели урожайности и качество зерна сортов сои – Натали и Заря способствует востребованности их на внутреннем и внешнем рынке.

Таблица 1 – Урожайность и качество зерна сортов сои в условиях орошения на каштановых почвах Саратовского Левобережья

Сорт	Страна	Протеин, %	Масличность, %	Урожайность зерна, т/га
Соер 6 (ст.)	Россия	44,2	18,4	2,85
ЕС Командор	Франция	44,6	17,8	3,31
ЕС Ментор	Франция	41,1	18,3	3,31
Кофу	Канада	38,6	18,2	2,49
Натали	Россия	42,4	18,5	3,39
Везелица	Россия	42,6	16,7	3,35
Славия	Россия	41,4	18,9	2,66
СК Виола	Россия	43,5	17,6	2,69
Заря 3	Россия	44,8	17,7	3,44
НСР ₀₅		1,89	0,85	0,15

Выращивание инновационного сорта сои Заря 3 с применением жидких минеральных удобрений стабилизирует производство высококачественного зерна для пищевой промышленности, а себестоимость, в этом случае

значительно ниже, чем при выращивании сортов зарубежной селекции. Полевой эксперимент по применению жидких удобрений в виде листовых подкормок выявил эффективность применения жидкого минерального удобрения Эпин Экстра – урожайность зерна достигала величины 3,47т/га, содержание протеина 43,5, а содержание масла 15,5% (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность и качество зерна сои

Сорт	Препарат	Урожайность зерна, т/га	Содержание протеина, %	Масличность, %
Заря 3	Контроль	2,89	42,3	15,2
	Циркон	3,36	44,8	16,0
	Эпин Экстра	3,47	43,5	15,8
	Альбит	3,13	44,6	16,4
НСР ₀₅		0,14	1,84	0,71

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Албегов, Р.Б. Ветвление стебля как фактор адаптивности стабильности сортообразцов сои / Известия Горского государственного аграрного университета. - 2013. Т. 50.- № 2. - С. 317-321.
2. Гатаулина, Г.Г. Соя и другие зернобобовые культуры: импортировать или производить/Гатаулина Г.Г., Бельшкіна М.Е. // Достижения науки и техники АПК. 2017. № 8. С. 5-11.
3. Ещенко, В.Е. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко, М.Ф. Трифонова, П.Г. Копытко и др.; под редакцией В.Е. Ещенко и М.Ф. Трифоновой.-М.: КолосС, 2009.-268с.
4. Кучеров, В.С. Агробиологические обоснования инновационных ресурсосберегающих приёмов возделывания кормовых культур./В.С. Кучеров, Р.Ж. Кожагалиева, В.Б. Нарушев, А.Г. Субботин //Инновации и инвестиции. 2015. - № 2. - С. 139-142.

5. Прогрессивные технологии посева сельскохозяйственных культур. Учебное пособие/ А.Г. Субботин. - Типография ЦВП, «Саратовский источник», Саратов 2013. -240с.
6. Эюхеев, Ш.А. Удивительное растение – соя / Эбзеев Ш.А., Пивоваров С.А. // В сборнике: Современные тенденции развития науки и технологий - 2016. - С. 202-205.
7. Кумушев, М.М. Соя – как основной компонент для производства продуктов длительного хранения / Кумушев М.М., Бакуменко О.Е. // В сборнике: Биотехнология и продукты биоорганического синтеза Сборник материалов национальной научно-практической конференции. - 2018. - С. 61-64.
8. Чамурлиев, Г.О. Соя при орошении в Нижнем Поволжье / Чамурлиев Г.О., Толоконников В.В., Чамурлиев О.Г. // Волгоградский государственный аграрный университет. Волгоград, - 2018.
9. Гунькин, В.А. Соя как продукт питания / Гунькин В.А., Сусянок Г.М., Кумушев М.М. // В сборнике: Биотехнология и продукты биоорганического синтеза Сборник материалов национальной научно-практической конференции. - 2018. - С. 41-45.
10. Зверев, С.В. Соя. переработка и применение / Зверев С.В., Сесикашвили О.Ш., Булах Ю.Г. // Beau Bassin, - 2018.

© Тобольнов Д.А., 2023

Научная статья

УДК 631.52

Л.В. Цаценко, А.И. Усова

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

ЯВЛЕНИЕ КСЕНИЙНОСТИ У КУКУРУЗЫ В ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОМ ИСКУССТВЕ

Аннотация. В данной статье представлен анализ различных произведений живописи, в которых представлена ксенийность. Иконографический метод, как возможность выявления и детального изучения различных ботанических форм растений кукурузы.

Ключевые слова: кукуруза, ксенийность, иконографический метод

L.V. Tsatsenko, A.I. Usova

Kuban state agrarian university named I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

XENIA EFFECT ON MAIZE IN VISUAL ARTS

Annotation. This article presents an analysis of various art works, in which xenia effect is presented. Iconographic method as an opportunity to identify and study in detail various botanical forms of maize plants.

Keywords: maize, xenia effect, iconography method

Кукуруза (*Zea mays*) – одна из ключевых культур в мировом земледелии и имеет достаточно широкий ареал распространения. Это обусловлено высокой экологической пластичностью и большим разнообразием ботанических форм. Несмотря на знание ареала происхождения и ближайших родственных видах (например, теосинте) данного злака, довольно сложно составить полную картину, описывающую все разнообразие кукурузы. Поэтому поиск и изучение этих форм может стать основой для селекции хозяйственно важных признаков.

В задачи нашего исследования входит обобщение уже имеющихся данных о явлении ксенийности у кукурузы и его иконографический анализ.

Объектом служат графические представления кукурузы (женских соцветий - початков) в различных предметах изобразительного искусства и эпох.

Одним из относительно новых направлений выявления разнообразия считается анализ произведений изобразительного искусства (картины, гобелены, почтовые марки, монеты и т. д). В литературе встречается несколько определений данного метода исследования, в данной работе будет использоваться наиболее распространенное название – иконографический анализ. Он позволяет установить видовой состав культуры в различные периоды времени и распространение этих форм.

История кукурузы и ее одомашнивания насчитывает около 8 тыс. лет. Кукуруза распространилась по всей территории Северной и Южной Америки, а затем в Европе, Африке и Азии. Во многих культурах она закрепились, как основное сельскохозяйственное растение и довольно часто встречается в искусстве.

В изображениях кукурузы разных времен можно встретить аномальные початки, где окраска зерновок может сильно отличаться друг от друга. Иногда различия приобретают более яркий вид, когда на светлых (белозерных или желтозерных) формах появляются темные фиолетовые зерна, совсем не характерные для данного сорта, есть вероятность единичного проявления, то есть на отдельных зерновках. Подобное проявление встречается также и на других растениях. Это явление подробно было описано в 1881 году ботаником В. Фоке и было названо ксениями.

Ксенийность (греч. Xenia – гостеприимство, от xenos – гость, чужой, посторонний) – представляет собой эффект влияния пыльцы высших цветковых растений на признаки эндосперма опыляемого растения. То есть в процессе двойного оплодотворения признаки отцовского растения проявляются уже на гибридных зернах, развивающихся на материнском растении. Что касается кукурузы, то окраска зерновок зависит от алейронового слоя, при этом более темная (интенсивная) окраска является доминантным признаком. Например,

белозерная кукуруза, опыленная желтозерной мужской линией, будет иметь желтую окраску.

Первые изображения «цветной» кукурузы относятся еще к цивилизации ацтеков. В искусстве мезоамериканских индейцев довольно часто встречается ксенийность. Это можно связать с низким уровнем земледелия, так, в современном растениеводстве предусматривается пространственная изоляция для «чистоты» урожая. Определенного внимания требует тот факт, что кукуруза довольно древний злак и установление диких форм важно для расширения генетической коллекции. Большое количество фенотипических и генотипических форм позволяет создавать новые сорта с определенными признаками.

Тем не менее, такая аномалия встречалась многие столетия и фиксировалась разными художниками. Наиболее ярко себя проявили авторы нидерландской школы живописи. Среди них: Ян Мортель, Ян Порселлис, Абрахам Миньон и другие. Их натюрморты часто включали ксенийные початки, а также большое разнообразие других растений.



Рисунок 1 – Картина, вдохновленная традиционной живописью народов Центральной Мексики (1998)



Рисунок 2 – Картина нидерландского художника Абрахама Миньона (1640 - 1679)

Таблица – Явление ксенийности в объектах изобразительного искусства

Художник	Название
Брейгель Питер Старший (1525-1569)	Аллегория осени
Снайдер Ф. (1579-1657)	Натюрморт с фруктами и овощами
Ян Мортель (1584-1632)	Натюрморт с насекомыми
Ян Давидс де Хем (1606-1684)	Натюрморт плоды и ваза с цветами
Абрахам Миньон (1640 - 1679)	Натюрморт
Якоб ван Васкапелле (1644-1727)	Натюрморт
Георг Якоб Иоганн Ван Ос (1782-1861)	Натюрморт с цветами
Мита Дани (наше время)	Акварельная живопись «Standing tall in a storm»
Ривера Диего (1886-1957)	Фреска
Джерард Джон (1545-1612)	Иллюстрация из травника «Введение североамериканских растений в европейский травник»

Отдельное внимание стоит обратить на коммерческие иллюстрации данного явления. Часто кукурузу с ксенийностью можно встретить на почтовых марках, открытках, предметах народного творчества. Всё это разнообразие визуальных образов говорит о действительно широком распространении данного явления.

Таким образом, мы провели анализ различных объектов изобразительного искусства, где встречается явление ксенийности на початках кукурузы. Исследование живописи может стать хорошим источником информации о существующих формах культуры, а также позволяет проследить изменения в растительных формах культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. Учебник. - 3-е изд. - СПб: Н-Л, 2015. - 720 с.
2. Синская Е.Н. Историческая география культурной флоры (На заре земледелия). - Л.: Колос., 1969. - С. 480
3. Цаценко Л.В., Исакова С.В., Панькин С.Е. АРХЕОГЕНЕТИКА И ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КУКУРУЗЫ В ГОЛЛАНДСКОМ НАТЮРМОРТЕ // Научный журнал КубГАУ. - Краснодар: 2022
4. Цаценко Л.В. Иконография кукурузы» в курсе «История и методология научной агрономии» // Научный журнал КубГАУ. - Краснодар: 2016

© Цаценко Л.В., Усова А.И., 2023

Научная статья

УДК 504.064.37

А.И. Усов, М.С. Климков, Е.С. Бойко

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ

Аннотация. В последние годы тема дистанционного зондирования сельхозугодий приобрела немалую популярность в сообществе специалистов аграрного сектора. Одним из основных инструментов оценки состояния посевов различных агрокультур служат спектральные вегетационные индексы растительности. В статье приведена характеристика основных индексов используемые в растениеводстве, область их применения и практическое значение.

Ключевые слова: вегетационные индексы (ВИ), дистанционное зондирование, цифровая обработка изображений

A.I. Usova, M.S. Klimkov, E.S. Boyko

Kuban state agrarian university named I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF THE DIFFERENT VEGETATION INDICES

Annotation. In recent years, the topic of remote sensing of farmland has gained considerable popularity in the community of specialists in the agricultural sector. Spectral vegetation indices of vegetation serve as one of the main tools for assessing the state of crops of various agricultural crops. The article describes the characteristics of the main indices used in crop production, their scope and practical significance.

Keywords: vegetation indexes (VI), remote sending, image processing

Активная цифровизация сельского хозяйства позволяет значительно облегчить работу специалистов этой отрасли, а также решить крайне важную проблему нехватки квалифицированных кадров. Однако, это направление существует относительно недолгое время и требует детального изучения каждой идеи, а также проверки уже существующих данных [1].

Особое внимание привлекло к себе использование различных спектральных вегетационных индексов. В настоящее время существует около 160 вариантов вегетационных индексов.

Данная технология строится на дистанционном зондировании поверхности Земли, то есть использовании спутников для получения информации «без касания». В англоязычной литературе фигурирует фраза «without touching», а сам термин «remote sensing» был введен Эвелин Прюит в 60-х годах, вскоре после запуска первых спутников.

Развитие этого направления привело к появлению технологии мультиспектральных изображений (снимков). Точность данного метода крайне высокая, вплоть до 10 м/пиксель, а периодичность съемки может составлять 2-3 дня, более современные технологии позволяют в течение суток получить наиболее актуальные данные. Однако существует ряд преград для всеобщего внедрения этого инструмента. Наиболее значимый из них – облачность. К сожалению, неблагоприятные условия не позволяют повсеместно использовать вегетационные индексы для оперативной работы в полях. Однако они могут помочь в оценке состояния территории на протяжении нескольких лет, так называемый ретроспективный анализ.

На данный момент существует большое количество различных вегетационных индексов, каждый из них создается под определенные задачи. При их разработке необходимо обеспечить максимальную чувствительность к характеристикам растительности при минимизации таких сопутствующих факторов, как фоновое отражение почвы, воздействие атмосферы и т. д.

Наиболее часто встречающийся спектральный индекс – NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, Нормализованный Разностный Вегетационный Индекс). Это основной инструмент для дистанционного изучения состояния растений. Он основывается на способности хлорофилла поглощать красный спектр света, при этом отражая ближний инфракрасный (NIR).

Считается, что если значения индекса средние или высокие (0,5-0,85), то, скорее всего, на данном участке поля нет серьезных проблем. Если же индекс низкий, то, вероятно, имеются специфические проблемы, например, недостаток влаги или питательных веществ. Поэтому лучше удостовериться в состоянии поля самостоятельно.

Используя индекс NDVI, можно создавать карты для дифференцированного внесения удобрений, в особенности азотных. Выявляя участки с низким, средним и высоким вегетационным индексом, можно «выровнять» поле по питательным веществам для равномерного получения урожая [2].

Крайне интересным способом применения этого инструмента является определение оптимальных сроков уборки урожая. Чем ниже индекс, тем ближе растения к срокам уборки. Оптимальное значение индекса в данном случае должно быть ниже 0,25, желательно 0,15.

Однако существуют и недостатки. Одним из них является то, что индекс теряет чувствительность при достижении растением определенного возраста и состояния развития. Иными словами, если растение развивается очень активно, то отличить аномальное растение от нормального становится невозможно. К таким аномалиям можно отнести ветвление и фасциации. Из этого следует и другая проблема, сорные растения отличаются бурным ростом, из-за чего достоверно определить причину яркого «пятна» на изображении может быть невозможно. Аналогичная ситуация и с заболевшими растениями, во многих случаях очаги заражения выглядят как низкий показатель индекса.

Значения индекса, как было отмечено ранее, также находятся в определенной зависимости от погодных условий. Это ограничение сильно усложняет работу, так как NDVI «работает» только отведенное время или сезон, когда есть вегетирующая масса. Есть возможность использования специализированных дронов с инфракрасными датчиками, однако они не так распространены из-за узко направленности и цены.

Таким образом, NDVI – это инструмент, который облегчает работу специалистам, однако существующие проблемы не позволяют ему быть достаточно универсальным. Его можно использовать, как вспомогательный показатель для предварительного выявления проблемы и анализа уже принятых решений [3].

Как аналог для нормализованного вегетационного индекса был разработан VARI (Visible Atmospheric Resistant Index, Индекс Устойчивости к Видимой Атмосфере). В отличие от него, для съемки подходят RGB-камеры, они учитывают только видимую часть светового спектра. То есть нет необходимости в использовании инфракрасных датчиков.

Информация отличается крайне невысоким качеством изображений. Стоит отметить, что на качество цифровых трехканальных (RGB) изображений большое влияние оказывает степень освещенности местности, из-за чего показатели могут отличаться от истинных. Тем не менее, в условиях повышенной облачности, благодаря использованию дронов с обычными цифровыми камерами, VARI может помочь в более полной оценке состояния полей.

Другим, но менее популярным индексом является SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index, Индекс Растительности с Поправкой на Почву). В отличие от вышеуказанного вегетационного индекса, данный учитывает влияние фона почвы на итоговое значение. Для этого в функции расчета используется коэффициент яркости почвы, который должен минимизировать зависимость результата от особенностей грунта.

Считается, что это более точный инструмент, однако для его применения необходимо рассчитывать тот самый коэффициент почвы для каждого участка и каждой съемки. К сожалению, данный индекс не получил масштабного распространения из-за трудности работы с ним. Поэтому чаще всего его используют зонах с небольшим количеством растительности – пустыни и полупустыни.

Таким образом, вегетационные индексы находят широкое применения в технологиях точного земледелия и аналитике развития сельскохозяйственных культур. Однако, полагаться только на один из них нельзя, так как точность их зависит от большого количества факторов среды, которые с трудом поддаются регулированию. Существует необходимость в дальнейшей модификации данных инструментов. Поэтому совокупное использование нескольких индексов поможет создать более полную картину состояния полей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бойко, Е. С. Цифровизация и инновации в земледелии / Е. С. Бойко, А. А. Магомедтагиров // Цифровые технологии в аграрном образовании : Сборник статей по материалам учебно-методической конференции, Краснодар, 01 марта – 30 2022 года / Отв. за выпуск Д.С. Лилякова. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 4-5. – EDN JPYRUS.
2. Погорелов, А. В. Оценка состояния сельскохозяйственных посевов по вегетационному индексу (пространственный аспект) / А. В. Погорелов, К. В. Кузнецов, А. С. Стебловский // Геоинформационное обеспечение пространственного развития Пермского края : Сборник научных трудов / Пермский государственный национальный исследовательский университет. Том Выпуск 4. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2011. – С. 4-7. – EDN WMOWDB.
3. Чечулин, В. Л. Об одном простом индексе растительности (вегетационном индексе) / В. Л. Чечулин // Статьи разных лет : Сборник. Том Выпуск 4. – Пермь : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2017. – С. 121-125. – EDN YUVHNY.

Научная статья

Т.С. Харламова

Херсонский аграрный университет, Россия

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЛОМЕТРИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ В СОВРЕМЕННОМ СВИНОВОДСТВЕ

Аннотация: Проведены исследования перспективности использования аллометрических закономерностей роста в селекции свиней. Дана оценка интенсивности роста животных и соотношения тканей тела свиней крупной белой породы с использованием аллометрических функций. Установлены закономерности в соотношении костной, мышечной и жировой тканей в процессе онтогенеза. Определены перспективы использования аллометрических функций для оценки животных в племенном свиноводстве.

Ключевые слова: свиноводство, селекция, онтогенез, аллометрические функции, интенсивность роста.

T.S. Kharlamova

Kherson Agrarian University, Russia

PROSPECTS FOR THE USE OF ALLOMETRIC EQUATIONS IN MODERN PIG BREEDING

Annotation: Investigation of the prospects of using allometric functions in breeding pigs. The estimation of the intensity of animal growth and the ratio of body tissues of pigs of different productivity using allometric functions. The regularities in the ratio of bone, muscle and adipose tissue during ontogenesis. The prospects of allometric functions for evaluation of animals in breeding pigs.

Keywords: Breeding of pig, ontogeny, allometric functions, the intensity of growth.

Актуальность темы: Повышение продуктивных качеств свиней, в значительной степени, обусловлено усовершенствованием методов оценки закономерностей динамики роста как организма в целом, так и его составных частей - органов, тканей. Процесс роста организма может быть проанализирован на основе двух подходов. Во-первых, анализируя особенности роста, массы или линейных размеров организма во времени, определяется хронологический рост, во-вторых изучая рост отдельных частей организма в отношении роста всего организма получается характеристика аллометрического роста (соотносительного).

На современном этапе зоотехнических исследований изучаются закономерности хронологического роста. Для этого разработаны и используются современные представления об интенсивности формообразующих процессов в онтогенезе животных, начало которым дали исследования Ю. К. Свечина [1],[2]. Автором предложено определить интенсивность формирования, как разницу относительной скорости роста отдельных животных, а также их групп. Различают три типа интенсивности формирования: (Δt): медленный ($\Delta t < 1,0$); умеренный ($\Delta t = 1,0$); быстрый ($\Delta t > 1,0$).

В дальнейшем ученый-генетик, профессор В.П. Коваленко [3] усовершенствовал методику определения интенсивности роста животных на основе индексов равномерности (I_p) и напряженности роста (I_n), которые имели большую корреляционную связь с показателями воспроизводительных качеств. Особенным преимуществом разработанных индексов является возможность прогнозирования продуктивности за весь период использования животных, исходя из показателей оценки в раннем онтогенезе.

Но недостаточно плодотворно изучены закономерности аллометрического роста, которые имеют важное значение для оценки и отбора особей по качественным показателям, в частности соотношение тканей у туши. В соответствии с современными представлениями телосложение животных можно рассматривать как диаграмму сил (генотипического и паратипического

происхождения), действовавших в процессе онтогенеза организма, в частности соотношения скорости и продолжительности роста отдельных частей организма. При этом установлено, что соотносительный рост находится под контролем генотипа, то есть существуют генетические факторы, определяющие строение тела в целом, а не соответствующие размеры.

Постановка задания: Для количественного определения соотносительных изменений между отдельными частями организма и его общими размерами введено понятие *аллометрического роста*. Использование аллометрических уравнений позволяет получить количественную оценку качественных изменений организма животных.

Аллометрические зависимости описываются математическим уравнением:

$$Y = a \times x^\beta,$$

где: у-размер данной части тела; х-размеры организма или другой части; а-константа аллометрии; β-постоянная величина.

Считается, если $a > 1,0$, то переменная величина части тела увеличивается в размерах быстрее, чем остальная часть или показатели для организма в целом, если $a < 1,0$, то наоборот, при $a = 1,0$ – оба параметра (х и у) изменяются пропорционально друг другу (*изометрия*). Следует отметить, что анализируя соотносительную зависимость организма в целом и отдельных его составляющих, следует исходить из того, что части, которые созревают раньше, то есть в более раннем возрасте формируются, и в дальнейшем увеличиваются с меньшей интенсивностью, имеют показатель аллометрического коэффициента < 1 .

Для примера Е. Декупер приводит аллометрические коэффициенты отдельных частей к массе тушки индюков: крылья (0,53), спина (0,74), ножки (0,81), кожа (0,83), окорочка (0,93), грудина (1,38) и неактивный жир (3,06). Крылья созревают раньше, чем окорочки, а жир - это ткань, которая созревает позже.

На первом этапе исследований были определены аллометрические модели роста животных трех типов. К первому (А) - относятся животные с высокой начальной и низкой заключительной скоростью роста; ко второй (В) – с близкими параметрами начальной и заключительной интенсивности и к третьей (С) – с низкой начальной и высокой заключительной энергией наращивания живой массы или линейных измерений. Но особи всех трех типов роста могут достичь одинаковую заключительную живую массу - X (рис.1).

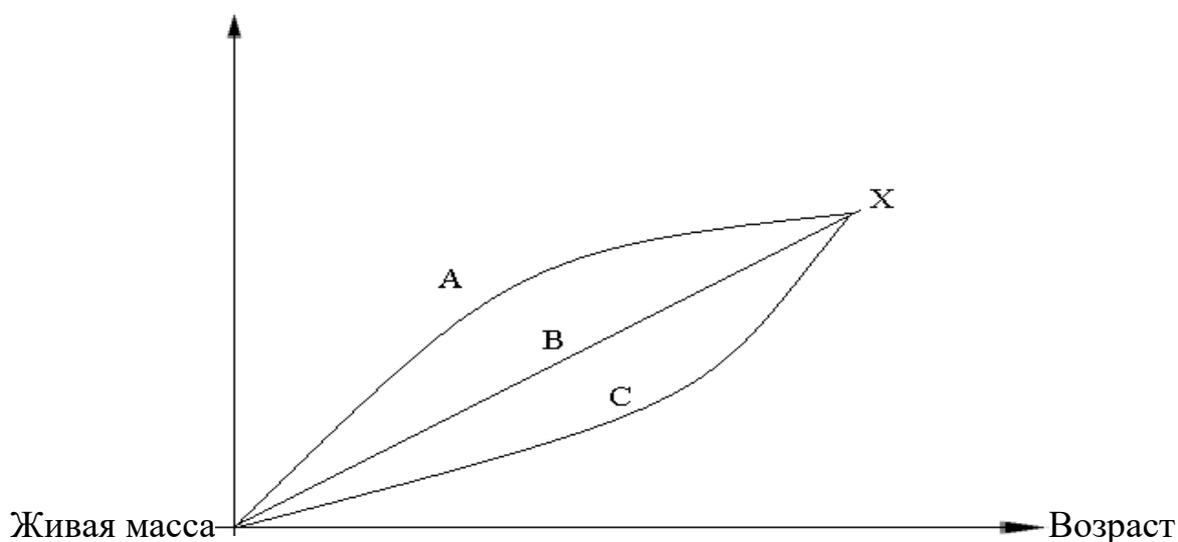


Рис. 1. Типы кривых роста

В таблице 1 приведены показатели свиней крупной белой породы при выращивании до возраста достижения живой массы 100 кг. Живая масса при рождении для поросят всех групп составляла 1,5 кг.

Таблица 1

Динамика живой массы поросят при выращивании

Тип роста	Возраст, месяцев							
	2		4		6		8	
	живая масса, кг	средне суточный прирост, г	живая масса, кг	средне суточный прирост, г	живая масса, кг	средне суточный прирост, г	живая масса, кг	средне суточный прирост, г

A	20,7	320	50,7	500	83,7	550	123,3	660
B	19,5	300	46,5	450	82,5	600	123,3	680
C	18,3	280	42,3	400	81,3	650	123,3	700

Для указанных типов роста определены аллометрические уравнения соотносительные изменения среднесуточного прироста и живой массы в период онтогенеза (табл. 2).

Таблица 2

Параметры аллометрических уравнений

Тип роста	Показатели		Коэффициент корреляции (r)	Достоверность (P)
	a	b (аллометрический коэффициент)		
A	231,5	0,505	0,987	<0,01
B	197,5	0,603	0,998	<0,001
C	166,9	0,703	0,980	<0,01

Установлены значительные различия в скорости наращивания живой массы с возрастом свиней разных типов роста. Наиболее быстро формируются животные с типом роста А, когда наращивание живой массы происходит преимущественно в первые 4 месяца выращивания. Для животных данного типа роста получены минимальные значения аллометрического коэффициента ($b=0,505$). Тип роста С имеет максимальное значение аллометрического коэффициента ($b=0,703$) и животные данного типа формировались медленнее. Таким образом, нами впервые в области свиноводства доказано, что аллометрические зависимости предоставляют возможность количественно оценить соотношение между ростом, живой массой и возрастом животных. Нами изучались изменения относительно соотношений основных составляющих туш свиней: кости, жир, мышцы в возрастном аспекте. По результатам контрольного убоя животных, были получены следующие

показатели массы и соотношения (в процентах) мышечной, жировой тканей и костей (табл.3).

Таблица 3

Динамика составляющих туши свиней и их соотношения

Возраст, мес.	Живая масса, кг	Масса, кг			Соотношение, %		
		мясо	жир	кости	мясо	жир	кости
При рождении	1,5	0,58	0,04	0,35	38,40	2,56	23,04
1	10,0	5,20	0,26	1,04	52,00	2,60	10,40
2	19,0	10,23	0,53	1,78	53,86	2,77	9,37
3	28,0	14,74	1,34	2,68	52,66	4,76	9,58
4	42,0	19,72	19,72	5,44	46,92	12,99	8,09
5	60,0	28,50	8,28	4,62	47,47	13,80	7,73
6	80,0	36,05	14,00	5,95	45,08	17,50	7,42
7	100,0	42,60	21,30	7,10	42,60	21,30	7,10
8	120,0	50,40	29,52	6,48	41,98	24,62	5,40

Полученные значения аллометрических зависимостей приведены в таблице 4. Установлено, что по абсолютным показателям массы наиболее интенсивно формируются кости, затем мышечная ткань, а позднее созревает жир. Его наращивание является более интенсивным чем наращивание живой массы животных.

Коэффициенты аллометрических зависимостей

Составляющие туши		Параметры		Коэффициент корреляции	Р
		а	б (аллометрический коэффициент)		
Абсолютные значения, кг	мясо	0,732	0,980	0,995	<0,001
	жир	0,017	1,574	0,971	<0,01
	кости	0,393	0,649	0,950	<0,01
Соотношение, %	мясо	73,163	-0,020	-0,206	>0,05
	жир	1,685	0,574	-0,309	>0,05
	кости	37,84	-0,309	-0,976	<0,01

Анализ аллометрических коэффициентов относительного соотношения тканей тела указывает, что мясо и кости имеют высокую интенсивность формирования в раннем возрасте, но по мере роста животных их пропорция (удельный вес) в туше уменьшается, на что указывают отрицательные коэффициенты аллометрического уравнения. В то же время, с возрастом увеличивается содержание жировой ткани в туше, характеризующееся высоким положительным коэффициентом аллометрической зависимости ($b = +0,574$).

Выводы: Таким образом, на основе проведенных исследований, нами определена количественная оценка интенсивности наращивания основных составляющих туши и строения тела свиней. Получили дальнейшее подтверждение основные закономерности онтогенеза свиней, выявлены возрастные периоды наиболее интенсивного формирования основных хозяйственно-полезных признаков свиней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свечин Ю.К. Прогнозирование продуктивности животных в раннем возрасте/Ю.К Свечин//Вестник с.-х. науки.-1985.-№4.- с.36-40.
2. Свечин Ю.К. Скороспелость животных и прогнозирование их продуктивности в раннем возрасте/Ю.К.Свечин// Животноводство.-1979.-№5.- с.36-40.
3. Коваленко В.П. Современные методы оценки и прогнозирования закономерностей онтогенеза животных и птицы /Коваленко В.П., Нежлукченко Т.И., Плоткин С.Я // Вестник аграрной науки -2008.-№2.- с.40-45.
4. Коваленко Т. С. Усовершенствование оценки продуктивных и племенных качеств свиней по селекционным индексам. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. - Херсон.-2011. - 135 с.

© Харламова Т.С., 2023

Научная статья

УДК 633.11.324:632.98

А.Е. Черчимцев¹, А.В. Коваленко¹, С.В. Лящева², А.Д. Заворотина², В.П. Графов³

¹ ООО «Шанс Трейд», г. Саратов, Россия

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов, Россия

³ФГБНУ «Аркадакская опытная станция» - филиал ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», п. Росташи, Саратовская обл., Россия

ОСОБЕННОСТИ СОРТОВЫХ РЕАКЦИЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА КОМПЛЕКСНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЕСТИЦИДОВ В ПЕРИОД ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕЙ ВЕГЕТАЦИИ

Аннотация. Для оценки сортовых особенностей формирования продуктивности при применении комплексной пестицидной защиты применена двухвариантная схема, не включающая и включающая внесение микроэлементов (Микрополидок Плюс, ВР) в сравнении с контролем. Выявлены сортовые особенности формирования урожайности при комплексном внесении пестицидов в фазы весеннего кущения, выхода в трубку, появления лигулы флагового листа, молочной спелости. Получены значимые различия по урожайности между вариантами обработки. Наибольшую прибавку урожая зерна относительно контроля сформировали сорта Итиль, Аэлита, Анастасия, Добролюба (оба варианта обработки), Калач 60 (вариант с внесением микроэлементов).

Ключевые слова: озимая пшеница, сорт, урожайность, пестициды, микроэлементы

A.E. Cherchimtsev¹, A.V. Kovalenko¹, S.V. Lyashcheva², A.D. Zavorotina², V.P. Grafov³

¹ LLC "Shanse Trade", Saratov, Russia

² FGBNU "Federal Agrarian Research Center of the South-East", Saratov, Russia

³ FGBNU "Arkadaskaya Experimental Station" - branch of FGBNU "FANC of the South-East", Rostashi v., Saratov region, Russia

FEATURES OF VARIETAL REACTIONS OF WINTER WHEAT TO THE COMPLEX USE OF PESTICIDES DURING THE SPRING-SUMMER GROWING SEASON

Annotation. To assess the varietal characteristics of the formation of productivity in the application of complex pesticide protection, a two-variant scheme was applied, which does not include and includes the introduction of trace elements (Micropolidoc Plus, BP) in comparison with the control. The varietal features of the yield formation

during the complex application of pesticides in the phases of spring tillering, exit into the tube, the appearance of the ligule of the flag leaf, milk ripeness are revealed. Significant differences in yield between processing options were obtained. The greatest increase in grain yield was formed by the varieties Itil, Aelita, Anastasia, Dobrolyuba (both processing options), Kalach 60 (a variant with the introduction of trace elements).

Keywords: winter wheat, variety, yield, pesticides, trace elements

Введение. Согласно информационному листку «Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 году с прогнозом развития вредных объектов на 2023 год» на территории страны отмечается достижение порогов вредоносности ряда болезней и вредителей, что, естественно, ведет к снижению урожайности и качества зерна озимой пшеницы [1]. Одним из вариантов предотвращения этого является использование пестицидов. Многочисленные исследования их влияния на урожайность озимой пшеницы достаточно многовариантны в связи с большим набором препаратов и их комбинаций [2–4]. Однако чаще всего описывается реакция одного-двух сортов [5, 6], что ограничивает возможности анализа в разрезе сортовых реакций. Такие работы обычно экстраполируют результат на весь сортовой набор сельскохозяйственной культуры. В данном исследовании привлечены сорта и перспективные линии с различными биологическими характеристиками (потенциальная урожайность, устойчивость к полеганию, высота растений, масса 1000 зерен).

Методы исследований. Исследования проводились в 2023 году на полях ФГБНУ «Аркадакская опытная станция» на 14 сортах и перспективных линиях озимой мягкой пшеницы саратовской и ершовской селекции. Посевы произведены в оптимальные сроки сеялкой СЗ-5,4, площадь делянок - 90 м². Растения в течение осени раскустились, гибели зимой не отмечено. Ранней весной внесена аммиачная селитра дозой 50 кг д.в./га.

Для оценки сортовых особенностей формирования продуктивности при применении комплексной пестицидной защиты применена двухвариантная схема, не включающая и включающая внесение микроэлементов (Микрополидок Плюс, ВР) в сравнении с контролем (площадь 30 м²).

Первая обработка в фазу весеннего кушения озимой пшеницы включала следующие препараты:

- гербициды Пришанс, КЭ (300 г/л 2,4-Д кислоты, 6,25 г/л флорасулама), Шанстар, ВДГ (750 г/л трибенурон-метила);
- фунгицид Зимошанс, КС (500 г/л карбендазима);
- инсектицид Каратошанс, КЭ (50 г/л лямбда-цигалотрина);
- Микрополидок Плюс, ВР.

Вторая обработка посевов озимой пшеницы проводилась в фазу стеблевания фунгицидом Пропишанс Универсал, КМЭ (300 г/л пропиконазола, 200 г/л тебуконазола).

Третья обработка - фунгицидом Стробишанспро, СК (200 г/л азоксистробина, 80 г/л ципроконазола) - по срокам соответствовала завершению роста флагового листа.

Четвертую обработку проводили в фазу молочной спелости зерна микроудоб-рением Микрополидок Плюс, ВР и инсектицидом Имидашанс Плюс, СК (150 г/л имидаклоприда, 50 г/л лямбда-цигалотрина).

Оценки, фенологические наблюдения, учеты урожая сортов выполнены в соответствии со стандартными методиками, принятыми в селекционной практике [7]. Определение урожайности проводилось на основе обмолота трех пробных площадок, взятых с несмежных участков.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена с помощью Пакета программ статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции AGROS (версии 2.09) методом дисперсионного анализа [8].

Результаты исследований

В отличие от погодных условий влияние биотических факторов поддается регулировке посредством различных пестицидов. Было принято решение оценить возможности комплексной защиты озимой мягкой пшеницы (гербицид+фунгицид) и выявить сортовые особенности на фоне пестицидной нагрузки в относительно благоприятных условиях произрастания.

Первая обработка проводилась в фазу весеннего кушения, когда уже не было возможности изменить в большую сторону количество колосков, а увеличение коэффициента кушения уже было незначительным. Однако внесение гербицидов Пришанс, КЭ (300 г/л 2,4-Д кислоты, 6,25 г/л флорасулама), Шанстар, ВДГ (750 г/л трибенурон-метила) привело к исчезновению конкуренции с сорной растительностью на опытных делянках, что сказалось на высоте растений и количестве дополнительных побегов кушения. Особенно это было заметно на короткостебельном сорте Калач 60.

Включение в схему инсектицидов Каратошанс, КЭ (50 г/л лямбда-цигалотрина) и Имидашанс Плюс, СК (150 г/л имидаклоприда, 50 г/л лямбда-цигалотрина) позволило снизить численность вредителей (клоп вредная черепашка, трипсы, хлебный пилильщик, озимая совка и др.) до минимальных значений в межфазный промежуток весеннее кушение-стеблевание и полного исчезновения в фазу созревания зерна.

Двухфакторный дисперсионный анализ урожайности сортов и линий озимой пшеницы выявил значимые различия по фактору А (сорта) и фактору В (обработка), а также по комбинации факторов А*В.

Урожайность в контроле варьировала от 4,67 т/га у сорта Итиль до 7,02 т/га у линии 21-21 (таблица).

Таблица – Влияние комплексной защиты на урожайность сортов и линий озимой пшеницы, Саратовская область, п. Росташа, 2023 г.

Сорт, линия (Фактор А)	Урожайность, т/га		
	Фактор В		
	контроль	комплексная защита	комплексная защита + микроэлементы
Мироновская 808	5,46	5,52	5,78
Саратовская 90	6,24	6,67	6,41

Жемчужина Поволжья	6,83	6,59	7,73
Анастасия	6,17	7,59	8,09
Калач 60	6,38	7,49	8,13
Растислава	5,65	6,70	6,88
Добролюба	5,37	6,58	6,90
Соседка	6,59	6,63	6,80
Левобережная 3	5,30	5,42	5,70
Джангаль	5,40	5,04	5,54
Новоершовская	6,74	6,28	6,92
Аэлита	4,76	5,57	6,54
Итиль	4,67	6,40	6,79
Л 21-21	7,02	7,34	7,59
НСР	Фактор А-0,55	Фактор В-0,26	А*В-0,96

Максимальный отклик на оба варианта обработки выявлен у сорта Итиль (на 37,0% и 45,4% относительно контроля). У сортов Аэлита (на 17,0% и 37,4% относительно контроля), Анастасия (на 23,0% и 31,1%) и Добролюба (на 22,5% и 28,5%, соответственно) реакция на внесение пестицидов и микроэлементов несколько меньшая по сравнению с предыдущим сортом. Сорт Калач 60 в варианте с включением микроэлементов повысил урожайность на 27,4% по сравнению со стандартом и достиг максимального значения в опыте – 8,13 т/га.

Заключение

Таким образом, при применении комплексной пестицидной защиты получены значимые различия по урожайности сортов озимой мягкой пшеницы между вариантами обработки (контроль, комплекс пестицидов без добавления микроэлементов и с микроэлементами). Наибольшую прибавку урожая зерна относительно контроля сформировали сорта Итиль, Аэлита, Анастасия, Добролюба (оба варианта обработки), Калач 60 (вариант с внесением микроэлементов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационный листок «Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 году с прогнозом развития вредных объектов на 2023 год»
2. Солнцев П.И. Эффективность удобрений озимой пшеницы в зависимости от способов основной обработки почвы и пестицидов на юго-западе ЦЧР/ П.И.

Солнцев, А.Г. Ступаков, М.А. Куликова, Т.А.Х. Алаши// Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2023.- №3.- 45-52.

3. Афонин Н.М. Повышение эффективности системы защиты растений озимой пшеницы / Н.М. Афонин, Лопатин И.А.// Наука и образование, 2023.- Т.6.-№1.- порядковый номер 89.

4. Илларионов А.И. Эффективность баковых смесей пестицидов и агрохимикатов при интегрированной защите озимой пшеницы от вредных организмов/ А.И. Илларионов, А.В. Женчук //Вестник Воронежского государственного аграрного университета, 2019.- Т. 12.-№ 1 (60).- С. 13-23.

5. Сортовая реакция озимой пшеницы на применение пестицидов/ Л.М. Поддымкина, Р.Н. Кузьминова// В сборнике: Агробиотехнология-2021. Сборник статей международной научной конференции M2021.- С.545-549.

6. Черненькая М.А. Комплексная защита озимой пшеницы сорта Скипетр/ М.А. Черненькая, З.Р. Цуканова //Земледелие.-2016.- №4.- С. 46-48.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 1. Общая часть.- М. – 2019.- 329 с

8. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований: учебник / Б.А.Доспехов.- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Альянс, 2011. – 350 с.

© Черчимцев А.Е., Коваленко А.В., Лящева С.В., Заворотина А.Д., Графов В.П., 2023

Научная статья

УДК 631.31: 631.51: 631.587: 631.67: 62-51

Д.В. Чичкин, Е.И. Хатхоху

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ТОЧНОЙ ПЛАНИРОВКИ РИСОВЫХ ЧЕКОВ

Аннотация. Статья исследует новый подход к точной планировке рисовых чеков, основанный на передовых технологиях. Результаты показывают повышенную точность и эффективность, что может быть полезным для мониторинга роста растений в различных отраслях.

Ключевые слова: точная планировка, рисовые чеки, передовые технологии, ограничения, эффективность, эксперименты, точность, надежность, временные затраты, мониторинг роста растений, сельское хозяйство, экология, рекомендации.

D.V. Chichkin, E.I. Hathohu

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina, Krasnodar, Russia

IMPROVING METHODS FOR PRECISE PLANNING OF RICE FLOWS

Annotation. The article explores a new approach to the precise planning of rice paddies based on advanced technologies. The results show increased accuracy and efficiency, which can be useful for monitoring plant growth in various industries.

Keywords: precise planning, paddy fields, advanced technologies, limitations, efficiency, experiments, accuracy, reliability, time costs, plant growth monitoring, agriculture, ecology, recommendations.

В современном мире, где цифровые технологии играют все более важную роль во многих сферах жизни, традиционные методы планировки и учета рисовых чеков не могут оставаться неизменными. Рисовые чеки являются важным инструментом финансового контроля и предоставляют информацию о транзакциях, совершенных с использованием чеков. Поэтому необходимо

постоянно совершенствовать методы точной планировки рисовых чеков, чтобы обеспечить эффективность и надежность финансового учета.

Одной из основных проблем, связанных с планировкой рисовых чеков, является необходимость вручную вводить информацию о каждой транзакции. Это требует много времени и подвержено ошибкам, которые могут привести к неточностям и искажениям данных. Для преодоления этой проблемы требуется автоматизированный подход к планировке рисовых чеков.

Одним из инновационных подходов к автоматизации планировки рисовых чеков является использование оптического распознавания символов (OCR). OCR-технология позволяет сканировать и распознавать текст на физических документах, включая рисовые чеки. С помощью OCR можно автоматически извлечь информацию о транзакциях, такую как дата, сумма, имя получателя и другие релевантные данные. Это существенно упрощает и ускоряет процесс планировки и учета рисовых чеков, а также снижает вероятность ошибок.

Другим инновационным подходом к совершенствованию методов планировки рисовых чеков является использование машинного обучения и искусственного интеллекта. Модели машинного обучения могут быть обучены распознавать и классифицировать различные типы транзакций на основе данных из рисовых чеков. Это позволяет автоматически категоризировать транзакции, выявлять аномалии и предоставлять ценную аналитику о расходах и доходах. Такой подход значительно повышает точность планировки и учета рисовых чеков, а также помогает выявлять потенциальные финансовые проблемы или мошеннические действия.

Важным аспектом совершенствования методов планировки рисовых чеков является также интеграция существующих финансовых систем и программного обеспечения. Система планировки рисовых чеков должна быть способна взаимодействовать с другими системами, такими как учетные программы и электронные платежные системы. Это обеспечит связность данных и упростит процесс финансового учета в целом.

Однако, несмотря на все преимущества автоматизации и совершенствования методов планировки рисовых чеков, важно помнить о необходимости поддерживать надежность и безопасность всей системы.

Стоит обратить внимание на важные аспекты безопасности и защиты данных.

При автоматизации планировки рисовых чеков и использовании OCR и машинного обучения необходимо обеспечить высокий уровень защиты персональных данных и конфиденциальности финансовых транзакций. Это включает в себя применение современных методов шифрования данных, строгие правила доступа и контроля, а также меры для предотвращения несанкционированного доступа к системе.

Кроме того, важно учитывать различные форматы и правила, которые могут применяться к рисовым чекам в разных странах и регионах. В каждом месте могут существовать свои уникальные стандарты и требования для планировки рисовых чеков, поэтому системы автоматической обработки должны быть гибкими и адаптируемыми.

Помимо автоматизации и использования новых технологий, также важно обеспечить обучение и поддержку персонала, работающего с системой планировки рисовых чеков. Разработчики и администраторы должны быть хорошо обучены в использовании новых инструментов и иметь понимание основных принципов и правил планировки и учета рисовых чеков. Регулярные обновления и обучающие программы также могут помочь персоналу быть в курсе последних изменений и новых возможностей в этой области.

В заключение, совершенствование методов точной планировки рисовых чеков является важным шагом в развитии финансового учета и контроля. Автоматизация с помощью OCR и машинного обучения, интеграция существующих систем и обеспечение безопасности данных позволяют повысить эффективность и точность планировки, упростить процессы учета и обработки данных, а также обеспечить более надежный финансовый контроль. Однако важно помнить о необходимости соблюдения правил и требований в каждом

конкретном регионе, а также о поддержке персонала для эффективной работы с системами планировки рисовых чеков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Личман Г.И., Марченко Н.М., Дринча В.М. Основные принципы и перспективы применения точного земледелия. ГНУ ВИМ М., 2004, 81 стр.
2. Безридный, А. С. Влияние точности планировки и режимов орошения риса на эффективность подавления сорной злаковой растительности / А. С. Безридный, Е. Ф. Чебанова // Вестник научно-технического творчества молодежи Кубанского ГАУ : В 4-х томах, Краснодар, 01-31 марта 2016 года / Составители А. Я. Барчукова, Я. К. Тосунов; под редакцией А. И. Трубилина, ответственный редактор А. Г. Коццаев. Том 2, Выпуск 1. - Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2016. - С. 7-11.
3. Совершенствование технологий возделывания риса / С. А. Владимиров, Т. И. Сафронова, И. А. Приходько [и др.] // Современные аспекты управления плодородием агроландшафтов и обеспечения экологической устойчивости производства сельскохозяйственной продукции : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 180-летию ФГБОУ ВО «Донского государственного аграрного университета» : (к 75-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки РФ, почетного работника высшего профессионального образования РФ, доктора с.-х. наук, профессора Агафонова Евгения Васильевича), пос. Персиановский, 21-22 сентября 2020 года. - пос. Персиановский: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Донской государственный аграрный университет", 2020. - С. 129-135. - EDN QPWXTV.
4. Григорьев, Д. Н. Пути совершенствования конструкций рисовых оросительных систем / Д. Н. Григорьев, Е. И. Хатхоху, Д. А. Александров // Инновационный потенциал развития науки в контексте междисциплинарных исследований : Материалы XXXV Всероссийской научно-практической

конференции, Ростов-на-Дону, 18 августа 2021 года. - Ростов-на-Дону: ООО "Издательство ВВМ", 2021. - С. 164-166. - EDN ZPEORO.

5. Григорьев, Д. Н. Пути совершенствования конструкций рисовых оросительных систем / Д. Н. Григорьев, Е. И. Хатхоху, Д. А. Александров // Инновационный потенциал развития науки в контексте междисциплинарных исследований : Материалы XXXV Всероссийской научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 18 августа 2021 года. - Ростов-на-Дону: ООО "Издательство ВВМ", 2021. - С. 164-166. - EDN ZPEORO.

6. Хатхоху, Е. И. Исследование факторов, определяющих мелиоративное состояние рисовых полей / Е. И. Хатхоху, А. М. Данилоха, Д. А. Александров // Интеграция науки в условиях глобализации и цифровизации : материалы XIII Международной научно-практической конференции : в 2 ч., Ростов-на-Дону, 29 сентября 2021 года. Том Часть 2. - Ростов-на-Дону: Южный университет ИУБиП, 2021. - С. 109-112.

7. К вопросу сохранения плодородия почв на рисовых оросительных системах / С. А. Владимиров, И. А. Приходько, Е. И. Хатхоху, Д. А. Александров // Мелиорация и водное хозяйство : Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Шумаковские чтения), посвящённой 95-летию со дня рождения профессора В.С. Лапшенкова, Новочеркасск, 25-30 сентября 2020 года. Том Выпуск 18. - Новочеркасск: ООО "Лик", 2020. - С. 7-13.

© Чичкин Д.В., Хатхоху Е.И., 2023

Научная статья

УДК 633.15

А.А.Шьюрова¹, С.В. Ляцева², Л.В. Карпунина¹, Н.А. Фокина¹

¹ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова», г. Саратов, Россия

²ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока», г. Саратов, Россия

ВЛИЯНИЕ ЭКЗОПОЛИСАХАРИДА STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Аннотация. Изучали влияние экзополисахарида (ЭПС) *Streptococcus thermophilus* на продуктивность озимой мягкой пшеницы (Анастасия, Жемчужина Поволжья, Калач 60). Показано, что бактериальный ЭПС оказывает в разной степени положительное влияние на продуктивность растений, увеличивая урожайность сортов озимой мягкой пшеницы. Наиболее отзывчивым оказался сорт Жемчужина Поволжья.

Ключевые слова: полисахарид, экзополисахарид, пленочное покрытие, бактерии, *Streptococcus thermophilus*, пшеница.

A.A. Shyurova¹, S.V. Lyashcheva², L.V. Karpunina¹, N.A. Fokina¹

¹FSBEI HE Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov", Saratov, Russia

²FGBNU "Federal Agrarian Research Center of the South-East", Saratov, Russia

INFLUENCE OF EXOPOLYSACCHARIDE STREPTOCOCCUS THERMOPHILUS ON THE PRODUCTIVITY OF WINTER WHEAT

Annotation. We studied the effect of exopolysaccharide (EPS) of *Streptococcus thermophilus* on the productivity of winter soft wheat (Anastasia, Zhemchuzhina Povolzhye, Kalach 60). It has been shown that bacterial EPS has a positive effect on plant productivity to varying degrees, increasing the yield of winter common wheat varieties. The variety Zhemchuzhina Povolzhye turned out to be the most responsive.

Keywords: polysaccharide, exopolysaccharide, film coating, bacteria, *Streptococcus thermophilus*, wheat.

Введение. В последние годы значительное внимание уделяется применению микробных полисахаридов в сельском хозяйстве [1]. Имеются публикации свидетельствующие о положительном влиянии полисахаридов на увеличение урожайности, сохранении плодородия почв, ростостимуляции, улучшении питания растений. Однако, такие сведения немногочисленны [2–4].

Цель работы: изучить влияние экзополисахарида *Streptococcus thermophilus*, в виде плёночного покрытия семян, на продуктивность озимой мягкой пшеницы.

Объект и методы исследований. Объектом для исследований явились сорта озимой мягкой пшеницы: Анастасия, Жемчужина Поволжья, Калач 60.

Создание плёночного покрытия на основе ЭПС *S.thermophilus* проводили по методу [2].

Для обработки семян пшеницы пленочным покрытием, созданным на основе ЭПС *S.thermophilus*, опытные образцы в количестве 1500 штук каждого сорта выдерживали 15 минут в растворе (геле), затем их высушивали при комнатной температуре, предотвращая слипание. Посев в почву на делянки площадью 3м² производили сеялкой ССФК-8: контроль (не обработанные ЭПС семена) и опыт (обработанные ЭПС семена).

В процессе исследований отбирали по 10 растений каждого сорта контроля и опыта для морфометрических замеров (высота растения, длина колоса) и показателей продуктивности (коэффициент кущения, озерненность главного колоса, озерненность растения, натурная масса, масса 1000 зерен) в фазу полной спелости.

Определение натурной массы проводили на микропурке по ГОСТ 10840–64 [5, 6]. Взвешивание зерна производили с погрешностью не более 0,2 г.

Определение массы 1000 зерен проводили по ГОСТ 12042-80 [7].

Статистическую обработку полученных данных осуществляли стандартными методами [8] с использованием параметрического t-критерия Стьюдента (достоверными считали различия при вероятности ошибки $P < 0,05$),

а также с помощью методов параметрического и непараметрического анализа с использованием пакетов прикладных программ «Statistica 8.0 for Windows» (StatSoft – Russia) и Microsoft Office Excel 2007.

Результаты исследований и их обсуждение

В процессе исследований было показано, что растения озимой пшеницы трех сортов озимой мягкой пшеницы (Анастасия, Жемчужина Поволжья, Калач 60), полученные из семян, обработанных плёнкой, созданной на основе ЭПС *S.thermophilus*, отличались от контрольных (необработанных ЭПС) по морфометрическим показателям и элементам продуктивности.

Опытные растения превышали по длине колоса контрольные в 1,4 раза у сорта Анастасия и в 1,1 раза у Жемчужины Поволжья (Таблица 1). Как видно из данных таблицы, обратная реакция наблюдалась у сорта Калач 60, у которого длина колоса контрольных образцов оказалась выше, чем у обработанных растений в 1,1 раза. Коэффициент кущения озимой пшеницы у растений сорта Анастасия, подвергшихся предпосевной обработке ЭПС, незначительно уступал контролю. У сортов Жемчужина Поволжья и Калач 60, наоборот, была отмечена положительная тенденция по этому признаку. Наибольший практический интерес представляло выявление различий между опытными и контрольными образцами по озерненности растения. Данный показатель продемонстрировал преимущество предпосевной обработки растений ЭПС у сортов Анастасия и Жемчужина Поволжья. Так, опытные образцы по озерненности растения превышали контроль у данных сортов на 28% и 61% соответственно. Растения сорта Калач 60, подвергшиеся предпосевной обработке ЭПС *S.thermophilus*, напротив, показали незначительное снижение озерненности растения.

Таблица 1 – Результаты измерения растений озимой мягкой пшеницы в фазу полной спелости

	Высота	Коэффициент	Длина колоса,	Озерненность, шт
--	--------	-------------	---------------	------------------

Варианты	растения, см	кущения, шт.	см	главного колоса	растения
Анастасия					
Контроль	103,20±0,33	7,00±0,71	6,50±0,68	41	221
Опыт	101,10±0,64*	6,20±0,66*	9,00±0,18*	51	283
Жемчужина Поволжья					
Контроль	105,00±0,38	4,40±0,99	8,10±0,57	46	139
Опыт	96,70±1,18*	5,20±0,79	8,90±0,21*	46	224
Калач 60					
Контроль	87,40±0,51	4,60±0,91	6,30±0,39	55	144
Опыт	87,20±0,29	5,60±0,87	5,90±0,2*	35	130

Примечание: $P \leq 0,05$ * относительно контроля.

Определение натурной массы и массы 1000 зерен практически не выявили существенных различий по исследуемым сортам между растениями, подвергшимся предпосевной обработке ЭПС, и контролем (Таблица 2).

Таблица 2 – Результаты измерений натурной массы и массы 1000 зерен исследованных сортов пшеницы

Варианты	Натурная масса, г/л	Масса 1000 зёрен, г
Анастасия		
Контроль	751	40
Опыт	744	40
Жемчужина Поволжья		
Контроль	757	42
Опыт	746	44
Калач 60		
Контроль	745	45
Опыт	744	44

Было выявлено различие между контролем и опытом по урожайности всех изучавшихся сортов. Урожай зерна растений, подвергшихся предпосевной обработке плёнкой, созданной на основе ЭПС *S.thermophilus*, превышала

контроль на 22% у сорта Анастасия, на 12% у сорта Калач 60 и на 41% у сорта Жемчужина Поволжья (Таблица 3).

Таблица 3 – Влияние ЭПС *S.thermophilus* на урожайность сортов озимой пшеницы

Варианты	Урожайность, т/га
Анастасия	
Контроль	3,51
Опыт	4,29
Жемчужина Поволжья	
Контроль	2,77
Опыт	3,90
Калач 60	
Контроль	3,01
Опыт	3,36

Заключение

Таким образом, в процессе исследований было показано, что предпосевная обработка семян озимой мягкой пшеницы ЭПС *S.thermophilus* в виде пленки оказывает в разной степени благоприятное влияние на продуктивность растений, увеличивая урожайность сортов озимой мягкой пшеницы. Наиболее отзывчивым оказался сорт Жемчужина Поволжья, урожайность которого превысила контроль на 41%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Елинов, Н.П. Химия микробных полисахаридов / Н.П. Елинов. – М.: Высшая школа, 1984. – 156 с.
2. Карпунина, Л.В. Влияние экзополисахарида *Streptococcus thermophilus* на стрессоустойчивость сорго / Л.В. Карпунина, Н.В. Калмыков, В.В. Бычкова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 5. – С. 27–30.

3. Мандровська, Н.М. Дія синтетичного полісахариду на ріст бульбочкових бактерій і ризогенез коріння / Н.М. Мандровська, О.Д. Кругова, С. Я Коць. [и др.] // Агроекол. журн. – 2005. – № 4. – С. 47–51. Пат. 89120
4. України UA C12 №1/00, A 01C 1/00. Композиція для інокуляції насіння бобових рослин на основі бульбочкових бактерій та липкогена ЕПАА: № 89120: заявл. 15.05.2008: опубл. 25.12.2009 / Леонова Н. О., Воцелко С. К., Титова Л. В. [и др.]. – 3 с.
5. ГОСТ 10840–2017. Зерно. Метод определения природы. Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31.10.2017 № 1593-ст: дата введения 01.01.2017.
6. Степочкина, Н.И. Использование микропурки при определении природы зерна отдельных растений / Н.И. Степочкина, П.И. Степочкин // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т. 29, №11. – С. 39–40.
7. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29 января 1980 г. № 448: дата введения 01.07.81. Ограничение срока действия снято Постановлением Госстандарта СССР от 24.12.90 № 3252.
8. Воробьев, В.Я. Теория и эксперимент / В.Я. Воробьев, А.И. Елсуков. – Минск: Высшая школа, 1989. – 109 с.

© Шьурова А.А., Лящев С.В., Карпунина Л.В., Фокина Н.А., 2023

Содержание

Акимов В.А. Новые сведения о семье вавиловых (по материалам цга г. 3 Москвы)	
Аленькина С. А. Использование лектинов азоспирилл как адаптивный 7 агротехнологический прием выращивания озимой пшеницы	
Аленькина С.А. Агробиологический потенциал метаболитов почвенных 13 бактерий	
Андреева О.Е. Последствие сапропеля на урожайность гороха 20	
Бабушкин Д.Д. Влияние гербицидных обработок на численность 25 видового состава сорной растительности в посевах кукурузы	
Бабушкин Д.Д., Еськов И.Д., Зайцев С.А., Волков Д.П. Изменчивость 31 морфометрических показателей гибридов кукурузы в зависимости от гербицидных обработок	
Барулина М.А., Голиков А.В., Панкратова Е.В., Кочелаевская К.В., 36 Рыжова Е.В. Методы решения задач классификации изображений в градациях серого на примере результатов анализа снимков лесозащитных полос	
Башинская О.С., Рожкова А.А., Лёвкина А.Ю. Изучение влияния 43 биопрепарата «ризобифит» на продуктивность зернобобовых культур в условиях нижеволжского региона	
Бекетова Г.А., Зубкова О.В., Ушакова А.А., Кулеватова Т.Б. Оценка 50 сортов яровой мягкой пшеницы по хозяйственно-ценным признакам.	
Белокопытов А.В. Проблемы и перспективы цифровизации в аграрном 56 секторе экономики	
Беляева А.А., Павлова В.А. Формирование продуктивности озимой 61 мягкой пшеницы	
Беляева А.А., Ткаченко О.В., Бурыгин Г.Л., Заводилкин Н.Д. 66 Ризосферные бактерии и их влияние на продуктивность ярового ячменя	
Бердникова Е.Г. Продуктивность пшеницы озимой в зависимости от 71	

предшественника в условиях юга херсонской области	
Бойчук И.В. Урожайность зерна сортов пшеницы озимой в условиях южной степи херсонской области	75
Борисов С.Ю. Цифровой мониторинг сельскохозяйственных культур с помощью БПЛА	80
Боровик Р.А., Деревяшкин Д.Ю. Влияние эдта лантана и эдта иттрия на фотосинтетический аппарат огурца в условиях дефицита почвенной влаги	95
Буйлов В.Н., Чумакова С.В., Жиздюк А.А. Математическое моделирование в исследовании структуры почвы	105
Василевский В.Д. Сортовая реакция мягкой яровой пшеницы на интенсивность возделывания в южной лесостепи западной сибери	112
Васильев О.А., Андреева О.Е., Ильин А.Н. Экономическая эффективность органических удобрений в звене севооборота	123
Вейнбендер А.А., Шулико Н.Н. Влияние приема инокуляции семян на биологическую активность ризосферы зернофуражных культур	128
Верхогляд В.О., Курукина В.А. Влияние органического земледелия на здоровье почвенной экосистемы	133
Верхогляд В.О., Курукина В.А. Зависимость питательных свойств сельскохозяйственных культур от вида земледелия	141
Вильховой Я.Е., Вертикова Е.А., Газиев В.Ю., Логунов Д.В., игнатова В.Н. Оценка высоты растений и длины колоса сортообразцов яровой мягкой пшеницы в условиях центрального нечерноземья	147
Волков А.И., Степанов А.С., Данилов К.С. Развитие точного земледелия на основе цифровых технологий	154
Высоцкая Е.А., Куликов Ю.А. Дистанционный мониторинг продуктивности лугово-пастбищных биоценозов	159
Гиляжева Д.Н., Каневская И.Ю., Иванова Н.А., Овчинникова Т.В. Модернизация основного оборудования в ао «сокур-63»	168

Гончаров С.В. Николай Иванович Вавилов на Воронежской земле	173
Горбунова О.С. Необходимость профориентационной работы при формировании кадрового потенциала АПК	177
Горюнков М.П., Ткаченко О.В., Кудряшов С.П. Генетическая детерминация признака содержания олеиновой кислоты в масле у подсолнечника	182
Гудова Л.А., Лекарев А.В. Оценка гибридов подсолнечника по урожайности и масличности в условиях Саратовской области	193
Гусева С.А., Волков Д.П., Носко О.С. Изучение генотипов мелкосемянной чечевицы по фенологическим и морфометрическим признакам в условиях Саратовской области	201
Данилов К.С., Волков А.И., Степанов А.С. Внедрение цифровых технологий в агропромышленный комплекс республики Марий Эл	210
Денисов К. Е., Макарова Е. С. Результаты изучения сортов озимой твёрдой пшеницы в условиях Левобережья Саратовской области	216
Дудкин И.В. Влияние различных факторов на структуру урожая и качество зерна ярового ячменя	222
Дудкин И.В. Поддержание биоразнообразия в агроэкосистемах	231
Дыжина А.А., Жужукин В.И. Оценка хозяйственно-ценных признаков сортообразцов сои иностранной селекции	241
Евдокимова Н.Е. Особенности цифровизации органического земледелия	246
Евдокимова Н.Е. Модельный инструментарий управления региональными агропродовольственными системами в условиях изменения климата	251
Ермакова А.П., Еременов К.К. Оценка полевой устойчивости сортов и гибридов подсолнечника к заразихе в условиях правобережья саратовской области	256
Лекарев А.В., Еременов К.К., Ермакова А.П. Исследование и анализ различных сортов подсолнечника в степной зоне саратовской области	262

Лекарев А.В., Ерменов К.К., Ермакова А.П. Цифровизация сельского хозяйства в Российской Федерации	267
Ермоленко К.А., Ежов В.А. Перспективные методы селекции полевых культур	275
Еськов И.Д., Теняева О.Л., Еськов М.И. Особенности защиты малины от пурпуровой пятнистости в условиях степного Поволжья	280
Жиганов Д.А. Ермолаева Т.Я. Нуждина Н.Н. Салманова Н.А. Нечаев В.Н. Анализ хозяйственно - ценных признаков сортов озимой ржи в Нижнем Поволжье	290
Жиздюк А.А., Буйлов В.Н., Чумакова С.В. Цифровые решения для полевых работ	296
Жорова Н. А. Вклад Н. И. Вавилова в отечественную и мировую науку	304
Жужукин В.А., Мухатова Ж.Н., Серебрякова М.С., Сугробов А.Ф., Барышев В.С. Оценка признаков вегетативных и генеративных органов сортов и гибридов подсолнечника масличного (<i>helianthus annuus</i> L.)	308
Жужукин В.А., Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Серебрякова М.С., Сугробов А.Ф. Использование методов многомерной статистики в оценке модельной популяции подсолнечника (<i>helianthus annuus</i> L.)	318
Зайцев С.А., Гуторова О.В. Вариабельность комбинационной способности по параметрам элементов структуры початка	327
Зайцев С.А., Бычкова В.В., Маракаева Т.В. Оценка качества семян и зеленой массы чины посевной при возделывании в разных регионах РФ	335
Зайцев С.А., Рожков П.Ю., Рожкова А.А., Калинин Ю.А. Скрининг коллекции чины посевной для использования в кормовом направлении	342
Иванова М.Ф., Костина Е.Е., Федоненко Ю.П., Криворучко А.А., Астанкова А.С., Ткаченко О.В., Бурьгин Г.Л. Влияние бактериальных липополисахаридов на рост микрорастений картофеля сорта Кондор в условиях <i>in vitro</i>	349
Иванова Н.А., Каневская И.Ю., Гиляжева Д.Н. Влияние радиоактивных	354

отходов на экологию

Калинин В. Ю., Субботин А.Г. Эффективность применения 360
ростостимулирующих препаратов на урожайность гороха в условиях
Саратовского Правобережья

Каневская И.Ю., Гиляжева Д.Н., Иванова Н.А., Каневская С.Б. Вклад 365
отечественных ученых в селекцию

Кибальник С.В., кибальник О.П. Проявление гипотетического гетерозиса 371
у гибридов F1 сорго сахарного по урожайности биомассы

Колесниченко Т.В., Бойко Е.С. Использование искусственного 376
интеллекта в сельском хозяйстве

Конькова Э.А., Лящева С.В., Салмова М.Ф., Чернобровкина К.С., 382
Зеленева Ю.В. Иммунологическая оценка сортообразцов мягкой
пшеницы по устойчивости к возбудителям пятнистостей листьев в
условиях саратовской области

Курноскина О.В., Субботин А.Г., Синодский С.В., Летучий А.В., 388
Степанова Н.В. Оценка продуктивности нового сорта АГРОСП 33 2018
озимой пшеницы на каштановых почвах Саратовского Левобережья

Ламмас М.Е. Процессы прорастания зерна ярового ячменя под 393
действием биостимуляторов роста растений

Леймоева А.Ю., Гумукова Л.А. Диагностика засухоустойчивости сортов 398
озимой пшеницы

Леонова Н.А. Николай Иванович Вавилов – великий ботаник, генетик, 406
исследователь

Ложкин А.Г., Солина Л.Ю. Влияние препарата Восток ЭМ-1 на 412
элементы продуктивности озимой пшеницы

Лощина Е.А., КУпряшина М.А. Влияние регуляторов синтеза 418
монооксида азота на активность пирокатехазы ксилотрофных
базидиомицетов в условиях абиотических стрессов

Макуха О.В., Чернышова Е.О. Влияние биопрепаратов на 426

продуктивность и качество семян гибридов подсолнечника в условиях Херсонской области	
Мартыненко А.В., Караваева О.А., Евстигнеева С.С., Фомин А.С., Гулий О.И. Фаговые антитела для индикации антибиотиков	434
Маслихин А.В. Становление науки в СССР и академик Н.И. Вавилов	438
Маслова Г.А., Носко о.С., Рожков П.Ю., Рожкова А.А. Изучение признаков перспективных сортообразцов коллекционного питомника нута	449
Мефодьев Г.А. Комбинационная способность линий яровой тритикале по количеству зерен в колосе	457
Мозлов В.А., Жужукин В.И., Кулемина Т. В. Оценка коллекции проса по структурным элементам урожая в условиях нижнего Поволжья	462
Молчанова Н.П., Тулаева Е.Л. Влияние различных предшественников на урожайность озимой пшеницы в условиях Пугачёвского района, Саратовской области	472
Молчанова Н.П., Пахомова О.В. Ресурсосберегающие технологии выращивания яровой пшеницы в условиях Саратовского Левобережья	477
Немцева Е.Ю., Гурьева А.И. Оценка быков-производителей по генотипу и использование ее результатов в селекционной работе	481
Огарков С.А. Локализация не устраняет доктринальный порог продовольственной независимости семян основных сельскохозяйственных культур	489
Павлова В.А., Шевченко Е.Н. Растения-индикаторы плодородия почвы в условиях Саратовской области	495
Панин Е.В., Высоцкая Е.А. Инновационные технологии применения биологически активных препаратов в повышении ресурсов агроэкосистем	501
Папакина Н.С. Возрастные особенности формирования ярок асканийской тонкорунной породы	510

- Петелин И.С., Волкова А. С., Мнатсаканян А. А. Влияние гербицидов 517
при возделывании озимой пшеницы в условиях центральной зоны
Краснодарского края
- Позднякова Н.Н., Турковская О.В. Влияние растительных метаболитов на 522
деградацию ПАУ грибами и бактериально-грибными культурами
- Полетаев И.С., Тонкошкур В.А. Влияние погодных условий на 529
урожайность зерна яровой твёрдой пшеницы в условиях Левобережья
Саратовской области
- Рожков П.Ю., Лёвкина А.Ю., Зайцев С.А. Оценка коллекционного 536
материала по морфометрическим параметрам и урожайности семян
маша
- Романцов Р.Е. Применение бинарных посевов как современное 543
агротехнологическое направление по повышению продуктивности
агроценозов
- Сайфетдинов Е.А., Ткаченко О.В. Технология speed breeding для 548
ускорения селекции растений
- Сатункин И.В., Кузьменко С.С., Дерябин С.Н. Влияние системы 554
удобрений на биометрические пока-затели и структуру урожая гибридов
лука репчатого (*allium séra*) на мелиорированном черноземе южном при
капельном орошении
- Синдюкова В.А. Теоретико-методологическое обоснование применения 563
гербицидов в посевах льна масличного
- Степанченко В.И., Лихацкая С.Г. Оценка влияния пыльной головни на 567
биохимический состав веничного сорго на различных агрофонах
- Степанченко В.И., Кибальник С.В., Бычкова В.В. Реакция сахарного 573
сорго на содержание питательных компонентов зерна при заражении
пыльной головней на различных агрофонах
- Субботин А.Г., Булатов Р.А., Шеблаев М.Ю., Летучий А.В., Хадыкин 578
А.В. Влияние способов посева и ростостимулирующих препаратов на

- урожайность нута в условиях Саратовского левобережья
- Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И., Летучий А.В., Степанова Н.В. Влияние норм высева на урожайность озимого рыжика в сухостепной зоне нижнего Поволжья 583
- Субботин А.Г., Мухатова Ж.Н., Жужукин В.И., Летучий А.В., Четвериков Ф.П. Семенная продуктивность сафлора красильного при применении ростостимулирующих препаратов в условиях Саратовского левобережья 588
- Тарбаев В.А., Янюк В.М., Порывкин П.В., Павлов М.С. Зонирование земель сельскохозяйственного назначения в целях обеспечения устойчивого развития территорий 593
- Тарбаев В.А., Янюк В.М., Тарасенко П.В., Порывкин П.В. Агропроизводственная оценка земель Александрово-гайского района Саратовской области 600
- Ткаченко О.В., Евсеева Н.В., Каргаполова К.Ю., Денисова А.Ю., Позднякова Н.Н., Куликов А.А., Бурыгин Г.Л. Повышение адаптационного потенциала микрорастений земляники за счёт инокуляции PGPR-бактериями 608
- Тобольнов Д.А., Субботин А.Г., Жужукин В.И., Авясов М.И., Хадыкин А.В. Эффективность выращивания инновационного сорта сои Заря 3 на орошаемом участке в условиях Саратовского левобережья 614
- Цаценко Л.В., Усова А.И. Явление ксенйности у кукурузы в изобразительном искусстве 619
- Усов А.И., Климков М.С., Бойко Е.С. Оценка эффективности различных вегетационных индексов 624
- Харламова Т.С. Перспективы использования аллометрических уравнений в современном свиноводстве 630
- Черчимцев А.Е., Коваленко А.В., Лящева С.В., Заворотина А.Д., Графов В.П. Особенности сортовых реакций озимой пшеницы на комплексное 637

применение пестицидов в период весенне-летней вегетации

Чичкин Д.В., Хатхоху Е.И. Совершенствование методов точной 643
планировки рисовых чеков

Шьюрова А.А., Лящева С.В., Карпунина Л.В., Фокина Н.А. Влияние 648
экзополисахарида *streptococcus thermophilus* на продуктивность озимой
пшеницы

Научное издание

ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023

Сборник статей Международной
научно-практической конференции,
посвященной 136-летию со дня рождения академика Н.И. Вавилова

Электронное издание

Адрес размещения: <https://www.vavilovsar.ru/nauka/konferencii-saratovskogo-gau/2023-g>
Размещено 01.12.2023 г.



Объем данных: 7,3 Мбайт. Аналог печ. л. 41,37
Формат 60×84 1/16. Заказ №837/2023

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии
и инженерии имени Н.И. Вавилова»
Тел.: 8(8452)26-27-83, email: nir@vavilovsar.ru

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.