

Роменская Ольга Николаевна

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ
В НИЖНЕМ ПОВОЛЖЬЕ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2017

Работа выполнена в ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ на кафедре
«Земледелие и агрохимия» в 2010-2013 гг.

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Плескачёв Юрий Николаевич

Официальные оппоненты: **Байрамбеков Шамиль Байрамбекович** –
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт овощеводства и
бахчеводства», зам. директора по научной ра-
боте

Щербакова Надежда Александровна –
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГНУ «Прикаспийский научно-
исследовательский институт аридного
земледелия», заведующая лабораторией
инновационных технологий

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
аграрный университет имени императора Пет-
ра I»

Защита состоится «___» _____ 2017 г. в ____ часов на заседании
диссертационного совета Д220.061.05 при ФГБОУ ВО «Саратовский государ-
ственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Сара-
тов, Театральная пл., д. 1.

E-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО Са-
ратовский ГАУ и на сайте <http://www.sgau.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2017 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур, занимающая по объему производства, энергетической ценности в мире и России одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей и кукурузой.

В настоящее время хозяйства не имеют возможности применять достаточно органических удобрений из-за сокращения поголовья скота и дороговизны минеральных удобрений. Поэтому необходимо использовать более доступные дешевые виды удобрений. Наиболее целесообразно в качестве дополнительного источника удобрений применять сидеральные культуры.

На сегодняшний день в условиях ухудшения состояния окружающей среды немалое значение приобретает биологизация земледелия и получение экологически чистой продукции.

Один из важнейших путей экологизации производства картофеля – применение биопрепаратов на основе высокоэффективных штаммов бактерий, способствующих переходу труднодоступных форм питательных веществ в легкоусвояемые, а также несимбиотической азотфиксации в почве. К таким препаратам относятся Азотовит и Фосфатовит, которые являются экологически безопасными средствами повышения урожайности возделываемых культур.

Степень разработанности темы. Изучением совершенствования технологий возделывания картофеля на Нижней Волге в условиях орошения занимались Авдеев Ю.И., Байрамбеков Ш.Б., Гиченкова О.Г., Григоров М.С., Григоров С.М., Жидков В.М., Иванов В.М., Коринец В.В., Кружилин И.П., Мелихов В.В., Мухортова Т.В., Пятибратов В.В., Свиридова Л.Л., Усков Д.С., Шляхов В.А., Щербакова Н.В. и др.

Но в данных работах не изучались в виде предшественника озимая рожь на сидерат и микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит.

Поэтому **целью нашей работы** было изучить влияние предшественников и микробиологических удобрений на урожайность картофеля и рентабельность его возделывания при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья.

В задачи исследований входило:

1. Определить динамику влажности почвы и коэффициенты водопотребления при возделывании картофеля.
2. Выявить динамику засоренности картофеля на фоне предшественников и внесения микробиологических удобрений.
3. Установить особенности и динамику формирования клубней картофеля на фоне изучаемых приемов.
4. Изучить закономерности формирования урожая картофеля в зависимости от предшественников и внесения микробиологических удобрений.
5. Выявить влияние микробиологических удобрений на качество клубней картофеля.

Научная новизна исследований. В работе показано положительное влияние озимой ржи на сидерат как предшественника для картофеля.

Впервые в регионе Нижнего Поволжья изучены различные варианты применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при возделывании картофеля.

Определено влияние предшественников и микробиологических удобрений на урожайность картофеля при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья.

Установлена рентабельность возделывания картофеля в зависимости от предшественников и использования микробиологических удобрений.

Практическая значимость заключается в конкретных рекомендациях производству. Для повышения продуктивности картофеля и увеличения рентабельности его производства на орошаемых землях Нижнего Поволжья рекомендуется в качестве предшественника использовать озимую рожь на сидерат, обрабатывать клубни микробиологическими удобрениями Азотовит (А) и Фосфатовит(Ф) 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т, вносить их в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га и обрабатывать посевы в фазу бутонизации растений из расчёта 0,4 л А + 0,4 л Ф /га.

Методология и методы исследований основываются на применении частных методик проведения полевых экспериментов. При выполнении данной работы были использованы методы анализа, синтеза и системный подход.

Положения, выносимые на защиту:

- Особенности влияния предшественников и микробиологических удобрений на динамику влажности почвы и коэффициенты водопотребления при возделывании картофеля;
- Характер засорённости посевов картофеля в зависимости от предшественников;
- Показатели микробиологической активности и фотосинтетической деятельности в зависимости от предшественников и способов применения микробиологических удобрений;
- Урожайные и качественные характеристики картофеля при возделывании в Нижнем Поволжье на орошении;
- Энергетическая эффективность и экономическая оценка изучаемых приёмов.

Достоверность полученных результатов подтверждается многолетними исследованиями, использованием широко апробированных методик, необходимым объёмом проведённых анализов и наблюдений, производственной проверкой результатов исследований.

Апробация результатов научных исследований. Результаты исследований докладывались на внутривузовских, всероссийских и международных конференциях «Наука и молодежь: новые идеи и решения» Материалы V Международной научно-практической конференции молодых исследователей (Волгоград, 11-13 мая 2011 г.); Материалы XIV Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград 2010, 2011, 2012 гг.); «Интеграционные процессы в науке, образовании и аграрном производстве – залог успешного развития АПК» Материалы Международной научно-практической конференции (Волгоград 2011 г.).

Результаты исследований прошли производственную проверку в ИП «Антонов А.В.» Городищенского района Волгоградской области на площади 15 га - получена урожайность картофеля 56 т/га при рентабельности 155 % и в ИП «Асеев Д.Г.» Городищенского района Волгоградской области на площади 20 га - урожайность картофеля 55 т/га при рентабельности 148 %.

Публикации. По результатам опытов опубликовано 8 научных работ, в том числе 2 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объём диссертации. Работа состоит из 6 глав, заключения и предложений производству. Изложена на 153 страницах основного текста. Содержит 43 таблицы, 4 рисунка и 17 приложений. Список литературных источников 158, в том числе 6 на иностранных языках.

Автор приносит искреннюю благодарность своему первому научному руководителю – доктору сельскохозяйственных наук, профессору Жидкову Владимиру Михайловичу.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении представлена актуальность проведения исследований, сформулированы цели и задачи, научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе приводится обзор литературных источников по внедрению современных технологических приемов возделывания картофеля, по использованию в виде предшественника сидеральных культур, по применению микробиологических удобрений, по капельному орошению картофеля.

Во второй главе «Почвенно-климатические условия проведения исследований» рассматриваются рельеф, почвы и почвообразующие породы, погодные условия в период проведения исследований, агротехника в опыте.

Почвы района проведения исследований светло-каштановые среднесуглинистые. Содержание гумуса в пахотном слое 1,73-1,75 %, сумма поглощенных оснований - 22,80 мл/экв. на 100 г почвы, плотность почвы в слое 0,6 м - 1,38 г/см³, наименьшая влагоемкость 21,3 %. Обеспеченность азотом – низкая, подвижным фосфором - средняя, обменным калием - повышенная. Реакция почвенного раствора - нейтральная и слабощелочная.

Агротехника возделывания картофеля в опытах была общепринятой для Волгоградской области. Возделывался раннеспелый сорт Импала. Орошение проводилось способом капельного полива. Режим орошения при выращивании картофеля был дифференцированным: в первый период всходы – бутонизация предполивная влажность равнялась 65 % НВ; во второй период бутонизация - клубнеобразование 90 % НВ, в третий период клубнеобразование – техническая спелость 75 % НВ.

В третьей главе приводятся схема опыта и методика проведения исследований. Исследования проводились в КФХ Леденёва А.М. Городищенского района Волгоградской области в период с 2010 по 2013 годы в двухфакторном полевом опыте по схеме:

Фактор А-предшественники: 1. Лук; 2. Озимая рожь на сидерат.

Фактор В – технология внесения микробиологических удобрений Азотовит (А) и Фосфатовит (Ф): 1. Контроль; 2. Обработка клубней - 0,5 л А + 0,5 л Ф /100 л/т; 3. Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га; 4. Применение микробиологических удобрений фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га; 5. Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля; 6. Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В опыте использовалась четырёхкратная повторность и систематическое двухрядное размещение делянок, что обусловлено практическим удобством при выполнении агротехнических работ. Размеры опытных делянок: длина 30 м, ширина 1,4 м, площадь 42 м². Размеры учётных делянок: длина 26 м, ширина 1,4 м, площадь 36,4 м².

Полевые опыты сопровождались наблюдениями, учетами и исследованиями за почвой, растениями и формированием урожая, выполняемыми при соблюдении требований методики опытного дела Б.А. Доспехова (1979).

Накопление сухого вещества, динамику формирования листовой поверхности растений, чистая продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал определялись по методике А.А. Ничипоровича (1961).

Помимо учета фенологических и биометрических показателей нами проводились следующие агрофизические и агрохимические анализы: определение влажности почвы на всех вариантах проводились термостатно – весовым методом; плотность почвы определялась отбором почвенных образцов в естественном сложении в 5-6 кратной повторности послойно почвенным буром Качинского; количество подаваемой воды на поле учитывали с помощью дождемеров Ф.Ф. Давитая, которые размещали через 5 м захвата по ширине опытного участка в трехкратной повторности; среднесуточное водопотребление, а также затраты воды на образование 1 т урожая определились расчетным методом Костякова А.Н.; расчет суммарного водопотребления посевов проводили методом водного баланса по уравнению А.Н. Костякова.

В четвертой главе «Условия, определяющие рост и развитие растений» отражены сроки прохождения фенологических фаз, динамика влажности почвы и распределение поливов, рассчитаны коэффициенты водопотребления, подсчитана засорённость посевов картофеля, изучены микробиологическая активность и питательный режим почвы.

Продолжительность периода от всходов картофеля до уборки на контрольном варианте без микробиологических удобрений было наименьшим, и в среднем за 2010-2013 годы равнялась 65 дням.

При внесении микробиологических удобрений в виде фертигации в фазу бутонизации продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости составляло 66 дней.

Внесение микробиологических удобрений перед посадкой картофеля приводило к увеличению периода всходы – техническая спелость до 67 дней.

При обработке клубней микробиологическими удобрениями азотовит, фосфатовит, внесением данных препаратов в почву перед посадкой и примене-

нием азотовита и фосфатовита в виде фертигации с поливной водой продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости составляла 68 дней в среднем за четыре года.

Самым наибольшим данный период в среднем за годы исследований был на варианте с обработкой клубней микробиологическими удобрениями и внесением их в почву перед посадкой картофеля – он составлял 69 дней.

Различий в прохождении картофелем фенологических фаз по фактору А (предшественники – лук и озимая рожь на сидерат) за все годы исследований отмечено не было.

Количество поливов в период вегетации картофеля в годы исследований изменялось от 16 в 2013 году до 19 в 2010 году.

Поливные нормы на всех режимах увлажнения соответствовали расчетным показателям для обеспечения увеличения влажности почвы в активном слое до наименьшей влагоемкости. В период «всходы – бутонизация» поливная норма равнялась 300 м³/га, в период «бутонизация – клубнеобразование» она снижалась до 180 м³/га, а затем в период «клубнеобразование - уборка» поднималась до 250 м³/га.

Оросительная норма в зависимости от погодных условий достигала от 3710 м³/га в 2013 году до 4440 м³/га в 2010 году.

Картофель в период от всходов до бутонизации в среднем за годы исследований использовал 33 % общего потребления воды за период вегетации, от бутонизации до клубнеобразования – 30 %, от клубнеобразования до уборки урожая – 37 %.

Во все годы исследований с 2010 по 2013 гг. наиболее экономно расходовалась почвенная влага на формирование единицы урожая картофеля после предшественника озимая рожь на сидерат, Коэффициент водопотребления картофеля сорта Импала в зависимости от технологий внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит равнялся 93,0-174,4 м³/т.

Экономия почвенной влаги на образование одной тонны урожая картофеля сорта Импала на данных вариантах по сравнению с вариантами по предшественнику лук составляла 15,1-17,8 м³/т.

По вариантам технологий внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит наименьшие коэффициенты водопотребления картофеля отмечены при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений. Наибольшие коэффициенты водопотребления получались на контрольных вариантах без внесения микробиологических удобрений.

Наименьшее количество сорняков в посевах картофеля наблюдалось в 2010 и 2012 годах, когда в период вегетации картофеля выпадало наименьшее количество осадков. Наибольшее количество сорных растений наблюдалось в 2011 и 2013 годы, когда количество осадков, выпавших в вегетационный период картофеля, было максимальным.

По предшественникам было отмечено, что наименьшее количество сорных растений произрастало в фазу бутонизации картофеля на делянках после ози-

мой ржи на сидерат, и составляло в среднем за 2010-2013 годы исследований от 5 до 9 штук на 1 м² в зависимости от технологий внесения микробиологических удобрений.

На делянках картофеля по предшественнику лук в среднем за 2010-2013 годы количество сорняков было на 2-4 шт./м² больше.

Разница в распаде льняного полотна между вариантами по годам исследований за период от всходов до клубнеобразования составляла от 3 до 8 %. Минимальным распад льняного полотна в среднем за 4 года исследований был на вариантах, на которых предшественником картофеля в севообороте выступал лук, максимальным - на вариантах, на которых в виде предшественника использовалась озимая рожь на сидерат (таблица 1).

Таблица 1 – Биологическая активность почвы в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений в среднем за 2010-2013 гг., % распада льняного полотна

| Предшественники | Приемы применения микробиологических удобрений | всходы – бутонизация | всходы – цветение | всходы – клубнеобразование |
|---|---|-------------------------|----------------------|-------------------------------|
| Лук | Контроль | 21,2 | 34,1 | 47,5 |
| | Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 21,5 | 34,3 | 47,9 |
| | Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф / га | 23,8 | 38,9 | 54,1 |
| | Применение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 21,4 | 34,9 | 55,7 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 25,6 | 41,3 | 54,6 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 25,9 | 42,8 | 63,2 |
| | Озимая рожь на сидерат | Контроль | 24,1 | 38,7 |
| Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | | 24,5 | 39,0 | 55,3 |
| Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф / га | | 26,2 | 42,8 | 64,5 |
| Применение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | | 24,3 | 39,6 | 67,2 |
| Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | | 28,1 | 47,3 | 66,0 |
| Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | | 28,7 | 48,4 | 71,4 |

Разница между вариантами различного применения микробиологических удобрений была более очевидной. Интенсивность разложения льняного полотна в среднем за годы исследований с 2010 по 2013 гг. была наибольшей на ва-

рианте, где проводилась обработка клубней картофеля и двукратное внесение микробиологических удобрений, т.е. перед посадкой и в фазу бутонизации. Процент разложения полотна по предшественнику лук на этом варианте за период всходы – клубнеобразование составил по предшественнику лук 63,2 %, по предшественнику озимая рожь на сидерат – 71,4 %.

В пятой главе «Продуктивность и структура урожая картофеля» изучались особенности формирования морфологических признаков, дана характеристика роста растений, фотосинтетической деятельности, приведены урожайные характеристики картофеля, качество и питательная ценность клубней.

Число стеблей на растении по предшественнику лук колебалось от 3,2 шт. на контроле до 3,8 шт. на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке посевов в фазу бутонизации растений. По предшественнику озимая рожь на сидерат число стеблей было на 0,1-0,3 шт. больше.

Наибольшее число листьев на растениях отмечено на вариантах с предшественником озимая рожь на сидерат при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит для обработки клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке посевов в фазу бутонизации растений - 40,2 шт., на контрольном варианте - на 1,6 штук меньше. На вариантах с предшественником лук при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит для обработки клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке посевов в фазу бутонизации растений количество листьев было 39,4 шт., на контрольном варианте - на 1,1 шт. меньше.

В среднем за годы исследований площадь листьев по предшественнику лук колебалась от 42,9 тыс. м²/га на контрольном варианте до 50,4 тыс. м²/га на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит для обработки клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке посевов в фазу бутонизации растений. По предшественнику озимая рожь на сидерат площадь листьев была на 1,1-4,3 тыс. м²/га больше по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений по предшественнику лук. На контрольном варианте площадь листьев в среднем за годы исследований была 44,0 тыс. м²/га, на варианте с обработкой клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений площадь листьев была максимальной - 54,7 тыс. м²/га.

Биомасса растений картофеля также различалась по годам исследований, предшественникам и приемам внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит (Таблица 2).

Наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза наблюдались в 2011 году, в 2010 и 2013 году значения чистой продуктивности фотосинтеза были практически одинаковыми, а самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза в среднем по опыту наблюдалась в 2012 году.

Таблица 2 - Сухая биомасса растений картофеля Импала, т/га

| Предшественники | Приемы применения микробиологических удобрений | Годы исследований | | | | |
|--------------------------------|---|-------------------|------|------|------|---------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Среднее |
| Лук | Контроль | 5,0 | 6,3 | 5,4 | 6,5 | 5,8 |
| | Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 6,9 | 8,5 | 7,4 | 8,8 | 7,9 |
| | Внесение в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 6,6 | 8,0 | 7,0 | 8,3 | 7,5 |
| | Применение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 6,2 | 7,6 | 6,6 | 7,8 | 7,0 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 7,3 | 8,9 | 7,8 | 9,2 | 8,3 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 8,0 | 9,8 | 8,6 | 10,2 | 9,1 |
| Озимая рожь на сидерат | Контроль | 5,8 | 7,2 | 6,2 | 7,4 | 6,6 |
| | Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 8,8 | 10,7 | 9,4 | 11,1 | 10,0 |
| | Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 8,4 | 10,3 | 9,0 | 10,7 | 9,6 |
| | Применение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га | 7,7 | 9,4 | 8,2 | 9,7 | 8,7 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 9,2 | 11,2 | 9,8 | 11,6 | 10,4 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 9,6 | 11,6 | 10,2 | 12,1 | 10,9 |
| НСР ₀₅ по фактору А | | 0,09 | | | | |
| НСР ₀₅ по фактору В | | 0,16 | | | | |
| НСР ₀₅ АВ | | 0,13 | | | | |
| Fф по фактору А | | 1533,9 | | | | |
| Fф по фактору В | | 570,8 | | | | |
| Fф АВ | | 20,0 | | | | |

Применение микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит увеличивало фотосинтетическую активность картофеля на 18-25 %.

Максимальный фотосинтетический потенциал в среднем за 4 года исследований был отмечен на варианте применения в качестве предшественника озимой ржи на сидерат и обработки клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит, с внесением их в почву перед посадкой и обработкой в фазу бутонизации растений - 2928 тыс. м² х суток/га.

Максимальная чистая продуктивность посевов была отмечен на варианте применения предшественника озимая рожь на сидерат и обработки клубней микробиологическими удобрениями, с внесением их в почву перед посадкой и обработкой в фазу бутонизации растений – 5,7 г/м²х сутки (таблица 3).

Таблица 3 - Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м²х сутки

| Предшественники | Приемы применения микробиологических удобрений | Годы исследований | | | | |
|--------------------------------|---|-------------------|------|------|------|---------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Среднее |
| Лук | Контроль | 4,1 | 4,3 | 3,9 | 4,1 | 4,1 |
| | Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 4,8 | 5,0 | 4,6 | 4,8 | 4,8 |
| | Внесение в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 4,7 | 4,9 | 4,5 | 4,7 | 4,7 |
| | Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 4,7 | 4,9 | 4,4 | 4,6 | 4,6 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 4,9 | 5,1 | 4,7 | 5,0 | 4,9 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 5,2 | 5,5 | 5,0 | 5,3 | 5,2 |
| Озимая рожь на сидерат | Контроль | 4,6 | 4,8 | 4,3 | 4,6 | 4,6 |
| | Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 5,5 | 5,9 | 5,3 | 5,6 | 5,6 |
| | Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 5,5 | 5,8 | 5,2 | 5,6 | 5,5 |
| | Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га | 5,3 | 5,6 | 5,1 | 5,3 | 5,3 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 5,7 | 6,0 | 5,3 | 5,7 | 5,7 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 5,8 | 6,1 | 5,4 | 5,7 | 5,7 |
| НСР ₀₅ по фактору А | | 0,03 | | | | |
| НСР ₀₅ по фактору В | | 0,05 | | | | |
| НСР ₀₅ АВ | | 0,04 | | | | |
| Fф по фактору А | | 1587,9 | | | | |
| Fф по фактору В | | 379,57 | | | | |
| Fф АВ | | 12,9 | | | | |

Использование озимой ржи на сидерат в качестве предшественника увеличивало урожайность картофеля сорта Импала на 2,9-10,3 т/га. Обработка клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит способствовало повышению урожайности картофеля в зависимости от предшественника по сравнению с контролем на 18,8 – 13,4 т/га (таблица 4).

Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней повышало урожайность картофеля по сравнению с контролем на фоне озимой ржи на сидерат на 17,8 т/га, на фоне лука - на 10,4 т/га, но снижало урожайность по сравнению с вариантами обработки клубней, на 1,0 – 3,0 т/га.

Таблица 4 - Урожайность картофеля в зависимости от применения микробиологических удобрений и предшественников, т/га

| Предшественники | Приемы применения микробиологических удобрений | Годы исследований | | | | |
|--------------------------------|---|-------------------|-------|------|--------|---------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | Среднее |
| Лук | Контроль | 27,1 | 31,7 | 30,3 | 32,9 | 30,5 |
| | Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 39,0 | 45,2 | 43,7 | 47,7 | 43,9 |
| | Внесение в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 36,4 | 42,2 | 40,6 | 44,4 | 40,9 |
| | Применение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 33,0 | 37,9 | 36,9 | 40,6 | 37,1 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 39,9 | 45,4 | 44,2 | 50,1 | 44,9 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 42,7 | 48,6 | 47,4 | 53,3 | 48,0 |
| Озимая рожь на сидерат | Контроль | 29,7 | 34,4 | 32,9 | 36,6 | 33,4 |
| | Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 46,4 | 53,8 | 51,5 | 57,1 | 52,2 |
| | Внесение в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 45,5 | 52,3 | 50,7 | 56,3 | 51,2 |
| | Применение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 42,1 | 47,9 | 46,8 | 54,0 | 47,7 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 49,6 | 56,0 | 55,1 | 62,1 | 55,7 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 50,9 | 57,5 | 56,4 | 64,0 | 57,2 |
| НСР ₀₅ по фактору А | | 0,08 | 0,06 | 0,43 | 0,05 | 0,6 |
| НСР ₀₅ по фактору В | | 0,14 | 0,11 | 0,74 | 0,08 | 1,04 |
| НСР05 АВ | | 0,11 | 0,09 | 0,61 | 0,07 | 0,85 |
| Fф по фактору А | | 36622 | 72930 | 1493 | 162364 | 866 |
| Fф по фактору В | | 11977 | 35659 | 768 | 74434 | 448 |
| Fф АВ | | 708 | 1476 | 30 | 3084 | 21 |

При применении микробиологических удобрений в фазу бутонизации урожайность клубней снижалась по сравнению со вторым и третьим вариантами опыта на 4,5 – 3,5 т/га по озимой ржи на сидерат и на 6,8 – 3,8 т/га после лука. Обработка клубней с внесением азотовита с фосфатовитом в почву перед посадкой картофеля на пятом варианте увеличивало урожайность по сравнению с контролем по озимой ржи на сидерат на 12,3 т/га и по луку - на 14,4 т/га.

Наиболее эффективным приёмом использования микробиологических удобрений является шестой вариант где обрабатывались клубни картофеля и применялись микробиологические удобрения под предпосевную обработку почвы и в начале фазы бутонизации. На данных вариантах была получена

наибольшая урожайность 57,2 т/га по предшественнику озимая рожь на сидерат и 48,0 т/га по предшественнику лук.

Наибольшая товарность (клубни массой более 50 г) в среднем за четыре года исследований была на варианте «обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений» по предшественнику озимая рожь на сидерат – 84%. Наименьшей 72 % товарность была на варианте без внесения микробиологических удобрений по предшественнику лук.

В опыте просматривалась следующая закономерность, по накоплению сухого вещества - предшественники не оказывали заметного влияния, варианты без применения микробиологических удобрений, имеющие меньшую урожайность и меньший процент крупных клубней имели по сравнению с вариантами с использованием микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит на 0,1-0,8 % большее содержание сухого вещества (таблица 5).

Таблица 5 – Биохимический состав клубней картофеля сорта Импала

| Предшественники | Приемы применения микробиологических удобрений | Сухое вещество, % | Крахмал, % | Сумма сахаров % | Аскорбиновая кислота, % | Нитраты, мг/кг |
|------------------------|---|-------------------|------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| Лук | Контроль | 19,2 | 12,4 | 0,5 | 16,6 | 136,9 |
| | Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 18,8 | 12,7 | 0,6 | 16,4 | 137,5 |
| | Внесение в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 18,9 | 12,6 | 0,6 | 16,6 | 142,7 |
| | Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 19,1 | 12,6 | 0,6 | 16,5 | 139,5 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 18,6 | 12,8 | 0,6 | 16,7 | 132,9 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 18,5 | 13,0 | 0,6 | 16,4 | 141,8 |
| Озимая рожь на сидерат | Контроль | 19,1 | 12,4 | 0,6 | 16,2 | 138,5 |
| | Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 18,4 | 13,2 | 0,6 | 16,4 | 135,4 |
| | Внесение в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 18,5 | 13,1 | 0,6 | 16,7 | 137,8 |
| | Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 18,5 | 12,8 | 0,6 | 16,5 | 139,5 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 18,3 | 13,4 | 0,6 | 16,5 | 133,6 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 18,3 | 13,5 | 0,7 | 16,7 | 134,7 |

На содержание крахмала в клубнях картофеля предшественники также не оказывали заметного влияния, но на вариантах с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит крахмала было на 0,3-1,1 % больше.

По сумме сахаров все варианты были практически одинаковыми - сумма сахаров во всех исследуемых вариантах составляла 0,5-0,7 %.

По содержанию аскорбиновой кислоты все варианты, как по предшественникам, так и по применению микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит были практически одинаковыми - на уровне 16,2-16,7%.

Содержание нитратов в клубнях картофеля по всем вариантам опыта находилось в пределах допустимых значений – от 132,9 -142,7 мг/кг.

В шестой главе «Энергетическая и экономическая эффективность возделывания картофеля» определялись энергетический баланс и экономическая эффективность изучаемых элементов технологии.

На основании расчета содержания энергии в урожае и затрат совокупной энергии при возделывании картофеля сорта Импала по предшественникам лук и озимая рожь на сидерат с различными приемами внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит в нашем опыте определены коэффициенты энергетической эффективности

В среднем за 2010-2013 гг. коэффициент энергетической эффективности картофеля по предшественнику лук варьировал от 0,99 до 1,56 м. Минимальным он был на контроле, максимальным - на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит для обработки клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На вариантах с предшественником озимая рожь на сидерат коэффициент энергетической эффективности на контроле был 1,09, на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит для обработки клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений - 1,86.

Наибольшая себестоимость (8000 руб./т) была на контроле по предшественнику лук, что связано с относительно низкой по сравнению с другими вариантами урожайностью картофеля. На варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит для обработки клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений по предшественнику озимая рожь на сидерат себестоимость продукции была на 3340 руб./т или на 72 % меньше и составляла 4660 рублей на 1 тонну продукции.

Самой низкой прибыль была на делянках, идущих по предшественнику лук на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, - 122000 руб/га. Максимальной прибыль была по предшественнику озимая рожь на сидерат на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит для обработки клубней + внесении в почву перед посадкой + обработки в фазу бутонизации растений и составляла 417400 т/га.

Таблица 6 – Экономическая эффективность возделывания картофеля, среднее за 2010-2013 гг.

| Предшественники | Приемы применения микробиологических удобрений | Себестоимость 1 т продукции, руб. | Прибыль на 1 га, руб | Уровень рентабельности, % |
|------------------------|---|-----------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Лук | Контроль | 8000 | 122000 | 50 |
| | Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 5604 | 280800 | 114 |
| | Внесение в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 6039 | 243800 | 98 |
| | Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 6658 | 198200 | 80 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 5564 | 289800 | 116 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 5250 | 324000 | 129 |
| Озимая рожь на сидерат | Контроль | 7814 | 139800 | 54 |
| | Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т | 5038 | 363400 | 138 |
| | Внесение в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 5156 | 350400 | 133 |
| | Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га | 5535 | 308400 | 117 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля | 4776 | 402400 | 151 |
| | Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений | 4660 | 417400 | 155 |

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику лук прибыль была на 62 % больше, чем на контрольном варианте; при внесении удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га прибыль была на 99 % больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т прибыль была на 130 % больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой картофеля прибыль была на 137 % больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений прибыль была на 165 % больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику озимая рожь на сидерат прибыль по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит по предшественнику лук была на 14-29 % больше

Прибыль от обработки клубней картофеля микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит, внесения их в почву перед посадкой и применении в фазу бутонизации растений была больше затрат на их применение. Поэтому максимальная рентабельность возделывания картофеля 155 % на фоне

предшественника озимая рожь на сидерат – 155% и на фоне предшественника лук – 129%, фиксировалась на варианте совместного проведения данных агроприёмов, а минимальная - на контрольном варианте без всякого использования микробиологических удобрений – 50%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прохождение фенологических фаз зависело не только от погодных условий года, что отразилось в различиях по годам исследований, но и от изучаемых в опыте факторов, то есть от применяемых способов внесения микробиологических удобрений, что нашло своё отражение в вариантах опыта. Достоверных отличий в прохождении картофелем фенологических фаз по фактору А (предшественники – лук и озимая рожь на сидерат) замечено не было.

Наименьший коэффициент водопотребления в среднем за годы исследований наблюдался на варианте предшественника озимой ржи на сидерат при обработке микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составлял 93,0 м³/т. Наибольший коэффициент водопотребления картофеля наблюдался на делянках с предшественником лук без микробиологических удобрений и составлял 174,4 м³/т.

Интенсивность разложения льняного полотна была наибольшей на варианте, где проводилась обработка клубней картофеля и двукратное внесение микробиологических удобрений, т.е. перед посевом и в фазу бутонизации. Процент разложения полотна по предшественнику лук на этом варианте за период всходы – клубнеобразование составил по предшественнику лук 63,2 %, по предшественнику озимая рожь на сидерат – 71,4 %.

В среднем за годы исследований с 2010 по 2013 гг. площадь листьев по предшественнику «Лук» в среднем была от 42,9 тыс. м²/га на контрольном варианте до 50,4 тыс. м²/га на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений. По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» площадь листьев была на 1,1-4,3 тыс. м²/га больше по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук».

Биомасса растений картофеля также различалась по годам исследований, предшественникам и методам внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит.

Применение микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит увеличивало фотосинтетическую активность картофеля: на 18-25 %.

Максимальный фотосинтетический потенциал, в среднем за 4 года исследований 2928 тыс. м² x дней/га был отмечен на варианте применения в качестве предшественника озимой ржи на сидерат и обработки клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит, с внесением их в почву перед посадкой и обработкой в фазу бутонизации растений.

Самый низкий фотосинтетический потенциал 2275 тыс. м² х дней/га в среднем за 4 года исследований формировался на контрольном варианте без применения микробиологических удобрений по предшественнику лук.

Максимальная чистая продуктивность фотосинтеза 5,7 г/м²х сутки формировалась на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат». Самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза 4,1 г/м²х сутки формировалась на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику лук.

Урожайность картофеля сорта Импала была самой низкой на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и составляла 30,5 т/га. Максимальной урожайность была по предшественнику озимая рожь на сидерат на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 57,2 т/га.

Товарность зависела, как от вида предшественника, так и от метода внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит. Наибольшая товарность в среднем за четыре года исследований 84 % была на варианте «Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений» по предшественнику озимая рожь на сидерат. Наименьшей 72 % товарность была на варианте без внесения микробиологических удобрений по предшественнику лук.

На содержание крахмала в клубнях картофеля предшественники не оказывали заметного влияния, на вариантах с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит крахмала было на 0,3-1,1 % больше.

По сумме сахаров все варианты были практически одинаковыми, сумма сахаров во всех исследуемых вариантах составляла 0,5-0,7 %.

По содержанию аскорбиновой кислоты все варианты, как по предшественникам, так и по применению микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, были практически одинаковыми, на уровне 16,2-16,7 %.

Содержание нитратов в корнеплодах картофеля находилось в пределах допустимых значений – от 132,9 мг/кг на варианте с обработкой клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит по предшественнику лук до 142,7 мг/кг на варианте с внесением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит в почву перед посадкой также по предшественнику лук.

Коэффициент энергетической эффективности картофеля по предшественнику «Лук» варьировал от 0,99 до 1,56 м. Минимальным он был на контрольном варианте, максимальным на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений.

Прибыль от обработки клубней картофеля микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит, внесения их в почву перед посадкой и листовой подкормки в фазу бутонизации растений была больше затрат на их применение. Поэтому максимальная рентабельность возделывания картофеля 155 % зафиксирована на данных вариантах на фоне предшественника озимая рожь на сидерат и 129 % на фоне предшественника «лук», а минимальная 50 % на контрольном варианте без всякого использования микробиологических удобрений на фоне предшественника лук.

Таким образом, обработка клубней микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т, внесение их в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га и обработка в фазу бутонизации растений 0,4 л А + 0,4 л Ф /га, а также использование озимой ржи на сидерат в качестве предшественника на светло-каштановых орошаемых почвах Нижнего Поволжья способствует улучшению условий произрастания картофеля, повышает урожайность, и в связи с этим, увеличивает рентабельность технологии возделывания данной культуры.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения продуктивности картофеля и увеличения рентабельности его производства на орошаемых землях Нижнего Поволжья рекомендуется в качестве предшественника использовать озимую рожь на сидерат, обрабатывать клубни микробиологическими удобрениями Азотовит (А) и Фосфатовит(Ф) нормами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т, а также вносить эти удобрения в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га и обрабатывать ими посевы в фазу бутонизации растений из расчёта 0,4 л А + 0,4 л Ф /га.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. Плескачѳв, Ю.Н. Продуктивность картофеля в зависимости от способов применения бактериальных удобрений и предшественников / Ю.Н. Плескачѳв, **О.Н. Скворцова** // Известия агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. Выпуск № 4 (44), 2016. – С. 106-111. (0,38 печ.л.; авт. – 0,19).

2. Плескачѳв, Ю.Н. Влияние азотовита и фосфатовита на урожайность картофеля при капельном орошении / Ю.Н. Плескачѳв, **О.Н. Роменская** // Научная жизнь. – 2017. - №7. – С.52-58.(0,44 печ.л.; авт. – 0,22).

Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах конференций

3. **Скворцова, О.Н.** Применение бактериальных удобрений при выращивании картофеля на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуре-

чья / О.Н. Скворцова // Материалы XIV Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. Волгоград: ВГСХА «Нива», 2010. – С. 96-99. (0,25 печ. л.; авт. – 0,25).

4. **Скворцова, О.Н.** Эффективность бактериальных удобрений при выращивании картофеля на светло-каштановых почвах Волгоградской области / О.Н. Скворцова // Материалы XV Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. Волгоград: ВГСХА «Нива», 2011. – С. 96-99. (0,25 печ.л.; авт. – 0,25).

5. Жидков, В.М. Бактериальные удобрения и урожайность картофеля при капельном орошении на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.М. Жидков, **О.Н. Скворцова** // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. VI Международная научно-практическая конференция (3-4 февраля 2011 г.). Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011.- Кн.2. – С. 103-104. (0,12 печ.л.; авт. – 0,06).

6. **Скворцова, О.Н.** Урожайность картофеля в зависимости от применения бактериальных удобрений на орошаемых светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья / О.Н. Скворцова // наука и молодежь: новые идеи и решения. Материалы V Международной научно-практической конференции молодых исследователей, Волгоград: ВГСХА «Нива», 2011. – С. 107-110. (0,25 печ.л.; авт. – 0,25).

7. **Скворцова, О.Н.** Инновационная технология возделывания картофеля с использованием бактериальных удобрений в системе капельного орошения / О.Н. Скворцова // Материалы XVI Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. Волгоград: Волгоградский ГАУ ИПК «Нива», 2012. – С. 58-60. (0,19 печ.л.; авт. – 0,19).

8. Жидков, В.М. Предшественники и эффективность бактериальных удобрений при выращивании картофеля на орошаемых светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.М. Жидков, **О.Н. Скворцова** // Интеграционные процессы в науке, образовании и аграрном производстве – залог успешного развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции, Волгоград: ВГСХА «Нива», 2011. – С. 80-83. (0,25 печ.л.; авт. – 0,12).

Примечание: фамилия автора Скворцовой О.Н. была изменена на Роменскую О.Н. в связи с заключением брака от 21.01.2017 г., № 512113