

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.И. ВАВИЛОВА

На правах рукописи

Трухина Елена Николаевна

**ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПОДУКТИВНОСТИ
ГОРОХА В ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ АГРОЦЕНОЗАХ
НА ОБЫКНОВЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМАХ САРАТОВСКОГО
ПРАВОБЕРЕЖЬЯ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель –
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор, почетный работник
высшего образования России
ШЕВЦОВА Лариса Павловна

Саратов – 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ	4
1 СОВЕРЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА	9
1.1 Роль гороха в решении проблемы растительного белка	9
1.2 Агробиологические особенности сортов гороха и направления их исследования	13
1.3 Фотосинтетическая деятельность агроценозов гороха и показатели ее оценки	29
1.4 Симбиоз и приемы его активизации	34
1.5 Технология создания высокопродуктивных бинарных и поливидовых агроценозов и особенности подбора компонентов	38
2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	46
2.1 Программа и схемы полевых опытов	46
2.2 Материал и методика проведения исследований	51
2.3 Почвы, климат и метеорологические условия районов и лет полевых экспериментов	55
3 АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ ГОРОХА НА ЧЕРНОЗЕМАХ СТЕПНОГО САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ	66
3.1 Особенности развития и роста растений сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем и просом при разных соотношениях компонентов	67
3.2 Способы создания высокопродуктивных бинарных агроценозов	85
3.2.1 Особенности формирования структуры посевов в одновидовых и бинарных агроценозах	89
3.3 Фотосинтетическая продуктивность гороха в бинарных посевах	100
3.4 Симбиотическая продуктивность гороха в одновидовых и бинарных посевах	108
3.5 Кормовые достоинства продукции одновидовых и бинарных посевов гороха с ячменем	118
4 ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ГОРОХА И ГОРОХА С ЯЧМЕНЕМ БАКТЕРИАЛЬНЫМИ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ	124
4.1 Ход ростовых и продукционных процессов	136
4.2 Продолжительность отдельных межфазных периодов и динамика роста растений	142

4.3 Симбиотическая продуктивность гороха в зависимости от предпосев- ной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препара- тами	147
4.4 Урожайность и элементы ее структуры в зависимости от обработки семян гороха бактериальными и ростостимулирующими препаратами	151
5 ОЦЕНКА БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ ГОРОХА	159
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	165
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	168
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ	169
ПРИЛОЖЕНИЯ	191

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. В засушливом Поволжье, зоне с регулярно повторяющимися засухами, исключительную актуальность имеют разработки по дальнейшему развитию и стабилизации кормовой базы, обеспечивающей надлежащий уровень и полноценность кормовых рационов. В настоящее время дефицит белка в кормах является одним из значительных факторов сдерживающих рост продуктивного животноводства. В производимых сегодня кормах содержание протеина не превышает 75-80 г на одну кормовую единицу при необходимой норме 110-120 г.

Важным источником кормового белка являются бобовые травы, зернобобовые культуры и бобово-мятликовые смеси. Однако несовершенство современной структуры посевных площадей, незначительный в них удельный вес зернобобовых культур и бобовых трав, заметно снижает валовые сборы белкового зерна и содержание производимого в кормах протеина.

В этой связи, хозяйственный и биолого-экологический подход к дальнейшему развитию продуктивного отечественного животноводства в степном засушливом Поволжье предусматривает значительное расширение посевных площадей зернобобовых культур, бобовых трав и бобово-злаковых смесей.

Сравнительно не дорогим, высококачественным по набору ценных и незаменимых аминокислот, хорошо усвояемым белком отличаются зернобобовые культуры, среди которых высокой и стабильной урожайностью, универсальностью в использовании выделяется горох. Культура представлена многообразием сортов, отличается пластичностью, хорошей совместимостью в агроценозах с другими кормовыми культурами и, благодаря широкому ареалу распространения, призвана участвовать в решении насущной проблемы – увеличения производства кормового растительного белка.

Кроме того, горох, обладая ярко выраженными симбиотическими свойствами, обогащает почву азотом и является хорошим предшественником для

сельскохозяйственных культур в севооборотах, что очень важно в отношении адаптивной агротехнологии, а также в экономии затрат на азотные удобрения.

Опыт показывает, что на черноземах степного Поволжья посевы гороха способны обеспечивать с 1 гектара более 4,0 тонн высокобелковистого зерна и до 25,0 тонн зеленой массы с необходимым для сельскохозяйственных животных содержанием в ней переваримого протеина.

Причина незначительных площадей посевов гороха в хозяйствах Саратовской области кроется как в недооценке хозяйственно-экологических и энергетических свойств культуры, так и в недостаточной изученности некоторых биологических особенностей современных сортов и технологии их выращивания в одновидовых и смешанных посевах с другими видами растений.

Степень разработанности проблемы. Вопросы повышения продуктивности гороха при возделывании в условиях степного Поволжья отражены в работах В.Д. Кузьмина (1971), В.В. Зубкова (1984), Л.П. Шевцовой (2000, 2004, 2006), Н.Н. Кулевой (2002), А.В. Васина (2006) и др.

Однако особенности продукционного процесса различных видов и сортов гороха требуют дальнейшего изучения. Нет детальной оценки совместимости гороха с различными мятликовыми культурами в бинарных агроценозах. Недостаточно сведений об особенностях развития симбиотического аппарата на корнях гороха в зависимости от сортовых особенностей и приемов выращивания, не определено влияние этих факторов на размеры биологической фиксации азота. До настоящего времени в регионе не было исследований по закономерностям формирования бинарных агроценозов гороха с ячменем при обработке семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами.

Решение этих вопросов для зоны черноземной степи Поволжья и составляет основу настоящей работы и определяет ее актуальность.

Цель и задачи исследований. Цель наших исследований заключалась в научном обосновании ресурсосберегающих адаптивных приемов возделывания посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми культурами в условиях Саратовского Правобережья.

В соответствии с этим в исследованиях решали следующие задачи:

- изучить особенности продукционных процессов сортов посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми компонентами (ячменем и просом) и определить агробиологические параметры их высокопродуктивных посевов в зависимости от приемов выращивания;
- дать сравнительную оценку сортам посевного и кормового гороха по продуктивности и совместимости в бинарных агроценозах;
- выявить оптимальные способы посева и нормы высева для формирования высокопродуктивных бинарных горохо-ячменных агроценозов;
- изучить особенности развития симбиотического аппарата на корнях гороха в зависимости от приемов выращивания и определить размеры биологической фиксации азота;
- установить закономерности формирования высокопродуктивных бинарных агроценозов гороха с ячменем при обработке семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами;
- провести биоэнергетическую и экономическую оценку рекомендуемых приемов выращивания гороха в бинарных агроценозах.

Научная новизна. Впервые объектом исследований в условиях степной зоны Саратовского Правобережья стало возделывание сортов гороха в бинарных агроценозах с ячменем и просом. Изучены особенности хода продукционных процессов у растений гороха в бинарных посевах с ячменем и другими мятликовыми культурами. Определены оптимальные способы посева и нормы высева посевных и кормовых сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах и размеры биологической фиксации азота.

Установлены закономерности формирования высокопродуктивных бинарных агроценозов гороха с ячменем при обработке семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами с целью сбора высококачественной кормовой продукции и снижения затрат на энергетические и материальные ресурсы.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований. Выявлены особенности продукционных процессов сортов посевного и кормового гороха, а также развития симбиотического аппарата в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми компонентами.

На основе результатов полевых исследований для условий Саратовского Правобережья разработаны основные приемы адаптивной ресурсосберегающей технологии возделывания посевных и кормовых сортов гороха в бинарных агроценозах с ячменем и другими мятликовыми культурами, обеспечивающие стабильные урожаи зерна и зеленой массы.

Результаты исследований прошли производственную проверку и внедрены в сельхозпредприятиях Балашовского района Саратовской области на площади более 350 га, включены в рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур в степном Поволжье и используются в учебном процессе Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова.

Объект и предмет исследования. Объект исследований – виды и сорта гороха посевного Орловчанин и кормового (пелюшка) Зарянка, ячмень - Нутанс 553, просо - Ильиновское, бактериальные (ризоторфин, экстрасол) и ростостимулирующие (эпин экстра, циркон, силиплант) препараты.

Предмет исследований – приемы возделывания посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми культурами.

Методология и методы исследований. Методология исследований основана на изучении и анализе научной литературы отечественных и зарубежных авторов. Методы исследований: теоретические – обработка результатов исследований методами параметрической и непараметрической статистики; эмпирические – лабораторные и полевые исследования, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Основные положения, выносимые на защиту:

- особенности хода продукционных процессов у растений гороха в одновидовых и бинарных агроценозах в зависимости от соотношения компонентов, способов посева и норм высева;

- показатели фотосинтетической и симбиотической продуктивности гороха в одновидовых и бинарных посевах;

– оптимальные способы посева и нормы высева для формирования высокопродуктивных бинарных горохо-ячменных агроценозов;

- закономерности ростовых и продукционных процессов в бинарных горохо-ячменных агроценозах в зависимости от использования регуляторов роста и бактериальных препаратов в предпосевной обработке семян;

- экономическая и биоэнергетическая оценка агротехнологических приемов выращивания гороха в одновидовых и бинарных агроценозах.

Достоверность результатов исследований подтверждена многолетними исследованиями, применением современных методик закладки и проведения опытов, статистической обработкой экспериментальных данных.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на Международной научно-практической конференции, посвященной 120-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова (Саратов, 2007 г.); на XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора, заслуженного агронома России А.И. Помогаевой (Пенза, 2008 г.); на II Всероссийской научно-практической конференции «Специалисты АПК нового поколения» (Саратов, 2008 г.); на научных конференциях профессорско-преподавательского состава, аспирантов и научных сотрудников Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова (2009, 2010, 2012, 2013, 2014 гг.); на заседаниях кафедры растениеводства, селекции и генетики Саратовского ГАУ имени Н.И. Вавилова (2008, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014 гг.).

Публикации. По теме исследований издано 14 научных работ, из них 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и предложений производству. Работа изложена на 190 страницах компьютерного текста, включает 43 таблиц, 7 рисунков. Приложения размещены на 181 странице. Список литературы включает 238 источников, в том числе 7 зарубежных авторов.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА

1.1 Роль гороха в решении проблемы растительного белка

Горох – одна из древнейших культур, возделываемых человечеством, отличается высоким содержанием белка, высокой пластичностью, холодостойкостью, многообразием сортов и, благодаря широкому ареалу распространения, призван участвовать в решении насущной проблемы современного аграрного производства – увеличения производства растительного белка.

На сегодняшний день дефицит белка только в продуктах питания составляет 30%. Высокое содержание в кормовых рационах белка является важным фактором повышения продуктивности отрасли животноводства.

Снижение удельной доли бобовых трав и зернобобовых культур в современной структуре посевных площадей привело к низким валовым сборам зерна, падению содержания протеина в урожае и гумуса в почве.

Почвенные и климатические условия Саратовской области весьма неоднородны. Почвы представлены здесь в основном тяжелосуглинистым и глинистым покровом в сочетании с солонцами, а климат отличается суровостью и резкой континентальностью. Существенной чертой здешней погоды, является частая повторяемость засух, определяющая колебания в производстве кормовой продукции и зерна.

В свое время сложившаяся в области специализация хозяйств и сельскохозяйственных предприятий на производстве животноводческой продукции и зерна, определила и структуру посевов. В структуре посевов основными стали такие культуры, как ячмень, пшеница, кукуруза, просо, и кормовые – суданская трава, люцерна, реже эспарцет. И только в некоторых хозяйствах на незначительных площадях размещали зернобобовые культуры. В настоящее время в общей структуре посевов доля зернобобовых культур составляет всего 0,3-0,5%, поэтому создаваемые сочные, концентрированные и другие виды кормов

являются несбалансированными по питательности и не обеспечивают полной потребности животных в незаменимых аминокислотах и ценных питательных элементах, что значительно повышает себестоимость и снижает доходность продукции животноводства.

Расширение посевов гороха, чины, нута, вики, сои, бобово-мятликовых смесей является дешевым и доступным источником дефицитных аминокислот и биологически ценного белка. Нельзя не отметить, что зернобобовые культуры, обладают активными симбиотическими свойствами, благодаря которым они обогащают почву азотом и являются хорошими предшественниками в севооборотах для большинства культур, что немало важно с точки зрения экономии затрат на энергоемкие азотные удобрения и в агротехническом отношении.

Значение и использование зернобобовых культур весьма разнообразное. Их производят непосредственно для использования в питании человека, на корм для сельскохозяйственных животных, они используются в качестве сырья для промышленной переработки. Достаточно сказать, что население мира удовлетворяет свою потребность в протеинах в значительной мере (16%) за счет продукции зернобобовых культур, хотя площади их выращивания, урожайность значительно ниже, чем у зерновых культур (Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А., Тарануха Г. и др., 2000). Учитывая, что в мире для производства продукции животноводства используется значительная доля продукции зернобобовых культур, то их значение еще больше возрастает.

Зерновую продукцию зернобобовых культур считают ценнейшим концентрированным кормом для животных. Однако следует сказать, что биологическая ценность белка зернобобовых по сравнению с белком зерновых относительно низка. Белок зернобобовых меньше содержит триптофана и серосодержащих незаменимых аминокислот (метионина, цистина), причем между видами существуют значительные различия. Поэтому смешиванием различных белковых кормов этот недостаток можно устранить.

Есть попытки использовать зернобобовые как возобновляемое сырье для химической и фармацевтической промышленности. Ведутся исследования в

направлении экстракции вторичных растительных веществ для производства биологических препаратов для защиты растений (экстракты из горьких люпинов) и для применения в медицине (лецитины экстрагируют из семян сои и узколистного люпина).

Для технических целей из семян мозгового гороха выделяют крахмал, который представлен в основном амилазой. По способу экструзии такого крахмала получают пластмассо подобные материалы – отличные экологически безопасные лаки, бумагу, апретюры (текстильные изделия), пленки и упаковочные материалы (Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А., Тарануха Г. и др., 2000).

Одним из важнейших признаков ценности семян гороха является их химический состав, но даже он не определяет абсолютно его потребительские и товарные качества.

Зерно гороха употребляют в самом разнообразном виде – крупы, мука, консервы. Оно содержит от 17,5 до 36,0% белка, до 1,2-1,5% жира, 58,0% крахмала, 8,0% сахара, 3,0-6,0% клетчатки, 2,4-3,5% золы от массы сухого вещества (Боднар Г.В., Лавриненко Г.Т., 1977).

В вегетативной массе и семенах гороха содержатся ценные витамины: А₁, В₁, В₂, С, Д, Е, К, РР и другие.

Белок семян гороха складывается преимущественно из легкорастворимых глобулинов и альбуминов. В пределах 90% совокупного содержания белка приходится на долю этих фракций. Семена гороха не теряют вкусовые и пищевые качества, при продолжительном хранении до 10-12 лет, что обуславливает их высокую ценность в целях создания кормовых и продовольственных резервов.

В период цветения гороха его зеленая масса содержит в расчете на сырое вещество 0,4% жира, 2,4% белка, 1,2% золы, 5,1% БЭВ, 4,4% клетчатки, а также достаточно высокое количество витаминов (В₁, В₂, С, каротина - провитамина А). До 16-20% белка в расчете на сухое вещество содержится в сене гороха.

Бор, медь, молибден, кобальт, и др. микроэлементы оказывают благоприятное воздействие на содержание белка в зеленой массе и семенах гороха.

В последние годы горох на кормовые цели используют в виде зеленой массы, силоса, травяной муки, сена и сенажа при его возделывании в смешанных и одновидовых основных и пожнивных посевах.

Следует отметить положительную роль гороха в агротехнике, поскольку его посевы противодействуют развитию сорных растений, улучшают пищевой и водный режим почвы. Есть опыт возделывания гороха в пожнивных посевах и в качестве парозанимающей культуры, в занятом пару горох с озимой рожью. Во многих регионах России лучшими предшественниками яровых зерновых культур и озимой ржи признаны вика и горох (Боднар Г.В. и Лавриненко З.Т., 1977).

Положительное влияние горох и другие зернобобовые культуры оказывают на плодородие почвы. Поры, которые оставляют их стержневые корни, улучшают газо- тепло- и водообмен в почве. Листья и растительные остатки бобовых защищают почву от солнечного излучения и от запыления при сильных дождях.

Увеличение посевов гороха и других видов зернобобовых культур, повышение их урожайности – это решение проблемы не только растительного белка, но и некоторых вопросов экологического плана. Живые организмы практически полностью утилизируют биологический азот, тем самым резко снижая содержание нитратов в грунтовых и почвенных водах. Однако, при достаточно высокой положительной оценке зернобобовых культур, нельзя забывать, о том, что морфобиологические особенности некоторых видов затрудняют применение промышленных способов их производства: отдельные виды склонны к полеганию, другие проявляют зависимость формирования цветков и бобов от погодных условий, а большинство поражается вредителями и болезнями и не имеет синхронности в созревании.

Наши исследования по оценке видового и сортового разнообразия культуры гороха, выявлению морфобиологической совместимости их в бинарных агроценозах с мятликовыми культурами и установлению оптимальных агробиологических параметров высокопродуктивных посевов весьма актуальны.

1.2 Агробиологические особенности сортов гороха и направления их исследования

Горох полевой (*Pisum sativum*, L.) принадлежит к ботаническому семейству бобовых (Fabaceae) или мотыльковых (Papilionaceae) (Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А., Тарануха Г. и др., 2000).

Археологические раскопки свидетельствуют о том, что горох – это одна из наиболее древних культур, 20 тыс. лет назад его зерно использовали в пищу, наряду с просом, ячменем и пшеницей (Гатаулина Г.Г., 1997).

Посевы гороха в мировом земледелии занимают площадь в 5,8 млн га. Россия по площади посева этой культуры занимает второе место в мире, в последние годы она составляет около 450 тыс. га.

Первое место принадлежит Китаю (800 тыс. га), а в США его посевы составляют всего лишь 113 тыс. га (Фирсов И.П. и др., 2004).

Высокая пластичность и наличие экологически адаптированных сортов позволяют выращивать горох в различных почвенно-климатических зонах. В России горох является основной зерновой бобовой культурой и занимает более 55% площади всех посевов зернобобовых растений.

Основные площади его посевов размещены в Средне-Волжском (наибольшие), Уральском, Западно-Сибирском, Северо-Кавказском, Волго-Вятском, Восточно-Сибирском, Центральном районах и Центрально-Черноземной зоне (Фирсов И.П. и др., 2004).

Из-за высокой холодостойкости и относительно короткого периода вегетации горох успешно выращивают на севере – до 65° с. ш. (Приполярная зона). Расширению посевов гороха в южных районах страны мешает повреждение зерна гороховой зерновкой (брухусом).

Средняя урожайность гороха в мире составляет 1,8 т/га, наиболее высокая урожайность зерна гороха во Франции – 4,7 т/га.

Современные сорта гороха имеют возможность давать высокую урожайность – до 4,5-5,0 т/га. Так, сорт полевого гороха Алла сформировал макси-

мальную урожайность зерна в Саратовской области – 40,3ц/га в 2001 г., сорт Орпела – 29,4ц/га сухой массы в 1999 г. (Орлова Н.С. и др., 2012).

По Г.Ф. Генералову (1964) род *Pisum* отнесен к трибе виковых (*Vicieae*), а вид *Pisum sativum* считается сборным видом.

К числу наиболее распространенных сортов посевного гороха следует отнести Труженик, Орловчанин, Орловчанин 2, Орлус, Таловец 70, Зарянка, Алла, Аксайский усатый 55, Аксайский усатый 7, Мультик, Самарец, Флагман 10, Флагман 12, Визир, Фараон, Орпела. Перечисленные сорта характеризуются устойчивостью к растрескиванию бобов и осыпанию, высокой урожайностью, относительной низкорослостью, а также устойчивы к полеганию.

На современном этапе *Pisum sativum* (L.) характеризуется тремя подвидами: 1 –asiaticumGov., 2 –transcaucasicumGov., 3 –communeGov. Первый и второй подвиды не имеют селекционных сортов, а вот третий –commune распадается на три эколого-географические группы. К ним относятся: западноевропейская, средиземноморская и среднеевропейская.

Горохи средиземноморской группы развивают сравнительно высокорослый стебель, который ветвится у основания, их бобы имеют луцильный тип, семена крупные светлоокрашенные округлые. От появления всходов до цветения они холодостойки и отличаются быстрым ростом, после цветения становятся более требовательными к теплу и отличаются устойчивостью к засухе. Это сорта типа Викторий. Все западноевропейские горохи отличаются морщинистыми семенами, крупными листьями и замедленным ростом в начальных фазах развития. Сорта гороха среднеевропейской группы образуют чаще высокорослый тонкий стебель, бобы имеют пергаментное наслоение, семена угловатые или округлые, пигментированные или светлоокрашенные (пелюшка). Они довольно пластичны. Это все сорта типа Капитал.

Сорт Орловчанин в посевах Саратовской области появляется в 1993 году, он относится к разновидности *semineum*, подразновидности *semineum – aeadicum*. Его стебель полукарликовый, само растение с обычной формой куста, довольно продуктивное: на нем образуется до 6-12 бобов с 4-8-ю семенами в

бобе. Семена довольно крупные, в диаметре достигают 7,5 мм, светло-желтые, овально-удлиненные. Сорт не осыпается, устойчив к полеганию.

В 1998 году по Саратовской области был районирован полевой кормовой (пелюшка) горох Зарянка, который выведен в ВНИИ зернобобовых и крупяных культур. Сорт среднепозднего срока созревания – от всходов до скашивания зеленой массы 55-68 дней, с массой 1000 зерен – 277 г.

По Саратовской области в государственный реестр включено 8 сортов посевного гороха и 2 сорта пелюшки. Они отличаются устойчивостью к засухе, к полеганию, осыпанию и высокой урожайностью. Так, максимальная урожайность сорта Аксайский усатый 55 составила 49,1 ц/га.

Многие сорта гороха способны к быстрому развитию, что позволяет использовать их в промежуточных посевах и в занятых парах.

По своей биологической природе горох относительно холодостоек, предъявляет высокие требования к почвам, требователен к влаге (Вавилов П.П., 1983; Гатаулина Г.Г., 1997). Одновременно горох является одной из преимущественно скороспелых зернобобовых культур: за 70-75 дней создает выше 4,0 т/га зерна, а за период 30-60 дней он может сформировать 38,0 т/га зеленой массы, что повышает достоинства гороха, как предшественника для большей части сельскохозяйственных культур. Имеются данные из литературных источников, что если посеять пшеницу после гороха, то в ее зерне значительно увеличится содержание клейковины и белка.

В.А. Потушанский считает, что в современных условиях укрепление земледелия всецело зависит от правильного севооборота, который остается важным средством увеличения урожаев, поправки экологической ситуации, повышения плодородия почвы. Автор рекомендует шире использовать зернобобовые культуры, в частности горох, в роли предшественника зерновых культур.

Однако при выращивании гороха необходимо учесть такие его отличительные особенности, как растянутые фазы цветения и созревания, полегающий стебель, растрескивающиеся плоды, расположение генеративных

органов, на разных ярусах, находящихся в развитии на разных этапах органогенеза (Посыпанов Г.С. и др., 1985).

Опасный период в формировании и созревании урожая гороха – это фазы цветения и образования плодов, когда при низкой активности симбиоза, дефиците влаги снижается количество завязей плодов (Гатаулина Г.Г., 1997).

Из других особенностей культуры гороха следует отметить, что это растение требовательное к влаге. Уже в период набухания и прорастания семян требуется 100-120% воды от их массы. Ранний посев гороха во влажный слой почвы обеспечивает лучшие условия для быстрого и дружного появления всходов, а недостаток воды в периоды бутонизации, цветения и завязывания бобов приводит к осыпанию цветков и завязей, снижению числа вызревших бобов, а в конечном итоге снижает урожай (Генералов Г.Ф.; 1977).

Для распространенных сортов гороха сумма активных температур за вегетацию колеблется от 1200 до 1600⁰С, поэтому так широка территория распространения культуры в нашей стране. Однако сухая и жаркая погода с температурой выше +26⁰С неблагоприятна для формирования урожая.

Культура гороха предъявляет к почвам достаточно высокие требования: он достаточно хорошо растет на черноземах, серых лесных и окультуренных дерново-подзолистых почвах среднего гранулометрического состава Г.С. Посыпанов, (1993). Растениям гороха, как и другим культурам семейства Fabaceae, требуется хорошая аэрация почвы для развития азотофиксирующих бактерий, т.е. для активного симбиоза. В.П.Орлов (1986), А.П.Исаев, (1985) сообщают, что на тяжелых, кислых и заплывающих почвах симбиоз ослаблен и растения гороха испытывают азотное голодание.

Для активизации симбиотического процесса семена гороха в день посева следует инокулировать, т.е. обработать ризоторфином.

Г.С. Посыпанов, (1997) утверждает, что одна из причин решения вопроса растительного белка – это биологическая фиксация азота из воздуха. При благоприятных условиях симбиоза белковая продуктивность культур, способных к симбиотической азотофиксации, во много раз превышает

белковую продуктивность сельскохозяйственных культур, не имеющих такого свойства.

С участием симбиотически фиксированного азота полученная продукция обладает высокими кормовыми и пищевыми качествами, безвредна для нужд человека и животных.

Проблему охраны окружающей среды в определенной степени решает биологическая фиксация азота воздуха, тем самым предотвращая загрязнение водоемов и грунтовых вод окислами азота. Установлено, что окислы азота, поступая с водой в организм человека, превращаются в нитро соединения, которые могут вызвать образование злокачественных опухолей. Накопление белка в зернобобовых культурах более чем 3 т/га исключает эту опасность, за счет симбиотически фиксированного азота воздуха.

Сбережение затрат энергии на одну единицу продукции обеспечивает симбиотическая концентрация азота воздуха. За счет энергии солнца осуществляется симбиотическое фиксирование азота, который был накоплен в процессе фотосинтеза. Установлено, что по мере усиления симбиоза насыщенность фотосинтеза листьев возрастает, потребление углеводов на азотофиксацию восполняется оптимальным потреблением солнечной радиации и не снижает урожай.

Естественное плодородие черноземных почв способно сформировать урожайность зерновых культур до 1,8-2,8 т/га, т.е. растения имеют возможность без минеральных удобрений и симбиотической азотофиксации ассимилировать из почвы 70-90 кг/га азота, но это свидетельствует о снижении плодородия почвы, о снижении запасов доступного азота в ней.

Симбиотическая азотофиксация проходит благодаря энергии солнца, накопленной растениями, и вопрос заключается в том, чтобы исследовать и выявить требования максимальной деятельности бобово-ризобияльного сожительства для отдельной культуры или группы культур в каждой почвенно-климатической зоне и обеспечить данные условия агротехническими способами.

В симбиотической фиксации азота воздуха участвуют микросимбионт – клубеньковые бактерии рода *Rhizobium*, которые делятся на 11 видов и макросимбионт – растение. При этом отдельный вид бактерий адаптирован к группе видов или одному из видов растений.

С горохом и пелюшкой, викой посевной и мохнатой, чиной и чечевицей, кормовыми бобами могут вступать в сосуществование ризобии *Rh. leguminosarum*, тогда как *Rh. japonicum* инфицируют только сою, *Rh. lupine* – только люпин, *Rh. lotus*– инфицируют только лядвенец. Эта приспособленность видов клубеньковых бактерий к виду или группе видов растений называется специфичностью.

В почве имеются спонтанные специфичные штаммы ризобий, которые инокулируют растения, но если на поле бобовая культура выращивается впервые, необходимо применить дополнительную инокуляцию почвы или семян для увеличения количества специфичных и вирулентных бактерий, повышения активности симбиоза. В качестве инокулянта чаще используют ризоторфин – клубеньковые бактерии, нанесенные на стерилизованный молотый торф.

Из основных факторов, ограничивающих активность симбиоза, следует отметить такие, как повышенная кислотность почвы, низкая влажность. В районах с дефицитом увлажнения многие бобовые растения развиваются, не образуя клубеньков на корнях, несмотря на проводимую инокуляцию.

Максимальный симбиотический аппарат бобовых культур развивается при влажности почвы от 100% ППВ до ВРК (в пределах 60% ППВ). Избыток влаги, как и ее недостаток, неблагоприятны для симбиоза, так как из-за снижения аэрации почвы значительно ухудшается снабжение симбиотического аппарата кислородом, что снижает симбиотическую азотофиксацию.

По данным Г.С. Посыпанова (1997), в наиболее аэрируемом верхнем слое почвы – 0-10см образуется большая часть клубеньков, однако на заплывающих почвах даже и активные штаммы ризобий слабо закрепляют азот, в следствии чего образуются мелкие клубеньки, поэтому бобовые культуры лучше

размещать на хорошо окультуренных почвах – на рыхлых, не заплывающих почвах.

Для максимальной симбиотической азотофиксации, температура воздуха и верхнего слоя почвы должны находиться в диапазоне 20-30°C для растений короткодневного фитоопериодизма и до 15-20°C для длиннодневных культур.

Достаточная обеспеченность растений-симбионтов фосфором – это обязательное условие активного симбиоза, так как фиксация азота воздуха происходит при участии аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), а главной составной частью АТФ является фосфор.

Калий способствует передвижению пластичных веществ в растении, лучшему обеспечению симбиотической системы фотоассимилянтами и недостаток калия ограничивает активность симбиотической азотофиксации.

Исследователи считают, что для активного усвоения азота воздуха бобовыми культурами необходима достаточная обеспеченность растений культуры микроэлементами, в первую очередь, бором и молибденом.

Лучшему развитию сосудисто-проводящей системы, обеспечению клубеньков энергетическими материалами способствует такой элемент как бор.

Бор переходит в недоступное для растений состояние на почвах с нейтральной и щелочной реакцией и в этом случае под бобовые нужно вносить борные удобрения – буру или борную кислоту, боризированный суперфосфат в расчете не менее 1 кг бора на гектар.

В состав азотофиксирующего ферментного комплекса – нитрогеназы входит молибден. Перед посевом семена бобовых обрабатывают молибдатом аммония из расчета 20-50 г Мо на гектарную норму семян. Этот элемент особенно важен на кислых почвах, где он находится в малоподвижном состоянии.

Давно известно, что минеральный азот подавляет симбиотическую азотофиксацию и у зернобобовых при этом отмечается тенденция к снижению урожая семян и увеличению вегетативной массы. Однако однозначного ответа по этому поводу ученые пока не дали.

Есть рекомендации в научной литературе по использованию под зерновые бобовые культуры стартовых доз азотных удобрений – 20-30 кг/га, которые рассчитаны на снабжение растений до начала самостоятельной симбиотической фиксации азота. Есть данные, что до начала фиксации азота из воздуха зернобобовые растения потребляют 6-7 кг азота на 1 гектаре и такое количество этого элемента в любых почвах весной всегда имеется и азотное голодание растениям обычно не грозит.

Если условия благоприятствуют развитию клубеньков, то стартовый азот только задерживает их появление.

Для формирования 1т семян и соответствующего количества других органов горох потребляет 45-60кг N, 16-20кг P₂O₅, 20-30кг K₂O, 25-30кг CaO, 8-13 кг Mg, а также много микроэлементов – бора, молибдена и др.

До цветения посевами гороха усваивается 20% N от общего количества за вегетацию. Во время цветения-образования бобов интенсивность накопления азота возрастает в 2,5-3,0 раза, по сравнению с периодом до цветения.

Симбиотическая фиксация в благоприятных условиях покрывает 70-75% общего потребления азота и такие посевы в применении азотных удобрений не нуждаются (Боднар Т.В., Лавриненко Г.Т.; 1977).

Фосфорно-калийные удобрения под горох следует вносить с учетом выноса питательных веществ с планируемым урожаем, активности симбиоза и складывающихся условий влагообеспеченности почвы.

Из особенностей агротехники следует отметить, что лучшими предшественниками гороха являются озимые зерновые и такие пропашные культуры, как картофель, кукуруза, сахарная свекла (Исаев А.П., 1971).

Не следует размещать посевы гороха после других зернобобовых культур и бобовых трав и возвращать горох на поле в севообороте ранее, чем через 5-6 лет (опасно поражение его посевов вредителями и болезнями).

Среди разных видов насекомых, наносящих вред клубенькам, выделяются полосатые и щетинистые клубеньковые долгоносики, личинки которых питаются содержимым клубенька. Эти вредители при большой численности

почти полностью уничтожают клубеньки. Против долгоносиков следует применять химические средства защиты растений в период выхода жуков из почвы.

В ризосфере бобовых культур обитают нематоды, которые нередко наносят вред клубенькам. Так, в прикорневой зоне гороха обнаружено до 47 видов нематод, в том числе 25 паразитических. Нематоды проникают в клубеньки и уничтожают их. Основное средство борьбы с нематодами – это севооборот.

Не следует размещать горох после посевов подсолнечника, который сильно иссушает почву. К тому же всходы падалицы и остатки стеблевой корневой массы подсолнечника затрудняют посев и уборку урожая гороха.

Продуктивность посевов сельскохозяйственных культур, в том числе и гороха, в значительной степени связана со способами размещения высеваемых семян на площади.

В традиционной технологии, горох высевают обычным рядовым способом. Ранее возделываемые сорта в той или иной степени были склонные к полеганию и в связи с полегаемостью растений гороха, исследователи настоятельно рекомендовали узкорядный способ посева.

Известный исследователь культуры гороха А.А. Зиганшин (1972) считает, что среди рекомендуемых производству нет полностью неполегающих сортов гороха, следовательно в районах достаточного увлажнения и при орошении целесообразнее применять смешанные посевы, поскольку полегание высокопродуктивных посевов культуры гороха на идеальных агрофонах при удовлетворительном увлажнении существенно понижает урожайность. Ученый рекомендовал дополнять к абсолютной норме высева культуры гороха 20 кг/га семян овса, который снижая полегание посевов, уменьшает потери и повышает производительность техники в момент уборки.

Для получения высоких урожаев зеленой массы с содержанием 10-14% сухой субстанции требуется повышенная густота посева, что связано с применением повышенных норм высева семян и большими затратами на подготовку

посевного материала. В этом случае лучше использовать мелкозерные сорта гороха (с меньшей массой тысячи зерен), т.е. сорта кормового гороха, но исследователи и практики рекомендуют выращивать смеси разных культур для быстрого появления растительных покровов, большего урожая сухой субстанции и повышения кормового качества продукции.

Ученые также предлагают в момент установления норм высева принимать во внимание не только индивидуальности сорта гороха, а так же и структуру участка. На плодородных и не засоренных землях, норму высева необходимо немного снижать, а на сорных участках ее нужно увеличивать.

Норму высева необходимо повышать на 10-15%, если горох высеивается на тяжелых почвах и предполагается боронование всходов (Гатаулина Г.Г., 1997).

По данным исследований С.Н. Деревщюкова, (2006), норма высева культуры гороха может меняться от 1,2 до 1,8 млн. всхожих семян на 1 гектар, что обуславливается местными условиями. На полях с достаточными запасами продуктивной влаги и при орошении норму высева необходимо увеличить на 10-15%, а при самых ранних сроках высева рекомендуется повысить ее еще на 10-15%. Если не следовать научно-обоснованным рекомендациям, то посеvy гороха могут быть изреженными на 30-40%, в этом случае недобор урожая зерна составит 0,5-0,8 т/га и более.

Бесспорно, что среди агротехнических приемов, значительное место отводится нормам высева, способствующим полевым культурам справляться с угнетающим действием засухи.

Из особенностей биологии изучаемой культуры следует отметить, что горох не выносит семядоли на поверхность почвы при прорастании семян, поэтому допустима относительно глубокая заделка их в почву.

Горох является самоопыляющейся культурой и при культивировании его на семена не требуется пространственная изоляция.

Плоды гороха при созревании растрескиваются. Эти и другие недостатки культуры преодолеваются как агротехническими приемами, так и селекционным путем.

У гороха отмечают следующие фазы вегетации: всходы, бутонизация, цветение и созревание. Поскольку цветение и созревание проходят постепенно – снизу вверх по стеблю, то завершающие фазы фиксируются по ярусам, при этом одновременно генеративные органы, оказываются на различных этапах органогенеза, хотя расположены на неодинаковых ярусах.

Выделяют два этапа, когда фотосинтез недоступен в вегетационном периоде культуры гороха: начальный – посев-всходы, когда листья слабо развиты; конечный – созревание, когда налив зерна уже закончился и листья пожелтели, но сохранность влаги в семенах еще высокая.

В развитии гороха выделяют 4 периода от всходов до начала созревания, и каждый из них определяется, как имеющий первостепенное значение для формирования качественного урожая.

Первый период (всходы-начало цветения), продолжительностью 30-45 дней в зависимости от условий среды и сорта. В этот период определяется густота стеблестоя. На первых порах замедленно, а затем стремительнее нарастает листовая поверхность, формируются и работают клубеньки (Гатаулина Г.Г., 1997).

Второй период (цветение-образование плодов), продолжительностью 14-20 дней. В этот период продолжается рост растений в высоту, и стремительно растет биомасса и листовая поверхность. Это опасное время в созревании урожая, когда из-за невысокой активности симбиоза, недостатка влаги и других факторов может снизиться завязываемость бобов. Если в этот период завязалось мало бобов, последующие агротехнические приемы уже не смогут повысить урожай.

Излишнее разрастание в этот период вегетативной массы также неблагоприятно сказывается на формировании урожая семян.

В третий период происходит рост плодов, к концу периода они достигают максимальных размеров. Это период когда определяется число семян на растении или на единице площади посева. Продолжается прирост биомассы и в конце периода отмечается максимальный урожай зеленой массы. В этот период растения гороха, особенно высокорослые, полегают.

В четвертый период происходит налив семян. Идет отток пластических веществ, особенно азота, из вегетативной массы и других органов растения в семена. Увеличивается масса семян и в конце периода завершается процесс формирования урожая, его зерновой продукции. Определяется такой важнейший элемент продуктивности, как масса 1000 семян.

В последние годы в агротехнологиях резко возросло значение регуляторов роста и развития растений.

Регуляторы роста растений – это природные или синтетические химические вещества, применяемые для обработки растений в целях повышения устойчивости, увеличения урожайности, улучшения качества или для обеспечения благоприятных условий для уборки урожая.

На посевах ячменя, овса, пшеницы, кукурузы исследованы такие регуляторы роста как Агат-25, агрика, бисол-1,2,4-эпибрассинолид и др.

Агат-25К – это смесь элементов питания (N, P, K, Mo, Mn, Zn, Co, B) и почвенных бактерий. Применение препарата значительно повышает энергию прорастания, всхожесть семян и иммунитет растений (Дорожкина Л.А., Поддымкина Л.М.; 2013).

Препарат Агрика+селен (в дозах 300, 500 мл/га) при обработке посевов озимой пшеницы в период кущения обеспечивал прибавку урожая 0,22-0,24 т/га и повышал содержание клейковины в зерне на 1,4% относительно контроля (Лебедева Т.Б., 2004). Данный препарат предназначен для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и защиты их от фитопатогенной микрофлоры. Рекомендуемая норма расхода данного препарата при обработке семян составляет – 1 л/т, а в обработке вегетирующих растений – 2 л/га посева.

ФГБУ «Федеральная государственная территориальная станция защиты растений в Саратовской области» отмечает большую выгоду и эффективность использования в предпосевной обработке семян и вегетирующих растений биологического препарата Планриза, приготовленного на основе бактерий *Pseudomonas fluorescens*. Его использование в протравливании семян обеспечивает защиту растений от фузариозной, церкоспорозной и других гнилей, от мучнистой росы, сосудистого бактериоза и многих других грибных и бактериальных болезней. Данный биопрепарат соответствует требованиям экологической безопасности, его как и другие протравители семян применяют с использованием ПС-10, ПСШ-5, Мобитокс, используя при обработке инкрустирующие вещества. Норма расхода жидкого Планриза в обработке семян составляет 0,5-1,0 л/т. Лучшие результаты дает обработка семян в день посева культуры.

К настоящему времени накоплен достаточно большой фактический материал эффективного использования препаратов защитно-стимулирующего действия, о чем свидетельствуют работы Путинцева (1996), Пивень (1999), Зазимко (2002, 2004), Тютерева (1980-2004). Перспективы включения в агротехнологии зерновых, зернобобовых и других полевых, овощных и плодовых культур защитно-стимулирующих препаратов открывают экономически выгодный путь оптимизации условий развития, роста и формирования высокопродуктивных агроценозов, с высокой экономической эффективностью.

По данным О.В. Столярова (2001), применение микроэлементов – бора и молибдена с ростостимулятором Эпином в обработке семян сои обеспечило наивысшую урожайность культуры с наибольшим сбором белка и жира с единицы площади по отношению к контролю. Урожайность зерна на опытном варианте превышала контрольные данные на 17%.

Эпин – биологически активное вещество цитокининовой природы усиливает ростовые процессы растений, стимулирует их развитие, оказывает

защитное и антистрессовое действие (Яковлев А.Ф., 1999; Немченко В.В., 2001).

Ф.М. Шакирова (1999) отмечает, что под действием препаратов байтан и бисол 2 повышается устойчивость растений к различным повреждающим факторам (гниение, грибной патогенез, гипертермию).

Высокая эффективность бактериальных удобрений и совместного их применения с регуляторами роста, биоактивными веществами показана в работах Н.М. Фомина (2000), Л.В. Карповой и Е.В. Заинчиковской (2007) и др.

Экстрасол представляет собой чистую культуру различных живых бактерий. При обработке семян этим препаратом происходит заселение поверхности семян полезной микрофлорой, в почве они активно размножаются и осваивают ризосферу растения, при этом стимулируется продуктивность растения и его рост.

Почвенные микроорганизмы продуцируют органические и минеральные кислоты, ферменты, что помогает корневой системе усваивать из почвы соединения ранее недоступные для растений. В научной литературе есть сведения, что под действием экстрасола повышается энергия прорастания и всхожесть семян (Кошелева А.Б., 2008), инокуляция семян экстразолом повышает урожайность яровой пшеницы на 17% (Чеботарь В.К., Казаков А.Е., Кипрушкина Е.И., 2001), потенциал ассоциативной азотификации от экстрасола значителен – растения могут удовлетворять 10-30% своих потребностей в азоте, а у эффективных ассоциаций – более половины (Умаров М.М., 1986).

Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур при инокуляции ризосферными бактериями отмечается в работах многих зарубежных исследователей. По данным М.С. Dravicl, N.N. Goswami, M.B. Kamath (1985), при инокуляции семян ризосферными бактериями прибавка урожая яровой пшеницы составила 37%.

Однако влияние эпина и экстрасола на сельскохозяйственные культуры и в частности на зернобобовые еще недостаточно изучено. В этой связи наши исследования и были посвящены вопросам изучения влияния бактериальных и

ростостимулирующих препаратов на рост, развитие растений гороха и на их продуктивность в одновидовых и бинарных агроценозах.

По рекомендации А.А. Зиганшина (1972), для защиты гороха от сорной растительности следует его посевы до всходов и по окрепшим всходам бороновать. При этом уничтожается почвенная корка, уменьшается потеря влаги из посевного слоя, улучшается аэрация, уничтожается до 60-80% однолетних сорных растений. Для снижения в посевах гороха численности однолетних двудольных и злаковых сорняков рекомендуют применять гербицид гезагард (д.в. прометрин) с нормой расхода 3-5кг/га путем обработки поля до всходов гороха. В целях уничтожения однолетних и некоторых видов многолетних сорняков следует использовать гербицид агритокс (д.в. МЦПА-диметиламинная + калиевая +натриевая соли, смесь) с нормой расхода 0,5-0,8 л/га.

Против однолетних, многолетних злаковых и однолетних двудольных сорняков в посевах гороха следует использовать препарат пивот (д.в. имазетапир) с расходом 0,5-0,8 л/га путем опрыскивания посева на 2-3-и сутки после высева культуры (Фирсов И.П., 2004).

При значительном засорении поля эффект дает гербицид базагран, 48% в.р. (2-3 л/га), когда у гороха сформируется 5-6 листьев.

С учетом порогов вредоносности вредителей посевов гороха рекомендуется применение инсектицидов: карбофос, к.э. (0,65-1,2 л/га); висметрин, 25% к.э. (0,3 л/га), каратэ (0,1-1,25 л/га). Для снижения вредоносности аскохитоза, серой гнили рекомендуют опрыскивать посевы гороха в фазе бутонизации – цветения препаратом ровлаль Фло из расчета 3 кг/га.

Полегание гороха осложняет уборку урожая, поэтому следует подбирать на посев короткостебельные усатые сорта (они практически не полегают). Более урожайные формы и сорта гороха полегают, поэтому их уборка проводится отдельным способом, скашивая его при побурении 60-70% бобов (их влажность при этом должна быть на уровне 35-40%). У не осыпающихся

сортов сроки двухфазной уборки можно сдвинуть на период, когда созреет 90-100% бобов, вымолачиваемость семян при этом улучшается.

Чистые посеы гороха от сорняков целесообразно убирать прямым комбайнированием, когда бобы и стебли становятся сухими, а семена затвердевают (Посыпанов Г.С., 1997).

Для уничтожения гороховой зерновки сразу же после уборки, до вылета жуков из зерна необходимо провести фумигацию с использованием препарата – метабром 980 (д.в. бромистый метил) с нормой 20-100г/м³.

В список ценных по качеству сортов включены: Богатырь чешский, Битюг, Зеленозерный 1, Кудесник, Куйбышевский, Казанский 38, Неосыпающийся 1, Нор, Новокуйбышевский, Орловчанин 2, Сатурн, Сармат, Смарагд, Флагман 5, Шихан и другие. Для районов Нижневолжского региона, куда входит и Саратовская область, Государственным реестром селекционных достижений, допущенных к использованию, включены следующие сорта гороха: Аксайский усатый 7 (2000 г.), отличается устойчивостью к полеганию и засухе; Аксайский усатый 10 (2000 г.), выделяется устойчивостью к осыпанию, высокой белковостью зерна; Аксайский усатый 55 (2003 г.) с максимальной урожайностью 49,1 ц/га; Визир (2003 г.) – не осыпающийся и максимальной урожайностью 53,2 ц/га; сорт Мультик (2003 г.) – безлисточковый, не осыпающийся; Тюменец (2004 г.) – среднеспелый, засухоустойчивый и сорт Фараон (2010 г.) – засухоустойчивый, безлисточковый с массой 1000 семян до 276 г.

В настоящее время особенно актуальной становится задача получения качественной, экологически безопасной и сбалансированной по химическому составу продукции. Решение проблемы возможно за счет совершенствования всей системы агротехнологии производства зернобобовых культур, в том числе и гороха в одновидовых и бинарных посевах с использованием бактериальных и ростостимулирующих препаратов. В этом отношении незначительные добавки микроэлементов повышают эффективность основных питательных

веществ азота, фосфора, калия; уменьшают их затраты на рост и повышение продуктивности (Гайсин И.А., 1989;).

Микроэлементы находятся в растениях в очень малых количествах, как правило, 10^{-3} – $10^{-5}\%$. Несмотря на это, они оказывают значительное влияние на рост и развитие растений. К числу перспективных технологических мероприятий, обеспечивающих повышение урожайности и качества продукции растениеводства, следует отнести метод предпосевной обработки семян микроэлементами (Анпок П.И., 1990; Костин В.И., 1998; Смирнов П.М., Муравин Э.А., 1991; Шевелуха В.С., 1980, 1992).

1.3 Фотосинтетическая деятельность агроценозов гороха и показатели ее оценки

Урожайность полевых культур, в том числе и гороха в значительной степени зависит от сформировавшейся ассимиляционной поверхности агроценоза. Мотиваторы, направленные на повышение площади листьев, в первую очередь, содействуют накоплению урожая. Преимущественно это имеет отношение к кормовым культурам, выращиваемым на зеленую массу. Вследствие чего фотосинтетическая деятельность растений изучалась многими исследователями (Ничипорович А.А., 1961, 1967, 1977, 1979, 1982; Мокроносов А.Г., 1992 и др.).

Изучение возможностей увеличения продуктивности посевов через повышение использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза и экологических основ – одна из основных проблем современного растениеводства.

Одним из главных показателей фотосинтетической деятельности растений, формирующих урожайность, является размер площади листьев, активность ее образования и фотосинтетический потенциал, как считают многие ученые (Ничипорович А.А., 1961, 1967, 1977, 1982; Шатилов И.С., 1974, 1975; Шевелуха В.С., 1991; Зубенко В.Х., 1973; Ельчанинова Н.Н., 1974; Филин В.И., 1987; Худенко М.Н. и др., 1986, 1998 и др.).

Важнейшие признаки фотосинтетической деятельности растений – чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), площадь листовой поверхности, накопление сухого вещества и фотосинтетический потенциал (ФП).

Непосредственное взаимодействие между величиной площади листьев, продуктивностью ее работы и урожаем отмечалась в работах А.А. Ничипоровича (1961) и Г.П. Устенко (1963). Учеными установлено, что имеет значение, не только величина площади листьев, но и продолжительность периода, в течение которого она удерживает максимальные размеры и при этом создаются наилучшие условия для высокой продуктивности фотосинтеза.

В этой связи, задачей агротехники является разработка приемов, сконцентрированных на увеличении поверхности фотосинтезирующих органов растений, что достигается разумным уплотнением посевов. Это можно сделать путем совместного посева растений различных биологических видов, а так же посредством прямого повышения числа растений на единице площади.

За период более чем в 200-лет, который прошел после открытия фотосинтеза, осуществлено немалое количество исследований различных сторон данного непростого процесса. Известные ученые, такие как А.И. Будаговский, А.А. Иванов, О.Д. Сиротенко, Р.А. Полуэктов, Г.П. Устенко, L. Leach и многие другие внесли значительный вклад в исследование теории фотосинтеза.

В процессе фотосинтеза, как известно, образуется до 95% сухой биомассы растений, вследствие чего в формировании планируемых урожаев данному процессу отведена ведущая роль (Устенко Г.П., 1963; Ничипорович А.А., 1961; 1982; Тооминг Х.Г., 1964).

И сегодня зависимость между урожаем и фотосинтезом испытывает потребность в дальнейшем исследовании, особенно вследствие введения новых культур, поливидовых агроценозов и новых способов их размещения.

Как было установлено позже, между фотосинтезом и урожаем нет непосредственной устойчивой корреляции, а взаимодействие носит необычайно сложный характер (Макарова В. М., 2010; Renie, R., 1984).

ЧПФ и интенсивность фотосинтеза в свою очередь не имеют устойчивой корреляции между собой и урожаем, а сама величина ЧПФ имеет большие колебания в разные годы исследований (Ничипорович А.А., 1961; Устенко Г.П., 1963).

Определенное значение могут иметь данные ЧПФ для объяснения продуктивного процесса агрофитоценозов (Коломейченко В.В., 1985).

Рекомендовались показатели, описывающие фотосинтез с позиции физиологии, но пока такое направление не нашло распространения в растениеводстве. Большая часть ученых признает, что процесс фотосинтеза регулируемый и предполагаемые урожаи могут быть получены только при составлении посевов с идеальной архитектоникой и идеально обоснованным режимом, восприимчивым поглощать проходящую физиологически активную радиацию с высоким коэффициентом полезного действия (Ничипорович А.А., 1982; 1977; Тооминг Х.Г., 1977).

Площадь листьев основной показатель, описывающий состояние посевов с позиции их фотосинтетической активности, тесно связанный с величиной урожая. (Ничипорович А.А., 1979). В своих исследованиях ученый показал соотношение площади листьев с объемом фитомассы, а также скоростью ее образования. Им было замечено, что при нарастании метража листьев до 40 тыс. м²/га доля впитанной энергии пропорционально увеличивается, но при избыточном ее развитии в посевах осложняется освещенность средних и, преимущественно, низовых ярусов растения, падает мощность и чистая биопродуктивность фотосинтеза.

Вместе с тем, интенсивный рост листьев не всегда сопутствует приросту общей фитомассы, а в некоторых случаях является основанием ее уменьшения (Коломейченко В.В., 1985).

Большие урожаи можно получить тогда, когда осуществляется быстрое формирование идеальной площади листьев, долго сохраняющейся в действующем состоянии и возвращающей ассимилянты на создание продуктивных органов под конец вегетации (Климов А.А., 1987).

С целью анализа состояния посевов обычно применяют фотосинтетический потенциал (ФП) – количество ежедневных показателей площади листьев на один гектар посева, определяемый в тыс. $\text{м}^2 \cdot \text{дн./га}$ (Ничипорович А.А. и др., 1961, 1966, 1977).

Как в практическом, так и в теоретическом плане значительной является дилемма о показателе использования лучистой энергии, т.е. КПД ФАР, который обуславливается многими факторами – уровнем минерального снабжения растений, густотой посева, водообеспеченностью, длительностью вегетации сельскохозяйственных культур, а также рядом других причин.

При недостаточном количестве в почве минеральных веществ и влаги, несоблюдении оптимальных норм высева и сроков посева, и других технологических процессов площадь листьев и эффективность работы ассимиляционного аппарата стремительно снижаются. Вследствие этого в производственных и опытных посевах величина фотосинтетической деятельности и КПД ФАР агрофитоценозов являются условием оценки степени культуры земледелия и составляют нужную информацию для совершенствования методики возделывания культур в определенных почвенно-климатических условиях.

Недостаток влаги часто ограничивает нормирование ФП. При недостатке влаги, даже с приростом площади листьев, процессы конвертирования затягиваются, и увеличивается транспирация. Нередко при повышении доз азотных удобрений уменьшается освещенность растений, что уменьшает эффективность фотосинтеза и приводит к развитию болезней и сорняков.

По расчетам ученых Волгоградской ГСХА (1996) теоретически возможный КПД поглощенной ФАР может достигать 18,9% при стартовом восьми процентном потреблении фотосинтеза.

Увеличение ФП и площади листьев для полевых культур, которые используются на сено и зеленый корм, повышает урожай и его качество.

О закономерностях фотосинтетической деятельности зернобобовых культур наукой собрано предостаточное количество данных. Впрочем, обобщенных данных о влиянии разных агротехнических приемов и факторов на фотосинте-

тическую деятельность посевов гороха в одновидовых и смешанных агроценозах, и других видов зернобобовых культур в микроклимате черноземной степной зоны Поволжья сейчас недостаточно, а в некоторых случаях их нет.

У зернобобовых культур есть свои особенности в формировании ассимиляционной поверхности и накоплении биомассы. В связи с большим видовым и сортовым разнообразием данной группы культур, необходимо обратить внимание на их различия по габитусу самих растений, по характеру строения стеблей и листьев. У большинства возделываемых видов зернобобовых культур по мере роста стебля образуются листья, которые развиваются постепенно снизу вверх. В итоге меняется световая структура в посевах и у стелющихся длинно-стебельных растений низовые листья в первую очередь затеняются, в связи с чем, фотосинтетическая активность их снижается.

Усики являются частью листьев гороха, на их долю приходится в среднем от 2 до 4% общего сухого вещества растения, они вносят свою часть в процесс фотосинтеза и, кроме того, поддерживают растения в вертикальном положении, что дает возможность более идеального проникновения солнечных лучей вглубь посева (Петр И., 1984).

У большинства видов зернобобовых культур листовая поверхность и ее масса достигают предельных величин к этапу генеративного развития, когда начинают отмирать нижние листья, преимущественно в загущенных посевах (Шевцова Л.П., 2000, 2004, 2006, 2008). В исследованиях отмечается, что у чечевицы листовая поверхность и ее масса в начальный период развития нарастают очень медленно, чем и определяется слабая конкурентоспособность культуры по отношению к сорнякам. Усиленное накопление биомассы у чечевичного растения происходит в период цветения – начала образования бобов. В данный отрезок времени накапливается около 56-63% всей сухой биомассы. В благоприятные годы для роста и развития чечевицы прирост биомассы продолжается в период налива и созревания основной массы плодов. В развитии листовой поверхности и ее массы заметны сортовые различия, особенно в засушливые годы. С увеличением нормы высева семян листовая поверхность чечевицы

на единице площади оказывается большей, чем при меньшей густоте стояния, но это не всегда ведет к увеличению зерновой продуктивности посевов.

У чины посевной ветвление происходит в ранний весенний период, что закладывает основу для формирования наибольшей листовой поверхности и образования наибольшей органической массы по сравнению с нутом, чечевицей и горохом (Шевцова Л.П., 2000).

Показатели фотосинтетической деятельности разных сортов гороха меняются в значительном диапазоне. По этой причине поиск путей совершенствования фотосинтетического потенциала и листовой поверхности для любого вида и сорта культуры в определенных условиях возделывания имеет существенное практическое и теоретическое значение.

Считается, что фотосинтетическая деятельность смешанных посевов, всегда выше, чем одновидовых агрофитоценозов полевых культур, хотя исследований по данному вопросу очень мало.

1.4 Симбиоз и приемы его активизации

Известно, что растения рода Fabaceae способны существовать в симбиозе с азотофиксирующими бактериями. Подобная инокуляция может быть видоспецифична, а на сегодняшний день выявлена и сортовая специфичность (Доросинский Л.М., 1970).

В корневые ткани растений бактерии проникают через корневые волоски, там превращаются в бактериоидные организмы, способные объединять молекулярный азот атмосферы (Мильто Н.И., 1982).

К. Хопкинс еще в 1903 году предложил метод расчета фиксируемого атмосферного азота бобовыми культурами, считая, что в среднем бобовые в симбиозе берут 1/3 азота из почвы и 2/3 из воздуха.

До сегодняшнего дня истинный химизм азотфиксации не установлен и нет определенных измерений величины свободного азота, связываемого бобо-

выми растениями. С целью приблизительных расчетов азотофиксации используют коэффициенты К.Г. Хопкинса– А.И. Питерса.

Пользуются также методом сравнения с не бобовой культурой, сформированном на предположении, что культуры извлекают азот из почвы ориентировочно в одинаковом количестве.

По данным исследований Г.С. Посыпанова (1993) однолетние бобовые культуры оставляют в почве с растительными остатками значительно меньше азота, нежели многолетние бобовые травы. Так, на поле после возделывания люцерны в почве аккумулируется от 150 до 780 кг/га азота, а после гороха – всего от 10 до 70-160 кг/га.

В литературе есть данные, что внесение фосфора активизирует начальные стадии формирования клубеньков, в то время как соли калия почти не оказывают влияния на данный процесс (Корсакова А.П., Конокотина А.Г., 1936). Другие ученые напротив, считают, что высокие дозы фосфорных удобрений, угнетают азотофиксацию (Федоров М.В., 1954, 1957).

На основе вегетационных опытов положительное влияние на урожай и закрепление азота больших доз фосфора установил (Станков Н.З., 1964).

При изучении функционирования корневой системы, было установлено, что в корнях растений проходят синтетические процессы и, при этом сама корневая система оказывается чрезвычайно деятельным органом метаболизма веществ (Сабинин, Д.А., 1955).

Касательно гороха и большинства других видов зернобобовых культур необходимо отметить, что их подземные образования практически не изучены. Тем не менее, по мнению V. Černý, (1972), все действия активизирующие работу ассимиляционного аппарата бобовых культур способствуют одновременно закреплению растениями атмосферного азота.

Продолжая эту мысль Г.С. Посыпанов (1997) утверждает, что биологическое закрепление азота воздуха, надо полагать, станет главным рычагом при решении вопроса растительного белка, также в определенной последовательно-

сти решит задачу охраны окружающей среды, сберегая и даже способствуя углубленному воспроизводству природного плодородия почвы.

Исследования профессора Л.П. Шевцовой по симбиотической деятельности чины посевной, проведенные на обыкновенных черноземах степной зоны Поволжья, показали, что на инокулированных посевах клубеньки на корнях чины появляются уже на 3-й или 4-й день после образования всходов. В живом состоянии клубеньки наблюдались по истечении 15-18 дней после образования полных всходов. Деятельность клубеньковых бактерий оценивали по внешнему виду: поверхности, величине и окраске. Индикатором активного симбиоза считали существование в клубеньках леггемоглобина, дающего им красную или розовую окраску.

Количество закрепленного азота обуславливается не только массой клубеньков с леггемоглобином, но и продолжительностью «работы» данной массы. В целях объединения показателей времени и массы введено понятие «симбиотический потенциал», который измеряется в килограммах клубеньковой ткани на 1 га, умноженный на длительность жизни ее в сутках. Различают два понятия: – общий симбиотический потенциал (ОСП), который показывает общую массу образовавшихся клубеньков и длительность периода их жизни, и – активный симбиотический потенциал (АСП), показывающий массу клубеньков с леггемоглобином и длительность их работы (Посыпанов Г.С., 1993)

Сравнительно более крупные и в большинстве своем активные клубеньки выделены на вариантах с предпосевным применением фосфорно-калийного удобрения, где семена накануне посева обрабатывались ризоторфином. Наилучшими агротехническими приемами в отношении активизации симбиоза оказывались те, что обеспечивали накопление и сохранение влаги.

В опытах М.Т. Карсакова (2009) в условиях лесостепной зоны Северного Кавказа (РСО-Алания) совместное применение биопрепаратов (ризоторфина штамма 2636 и биопрепарата штамм 17-1) способствовало образованию наибольшего количества клубеньков на корнях гороха, а применение минеральных удобрений оказывало отрицательное действие, снижая количество клубеньков и

их массу. Инокуляция семян гороха биопрепаратами повышала накопление биологического азота в почве против контроля на 4,1-16,3 кг/га.

По данным О.Н. Космыниной (2009), в условиях Самарской области, расположенной в лесостепной и степной зонах Среднего Поволжья, развитие клубеньковых бактерий на корнях гороха зависело от гидротермических условий в мае-июне, что совпадало с фазой бутонизации культуры, причем в севообороте с сидеральным паром количество клубеньков заметно увеличивалось (в 1,2-1,3 раза) по сравнению с занятым паром.

Наибольший положительный эффект в развитии клубеньков и повышении урожайности гороха обеспечивала предпосевная обработка семян ризоторфином у полевого гороха и дикорастущих форм гороха посевного.

По данным О.В. Лощина (1982), на черноземах и каштановых почвах Саратовской области, основным источником азотного питания гороха является азот почвы, так как симбиотическая деятельность клубеньковых бактерий затруднена из-за недостатка влаги и высокой концентрации солей натрия в почве.

Н.Н. Кулева (2002) по результатам исследований на черноземах южных пригородной микрзоны Саратовского Правобережья установила, что на растениях ранних посевов гороха образуется наибольшее количество клубеньков, чем на вариантах более поздних сроков высева.

Ход усвоения азота растениями бобовых культур проходит очень неритмично и обуславливается целым рядом факторов как внешней среды, так и агротехники. Работы Гельригеля и Вильфарта в 1886-1888 гг. положили начало изучению симбиотической деятельности корневых систем разных видов и сортов полевых культур. На сегодня вопросы эволюции клубеньковых бактерий и закрепления ими азота атмосферы освещены в зарубежной и отечественной литературе. Впрочем, сведений об активности на корнях гороха клубеньковых бактерий на черноземах степной зоны Саратовского Правобережья, к тому же в сортовом разрезе, действия самих симбионтов в бинарных агроценозах с мятликовыми культурами практически нет, или они противоречивы.

1.5 Технологии создания высокопродуктивных одновидовых и бинарных агроценозов и особенности подбора компонентов

В условиях дальнейшего развития и совершенствования кормопроизводства трудно поставить под сомнение целесообразность бинарных, или, так называемых смешанных посевов полевых культур. Смеси дают более устойчивые урожаи, в связи с тем, что снижение урожая одной из культур в агроценозе восполняется другой. В правильно составленных смесях по подбору культур и их соотношения качественно изменяется кормовая масса, достаточно рационально и полно используются свет, питательные вещества, вода и прочие жизненные факторы. Приоритет смешанных посевов перед одновидовыми отмечает ряд исследователей и среди них такие известные ученые как В.Р. Вильямс (1949), М.П. Елсуков, А.И. Тютюнников (1959), М.С. Рогов (1981), М.Ф. Лупашку (1974), Б.Н. Насиев (2014), М.С. Савицкий (1974), Э.В. Сибилев (2004), А.А. Акулов (2004), А.В. Васин (2006) и др.

Успешное составление смесей предполагает, в первую очередь, технологическую и биологическую совместимость компонентов смеси и хозяйственно-экономическую рациональность ее возделывания. Наибольшее производственное значение и распространение среди смешанных посевов имеют агроценозы, составленные из бобовых и мятликовых культур.

Разноречивость данных о целесообразности создания смешанных посевов объясняется недостаточной изученностью биологических особенностей отбираемых в агроценоз культур, отсутствием знаний по установлению их соотношения на определенной площади посева и технологической обеспеченности в период развития и роста (Исаев А.П., 1971, 1985).

О влиянии совместной активной жизнедеятельности растений в смесях на продолжительность прохождения фаз формирования в научной литературе представлены разные мнения. Некоторые из исследователей (Елсуков М.С., Тютюнников А.И., 1959) считают, что фазы произрастания злаковых и бобовых компонентов проходят, независимо от соотношения компонентов, в одни и те

же сроки. В то же время по данным Ю.И. Чиркова (1979), фазы произрастания в смешанных посевах отмечаются в более поздние сроки, нежели в одновидовых посевах данных культур.

Многие исследователи отмечают, что в формировании смешанных агрофитоценозов решающую роль играют такие факторы, как конкуренция растений разных видов между собой, зависимость одного вида от другого, существование комплектарных видов.

Конкуренция (интерференция) может проявляться в тормозящем воздействии видов друг на друга, но без проявления паразитизма, – это биохимическое влияние растений одного вида на растения другого вида, произрастающих на небольшом пространстве друг от друга.

Различают внутривидовую конкуренцию (между растениями одного и того же вида) и межвидовую. Оба вида конкуренции играют в сложных сообществах важную, но противоположную роль. Если при внутривидовой конкуренции погибают слабые индивидуумы какого-либо вида и остаются лишь сильные, что полезно для сохранения вида, то при межвидовой конкуренции происходит подавление слабого в конкурентном отношении вида, часто, вплоть до его полного вытеснения из фитоценоза. Поэтому в смешанных агроценозах компоненты должны быть представлены в соответствии с их конкурентной способностью.

В естественных природных условиях фитоценозы всегда многовидовые, так как внешние условия постоянно изменяются, и полное угнетение может иметь место лишь при очень большом превосходстве одного вида над другим. Обычно же возникают смешанные популяции, в которых виды представлены соответственно их конкурентной мощи (Посыпанов Г.С., 1985).

Таким образом, при формировании поливидовых агроценозов следует учитывать и конкурентные взаимоотношения видов между собой, зависимость одних видов от других, наличие видов, вступающих в конкурентные отношения, или дополняющие их, заполняющие неиспользованные экологические ниши в смешанных травостоях. Исторически развитие растениеводства шло по

пути освобождения полезных растений от конкуренции других видов, т.е. создания одновидовых растительных ассоциаций. И в настоящее время продолжается совершенствование технологий возделывания одновидовых посевов сельскохозяйственных культур. Интенсивные технологии включают химическую защиту растений от болезней, вредителей и сорняков, применение удобрений, средств активизации роста и развития растений культуры, создания специализированной техники посева и уборки урожая. Главным приоритетом одновидовых посевов является их высочайшая технологичность, обеспечение наибольшего урожая продукции этого вида с единицы уборочной площади, отличное качество продукта. К изъянам одновидовых посевов следует отнести неполную эксплуатацию посевной площади, преимущественно культурами широкорядного посева, нередко невысокие кормовые качества продукции отдельных культур. В целях устранения этих недостатков в растениеводстве стали практиковать совместное возделывание различных видов культурных растений – смешанные и совместные посевы.

Смешанными посевами стали считать агрофитоценозы составленные из двух или нескольких культур, семена которых перед высевом перемешиваются, или проводится двухкратный независимый посев культур на одной площади, при этом расположение рядков второй культуры и ширины междурядий первой не принимаются в расчет. Этот способ посева, как правило, используется при возделывании кормовых культур. Цель таких посевов – улучшить качество корма, повысить в нем содержание протеина.

Смешанные посевы применяются и в том случае, если почвенно-климатические условия или морфобиологические особенности растений вида не позволяют получать стабильно высокие урожаи наиболее ценной в кормовом отношении культуры.

Известно, что бобовые культуры более требовательны к условиям выращивания по сравнению с мятликовыми и, нередко, особенно на слабокультуренных малоплодородных почвах, злаковый компонент смеси оказывается страховой культурой для бобового вида. Следует заметить, что именно бобово-

злаковые (мятликовые) смеси с давних пор являются традиционными. Многолетняя практика показывает, что урожай и качество корма бобово-злаковых смесей в значительной степени зависит от состава компонентов смеси. Известно и то, что некоторые виды мятликовых культур сильно угнетают бобовый компонент, при этом урожайность его снижается, изменяется и качество корма такой травосмеси.

В этом отношении следует составлять смеси из совместимых видов или устанавливать оптимальное их соотношение.

Отрицательную роль в повышении урожайности зернобобовых играет несовместимость, которая требует соответствующей паузы при их выращивании на одном и том же поле (Murphy, P., 1982).

Совместные посевы – это высев двух или более видов растений на одном поле с чередующимися рядами или полосами культур, семена которых не смешиваются перед высевом, а высеваются отдельно. При совместном посеве кукурузы с соей 2-3 сошника высевают кукурузу и соседние 2-3- сошника – сою. Такой посев можно проводить двумя сеялками: одна высекает кукурузу, другая – сою, это так называемый полосовой посев.

Цель совместных посевов та же, что и смешанных, повысить качество корма. Уборку такого посева следует вести перпендикулярно направлению рядков, что способствует тщательному механическому перемешиванию зеленой массы бобового компонента со злаковым.

Есть ли преимущество совместных посевов перед смешанным? Совместные посевы позволяют дифференцировать приемы ухода и удобрения по компонентам с разными биологическими требованиями.

В создании смешанных посевов есть свои особенности. Так, при посеве культур с различной крупностью семян (соя и сорго) в семенном ящике происходит их сепарация, и посев получается не выровненным. При совместном посеве данный недостаток устраняется.

При высевах культур с различной высотой стеблестоя длинно-стебельные лучше освещаются и их масса оказывается большей, чем в чистых одновидовых

посевах. Низко стебельный компонент испытывает затенение, но в меньшей степени, чем в смешанных агроценозах. Есть рекомендации по использованию в смесях стержневых культур (подсолнечника) или кормовых злаков (сорго, суданка) для повышения устойчивости стеблестоев гороха к полеганию.

О влиянии общего произрастания растений на их взаимоотношения в научной литературе высказываются разные мнения. Действительно, отношения растений в смешанных посевах могут быть самые многообразные: от взаимопомощи до резкой конкуренции. Это находится во власти биологической природы различных видов растений, зависит и от условий внешнего окружения. Следовательно, в агрономической практике, важное значение имеет корректный видовой подбор растений и содержание наиболее подходящей среды их произрастания.

Растения отличаются темпами развития и роста, характером размножения и формирования надземной части и корневой системы, потребностями в воде, свете и элементах питания. С учетом выше изложенного можно найти и подобрать культуры и сорта, позволяющие оптимально полно эксплуатировать площади совместного проживания и вегетационное время. В таких агрофитоценозах формируется несколько ярусов, листья их располагаются в наиболее благоприятном положении, что способствует результативному использованию солнечной энергии для формирования урожая (Жученко А.А., 1990, 1994).

Бесконечно непростая биологическая и хозяйственная проблема – формирования не естественных агрофитоценозов, так как для создания таких сообществ, как норма, используются культуры, обыкновенно возделываемые в одновидовых посевах. В совокупных посевах для культур формируются несколько другие условия жизни, которые отрицательно или положительно сказываются на их развитии и росте. При формировании таких посевов, следует добиться высокого агротехнического эффекта, вследствие которого суммарный урожай являлся бы выше одновидовых посевов, а сбор протеина и качество получаемого корма с единицы площади гораздо выше, соотношение питательных веществ

лучше (Гуляев Е.И., Роясаль Г.А., 1966; Борисюк В.С., 1977; Рахтеенко И.Н., 1977).

Исследуя биологические свойства взаимовлияния растений, ученые сделали вывод, что при выборе компонентов для смешанных посевов нужно учитывать потребности к уровню обеспеченности элементами минерального питания с целью полнее их использовать и создавать существенно больший урожай. Корневые системы в таких посевах находятся в различных слоях почвы, что дает возможность полнее использовать их ресурсы и довести до минимума неблагоприятное воздействие органических выделений одного вида растений на другой. Помимо того, при успешном подборе компонентов может иметь место обоюдное обогащение питательными веществами.

Австрийский ученый-физиолог растений Ганс Молиш такое взаимное влияние посредством выделения в почву и в воздух особых химических веществ, угнетающе воздействующих на соседние растения, назвал аллелопатией. И в этом направлении ведутся активные исследования, изучаются закономерности химического взаимодействия растений. Такие ученые как А.В. Соколов (1961), А.А. Часовенная (1975), С.И. Чернобривенко (1956), А.М. Гаврилов (1965), А.Н. Гродзинский, Ю.А. Злобин, Ю.Н. Миркин, Л.Г. Наумова (1991) изучали для сельского хозяйства многие явления аллелопатии в сообществах культурных видов.

Доказана вредность многих сорных растений, связанная с воздействием их химических выделений на культурные растения. Так, известна аллелопатическая агрессивность пырея ползучего (Грюммер, 1964), мари белой, росички реснитчатой на кукурузу (Dayaday, Pons, 1978). Сильное аллелопатическое влияние проявляет дихентхнума (*Dichenthiumannulatum*, St.) – экстракты из стеблей, корневые выделения и сама почва из-под травы угнетают рост салата, капусты полевой, проса негритянского (Dirvi, Hussain, 1979).

Токсичными для многих видов растений являются корневые выделения горчицы салатной (Прутянская И.К., Беляновская Н.М., 1982). В то же время

она обладает довольно специфической реакцией на действие колинов других видов растений, в том числе большинство видов семейства капустных.

Есть сведения о аллелопатическом взаимодействии и других культурных растений. Например, посеvy лука в междурядьях томатов и картофеля предохраняют их от заболеваний фитофторой, а капуста в виноградниках заметно угнетает виноград.

Известно, что снижение продуктивности отдельных видов культур может быть вызвано накоплением в почве биологически активных веществ до токсического уровня. Это так называемое аллелопатическое почвоутомление, которое характерно для монокультуры некоторых видов. Под многолетней люцерной накапливаются сапонины, при монокультуре пшеницы в почве происходит накопление подвижных форм фенольных соединений.

Сильное почвоутомление вызывает люпин, который при бессменном выращивании в течение 3-4-х лет почти полностью выпадает.

Аллелопатически активными растениями считают рожь, гречиху, коноплю, ячмень, которые способны подавлять не только сорные растения, но и плохо сосуществуют внутри вида. Установлено, что ячмень угнетает развитие сорняков выделением алкалоида грамина (Посыпанов Г.С., 1985).

При изучении взаимовлияния растений на этапе прорастания семян А.А. Меграбян, М.Х. Чайлахян (1965), А.И. Зобов (1978) заметили, что бобовые культуры в момент прорастания в смесях воздействуют на семена злаков благоприятно. Лучше прорастают семена культур, которые в смешанном посеве преобладают (Васильчук, Н. С., 2006).

В момент выбора компонентов смеси необходимо учитывать и фотопериодизм растений. Культуры с разным фотопериодизмом несовместимы как компоненты смеси (например, горох и кукуруза, соя и овес). Совместные или смешанные посеvy культур одного и того же фотопериодизма – кукуруза и соя, вика и овес, сорго и соя – дают возможность получать большие урожаи зеленой массы высокого качества. Продуктивное долголетие, время начала уборочной

спелости, многоукосность нужно учитывать при формировании смеси многолетних трав (Посыпанов Г.С., 1985).

В своих работах некоторые авторы отмечают, что повторение полос низкорослых культур с высокорослыми растениями – кукурузой формирует ступенчатое строение посева, что дает возможность растениям оптимально использовать солнечную энергию, воду и питательные вещества. В подобных посевах сокращается степень поражения растений вредителями и сдерживается миграция насекомых (Туктаров Б.И., Дружкин А.Ф., Ахмеров Р.Р., 2003).

Смешанные агроценозы дают возможность непосредственно в поле собирать сбалансированные по протеину травянистые корма, увеличивают продуктивность использования пашни (Варламова А.А., 2000). При всем том компонентный состав смесей не имеет возможности быть универсальным. Для любой почвенно-климатической зоны в целом и даже для каждого типа агроландшафтов нужно подбирать определенные компоненты и их соотношения.

В связи с проведенным анализом, цель наших исследований заключалась в научном обосновании ресурсосберегающих адаптивных приемов возделывания посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с мятликовыми культурами в зоне черноземной степи Поволжья.

2 ПРОГРАММА, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В условиях интенсивного ведения животноводства, повышения его продуктивности и сокращения расхода кормов на единицу продукции необходимо расширить и улучшить, в первую очередь, ассортимент самих кормов и в значительной степени повысить их качество. С этой целью в степном Поволжье следует пересмотреть видовой состав возделываемых кормовых культур, ввести в практику кормопроизводства создание смешанных агроценозов как в основных, так и в промежуточных посевах. Подбор компонентов для смесей следует осуществлять с учетом кормовых достоинств культур, соответствия их биологических свойств почвенно-климатическим условиям зоны выращивания, сортовой пластичности, длительности периода возможного использования высокопродуктивной кормовой массы и хорошей поедаемости ее животными.

Перспективность каждой кормовой культуры, каждого кормового агроценоза определяется только после разностороннего и тщательного анализа величины и качества урожая, экономической эффективности и технологии его создания. Именно эти вопросы и стали целью наших исследований.

2.1 Программа исследований и схемы полевых опытов

В программу исследований были включены вопросы, связанные с оценкой продуктивности разных сортов посевного и кормового гороха, их совместности в смешанных посевах с разными мятликовыми культурами.

Детально изучались способы посева, нормы высева, выявлялись оптимальные соотношения компонентов в смешанных агроценозах.

За последние годы в научной литературе появился достаточно обширный материал об эффективности использования таких агротехнических приемов при выращивании зерновых и зернобобовых культур, как предпосевная обработка

семян микроэлементами, бактериальными препаратами, новыми средствами защиты растений от болезней и вредителей и препаратами активизации их роста и развития, а в конечном итоге комплексными биохимическими средствами, повышающими урожайность и стабилизирующими продуктивность культур по годам. К сожалению, конкретный материал в этом отношении по культуре гороха в условиях степного засушливого Поволжья представлен недостаточно. А между тем, наравне с погодными и почвенно-климатическими условиями, некоторые приемы и комплексы агротехнических действий в большей степени изменяют ход продукционных процессов растений в простых и сложных агроценозах, влияют на продуктивность и качество получаемой продукции.

В ходе проведения исследований совершенствовались отдельные технологические приемы выращивания новых сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах, изучалась ритмичность роста растений в смесях в зависимости от факторов и основных агротехнических приемов.

Было заложено и проведено 5 полевых экспериментов.

Опыт 1. Сравнительное изучение зерновой и кормовой продуктивности сортов гороха при разных нормах высева.

Изучались сорта посевного гороха Орловчанин, Аксайский усатый 7, Мультик, и сорта кормового гороха Спрут, Алла, Зарянка.

Сорта посевного гороха высевались нормами высева 0,8; 1,0; 1,2 и 1,4 млн. всхожих семян на 1 гектар. Для кормового гороха использовались нормы высева 1,2; 1,4 и 1,6 млн. шт./га. Способ посева – обычный рядовой с шириной междурядий 15 см осуществлялся сеялкой СЗТ-3,6.

Опыт 2. Изучение хода продукционных процессов у растений посевного и кормового гороха в одновидовых и бинарных посевах с мятликовыми культурами при разных сроках, способах посева и нормах высева.

Схема опыта 2.1:

Вариант 1. Посев гороха посевного в ранний весенний период обычным рядовым способом с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 2. Посев гороха кормового в ранний весенний срок обычным рядовым способом с нормой высева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 3. Обычный рядовой посев смеси гороха посевного с нормой высева 1,2 млн с ячменем нормой высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га в более поздний период – при прогревании посевного слоя почвы до +8-10°C;

Схема опыта 2.2: ранневесенний посев гороха в смесях с ячменем:

Вариант 1. Рядовой посев гороха посевного с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 2. Рядовой посев смесью семян – горох посевной нормой высева 0,5 млн + ячмень нормой высева 3,0 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 3. Рядовой посев смесью семян – горох посевной нормой высева 1,0 млн + ячмень нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 4. Рядовой посев с отдельным высевом компонентов – горох посевной нормой высева 1,0 млн + ячмень нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 5. Рядовой перекрестный посев – горох посевной нормой высева 1,0 млн + ячмень нормой высева 2,5 млн всхожих семян на 1 га.

Схема опыта 2.3: высев сортов гороха в смесях с просом:

Вариант 1. Посев гороха нормой высева 1,4 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 2. Посев проса нормой высева 2,1 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 3. Бинарный посев гороха нормой высева 1,4 млн. + проса нормой высева 2,1 млн. всхожих семян на 1 га;

Опыт 3. Изучение продуктивности гороха в одновидовых и бинарных посевах при обработке семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами.

Вариант 1. Контроль – без предпосевной обработки семян;

Вариант 2. Ризоторфин;

Вариант 3. Экстрасол;

Вариант 4. Эпин-экстра;

Вариант 5. Циркон;

Вариант 6. Силиплант.

Опыт 4. Изучение кормовой продуктивности сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем при различных соотношениях компонентов.

Вариант 1. Посев сорта гороха Орловчанин нормой высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 2. Посев сорта ячменя Нутанс 553 нормой высева 4,5 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 3. Бинарный посев – сорт гороха Орловчанин нормой высева 0,5 млн. + сорт ячменя Нутанс 553 нормой высева 4,0 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 4. Бинарный посев – сорт гороха Орловчанин нормой высева 1,0 млн+ сорт ячменя Нутанс 553 нормой высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 5. Бинарный посев – сорт гороха Орловчанин нормой высева 1,5 млн + сорт ячменя Нутанс 553 нормой высева 3,0 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 6. Посев сорта гороха Зарянка нормой высева 1,5 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 7. Посев сорта ячменя Нутанс 553 нормой высева 4,5 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 8. Бинарный посев – сорт гороха Зарянка нормой высева 0,5 млн + сорт ячменя Нутанс 553 нормой высева 4,0 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 9. Бинарный посев – сорт гороха Зарянка нормой высева 1,0 млн + сорт ячменя Нутанс 553 нормой высева 3,5 млн всхожих семян на 1 га;

Вариант 10. Бинарный посев – сорт гороха Зарянка нормой высева 1,5 млн + сорт ячменя Нутанс 553 нормой высева 3,0 млн всхожих семян на 1 га;

Опыт 5. Изучение продуктивности сортов гороха в бинарных посевах с просом при разном соотношении компонентов и применении разных способов их высева.

Схема опыта 5.1: Посев смесью компонентов.

Вариант 1. Посев сорта гороха Орловчанин нормой высева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 2. Посев сорта проса Ильиновское нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 3. Бинарный посев сорта гороха Орловчанин нормой высева 0,9 млн. + сорта проса Ильиновское нормой высева 3,6 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 4. Бинарный посев сорта гороха Орловчанин нормой высева 1,35 млн. + сорта проса Ильиновское нормой высева 3,15 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 5. Посев сорта гороха Зарянка нормой высева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 6. Посев сорта проса Ильиновское нормой высева 4,5 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 7. Бинарный посев сорта гороха Зарянка нормой высева 0,9 млн. + сорта проса Ильиновское нормой высева 3,6 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 8. Бинарный посев сорта гороха Зарянка нормой высева 1,35 млн. + сорта проса Ильиновское нормой высева 3,15 млн. всхожих семян на 1 га.

Схема опыта 5.2: Раздельный высев компонентов.

Вариант 1. Бинарный посев сорта гороха Орловчанин нормой высева 0,9 млн. + сорта проса Ильиновское нормой высева 3,6 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 2. Бинарный посев сорта гороха Орловчанин нормой высева 1,35 млн. + сорта проса Ильиновское нормой высева 3,15 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 3. Бинарный посев сорта гороха Зарянка нормой высева 0,9 млн. + сорта проса Ильиновское нормой высева 3,6 млн. всхожих семян на 1 га;

Вариант 4. Бинарный посев сорта гороха Зарянка нормой высева 1,35 млн. + сорта проса Ильиновское нормой высева 3,15 млн. всхожих семян на 1 га.

Повторность опытов – четырехкратная. Размещение вариантов – систематическое. Учетная площадь делянки – 122-234 м², общая площадь – 180-360 м².

2.2 Материал и методика проведения исследований

Проведение биометрических измерений, учетов и наблюдений в опытах осуществлялось в соответствии с общепринятыми методическими руководствами: «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985); «Методика полевых опытов с кормовыми культурами» (ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1971); «Методы исследований с зернобобовыми культурами» (ВНИИЗБК, 1985); Н.З. Станкова (1964); Б.А. Доспехова (1985); Б.М. Смирнова (1973); А.И. Руденко (1950); В.И. Сазанова (1962); Г.Ф.Никитенко (1982); «Основы научной агрономии» (Шевцова Л.П., 2008).

Фенологические наблюдения осуществлялись по альбому А.И. Руденко (1950) и «Методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур» (1985). По гороху отмечали даты начала каждой из фенологических фаз: всходы, ветвление, бутонизация, цветение, образование бобов и их созревание; по зерновым культурам – всходы, кущение, выход в трубку, колошение (выметывание), даты скашивания и отрастания. Начало очередной фазы развития отмечали при проявлении ее признаков у 10% из взятых на подсчет растений. Абсолютное наступление фазы отмечалось при вступлении 75% растений, из числа наблюдаемых, с особенностями характерными для установленного состояния. Проводили фенологические наблюдения на делянках 2-х несмежных повторений.

Определение густоты стояния растений осуществлялось по диагонали делянок, при этом в двух несмежных повторениях фиксировали по 5-7 площадок размером 0,25 м² для культур обычного рядового посева. Подсчеты густоты стояния растений в смешанных и одновидовых посевах осуществляли во время появления всходов, перед созреванием зерна, накануне и после скашивания опытных культур на зеленую массу.

Регистрацию динамики роста изучаемых культур осуществляли обычной линейкой, измеряя 20-30 растений при передвижении по диагонали делянок,

относя эти замеры к доминирующим фазам вегетации, а так же в динамике через каждые 10 дней. Данное измерение осуществлялось в 10-ти точках каждой делянки.

Для определения сухого вещества и сырой биомассы отбирали растительные пробы через каждые 15 дней с момента появления всходов и в сроки скашивания зеленой массы растений с площадок 0,25 м². Растения скашивали на высоте 6-10 см от поверхности почвы, подбирая при этом все облетевшие листья. Зеленая масса, взвешивалась, затем из нее отбирались пробы для высушивания с целью определения сухой массы. Определение сухого вещества проводили по методике Н.В. Пильщиковой (1990).

Для исследования симбиотической и корневой продуктивности гороха откапывали монолиты почвы размером 30x30x40 см. Повторность монолитов трехкратная. Отделение корней от земли проводили промывкой монолитов водой в ящиках с круглыми отверстиями диаметром 1 мм. Устанавливали массу сухих корней после высушивания корневой массы до постоянного веса при температуре 105°C.

Из растительных проб, ранее взятых для учета прироста биомассы растений, производили отбор средних образцов на химический анализ. Методом Грандваль-ляжу с дисульфофеноловой кислотой определяли нитратный азот, калий – на пламенном фотометре (ГОСТ 30504-97), фосфор – ввномолибдатным способом (ГОСТ 26657-97), белок по В.Г. Рядчикову (ГОСТ 10846-74), аминокислотный состав белка – кислотным и щелочным гидролизом на аминокислотном анализаторе ААА. Путем сухого озоления определяли содержание золы, клетчатку – путем обработки проб кислотой, в след за этим щелочью, затем спиртом и эфиром. Повторность химических анализов – двукратная (Петербургский А.В., 1963; Радов А.С. и др., 1965).

Морфологический анализ растений проводился путем отбора снопов с одной из повторностей каждого варианта опыта. При этом учитывалось количество растений, ветвей (стеблей), число бобов на 1 растении, число семян в 1 бобе для гороха, масса листьев и стеблей для мятликовых культур.

Исследования симбиотической продуктивности гороха осуществляли путем весового и количественного подсчета образовавшихся клубеньков на корнях растений. Фиксировали содержание клубеньков в единице объема почвы по горизонтам 0-10 и 10-20 см. Учет клубеньков осуществляли по их массе на 100 см³ почвы и количественно в штуках.

Ассимиляционная поверхность листьев исследовалась по Н.Н. Третьякову и А.С. Лосевой (1990), фотосинтетическая деятельность посевов изучалась по методике лаборатории фотосинтеза Института физиологии растений (Ничипорович А.А., Строганова С.Н., Власова Н.П., 1961).

Площадь листьев определяли весовым методом, для чего пробы листьев взвешивали, затем делали высечки, которые взвешивали, а далее по формуле 1 высчитывали площадь листьев в пробе:

$$S = \frac{P \cdot S_i \cdot n}{P_i}, \quad (1)$$

Где: S – общая площадь листьев всей пробы, см²;

S_i – площадь одной высечки, см²;

P – общая масса листьев, г;

P_i – масса высечек, г.

В биомассе процент сухого вещества устанавливали путем высушивания растительных проб в сушильном шкафу изначально при температуре +70°C, потом +100°C до постоянного веса.

Путем суммирования за весь период средней площади листьев и умножением полученной площади на число дней определяли фотосинтетический потенциал.

По уравнению 2, предложенному Z. Briggs, F. Kidd, C. West (1920) определяли чистую продуктивность фотосинтеза:

$$\text{ЧПФ} = \frac{l_2 - l_1}{\frac{1}{2}(S_1 - S_2)}, \quad (2)$$

Где: ЧПФ – чистая продуктивность фотосинтеза, г/м² в сутки;

S_1 и S_2 – фотосинтезирующая поверхность посева в начале и в конце учетного периода, тыс.м²/га.

Влажность почвы мы определяли термо-весовым методом. Определение влажности начинали с фазы появления всходов и затем очередные замеры проводили каждые 15 дней. Буром АМ-16 с глубины 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-80 и 80-100 см отбирали почвенные пробы. Пересчет питательных веществ осуществляли по методу Н.А. Качинского.

Изучение элементов структуры урожая проводили используя пробные снопы из 25 растений в 5-ти кратной повторности с каждой опытной делянки.

Биологический урожай определяли сноповым методом, делая отбор растений с площадок в 1 м² в пяти кратной повторности с двух несоприкасающихся повторений определенного варианта опыта.

Подсчет фактического урожая определяли сплошным поделяночным методом по методике ВИР (1985). Выполняли пересчет в тонны с 1 га и перевод на кондиционную влажность зерна (14%) и зеленой массы (70%).

Во время проведения исследований отмечали поражения растений вредителями и болезнями, а также определяли наличие сорных растений в посевах методом весового и количественного учета.

Аккумуляция энергии в биологической массе определяли путем умножения калорийности на ежедневные приросты сухого вещества.

КПД приходящейся ФАР определяли путем отношения солнечной энергии, аккумулятивной в урожае к энергии приходящей ФАР (Злобин Ю.А., 1979).

Статистическая обработка результатов исследований выполнялась по методике дисперсионного анализа (Доспехов Б.А., 1985).

Экономическую и биоэнергетическую оценку результатов исследований проводили в соответствии с методиками ВАСХНИИЛ (1983, 1989) и Всероссийского института кормов им. В.Р.Вильямса (1989, 1995).

2.3 Почвы, климат и метеорологические условия районов и лет полевых экспериментов

Территория Саратовской области расположена на Юго-Востоке Европейской части России. Из-за удаленности от морей и океанов здешний климат, отличается в сравнении с центральными районами страны большей континентальностью и суровостью. Его характерные особенности – это преобладание безоблачной погоды, малоснежная и холодная зима, засушливая непродолжительная весна, сухое жаркое лето.

Кроме того климат Саратовской области неоднороден. Так, средняя сумма осадков за год по районам области колеблется от 450 до 250 мм, а испаряемость – от 450 до 770 мм в теплый период года (с апреля по октябрь). Период активной жизнедеятельности растений продолжается 170-190 дней.

Ресурсы тепла, составляющие от 2400° на северо-востоке до 3100° на юго-востоке области, вполне обеспечивают созревание основных полевых культур. Из-за недостатка влаги большая доля термических ресурсов не используется. Даже при условии полного использования весенних резервов влаги в метровом слое почвы разница между имеющимися ресурсами и испаряемостью влаги составляет от 400 до 500 мм, а в засушливые годы – гораздо больше. Частая регулярность засух – существенная особенность местного климата. Большая редкость – годы с достаточно влажной погодой в продолжение всего вегетационного сезона.

Полевые исследования проводились на специально выделенном стационарном опытном участке на территории землепользования колхоза имени Ленина Балашовского района Саратовской области в 2007-2012 гг. Климатические условия Западной микрзоны области можно охарактеризовать данными ближайшей метеорологической станции, находящейся в городе Балашове (таблица 1).

Самые холодные месяцы в году – январь и февраль, а самые жаркие – июль и август. По многолетним данным, средняя месячная температура воздуха

в январе $-12,1^{\circ}\text{C}$, а в июле $+20,8^{\circ}\text{C}$. В отдельные годы и месяцы наблюдается отклонение от средних месячных и годовых температур.

Таблица 1 – Климатические условия Западной микроразнообразия Саратовской области по многолетним данным Балашовской метеорологической станции

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$													
Среднемесячная	-12,1	-11,4	-5,9	4,9	14,3	18,1	20,8	18,8	12,3	5,0	-2,8	-9,3	5,2
Максимальная	5	4	15	29	34	40	39	38	35	28	19	7	40
Минимальная	-41	-39	-30	-20	-7	-2	5	2	-5	-19	-27	-37	-41
Осадки, мм													
Среднемесячное количество	32	32	39	45	44	53	51	45	35	36	42	27	481

Минимальные температуры осенне-весенних месяцев говорят о возможности поздних весенних и ранних осенних заморозков. Средняя многолетняя дата последнего весеннего заморозка – 6 июня, первого осеннего – 14 сентября. Средняя продолжительность безморозного периода 143 дня.

Из таблицы 1 видно, что в данном районе выпадает достаточное количество осадков. Так за май-июнь по многолетним данным Балашовской метеостанции в среднем выпадает 90-100 мм осадков, что обеспечивает нормальный рост основных полевых сельскохозяйственных культур.

Устойчивый снежный покров устанавливается в конце ноября. Наибольшая высота снежного покрова отмечается во II, III декадах февраля и в I, II декадах марта. На отдельных участках высота снежного покрова значительно меньше и часто снег сносится в овраги и балки. Ввиду этого необходимо проводить снегозадержание на полях с целью накопления влаги в почве. Первые признаки таяния снега наблюдаются в третьей декаде марта. Окончательно поля освобождаются от снега к концу первой декады апреля.

Балашовский район входит в западную микроразнообразия Саратовского Правобережья, которая представляет собой типичную засушливую черноземную степь.

Характерная черта здешнего климата – это высокая вариация показателей температуры, осадков, относительной влажности воздуха в отдельные годы и

периоды вегетации сельскохозяйственных культур. Средняя годовая температура воздуха в районе проведения исследований $+5,2^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц – январь – это $-12,1^{\circ}\text{C}$, а самый жаркий – июль $+20,8^{\circ}\text{C}$. Для температуры характерны резкие суточные колебания и большие амплитуды колебаний в ее годовом ходе. В летний период наиболее высокие температуры складываются в июле и могут достигать $+40^{\circ}\text{C}$, а наиболее низкие температуры зимнего периода – это январь – до -41°C . Зима здесь продолжительная, холодная. Переход от зимы к весне происходит быстро и сопровождается резким нарастанием температур (Кабанов П.Г., 1975).

Ресурсы тепла (суммы температур выше $+10^{\circ}\text{C}$ за период активной вегетации) колеблются по микрозоне от 2400 до 2800°C .

Весенние запасы влаги на зяби колеблются от 150 до 175 мм продуктивной воды в метровом слое почвы и повторяемость такого высокого увлажнения почвы составляет 75-77% лет. В период уборки урожая зерновых хлебных культур запасы влаги в почве снижаются до 50-70 мм.

Гидротермические условия района проведения полевых опытов в целом вполне благоприятны для получения высоких урожаев яровых, озимых и кормовых культур.

Гидротермический коэффициент находится в пределах 0,8-0,9. Продолжительность периода с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ составляет 145 дней. Годовая сумма осадков в среднем по микрозоне составляет 481 мм, в том числе за теплый сезон (апрель-октябрь) – около 280 мм.

Частое выпадение осадков, особенно во второй половине лета создает условия для активного размножения сорняков, которые в отдельные годы снижают урожай зерновых культур до 30%, что требует значительных затрат на их искоренение.

Частая повторяемость засух – существенная черта здешнего климата, хотя в среднем годы с умеренным и повышенным увлажнением основного периода вегетации на территории западной микрозоны составляют 39%, годы средние по увлажнению – 35% и сухие – 26%.

Господствующие здесь почвенные разности – это черноземы обыкновенные, черноземы типичные и черноземы слабо выщелоченные. Доля площади обыкновенных черноземов составляет 48,1%, типичных – 38,6%.

Чернозем обыкновенный по гранулометрическому составу глинистый, содержит гумуса в пахотном слое 5,60-5,72%. В верхнем пахотном слое содержатся частицы физической глины (диаметром менее 0,01 мм) – от 62,7 до 64,5. Из гранулометрических фракций преобладающими являются крупная пыль (частицы диаметром 0,05-0,01 мм) – 32,2% и ил (менее 0,001 мм) – 34,3%. С глубиной наблюдается увеличение илистой фракции.

Чернозем обыкновенный мало гумусный среднемощный имеет мощность гумусового горизонта (A+B₁) в среднем 46 см. Содержание нитратного азота составляет 2,19-3,60 мг, гидролизуемого азота по Тюрину и Кононовой – 4,12-4,87 мг на 100 г почвы. Обеспеченность доступным фосфором (P₂O₅) по Чирикову, в большинстве случаев средняя для зерновых, низкая для пропашных (12,0-16,0 мг на 100 г почвы), обеспеченность обменным калием (K₂O) по Чирикову высокая для всех сельскохозяйственных культур (14,4-18,8 мг на 100 г почвы). По содержанию элементов питания данная почва относится к среднеобеспеченной, как в отношении азота, так и в отношении фосфора и калия. Сумма обменных оснований в пахотном слое составляет 30,7 мг-экв на 100 г почвы. Реакция почвенной среды в пахотном слое составляет 5,5-5,7.

Плотность почвы в пахотном горизонте колеблется в пределах 1,2-1,25 г/см³, в подпахотном горизонте – 1,25-1,32 г/см³, на глубине 1 м она возрастает до 1,47-1,53 г/см³, на двухметровой отметке составляет 1,60-1,63 г/м³.

Распространены здесь и типичные черноземы залегающие на центральных слабо выщелоченных плато водоразделов. Они обладают высокой влагоемкостью, водоудерживающей способностью, имеют водопропрочную структуру и хорошую водопроницаемость.

Нельзя не отметить, что значительная площадь сельскохозяйственных угодий западной микрозоны Саратовской области расположена на склоновых землях. Так площадь пашни на склонах до 1° составляет почти 50% (49,7), а на

склонах от 1 до 3° – 39%. Расчлененность территории данной микрзоны составляет 0,5-0,6 км/кв. км, а глубина местных базисов эрозии – от 50 до 100 м. При этом сток воды от дождя составляет в среднем 30-45 мм. Повышенный сток талых вод весной является причиной активной водной эрозии, уносящей в лощины, балки и овраги ценнейший чернозем с пахотных земель.

В этой связи, необходимо использовать все меры предотвращения и ослабления процессов водной эрозии. В первую очередь, это научно-обоснованная система земледелия с рациональной и экономически обоснованной структурой посевных площадей, в которой особое место следует отвести многолетним травам и зернобобовым культурам.

Основной принцип защиты почвы от эрозии – это осуществление комплекса мероприятий, включающего в необходимых сочетаниях противозерозионную организацию территории, агротехнологические лесомелиоративные и гидротехнические мероприятия в тесной увязке с системой земледелия (Шабаев А.И.; Шадских В.А.; Курдюков Ю.Ф. и др., 1982).

На пахотных землях с пологими склонами (1,5-3°) и слабосмытыми почвами необходимо вводить специальные севообороты с противозерозионной агротехникой, а пахотные среднесмытые почвы с крутизной склона 3° и более следует отводить под почвозащитные полевые и кормовые севообороты.

На черноземных почвах в зоне проявления водной и водно-ветровой эрозии в почвозащитных севооборотах рекомендуются такие чередования культур, как 1-4 – многолетние травы (травосмеси бобовых и злаковых), 5-6 – яровые колосовые, 7 – просо с подсевом трав.

Талые воды на зяби следует задерживать плоскорезной обработкой почвы поперек склонов, можно проводить ступенчатую вспашку, практиковать при минимальной обработке щелевание почвы, посев проводить поперек склона или по горизонталям, что сокращает сток на 10-15 мм.

Расширение посевов зернобобовых культур, в частности гороха, это решение проблемы растительного белка, некоторых вопросов экологии,

обогащения почвы органическим веществом и биологическим азотом. В этом отношении наши исследования по выявлению наиболее адаптивных сортов гороха и агроприемов их выращивания в одновидовых и смешанных посевах в условиях типичной засушливой черноземной степи Саратовского Правобережья вполне актуальны и значимы в теоретическом и практическом плане.

Основным препятствующим фактором роста урожайности полевых культур в климате степного Поволжья является влага. В связи с этим величину урожая, необходимо определять наличием полезной влаги в почве накануне посева и суммой осадков за весь период вегетации, с учетом эффективности их использования, при условии достаточного обеспечения растений питательными элементами и идеальным уровнем агротехники.

Под посевами гороха коэффициент использования ФАР достигает 1,2% на землях некоторых хозяйств степного Поволжья, в посредственные по увлажнению годы он меняется от 0,5 до 0,98%, что равнозначно получению 10,5-20,3 т/га зеленой массы и 1,85-3,65 т/га зерна.

На почвах западной микрзоны Саратовской области кормовой горох в смешанных посевах с ячменем и овсом может формировать более 5,0 т/га сухой биомассы. Практика местных сельхозпредприятий свидетельствует, что агрофитоценозы гороха, составленные из его смесей с мятликовыми культурами особенно полно используют биологические и климатические ресурсы черноземных почв. К сожалению, посевы гороха в последние 10-15 лет незначительны и его урожаи далеки от потенциально возможных. И тем не менее при выращивании посевных и кормовых сортов гороха в одновидовых агрофитоценозах и в смесях с овсом на зерно, степень использования вегетационного периода района типичных черноземов степной зоны Поволжья составляет 48%, а при использовании таких посевов на кормовые цели (зеленая масса, сено, сенаж и др.) всего 33%. По данным профессора Л.П. Шевцовой (2004) посев кормового гороха в смесях с овсом и чистом виде в качестве пожнивных агрофитоценозов повышает степень использования вегетационного периода для данной микрзо-

ны на 66,6 и 141,7% соответственно (таблица 2).

Таблица 2 – Степень использования агроклиматических ресурсов черноземной степной зоны Саратовского Правобережья одновидовыми и бинарными агрофитоценозами гороха, в среднем за 2000-2004 гг. (данные профессора Шевцовой Л.П.).

Культура, смесь	Способ и вид посева	Дата		Число дней от посева до уборки	Сумма эффективных температур (выше +10°C)	Степень использования, %	
		посева	уборки			вегетационного периода	эффективных температур
Горох посевной Горох кормовой Горох+овес	Обычный рядовой на зерно	III д. IV	III д. VII	84	1520	48,0	54,3
Горох кормовой Горох+овес	Обычный рядовой на зеленую массу	III д. IV Id. V	III д. VI	58	1215	33,1	43,4
Горох кормовой Горох+овес	Обычный рядовой пожнив-но (после озимой пшеницы), на зеленую массу	II-III д. VII	Id. IX	В сумме за 2 урожая			
				140	2168	80,0	77,4
Горох + подсолнечник Горох+овес	Обычный рядовой, затем поукосный (все на зеленую массу)	III д. IV III д. VI	III д. VI Id. IX	143	2366	81,7	84,5
Многолетние средние	-	-	-	175	2800	100	100

Степень расходования эффективных температур доминирующими посевами гороха в смесях с овсом и в чистом виде составляет 43,4-54,3%, поукосные и пожнивные агрофитоценозы с учетом доминирующих посевов – 77,4-84,5%. Следовательно, агрофитоценозы гороха в смешанных посевах и одновидовых, создаваемые поукосно и пожнивно, способствуют более полному потреблению биоклиматических ресурсов степной зоны Поволжья.

В то же время достаточно высокое число лет с повышенным и умеренным увлажнением составляет 39%, ординарных по увлажнению – 35 и сухих – 26%, т.е. этот регион Саратовской области с более высоким увлажнением и наи-

меньшей континентальностью климата в сравнении с другими микроразонами, демонстрирует большие перспективы для формирования высокопродуктивных доминирующих, пожнивных и поукосных агрофитоценозов гороха в смешанных и одновидовых посевах.

Место проведения полевых испытаний характеризуется благоприятными тепловыми, световыми и в значительной части лет водными резервами.

Годы проведения полевых экспериментов имели существенные отличия как по температурному режиму в период вегетации изучаемых агроценозов, так и по сумме осадков (таблица 3). Агрометеорологические показатели приведены по данным Балашовской метеостанции, расположенной на территории, которая представляет собой типичную засушливую черноземную степь с наиболее высоким увлажнением и меньшей континентальностью климата в сравнении с другими микроразонами Саратовской области.

Период вегетации гороха 2007 года, следует считать хорошо увлажненным, благоприятным для роста и развития растений гороха. За май-июль выпало 164,7 мм осадков. Гидротермический коэффициент за май – июль составил 1,2, т.е. выше среднего многолетнего показателя.

Условия весенне – летнего периода 2008 года были не благоприятными по гидротермическому режиму для роста и развития гороха. За май – июль выпало всего 47 мм осадков и ГТК был на уровне 0,38. Но были невысокие температуры воздуха, что помогало растениям.

В 2009 году температурный режим весенне – летнего периода превышал среднемноголетние нормы, но по обеспеченности влагой был умеренно – влажным и показатель ГТК составил 0,69.

Таблица 3 – Погодные условия Западной микрзоны Саратовской области в период 2007-2009 гг., по многолетним данным Балашовской метеорологической станции

Месяцы	Среднесуточная температура воздуха, °С			Относительная влажность, %			Количество осадков, мм		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Январь	-0,4	-10,6	-8,5	89	87	86	47	31	26
Февраль	-9,1	-6,2	-5,7	80	89	83	26	9,9	24
Март	1,2	3,1	-1,8	79	82	83	2,6	29	10
Апрель	6,5	10,8	6,5	65	66	57	3,6	35	8,7
Май	17,5	14,4	14,5	52	67	58	9,7	12	14
Июнь	18,7	17,3	20,9	62	65	59	67	18	30
Июль	20,5	21,1	22,6	68	69	55	88	17	17
Август	24,0	21,2	17,5	53	54	66	14	2,5	7
Сентябрь	15,0	13,2	16,5	69	61	56	24	24	3
Октябрь	7,6	8,4	8,8	76	74	69	15	11	12
Ноябрь	-2,5	2,0	0,8	87	84	86	19	9,1	14
Декабрь	-8,7	-4,6	-7,1	87	87	83	12	2	29
∑ за год							332	200	194
Ср. за год	+7,6	+7,5	+7,1	72	74	70			

Продолжение таблицы 3 – Погодные условия Западной микрзоны Саратовской области в период 2010-2012 гг., по многолетним данным Балашовской метеорологической станции

Месяцы	Среднесуточная температура воздуха, °С			Относительная влажность, %			Количество осадков, мм		
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
Январь	-11,4	-10,6	-10,5	91	88	86	22	25	43
Февраль	-16,0	-15,5	-8,3	84	80	88	15	27	21
Март	-7,2	-6,7	-6,2	84	88	84	14	26	53
Апрель	4,6	11,3	7,5	69	73	65	15	6	39
Май	15,4	17,3	18,1	55	53	52	7	12	15
Июнь	17,3	20,3	19,4	70	61	62	22	33	59
Июль	23,8	21,3	19,4	56	59	66	7	18	100
Август	19,3	20,3	19,6	58	64	64	42	32	26
Сентябрь	12,1	12,8	11,2	79	69	86	36	28	151
Октябрь	5,6	7,7	5,1	80	78	86	6	71	19
Ноябрь	-4,9	0,0	2,1	85	88	89	10	26	17
Декабрь	-6,5	-8,6	-4,9	93	86	93	27	35	16
∑ за год							223	339	560
Ср. за год	4,4	5,9	5,0	75	74	77			

Полевые эксперименты с бактериальными и ростостимулирующими препаратами проводились в период 2010-2012 гг.

Вегетационный период гороха в 2010 году был остро засушливым. Температура воздуха превышала среднемноголетнюю, особенно в июле, когда она достигла 23,8°С в среднем за месяц. Количество осадков за май-июль было небольшим и составило лишь 35,5 мм.

Весенне-летний период гороха в 2011 году был средне засушливым. Температура воздуха была близка к среднемноголетней. Количество осадков за май-июль было небольшим и составило лишь 63 мм.

Вегетационный период гороха в 2012 году был благоприятным. Температура воздуха была ниже среднемноголетней. Количество осадков за май-июль составило 174 мм, что в 1,5 раза выше нормы.

Из шести лет, в течение которых проводились полевые исследования, 2007 и 2012 годы были влажным, 2008, 2009 и 2011 годы – средне засушливыми, а 2010 год – остро засушливым.

В целом, погодные условия лет проведения полевых экспериментов имели свои существенные особенности и отражали континентальность климата западной микрзоны Саратовского Правобережья.

3 АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ ГОРОХА НА ЧЕРНОЗЕМАХ СТЕПНОГО САРАТОВСКОГО ПРАВОБЕРЕЖЬЯ

Основы генетической, агробиологической продуктивности, экологической стабильности и адаптивной способности культуры гороха, как и других видов зернобобовых культур сложны и недостаточно изучены.

«Вид растения, его генотип являются отражением экологических условий зоны его происхождения и чем дальше возделывают культуру от зоны ее происхождения, тем большее число факторов среды приходится корректировать агротехническими приемами» – утверждает Г.С. Посыпанов (1985).

В отношении гороха следует сказать, что это род небольшого объема. К. Линей в свое время установил 4 вида, из которых к настоящему времени остался как линеевский только один – *Pisum sativum* – горох посевной ($2n=14$). Вид представлен однолетней формой, в диком состоянии неизвестен, возделывается в большинстве стран земного шара благодаря своей экологической пластичности.

Археологические находки свидетельствуют, что горох – одна из наиболее древних культур (Посыпанов Г.С., 1985).

Родиной мелкосемянных форм гороха посевного признаны районы Закавказья, горные районы Туркмении и северо-западной части Ирака, а центром происхождения крупносемянных форм этой культуры Н.И. Вавилов считал Восточное Средиземноморье.

В современном Госреестре Российской Федерации допущено к использованию более 100 сортов гороха, которые характеризуются высокой урожайностью и белковой продуктивностью, большой пластичностью и экологической адаптированностью в различных почвенно-климатических зонах. Однако нельзя не отметить, что в развитии растений гороха есть свои особенности – это совпадение по времени прохождения разных этапов репродуктивного развития: цветения, образования бобов, налива семян и их созревания, которые проходят

последовательно снизу вверх по стеблю, что нередко затрудняет технологию уборочных работ, является причиной потери значительной части урожайной продукции.

Горох посевной зернового использования не кустится, как зерновые злаки, в этой связи густота посева агроценозов культуры определяется, в первую очередь, количеством высеянных семян и их полевой всхожестью.

3.1 Особенности развития и роста растений сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем и просом при разных соотношениях компонентов

Полевая всхожесть – это один из важнейших показателей адаптивности культуры, сорта, один из основных элементов структуры фитоценоза.

Выше было сказано, что данный показатель, в первую очередь, определяется нормой высева семян, но в значительной степени зависит от водообеспеченности посевного слоя почвы и многих других факторов и агротехнических приемов, обеспечивающих всхожесть семян и дальнейшее их развитие.

Известно, что эффективность и надежность современных агротехнологий выращивания гороха, как впрочем и других полевых культур, заключается в наиболее полном использовании природных ресурсов как регулируемых (аэрация почвы, ее обеспеченность элементами питания и т.д.), так и не регулируемых (возврат заморозков в весенний период, распределение осадков по месяцам, их интенсивность, гранулометрический состав почвы, напряженность инсоляции, температурный режим и т.д.).

В нашем случае, в целях обеспечения равномерных и дружных всходов гороха, семена которого для набухания и прорастания поглощают не менее 100 и 120% воды от их массы, в условиях степного засушливого климата необходим самый ранний посев и обязательно во влажный слой почвы.

Исследования показали, что наибольшая полевая всхожесть за годы исследований во всех вариациях агротехнологических перестановок была отмечена по сорту кормового гороха Зарянка (таблицы 4, 5).

Таблица 4 – Влияние норм высева на полевую всхожесть сорта гороха Орловчанин

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1 га	Полнота всходов, %			в среднем
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	
		ГТК за IV-VII			
		1,27	0,85	0,98	
Орловчанин	0,8	72,5	70,2	69,4	70,7
	1,0	68,6	66,4	64,5	66,5
	1,2	65,3	64,2	61,9	63,8
F _φ		1273,3	1554,9	1368,4	241,77
F ₀₅		4,26	4,26	4,26	5,14
НСР ₀₅	-	0,14	0,19	0,01	0,98

При одинаковой норме высева в среднем за 2007-2009 годы испытаний полевая всхожесть на посевах сорта Зарянки превышала показатели полевой всхожести на посевах сорта Орловчанин на 7,73%.

В условиях сравнительно более влагообеспеченного года (2007 г.) разница в показателях полевой всхожести между кормовым и зерновым горохом составила – 8,4%.

Таблица 5 – Влияние норм высева на полевую всхожесть сорта гороха Зарянка

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1 га	Полнота всходов, %			в среднем
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	
		ГТК за IV-VII			
		1,27	0,85	0,98	
Зарянка	1,2	78,6	76,5	73,5	76,2
	1,4	74,5	72,8	70,5	72,6
	1,6	71,4	67,5	66,3	68,4
F _φ		3623,6	4624,3	1585,5	1322,4
F ₀₅		4,26	4,26	4,26	5,14
НСР ₀₅	-	0,12	1,72	0,27	0,30

В условиях характерных для западной микрзоны Саратовского Правобережья по гидротермическому режиму (2008 и 2009 гг.) разница в полевой всхожести составила 8,9 и 5,9% соответственно, т.е. видовая особенность расти-

тельных организмов проявляется уже на первых этапах их развития, т.е. в период прорастания семян и образования всходов.

С повышением норм высева изучаемых сортов гороха на 200 тыс. всхожих семян на 1 га полевая всхожесть заметно снижается. В среднем за 2007-2009 гг. испытаний полевая всхожесть у сорта гороха Орловчанина при повышении нормы высева семян с 0,8 до 1,0 млн. и с 1,0 до 1,2 млн. всхожих семян на 1 га снизилась на 4,2 и 2,7% соответственно. В условиях хорошо влагообеспеченного 2007 г. с повышением нормы высева с 0,8 до 1,0 млн. и с 1,0 до 1,2 млн. всхожих семян на 1 га по сорту Орловчанин полевая всхожесть снизилась – на 3,9 и 3,3% соответственно. По сорту кормового гороха Зарянка повышение нормы высева с 1,2 до 1,4 млн. и с 1,4 до 1,6 млн. всхожих семян на 1 га, в среднем за три года испытаний, снижало полноту всходов на 3,6 и 4,2%. В условиях обычных засушливых лет (2008 и 2009 гг.) повышение норм высева изучаемых сортов гороха на 200 тыс. всхожих семян на 1 га снижало полевую всхожесть Орловчанина на 3,8 и 2,2% и на 4,9 и на 2,6% соответственно, по кормовому гороху Зарянка – на 3,7 и 5,3% и на 3,0 и 4,2%.

Наши исследования показали, что полевая всхожесть у сорта гороха Зарянки, отличающегося меньшей массой 1000 семян по сравнению с сортом зернового гороха Орловчанин, во все годы испытаний и в разных вариантах одновидовых и бинарных посевов оказывалась значительно выше. В то же время, реакция изучаемых сортов на изменения плотности размещения семян на единице площади при высева оказалась одинаковой.

Изучение полевой всхожести в бинарных посевах разных сортов гороха с ячменем при разных способах их высева показало, что наибольшей полнотой всходов и в бинарных посевах с ячменем выделялся кормовой горох Зарянка (таблица 6).

На совмещенных посевах с отдельным высева семян компонентов полевая всхожесть бобовой культуры в среднем за 2007-2009 гг. составила – 75,3%, в то время как при обычном рядовом посева смесью семян данный показатель оказывался заметно ниже.

Таблица 6 – Полевая всхожесть разных сортов гороха в бинарных посевах с ячменем при различных способах посева

Сорта, (фактор А)	Способы посева, (фактор В)		Среднее по фактору А
	обычный рядовой сме- сью семян	раздельный высев семян	
Орловчанин+	62,60	65,20	67,30
Нутанс 553	68,80	72,60	
Зарянка+	72,40	75,30	72,25
Нутанс 553	68,50	72,80	
Среднее по фактору В	68,08	71,48	

Для частных средних:	F _ф =154,56	F ₀₅ =2,77	HCP ₀₅ =1,05
Фактор А	F _ф =409,38	F ₀₅ =4,60	HCP ₀₅ =0,52
Фактор В	F _ф =84,78	F ₀₅ =3,34	HCP ₀₅ =0,74
Взаимодействие факторов АВ	F _ф =139,42	F ₀₅ =3,34	HCP ₀₅ =1,05

В изучаемых нами горохо-ячменных смесях в зависимости от числового соотношения бобовой культуры и злака при высеве заметно изменялась полевая всхожесть. Так, при норме посева ячменя 4,0 млн. всхожих семян на 1 га и высеве 0,5 млн. у гороха полевая всхожесть составила 76 и 58% соответственно, т.е. полевая всхожесть ячменя в смеси по сравнению с одновидовым его высевом снижалась на 6%, тогда как бобового компонента – на 18%.

При повышении нормы посева гороха на 0,5 млн. всхожих семян на 1 га и снижении нормы посева злака на ту же величину полевая всхожесть бобовой культуры повысилась на 14%, а злака снизилась на 5%. Дальнейшее повышение в смеси нормы посева гороха до 1,5 млн. всхожих семян на 1 га и уменьшение нормы посева ячменя до 3,0 млн. всхожих семян на 1 га, т.е. на ту же величину, на которую повышали высев гороха, полевая всхожесть бобового компонента увеличилась по сравнению с предыдущим вариантом на 9%, а по сравнению с первым – на 17% и составила 75%, т.е. почти не отличалась от полевой всхожесть одновидовых посевов.

На вариантах одновидового посева полевая всхожесть гороха, в среднем за годы исследований, составила 76%, ячменя – 82%, т.е. была выше на 6,0% по сравнению с горохом (таблица 7).

Таблица 7 – Полевая всхожесть гороха, ячменя и горохо-ячменной смеси при разном соотношении компонентов, в среднем за 2007-2009 гг.

Вариант опыта	Норма высева, млн шт. на 1 га	Число всходов на 1 м ² , шт.	Полевая всхожесть компонентов, %	Полевая всхожесть смеси, %
Горох	1,5	114	76,0	76,0
Ячмень	4,5	369	82,0	82,0
Горох + ячмень	0,5	29	58,0	74,0
	4,0	304	76,0	
Горох + ячмень	1,0	66	66,0	69,0
	3,5	245	70,0	
Горох + ячмень	1,5	112	75,0	70,2
	3,0	204	68,0	
F _φ	-	1266,97	-	-
F ₀₅	-	5,14	-	-
HCP ₀₅	-	12,79	-	-

Таким образом, при увеличении в горохо-ячменной смеси доли бобового компонента и снижении на ту же величину нормы высева злака (норма высева общей смеси оставалась без изменений), заметно снижается плотность создаваемого агроценоза.

Одной из распространенных крупяных культур в нашей стране и во многих других странах является просо. Его доля в мировом производстве зерна составляет 87,5 млн. т, или 3,9%, тогда как доля овса – 24,7 и 1,1% соответственно (3-х летние средние данные FaOStat, FAOontlook, 2006).

В структуре посевных площадей в мировом земледелии доля проса составляет 11,5%, или 78,9 млн га (ТоерферinternationalMB 2007, USDA).

Посевы проса в нашей стране составляют около 1,0 млн. га и наибольшие площади его посева сосредоточены в степном засушливом Поволжье.

Просо – это не только ценная крупяная культура, но это и отличный корм для домашней птицы, а просяную солому, мякину и все отходы крупяного производства охотно поедают лошади, крупный рогатый скот.

С давних пор в Поволжье, в Центрально – Черноземной зоне и на Северном Кавказе просо возделывают как кормовую культуру на зеленую подкормку, на сено, сенаж.

По содержанию кормовых единиц просьяная солома превосходит овсяную и пшеничную почти в 2 раза (1кг просьяной соломы содержит 0,41 к.ед., тогда как 1кг овсяной – 0,31 к.ед., а 1кг пшеничной – 0,22 к.ед.). А главное достоинство этой культуры в том, что по степени засухоустойчивости и способности противостоять запалам и захватам она занимает одно из первых мест среди зерновых культур и считается страховой культурой в сухостепном Поволжье и в засушливые годы в других регионах страны обеспечивает устойчивость полевого производства зерновой и кормовой продукции.

Как кормовое растение просо дает не менее двух укосов зеленой массы за лето, что определяет ценность культуры как компонента зеленого конвейера. Зеленая масса проса может быть использована для стойлового кормления в скошенном виде, а также как пастбищный корм.

В сравнении с другими зерновыми культурами просо отличается устойчивостью против болезней и вредителей, имеет высокий коэффициент размножения. По химическому составу мякина проса близка к овсяной, и заметно превосходит ржаную и ячменную.

В период вегетации просо экономно расходует влагу, его коэффициент транспирации составляет 200, с колебаниями от 127 до 360, т.е. он ниже, чем у сорго и кукурузы. Количество воды для набухания и прорастания семян проса составляет всего 25% от массы самих семян.

По Нижневолжскому региону (8-ому региону РФ) в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к производственному использованию, внесено 11 сортов проса, среди них Волгоградское 4 с максимальной урожайностью 42,6 ц/га, Золотистое с высотой стеблестоя до 110 см, Саратовское 12 с максимальной урожайностью до 54,3 ц/га, Ильиновское с высокой устойчивостью к разным расам головни.

Его растения развивают прочный высокорослый стебель (60-100 см), имеет широкие листовые пластинки.

Для исследований и был взят сорт проса Ильиновское, которое заслуживало внимания как растение кустовое с прочным стеблестоем, что очень важно в бинарных посевах с сортами гороха с полегающим стеблестоем.

С перспективой использования бинарных посевов гороха в занятых парах в качестве предшественника для озимой пшеницы нами был взят вариант посева гороха кормового с просом в соотношении компонентов при высеве 40% семян гороха и 60% проса при общей норме посева семян создаваемого агроценоза 3,5 млн. всхожих семян на 1га, включающего кормовой горох с нормой посева 1,4млн. всхожих семян на 1га и 2,1 млн. всхожих семян проса на 1 га. Высев такой смеси осуществляли с помощью зернотуковой сеялки в период, когда 10-ти сантиметровый слой почвы прогревался до 10-12⁰С. Сравнительно более поздние сроки посева гороха в бинарных посевах с просом сказались на полевой всхожести культуры, несколько снизив ее как в одновидовых посевах, так и на вариантах бинарного посева (таблица 8).

Таблица 8 – Полевая всхожесть семян гороха и проса в одновидовых и бинарных посевах

Вариант опыта	Норма посева		Полевая всхожесть						в среднем за 2007-2009гг.
	млн шт./га	шт./м ²	2007г.		2008г.		2009г.		
			шт./м ²	%	шт./м ²	%	шт./м ²	%	
Горох	1,4	140	95	67,8	88	62,8	90	64,2	64,9
Просо	2,1	210	165	78,5	160	76,1	161	76,6	77,0
Горох + просо	1,4	140	87	62,1	82	58,5	86	61,4	60,6
	2,1	210	154	73,3	148	70,4	152	72,3	72,0
фактор А									
F _φ		-	5120	-	2880	-	1327	-	54,0
F ₀₅		-	5,99	-	5,99	-	5,99	-	7,71
фактор В									
F _φ		-	14578	-	17349	-	4909	-	284,3
F ₀₅		-	5,99	-	5,99	-	5,99	-	7,71
НСР ₀₅									
фактор А		-	1,41	-	0,18	-	0,12	-	5,90
фактор В		-	0,12	-	0,12	-	0,15	-	3,96

Более поздние сроки посева гороха на данном варианте опыта снизили полевую всхожесть семян культуры в среднем за три года испытаний (2007 – 2009 гг.) на 7,5%, а на вариантах смешанных посевов гороха с просом – на 7,9%

по сравнению с бинарным посевом гороха с ячменем. Это вполне приемлемые расхождения, поскольку и на вариантах смесей гороха с ячменем при разном соотношении компонентов колебания в полевой всхожести составляли 8, 9 и даже 17%. Горохо-просяная смесь с соотношением компонентов 40 и 60% соответственно обеспечили агроценоз с полевой всхожестью 60,6 и 72,0%, т.е. с соотношением компонентов по числу всходов в смеси 36,1 и 63,8% соответственно. Планируемое соотношение при формировании всходов несколько изменилось: представительство гороха в смеси уменьшилось на 3,9%, а представительство проса увеличилось на ту же величину. По сравнению с одновидовым высевом гороха его полевая всхожесть в бинарном посева с просом снизилась на 4,3%, а полевая всхожесть проса на 5,0% по сравнению с его посевом в чистом виде. В этом и проявляется объективная закономерность физиологической равнозначимости и незаменимости факторов.

Таким образом, цифровые материалы наших исследований свидетельствуют, что полевая всхожесть гороха подвержена изменениям при прочих равных условиях в зависимости от сортовой природы культуры, сроков, способов и норм ее высева, а в смешанных посевах – от видового состава компонентов, от их соотношения в смесях уже при высева семян.

В течение вегетации агрофитоценозы претерпевают значительные изменения, в том числе и в количественном составе (таблица 9).

В период вегетации наибольший выпад растений гороха отмечен в одновидовых посевах сорта Орловчанин при сравнительно наибольшей норме высева (1,2 млн. всхожих семян на 1га), где он составил 14,3%, тогда как при норме высева 0,8 млн. всхожих семян на 1га выпад растений от числа полных всходов составил 7,1%, т.е. был в два раза меньше.

В посевах гороха Зарянка наблюдается такая же тенденция: с увеличением нормы высева семян происходит наибольший выпад растений культуры. Так при норме высева семян Зарянки 1,2 млн. выпад растений культуры составил 7,7%, при норме высева 1,4млн. – 9,8%, а при высева 1,6 млн. – 16,3%.

Таблица 9 – Динамика густоты посевов гороха в одновидовых и бинарных агроценозах в зависимости от сортовых особенностей и норм высева, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Вид посева	Норма высева млн шт./га	Число всходов на 1м ² , шт.	Сохранившихся растений				Общая выживаемость семян и растений, %
			бутонизация		образование бобов		
			шт./м ²	%	шт./м ²	%	
Сорт Орловчанин							
Одновидовый	0,8	57	56	98,2	53	94,6	66,2
обычный рядовой	1,0	66	64	96,9	58	90,6	58,0
	1,2	77	74	96,1	66	89,1	55,0
F _φ	-	-	427,1	-	393,9	-	-
F ₀₅	-	-	5,14	-	5,14	-	-
НСР ₀₅	-	-	2,41	-	2,17	-	-
Сорт Зарянка							
Одновидовый	1,2	91	88	96,7	84	95,4	70,0
обычный рядовой	1,4	102	97	95,1	90	92,7	64,2
	1,6	110	101	91,8	92	91,0	57,5
F _φ	-	-	1054,1	-	2589,1	-	-
F ₀₅	-	-	5,14	-	5,14	-	-
НСР ₀₅	-	-	1,45	-	0,48	-	-
Бинарный смесью семян горох Орловчанин + ячмень	1,0	63	59	93,6	55	93,2	55,0
	2,5	172	155	90,1	137	88,3	54,8
Общая смесь	3,5	235	214	91,0	192	89,7	54,8
F _φ	-	-	700,1	-	604,0	-	-
F ₀₅	-	-	7,71	-	7,71	-	-
НСР ₀₅	-	-	1,87	-	1,97	-	-
Горох Зарянка + ячмень	1,0	72	67	93,0	63	94,0	63,0
	2,5	171	153	89,4	137	89,5	54,8
Общая смесь	3,5	243	220	90,5	200	90,9	57,1
F _φ	-	-	353,7	-	292,0	-	-
F ₀₅	-	-	7,71	-	7,71	-	-
НСР ₀₅	-	-	3,44	-	3,45	-	-

В бинарных посевах гороха Орловчанина с ячменем Нутанс 553 в соотношении компонентов 28,5 и 71,5% соответственно общая потеря испытываемых растений от сформировавшихся всходов составила 18,3%, в том числе гороха 12,7%. По сорту Зарянка выпад растений гороха от числа сформировавшихся всходов в бинарном агроценозе с ячменем составил 12,5% при том же соотношении компонентов. Общий выпад растений из бинарной смеси горох Зарянка + ячмень составил 17,7% в среднем за 2007 – 2009 гг.

Общая выживаемость высеянных семян и растений гороха в одновидовом посеве по сорту Орловчанин при норме высева 0,8 млн. составила 66,2%. С по-

вышением нормы высева до 1,0 и 1,2 млн. всхожих семян на 1га данный показатель заметно снижался – до 58,0 и 55,0% соответственно. По кормовому гороху Зарянке наблюдается такая же закономерность в отношении выживаемости семян и растений к периоду образования бобов. Соответственно нормам высева 1,2; 1,4 и 1,6 млн. всхожих семян на 1га она составила– 70,0; 64,2 и 57,5% в среднем за 2007 – 2009 годы исследования. Сравнительно большая выживаемость у кормового гороха свидетельствует о целесообразности его использования в одновидовых и бинарных посевах на кормовые цели.

В исследования были включены наблюдения за ростом опытных и контрольных растений гороха на вариантах одновидовых посевов культуры с разными нормами высева и в бинарных посевах с разным соотношением компонентов в смесях.

В свое время И.Г. Серебрякова (1962) писала, что «морфология растений, как в фокусе, отражает их приспособленность ко всему комплексу не только географических и почвенно-климатических факторов, но и агротехнологических операций». Наши наблюдения показали, что наибольшие среднесуточные приросты растений гороха в высоту и у сорта зернового направления и сорта кормового использования приходились на период бутонизации – цветения культуры (рисунок 1, приложение 37).

Так, за период от появления всходов до бутонизации среднесуточные приросты растений гороха в высоту составили у Орловчанина на варианте с нормой высева 0,8 млн шт./га, в среднем за 2007 – 2009 годы 0,84 см. С повышением норм высева заметно увеличиваются и среднесуточные приросты: при норме высева 1,0 млн всхожих зерен на 1 га они составляют 1,26 см, а при норме высева 1,2 млн всхожих зерен на 1 га прирост у Орловчанина в среднем за годы исследований составил 1,38 см, т.е. превышал показатели с вариантов 0,8 и 1,0 млн шт./га – на 0,54 и 0,12 см соответственно.

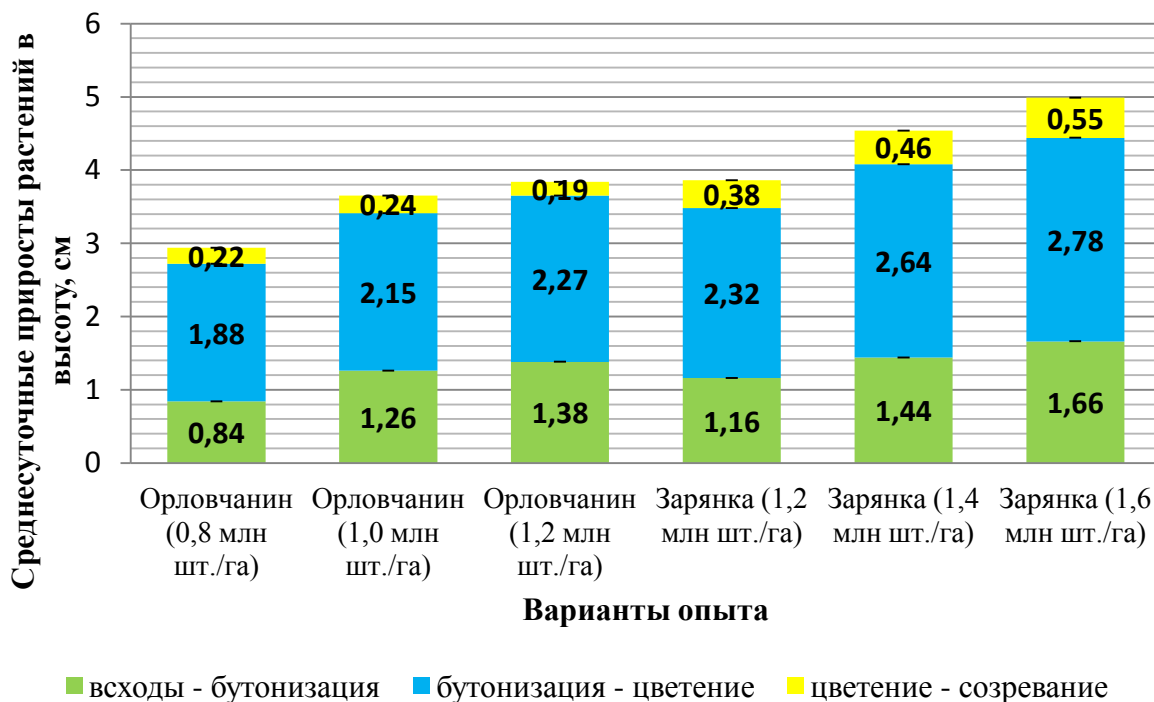


Рисунок 1 – Среднесуточные приросты растений сортов гороха по периодам вегетации в одновидовых посевах в зависимости от норм высева, в среднем за 2007-2009 гг.

Наиболее интенсивный среднесуточный прирост растений гороха в высоту происходил в период бутонизации – цветения, когда у зернового гороха Орловчанина среднесуточное увеличение высоты стеблестоя при норме высева 0,8 млн всхожих зерен на 1 га составляло в среднем за годы наших испытаний (2007 – 2009 гг.) 1,88 см и превышало среднесуточный прирост растений этой культуры предшествующего периода «всходы – бутонизация» на данном варианте более чем в 2,2 раза.

С увеличением густоты посева до 1,0 и 1,2 млн всхожих зерен на 1 га заметно повышается и среднесуточный прирост растений в высоту. В среднем за годы наших испытаний на вариантах с высевом 1,0 и 1,2 млн зерен на 1 га среднесуточный прирост растений гороха в высоту превышал показатели, полученные на варианте 0,8 млн – на 14,3 и на 20,7% соответственно.

В период начала созревания бобов прирост растений гороха в высоту резко замедлялся и в целом за период «цветение – созревание» по гороху Орлов-

чанин на вариантах с нормами высева 0,8, 1,0 и 1,2 млн. всхожих зерен на 1 га составлял 0,22; 0,24 и 0,19 см в сутки соответственно.

В посевах кормового гороха сорта Зарянка наблюдаются те же закономерности в среднесуточном приросте растений в высоту по периодам вегетации и в зависимости от норм высева семян, но только с той разницей, что сами показатели прироста оказывались значительно выше, чем у сорта зернового гороха Орловчанина.

Нельзя не отметить, что в отдельные годы, выпадающие осадки и изменяющийся температурный режим, влияли на прирост растений гороха в высоту. Данные таблицы 10 показывают сортовые особенности гороха по формированию высоты стеблестоя, однако, ранее выявленные закономерности в линейном приросте стеблей гороха Орловчанина, характерны и для других изучаемых нами сортов зернового и кормового использования.

Таблица 10 – Высота растений сортов гороха в разные фазы вегетации, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Сорт	Высота растений, см		
	бутонизация	цветение	созревание
Орловчанин	44,1	69,6	81,4
Аксайский усатый 7	38,5	63,7	75,6
Мультик	42,8	67,6	73,5
Спрут	58,4	76,3	92,6
Зарянка	59,1	106,6	126,3
Алла	52,4	92,5	106,8
F _φ	420,4	546,4	4134,2
F ₀₅	3,11	3,11	3,11
НСР ₀₅	2,01	3,94	0,18

Наибольшей высокорослостью по всем фазам вегетации выделялись кормовые сорта гороха – Зарянка, Алла и Спрут. К фазе цветения высота (длина) стеблей в среднем за три года испытаний составила 106,6 см, 92,5 см и 76,3 см соответственно сортам Зарянка, Алла и Спрут. Из зерновых сортов наибольшей высотой стеблей к периоду цветения выделялся Орловчанин.

Сравнительно дождливая погода в период цветения гороха в 2007 году способствовала более активному росту растений сортов опытной культуры, то-

гда как дефицит осадков и высокий температурный режим 2008 года заметно снизили ростовые процессы, как у сортов зернового использования, так и у зерноукосных сортов гороха (рисунок 2, приложение 49).

Наблюдения показали, что ростовые процессы у изучаемых нами сортов гороха на всех этапах развития определялись складывающимися условиями погоды: высокая температура воздуха и низкая относительная влажность в период образования соцветий – цветения замедляли рост и, напротив, дождливый и прохладный период в фазу бутонизации – цветения и цветения – образования бобов (2007 г.) способствовал интенсивному росту растений гороха. Так, высота стеблестоя гороха Орловчанина в фазу цветения в условиях 2007 г. составляла 75,8 см, сорта Зарянка – 114,4 см, тогда как в острозасушливом 2008 году высота стеблестоя выше названных сортов в фазу цветения оказалась ниже на 13,4 и 17,6 см соответственно, а у таких сортов как Аксайский усатый 7 и Алла разница по высоте растений составила 14,5 и 22,2 см.

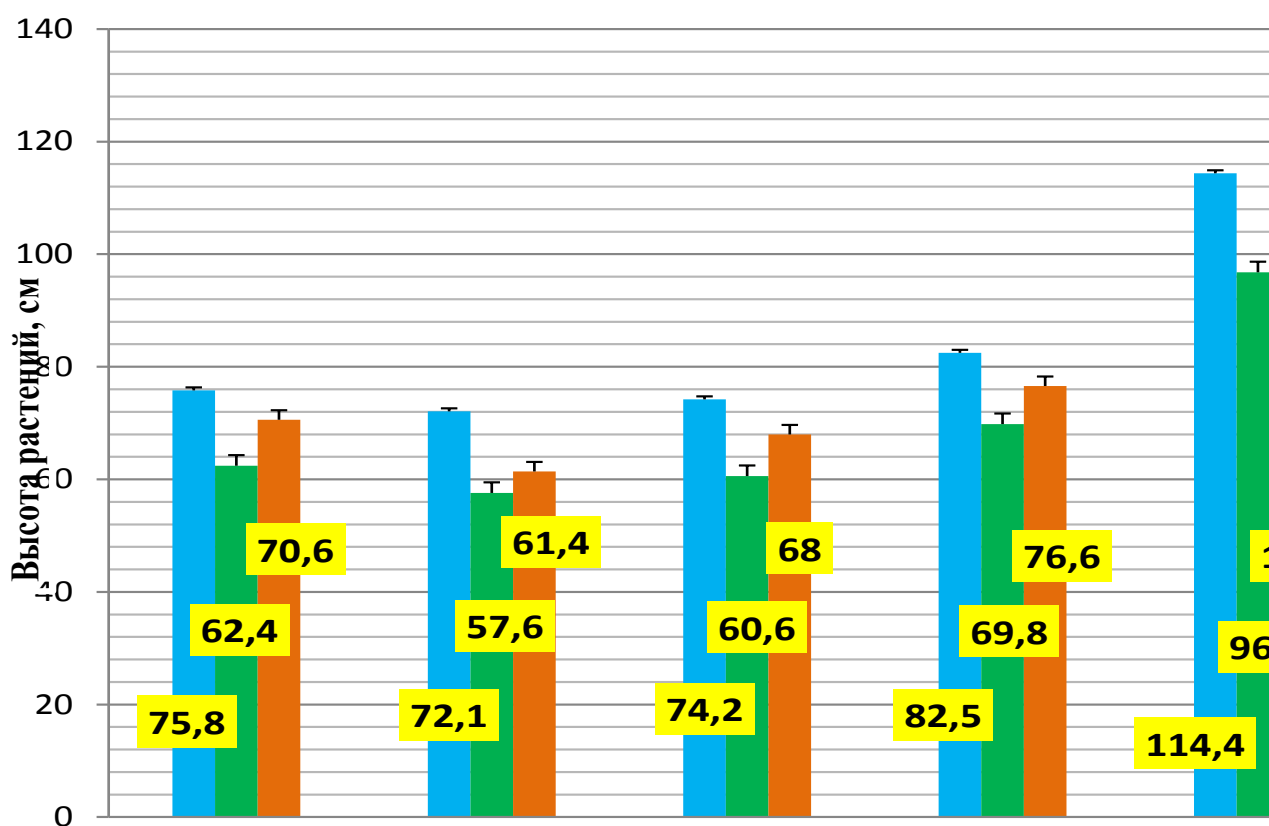


Рисунок 2 – Высота растений изучаемых сортов гороха в период цветения в разные годы исследования

В годы испытаний наибольшей высокорослостью, а вернее наибольшей длинной стеблей среди укосных сортов гороха выделялась Зарянка (114,4 см в 2007 г.), а среди зерновых – Орловчанин (75,8 см в условиях 2007 г.). В среднем за годы испытаний высота стеблестоя изучаемых сортов гороха в период цветения составила по Орловчанину 69,6 см, по Аксайскому усатому 7 – 63,7, по сорту Мультик – 67,6 см, по зерноукосному сорту Спрут – 67,6 см, по пелюшке Зарянка – 106,6 см и по безлисточковому сорту гороха Алла – 92,5 см.

Следует отметить, что в посевах гороха с наибольшей нормой высева – (для зерновых сортов 1,4 млн. всхожих семян на 1 га, а для укосных – 1,6 млн/га) – развивались более высокорослые растения (таблица 11).

Таблица 11 – Влияние норм высева на высоту стеблестоя сортов гороха (фаза цветения)

Норма высева, млн шт./га	Высота растений, см			
	Орловчанин	Мультик	Зарянка	Алла
2007 г. (ГТК за IV-VII 1,27)				
0,8	70,5	70,6	-	-
1,0	72,3	73,5	-	-
1,2	75,8	74,2	114,4	102,5
1,4	76,6	75,8	115,6	104,6
1,6	-	-	118,3	107,2
F _φ	2505,3	30,1	25,6	51,6
F ₀₅	3,49	3,49	4,26	4,26
НСР ₀₅	0,12	1,9	4,99	3,95
2008 г. (ГТК за IV-VII 0,85)				
0,8	57,6	56,4	-	-
1,0	60,8	57,2	-	-
1,2	62,4	60,6	96,8	80,3
1,4	64,5	62,7	98,4	84,2
1,6	-	-	100,6	86,5
F _φ	225,7	445,3	50,4	914,0
F ₀₅	3,49	3,49	4,26	4,26
НСР ₀₅	1,36	0,71	2,33	0,35
2009 г. (ГТК за IV-VII 0,98)				
0,8	66,3	65,2	-	-
1,0	68,8	67,8	-	-
1,2	70,6	68,0	108,6	94,7
1,4	73,2	68,8	111,4	97,2
1,6	-	-	112,5	98,8
F _φ	138,4	485,0	129,4	100,5
F ₀₅	3,49	3,49	4,26	4,26
НСР ₀₅	2,21	0,15	1,005	1,35

В повышении зерновой продуктивности гороха высота растений не является решающим фактором, однако данный признак связан с высотой закладки первых и последующих бобов, что облегчает или усложняет технологию уборочных работ культуры. Наши наблюдения свидетельствуют, что высота закладки первых бобов, так называемых плодов нижнего яруса, менялась в зависимости от сортовых особенностей, сложившихся погодных условий в период вегетации и приемов агротехники.

Сравнительно благоприятные условия по влагообеспеченности посевов гороха в периоды формирования всходов и бутонизации в 2007 г. способствовали образованию более высокорослых растений культуры с сравнительно высоким заложением первых соцветий относительно опытных посевов гороха 2008 и 2009 годов. У зерновых сортов гороха обычно первые бобы закладываются на 10 – 13-м междоузлиях, а у сортов гороха укосного типа – на 15-17 междоузлиях – это природный признак.

В зависимости от условий по водообеспеченности посевов, густоты размещения растений на единице площади длина самих междоузлий, особенно верхних, значительно изменяется. В наших опытах у гороха Орловчанина длина 10-го междоузлия, вслед за которым формировались первые бобы, в условиях 2007 года составила в посевах с нормой высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 га – 5,6 см, тогда как при высева 1,2 млн. семян на 1 га она составила 7,4 см, а в сравнительно засушливом 2008 году при тех же нормах высева длина 10-го междоузлия, предшествующего междоузлию с первыми бобами, составляла соответственно 3,8 и 4,5 см.

У изучаемого сорта гороха Зарянка длина 15-го междоузлия предшествующего междоузлию с первыми бобами, составляла в 2007 году при нормах высева 1,2 и 1,4 млн. всхожих зерен на 1 га – 8,4 и 11,2 см, тогда как в условиях засушливого 2008 года – 5,1 и 6,4 см.

Сорта гороха, которые были взяты на изучение, не ветвятся и в той или иной степени склонны к полеганию. Наблюдения показали, что длинностебельные сорта гороха уже в начале формирования бобов начинают полегать, что в

значительной степени осложняет процессы налива семян и в дальнейшем затрудняет уборочные работы.

В таблице 12 представлены результаты наблюдений за степенью полегаемости изучаемых сортов гороха в зависимости от условий года вегетации и густоты посева.

Таблица 12 – Влияние норм высева на степень полегания сортов гороха в разные годы испытаний.

Фаза вегетации	Полегаемость растений, баллы					
	Орловчанин		Мультик		Зарянка	
	Норма высева, млн шт./га					
	0,8	1,4	0,8	1,4	1,2	1,6
2007 г. (ГТК за IV-VII 1,27)						
Образование бобов	4,4	4,6	4,5	4,7	3,2	3,5
Созревание	2,8	3,2	2,8	3,4	2,5	2,6
2008 г. (ГТК за IV-VII 0,85)						
Образование бобов	4,2	4,4	4,3	4,5	3,3	3,4
Созревание	2,2	2,4	2,5	2,8	2,1	2,0
2009 г. (ГТК за IV-VII 0,98)						
Образование бобов	4,4	4,8	4,5	4,6	3,4	3,8
Созревание	2,2	2,4	2,4	2,6	1,8	2,2

Исследования показали, что в условиях сравнительно благоприятных по водообеспеченности посевов гороха активизируются процессы прироста как вегетативной, так и репродуктивной массы растений, что вызывает большую склонность их к полеганию уже в фазе начала образования бобов. Однако нельзя не отметить, что при большей плотности стеблестоя на единице посева степень полегаемости заметно снижается.

Следует заметить, что у сорта гороха Мультик цепляющаяся способность усиков выражена сравнительно сильнее, чем у Орловчанина. Полевой горох Зарянка образует более длинный стебель с наибольшей массой листьев и соцветий, что способствует большей склонности его к полеганию.

Степень полегаемости сортов гороха определяли по 5-ти бальной системе: 5 – нет полегших растений на выделенных площадках; 4 – есть полегание, но в слабой степени; 3 – среднее число полегших растений из наблюдаемых на площадке; 2 – наибольшее число полегших растений из наблюдаемых, но посев

пригоден к механизированной уборке со специальным приспособлением и 1,0 – сильно полегшая масса растений на площадке и непригодная к механизированной уборке. На каждой выделенной делянке устанавливали площадь (в %) с той или иной степенью полегаемости, затем вычисляли средний взвешенный балл полегания по изучаемым сортам.

В исследованиях было замечено, что в засушливые годы образовавшиеся усики у гороха легко обламываются и растения культуры в большей степени полегают. Практика выращивания гороха в смешанных посевах с мятликовыми культурами значительно изменяет состояние посева: стебли гороха или цепляются листовыми усиками за злак, или они ложатся на него, сохраняя таким образом более или менее вертикальное или несколько наклонное положение, что в меньшей степени нарушает процесс фотосинтеза в посевах и в дальнейшем не создает трудностей с уборкой зерновой или кормовой продукции.

В наших опытах в зависимости от соотношения компонентов смеси и способов их посева заметно изменялся характер роста растений и их продуктивность.

В смесях гороха с ячменем уже к фазе цветения бобовая культура оказывается в верхнем ярусе травостоя, а при плотном посеве семян, усики гороха смыкают посев. Такие смеси полегают, вернее наклоняются в одну сторону всей массой и представляется возможность проводить их уборку без потерь.

При формировании продуктивных смешанных агроценозов научный интерес представляют вопросы, связанные с продолжительностью активной вегетации каждого из взятых в смесь компонентов и установление критических периодов в их развитии.

По сообщению А.П. Исаева (1978), не бобовый компонент в смешанных посевах нередко отрицательно влияет на ростовые процессы и развитие бобовой культуры.

В работах Л.П. Шевцовой (2000-2005) показано, что в смесях гороха с овсом первоначальное развитие и рост бобового компонента вплоть до цветения происходит под покровом злака. В период цветения и начала образования

бобов горох по приросту стеблевой и листовой массы значительно превосходит злак, который при определенных соотношениях по численности растений в сложном агроценозе становится слабой опорой для лежащего бобового компонента. В этом отношении требуется правильное предпосевное маневрирование нормами высева компонентов в целях предупреждения в смесях подавляющего начала одного из них.

В создаваемых нами бинарных посевах гороха с ячменем использовали разные соотношения компонентов по нормам высева семян и разные способы их высева: обычный рядовой смесью семян компонентов; совмещенный посев с отдельным высевом компонентов; посев перекрестным способом с отдельным высевом компонентов.

В данном опыте нам удалось выявить оптимальное соотношение компонентов для выравнивания их ростовых процессов (таблица 13).

Таблица 13 – Динамика роста растений гороха и ячменя в бинарных агроценозах с разным соотношением компонентов и при разных способах их высева, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Вариант опыта	Высота растений в разные фазы вегетации гороха, см			
	6-ой лист	бутонизация	цветение	начало образования бобов
Обычный рядовой посев смесью семян: горох(0,5) + ячмень(3,0)	8,6	30,6	63,5	70,2
	10,2	36,8	56,4	62,8
горох(1,0) + ячмень(2,5)	10,5	32,6	68,2	70,2
	11,4	34,8	66,8	66,7
Посев совмещенный с отдельным высевом компонентов: горох(1,0) + ячмень(2,5)	11,8	36,7	68,8	70,6
	12,2	38,4	66,5	68,5
Посев перекрестный, отдельный: горох(0,5) + ячмень(3,0)	11,6	38,3	70,2	74,4
	12,4	40,6	66,7	68,8

Примечание – 0,5; 1,0; 2,5; и 3,0 нормы высева семян, в млн шт. всхожих семян на 1га, высеваемые в смесях.

Наилучшие условия для формирования полных всходов и сравнительно более высокорослого стеблестоя в бинарных агроценозах гороха с ячменем сложились на вариантах совмещенного и перекрестного посева с отдельным

высевом компонентов, в которых высота растений гороха Орловчанина достигала 70,6-74,4 см, а высота стеблестоя ячменя – 68,5-68,8 см.

3.2 Способы создания высокопродуктивных бинарных агроценозов гороха с ячменем

На рост, развитие и продуктивность полевых культур влияют практически все факторы окружающей среды. Для оптимизации условий в конкретной экологической обстановке необходимо учитывать не только состояние того или другого фактора, но и степень их влияния на продукционные процессы конкурентной культуры и сорта. Безусловно, есть альтернатива – создать сорт с более высокой адаптацией к основным факторам среды конкретной природной зоны или региона.

Еще раз необходимо подчеркнуть величие трудов Н.И.Вавилова, который разработал и сформулировал «Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости», создал первую и крупнейшую в мире коллекцию растений, являющейся и в наши дни основным генофондом для селекции. Академик Н.И. Вавилов выделил и основные центры происхождения растительных видов, многие из которых введены в культуру или будут интродуцированы в тех или других регионах страны с учетом их потребностей к факторам жизни.

Н.И. Вавилов определил Юго-западно-азиатский и Переднеазиатский регионы мира как геноцентры происхождения культуры гороха.

Продолжатель идей Н.И. Вавилова, П.М. Жуковский несколько осовременил классификацию геноцентров и считал, что родиной происхождения культуры гороха являются Переднеазиатский и Среднеазиатский геноцентры. Однако по мере развития цивилизации раздвигаются границы центров формирования полезных культур и идет их расселение в новых регионах мира с естественным и целенаправленным отбором, глубоко изменяющих генотипы того или другого вида. В настоящее время ведущей страной по производству

гороха является Россия (998 тыс. га) – эти данные приводят Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников (2000).

Ценность гороха, как и других видов этой группы культур, определяется высоким содержанием белка и способностью оставлять в почве значительное количество азота для последующих культур.

Экологичность зернобобовых культур, в том числе и гороха, не без проблем, пишет в своих работах профессор Д. Шпаар (2000). И одна из них заключена в медленном росте и развитии бобовых растений в первоначальных фазах, что нередко является причиной зарастания их посевов сорняками. При накоплении в почве азота растительные остатки, стерня быстро минерализуются и вымываются в осенне-зимний период и весной, загрязняя воздух, грунтовые воды и водоемы. Для предотвращения этой опасности и рекомендуются смешанные посевы зернобобовых с мятликовыми культурами в основных, промежуточных, подсевных, совмещенных и пожнивных агроценозах. Продуктивные агроценозы таких посевов обеспечивают сохранение запасов азота для последующих культур в севооборотах.

На почвах с тяжелым гранулометрическим составом глубина проникновения стержневого корня гороха в почву составляет 0,85-1,0 м, но его боковые разветвления, размещающиеся в различных почвенных слоях, часто не отстают по длине и толщине отдельных корней от главного стержневого корня. Однако корневая система гороха мало изучена, хотя по аналогии с другими растениями известно, что именно корневая система в купе с другими органами является механизмом, управляющим отзывчивостью растений на условия окружающей среды.

Культуры семейства Fabaceae способны жить в симбиозе с азотофиксирующими бактериями, которые свободно живут в почве и проникают в организм растения – симбионта. Это бактерии рода *Rhizobium*, которые инокулируют бобовые растения, но инокуляция специфична: одни штаммы бактерий инокулируют горох, вику, но есть бактерии, которые поселяются на корнях нута или сои.

При благоприятных условиях симбиоза бобовые культуры способны удовлетворять не только свои потребности в симбиотическом азоте, но и передавать часть фиксированного азота другой сельскохозяйственной культуре, выращиваемой в смеси.

П.П. Вавилов и Г.С. Посыпанов (1983) отмечают, что овес, высеваемый в смесях с викой растет лучше, чем в чистых посевах без внесения азотных удобрений, к тому же в смесях с бобовыми овес не накапливает избытка нитратов и его зерновую продукцию можно использовать даже в приготовлении детского питания.

Механизм поступления биологически фиксированного азота от бобовой к мятликовой культуре достоверно пока не установлен, но есть предположение, что мятликовые растения используют азот отмирающих корневых волосков бобовых культур (Посыпанов Г.С., 1985).

В технологиях выращивания одновидовых посевов наблюдается неполное использование посевной площади, а при выращивании многих видов зернофуражных и кормовых культур на зеленый корм, сенаж, силос и сено в одновидовых агроценозах получаем продукцию низкого качества по составу питательных веществ.

Для устранения этих недостатков в растениеводстве рекомендуют использовать совместное выращивание разных видов культур – это так называемые бинарные (из двух видов) и поливидовые (2-3 и более видов) посева, при этом есть различия в создании таких агроценозов. Выделяют смешанные посева и посева совместные.

Смешанные посева создаются высевом смеси семян двух или нескольких культур на одной площади или проведением двукратного независимого посева взятых культур в смесь.

Основная цель таких посевов – улучшить качество корма, повысить в нем содержание белка. В некоторых случаях смешанные посева создают для подстраховки урожая более требовательной культуры к условиям среды.

Совместные посевы – это посевы двух или большего количества культур на одном поле с чередующимися рядами или полосами. При совместном посеве семена культур не смешивают, а высевают отдельно. Иногда используя разные посевные агрегаты. Полосной посев позволяет проводить дифференцированную технологию в отношении каждой используемой в нем культуры.

В таких посевах меньше отрицательного воздействия разных культур друг на друга в процессе вегетации.

Исследователи по-разному объясняют сложные процессы взаимоотношений растений в смешанных агроценозах. М.Е. Николаев (1982) утверждает, что урожайность или полезный эффект фитоценозов определяется их фитоценотической структурой, поэтому при их создании должны быть использованы результаты фитоценологии, физиологии и экологии растений.

В сложных агрофитоценозах различают благоприятные и угнетающие отношения между видами, то есть виды сообщества испытывают положительное воздействие друг на друга – мутуализм, или одни виды получают преимущество, а другие не испытывают ни положительного, ни отрицательного воздействия – комменсализм. Возникают и другие взаимоотношения, когда один из видов получает преимущество за счет других – это паразитизм; бывает и антибиоз, когда один из видов использует неблагоприятное воздействие, а другой остается нейтральным; есть конкуренция, когда виды в смесях испытывают отрицательное воздействие друг на друга. Такие сочетания нельзя рассматривать как некий абсолют, поскольку отношения между видами во многом определяются условиями среды и при достижении определенной пороговой плотности сообщества растений, переходят в конкурентные.

Вопросы о взаимном влиянии растений друг на друга чрезвычайно важны при подборе компонентов в сложные агрофитоценозы и при управлении формированием их продуктивности.

Наша задача – установить закономерности в развитии растений, в формировании их продуктивности в смешанных и совмещенных агроценозах.

3.2.1 Особенности формирования структуры посевов в одновидовых и бинарных агроценозах

Почвенные, погодные и агротехнологические условия оказывают существенное влияние не только на формирование плотности агрофитоценозов, но и на создание определенной морфологической структуры самих растений.

Необходимо отметить, что потенциальная продуктивность современных сортов гороха достаточно высока, однако ее реализация существенно зависит от складывающихся условий и приемов технологического характера. Наши исследования показали, что из завязавшихся на одном растении гороха Орловчанина 14 – 18 бутонов и 12 – 15 бутонов у Зарянка вызревает в среднем 49,5 и 44,2% бобов соответственно (таблица 14).

Таблица 14 – Репродуктивный потенциал сортов гороха
и степень его реализации

Органы репродукции	Сорт Орловчанин			Сорт Зарянка		
	2007г.	2008г.	2009г.	2007г.	2008г.	2009г.
Репродуктивный потенциал, шт. на 1 растение						
Бутонов	18	14	16	15	12	13
Цветков	16	10	14	13	10	11
Бобов	13	8	12	10	6	8
Опавших, %						
Бутонов	22,1	26,4	23,7	24,2	27,6	26,2
Цветков	16,2	18,5	17,6	16,4	17,5	17,0
Бобов	24,3	26,5	25,4	25,5	26,6	25,1
Вызревших						
Бобов, шт.	10	6	8	8	4	6
- в % от завязавшихся	76,9	75,0	75,0	80,0	66,6	75,0
- в % от потенциала (бу- тонов)	55,5	42,8	50,2	53,3	33,3	46,1

При повышении густоты посевов процент вызревших бобов заметно снижается. Сбрасывание завязавшихся генеративных органов (бутонов, цветков и бобов) происходит на всех этапах их формирования. Уже в период начала цветения наблюдается засыхание бутонов и сформировавшихся цветков.

В условиях сравнительно лучшей водообеспеченности посевов гороха число вызревших бобов заметно увеличивается.

В наших опытах высокий процент сохранившихся бобов и вызревших семян был отмечен по зерновому гороху сорту Орловчанин. Так, в условиях 2007 года число вызревших бобов, от репродуктивного потенциала составило по Орловчанину 55,5%, по Зарянке – 53,3%. В засушливые 2008 и 2009 годы данные показатели составляли по зерновому гороху 42,8 и 50,2%, по кормовому гороху Зарянке – 33,3 и 46,1% соответственно. По морфологии изучаемые нами сорта гороха отличались по величине и массе семян: у Орловчанина более крупные семена, чем у Зарянки, но эти показатели существенно варьировали по годам и вариантам с разной густотой агроценозов.

Элементом продуктивности гороха является и показатель массы 1000 зерен, который входит в характеристику сорта, однако его величина в зависимости от складывающихся условий в период налива семян и агротехнических факторов заметно варьирует (рисунок 3, приложение 67).

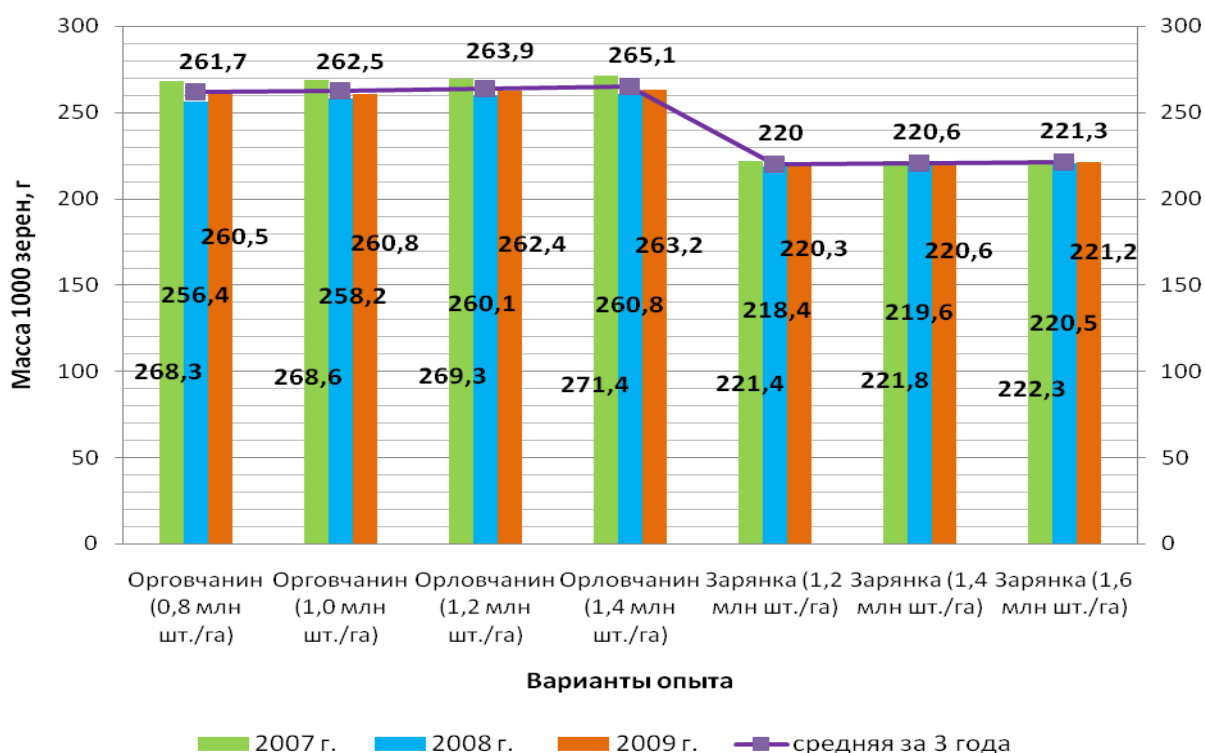


Рисунок 3 – Показатели массы 1000 зерен у изучаемых сортов гороха в зависимости от норм высева

Показатели массы 1000 зерен у изучаемых сортов гороха увеличивались при повышении норм высева с 0,8 до 1,4 млн. всхожих зерен на 1 га у Орловча-

нина и с 1,2 до 1,6 млн. у Зарянки. Вполне возможно, что это повышение массы 1000 зерен связано с большей редуцией репродуктивного потенциала сортов гороха в сложившихся условиях в период налива семян.

В результате наблюдений было выявлено, что в условиях дефицитного водообеспечения растения гороха более интенсивно сбрасывают часть бобов, что обеспечивает лучшее формирование семян в бобах нижнего и среднего ярусов. В период 2007-2009 гг. максимальный урожай зернового гороха сорта Орловчанина сформировался в условиях сравнительно влагообеспеченного 2007 года на варианте с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га, где он составил 4,24 т/га (таблица 15).

Таблица 15 – Урожайность зерна сорта посевного гороха Орловчанина в зависимости от норм высева семян

Норма высева, млн. шт. на 1га	Урожайность зерна, т/га			
	2007г.	2008г.	2009г.	среднее
0,8	3,16	2,10	2,64	2,63
1,0	3,84	2,36	2,78	2,99
1,2	4,24	2,28	2,53	3,02
1,4	3,76	1,84	2,18	2,59
F _φ	73,8	88,6	87,6	30,6
F ₀₅	3,49	3,49	3,49	4,07
НСР ₀₅	0,098	0,022	0,028	0,44

В засушливых условиях 2008 и 2009 гг. большой урожай зерна гороха сорта Орловчанина сформировался на вариантах с нормой высева 1,0 млн. всхожих семян на 1 га, где он составил 2,36 и 2,78 т/га соответственно. В среднем за исследуемый период большой урожай зерна по посевному гороху Орловчанину был получен на варианте с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га и он составил 3,01 т/га, превышая урожайность с варианта с нормой высева 0,8 млн шт./га на 0,38 т/га, а урожайность варианта с наибольшей нормой высева (1,4 млн/га) - на 0,42 т/га.

По сорту Зарянка максимальный урожай зерна также сформировался в условиях 2007 года и на варианте с нормой высева 1,6 млн. всхожих семян на 1га – он составил 2,16 т/га, превышая урожайность на вариантах с нормами высева 1,2 и 1,4 млн. всхожих зерен на 1га на 24 и на 14,8% соответственно (таб-

лица 16). В условиях засушливых 2008 и 2009 годов наибольший урожай зерна кормового гороха был получен на варианте с нормой высева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га – 1,67 и 1,69 т/га соответственно.

Таблица 16 – Урожайность зерна сорта кормового гороха Зарянка в зависимости от норм высева семян

Норма высева, млн. шт. на 1 га	Урожайность зерна, т/га			
	2007 г.	2008 г.	2009 г.	среднее
1,2	1,74	1,46	1,52	1,57
1,4	1,88	1,67	1,69	1,74
1,6	2,16	1,48	1,58	1,74
F _φ	2286,20	269,00	148,75	100,5
F ₀₅	4,26	4,26	4,26	5,14
НСР ₀₅	0,04	0,002	0,002	0,06

Снижение и повышение нормы высева на 200 тыс. всхожих семян снижало урожайность кормового гороха на 14,3 и 11,2% и на 12,8 и 6,9% соответственно 2008 и 2009 годам.

В условиях сравнительно влагообеспеченного 2007 года наибольший урожай гороха Орловчанин обеспечивала густота стеблестоя перед уборкой урожая в 650 тыс./га, а в засушливые годы наибольшей урожайностью отличались варианты с густотой стеблестоя в 570-580 тыс. растений на 1 га.

Для кормового гороха Зарянки стеблестой в 970 тыс./га был наиболее продуктивным в условиях влажного 2007 года, в засушливые 2008 и 2009 годы оптимальный стеблестой для Зарянки – это 860-880 тыс. растений на 1 га.

Идеальная густота стояния растений гороха накануне уборки урожая определяется, в первую очередь, нормой высева семян, их полевой всхожестью, сохранностью растений от всходов до уборки урожая и зависит от обеспеченности растений культуры влагой, питанием, светом, от сортовых особенностей и многих других условий и факторов (таблицы 17, 18).

Величина урожая на прямую зависит от числа растений на единице посева и данная тенденция прослеживается на каждом варианте опыта при изучении элементов структуры урожая гороха, как в одновидовых, так и в бинарных посевах.

Таблица 17 – Влияние норм высева на элементы структуры урожая сорта гороха Орловчанин, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1га	Густота стояния перед уборкой, шт./м ²	Масса зерна с 1 растения, г	Урожайность зерна, т/га
Орловчанин	0,8	51	5,15	2,63
	1,0	60	4,98	2,99
	1,2	65	4,64	3,02
	1,4	76	3,41	2,59
F _φ	-	813,32	117,8	548,1
F ₀₅	-	4,07	4,07	4,07
НСР ₀₅	-	1,79	0,064	0,023

С увеличением густоты стояния растений гороха на единице посева заметно снижается их продуктивность и, в первую очередь, уменьшается масса семян в расчете на одно растение. Так при норме высева 0,8 млн. всхожих семян на 1 га у сорта гороха Орловчанина сбор зерна с 1 растения в опыте составил 5,15 г, с повышением нормы высева на 200 тыс. шт./га снижается масса вызревших семян на 0,17 г или на 3,4%, а с увеличением нормы высева гороха Орловчанина на 400 тыс. всхожих семян на 1га, масса семян с одного растения уменьшается на 0,51 г или на 9,9%, а дальнейшее увеличение нормы высеваемых семян на 600тыс. штук снизило массу вызревших семян в расчете на одно растение на 1,74 г или на 33,7%.

Таблица 18 – Влияние норм высева на элементы структуры урожая сорта гороха Зарянка, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1га	Густота стояния перед уборкой, шт./м ²	Масса зерна с 1 растения, г	Урожайность зерна, т/га
Зарянка	1,2	76	2,06	1,57
	1,4	87	2,00	1,74
	1,6	92	1,89	1,74
F _φ	-	241,20	149,95	64,88
F ₀₅	-	6,94	6,94	6,94
НСР ₀₅	-	2,07	0,03	0,05

По сорту кормового гороха Зарянка увеличение нормы высева семян с 1,2 до 1,4 млн. шт./га снижало массу семян с одного растения всего на 0,06 г или на 3,0%, а повышение нормы высеваемых на 400 тыс. всхожих семян на 1 га снизило массу семян на одном растении на 0,17 г или на 8,3%. За счет уплотнения

стеблестоя посевов гороха растения культуры формировались более высокорослые, при этом с наименьшей полегаемостью за счет наибольшей их сцепляемостью между собой, что значительно облегчало уборочные работы и повышало урожайность зерновой и кормовой массы.

Урожайность смешанных агроценозов, как и одновидовых посевов, зависит от складывающихся погодных условий в период вегетации и в значительной степени определяется взаимоотношением видов смеси при совместном их произрастании. Наши исследования показали, что в смесях гороха с ячменем наибольшее угнетение испытывает бобовая культура, которая менее конкурентоспособна по сравнению со злаковой культурой.

В созданных нами горохо-ячменных смесях, кормовой горох Зарянка, при изучаемых соотношениях, оказался более конкурентоспособным по сравнению с зерновым сортом и заметно увеличивал свое преимущество в общем объеме сухого вещества и зеленой массы (рисунок 4, приложение 89).

В бинарных посевах гороха с ячменем наивысший урожай зеленой массы и наибольший сбор кормовых единиц с 1 га посева в среднем за годы испытаний (2007-2009 гг.) обеспечивал вариант с высевом в смеси 1,5 млн. всхожих семян гороха и 3,0 млн. всхожих семян ячменя на гектар.

Результаты изучения густоты стеблестоя сортов гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с ячменем при разном соотношении компонентов в смесях показали, что увеличение доли бобового компонента в горохо-ячменной смеси до 33% и уменьшение доли злака до 67% заметно уплотнило густоту стеблестоя посева и увеличило сбор кормовой массы, повысив ее качество по сбору кормовых единиц и переваримого протеина.

Бинарные посева гороха с ячменем обеспечивают животноводство самым ранним зеленым кормом.

При разработке адаптивных технологий выращивания бинарных и поливидовых агроценозов возникает необходимость правильного подбора видов и сортов полевых культур, сочетающих в наибольшей степени высокую приспособленность к почвенно-климатическим условиям региона и высокую продук-

тивность со способностью противостоять колебаниям абиотических факторов (И.Ю. Кузнецов, 2014). В этом отношении следует отметить, что основы растительной продуктивности, ее экологической стабильности, адаптивности по отношению к конкурентным генетическим видам весьма сложны, и изучены далеко не достаточно. Научно-практический интерес представляют вопросы о правильном подборе компонентов в бинарные и поливидовые агроценозы и о технологии управления процессом формирования их продуктивности.

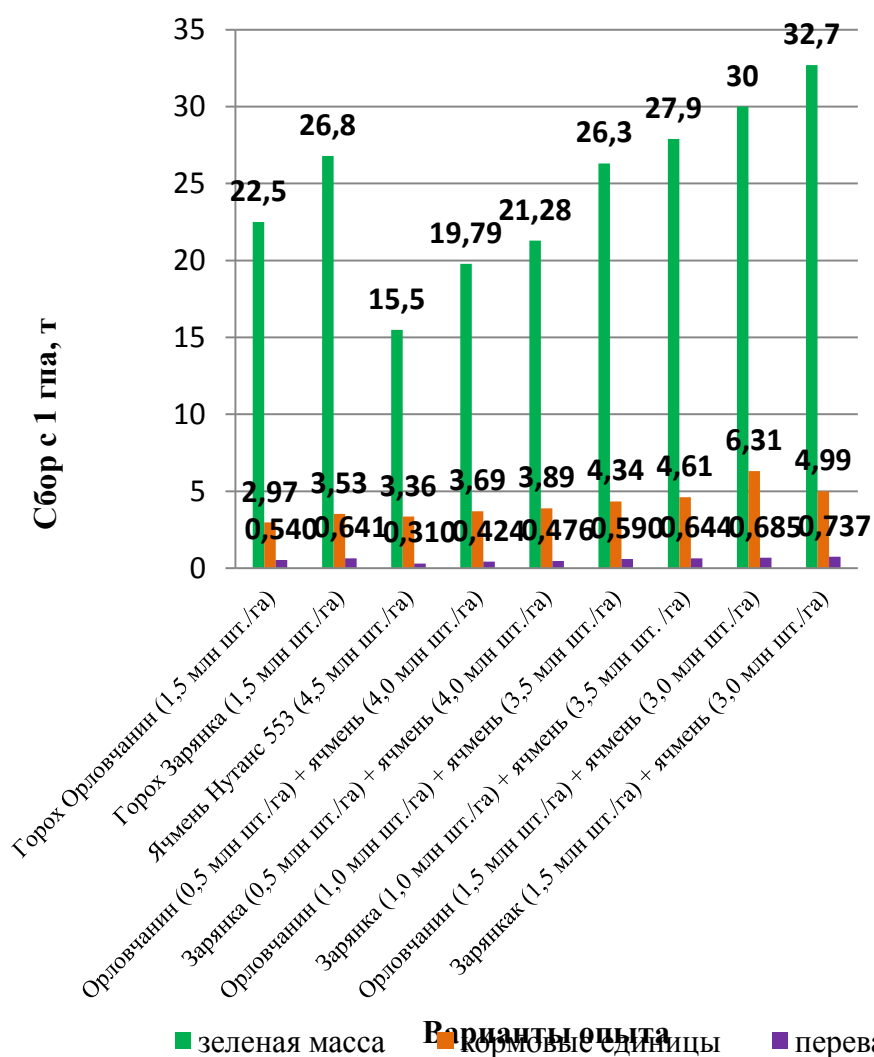


Рисунок 4 – Продуктивность сортов гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с ячменем при разных соотношениях компонентов, в среднем за 2007-2009 гг.

В наших опытах выращивания разных сортов гороха в одновидовых, смешанных и совместных посевах в сроки высева проса отмечено снижение полевой всхожести бобовой культуры, как в одновидовых так и смешанных и

совместных посевах по сравнению с высевом гороха в сравнительно ранние весенние сроки и в чистом виде и в смесях с ячменем. Так, полевая всхожесть гороха Орловчанина в одновидовом посеве в сроки высева проса в среднем за годы испытания (2007-2009 гг.) составила 58,6%, по сорту Зарянка – 60,5%, тогда как высев данных сортов в ранние сроки обеспечивал их полевую всхожесть на 5,2 и на 12,1% выше соответственно названным сортам (таблица 19).

Таблица 19 – Полевая всхожесть и сохранность растений гороха и проса в одновидовых и бинарных посевах с разным соотношением компонентов и при разных способах высева семян, в среднем за 2007-2009 гг.

Варианты опыта	Норма высева		Полевая всхожесть, %	Сохранность растений, %
	млн. шт. на 1га	%		
Горох Орловчанин	1,40	100	58,6	86,3
Горох Зарянка	1,40	100	60,5	88,2
Просо Ильиновское	4,50	100	78,7	78,7
Высев смесью семян				
Горох Орловчанин + просо	0,9	20	56,4	84,0
	3,6	80	72,6	68,2
В сумме	4,50	100	69,3	70,7
Горох Зарянка + просо	0,9	20	61,7	86,6
	3,6	80	70,4	63,4
В сумме	4,50	100	68,2	67,5
Горох Орловчанин + просо	1,35	30	53,7	81,3
	3,15	70	68,2	62,1
В сумме	4,50	100	63,7	66,8
Горох Зарянка + просо	1,35	30	60,2	84,4
	3,15	70	64,8	61,6
В сумме	4,50	100	63,4	61,8
Высев семян компонентов отдельный				
Горох Орловчанин + просо	0,9	20	58,6	86,5
	3,6	80	76,4	71,3
В сумме	4,50	100	72,8	73,7
Горох Зарянка + просо	0,9	20	65,4	87,4
	3,6	80	72,6	65,6
В сумме	4,50	100	71,1	65,2
Горох Орловчанин + просо	1,35	30	55,6	84,4
	3,15	70	71,3	64,2
В сумме	4,50	100	66,5	69,2
Горох Зарянка + просо	1,35	30	63,8	88,5
	3,15	70	66,4	65,4
В сумме	4,50	100	65,6	72,1

В смешанных посевах гороха с просом заметно снижалась полевая всхожесть и сортов гороха и злака. При соотношении в смесях гороха с просом 1:4

по нормам высева семян полевая всхожесть гороха Орловчанина составила в среднем за годы испытания 56,4%, сорта Зарянки 61,7%, полевая всхожесть злака 72,6 и 70,4% соответственно, т.е. снижалась на 6,1 и 8,3% по сравнению с его одновидовым посевом. Изменения в соотношении компонентов в смесях по нормам высева 1:2,33 полевая всхожесть у изучаемых сортов гороха и злака – проса снижалась и по сравнению с одновидовыми посевами изучаемых культур и сортов и по сравнению с бинарным посевом гороха с просом с соотношением взятых норм высева 1:4.

На вариантах с высевом компонентов отдельным способом заметно повышалась полевая всхожесть и гороха и проса. При совместном посеве с отдельным высевом семян компонентов значительно повышалась и сохранность растений агроценозов к периоду уборки урожая.

На варианте совместного посева гороха Орловчанин с просом в соотношении 1:4 сохранность растений бобового компонента составила за годы испытания 86,5% против 84,0% на варианте смешанного высева, а сохранность растений проса – 71,3% против 68,2% на делянках с высевом смесью семян компонентов. Наибольшей сохранностью растений среди изучаемых культур и сортов бобового компонента, выделялись варианты одновидовых, смешанных и совместных посевов гороха Зарянка. При отдельном посеве семян гороха Зарянка и проса Ильиновское в соотношении норм высева 1:2,33 сохранность бобового компонента составила 88,5%, злака – 65,4%.

В создаваемых агроценозах гороха с просом резко снижается и полевая всхожесть и сохранность растений злака, что можно объяснить сравнительно медленным первоначальным развитием проса, которое не выдерживает конкуренции с сравнительно быстро развивающимся горохом.

Следует подчеркнуть, что Савицкий М.С. под сохранностью растений понимал отношение числа выживших к уборке растений культуры к числу всхожих семян на единице площади, тогда как П.В. Денисов и М.Ф. Стихин (1965) считали, что это отношение числа сохранившихся к уборке растений в

%% к числу взошедших. Мы придерживались второго определения в своих расчетах (таблица 20).

Таблица 20 – Урожай зеленой массы и его структура в агроценозах гороха и проса в одновидовых, смешанных и совместных посевах с разным соотношением компонентов, в среднем за 2007-2009 гг.

Варианты опыта	Норма высева, млн. шт./га	Число растений на 1м ² к уборке, шт.	Масса сухого вещества 1 растения, г	Урожайность зеленой массы, т/га
Горох Орловчанин	1,40	71	3,93	12,3
Горох Зарянка	1,40	75	4,15	13,7
Просо Ильиновское	4,50	252	2,68	29,7
Смешанные посевы				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	43 178	2,38 1,89	4,51 14,86
В сумме	4,50	221	4,27	19,37
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	48 161	3,56 1,72	7,53 12,21
В сумме	4,50	209	5,28	19,74
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	59 133	3,26 2,76	8,00 8,26
В сумме	4,50	192	6,02	16,26
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	51 126	3,92 2,28	8,46 12,67
В сумме	4,50	177	6,20	21,13
Совместный посев с отдельным высевом семян				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	46 196	2,71 2,05	5,49 17,72
В сумме	4,50	242	4,76	23,21
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	51 171	3,70 1,82	8,32 13,73
В сумме	4,50	222	5,52	22,05
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	63 144	2,66 2,61	7,39 16,56
В сумме	4,50	207	5,27	23,95
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	76 137	2,88 1,94	9,65 11,72
В сумме	4,50	213	4,82	21,37
F _φ			90,86	46,62
F ₀₅			2,35	2,35
НСР ₀₅	-	-	0,32	2,11

За три года испытаний смешанных и совместных посевов сортов гороха с просом максимальный урожай сформировался в условиях 2007 года при густоте стеблестоя смеси 226 растений на 1м², по нормам высева изучаемых компонентов в соотношении 1:2,33, где он составил 27,44 т/га зеленой массы. Результаты

урожайности зеленой массы горохо-просяной смеси, и их структура представлены в среднем за 2007-2009 гг. в таблице 20.

В совместных посевах с отдельным высевом семян компонентов было отмечено более равномерное распределение растений на единице посева, что обеспечивало лучшие условия для роста и развития изучаемых культур при совместном произрастании.

Следует отметить, что наибольшую растительную массу формировал сорт гороха Зарянка как в одновидовых, так и в бинарных посевах. Погодные условия лет проведения исследований существенно влияли и на формирование густоты агрофитоценозов и на создание обусловленной морфологической структуры растений.

Горохо-просяные смеси обеспечивают животных зеленым сочным кормом в более поздний период, но возделывание бобово-злаковых смесей является одним из элементов перевода сельскохозяйственного производства на биогеоэкологическую основу, означающую отказ от монокультуры, чаще всего неустойчивой к болезням и лишенной своих природных союзников – других растений, микрофлоры и насекомых. Использование смешанных и совмещенных посевов кормовых культур является экологически безопасным приемом повышения эффективности кормопроизводства.

На посевах смесей использовали зерно-травяные сеялки, при их отсутствии в хозяйстве можно использовать сцеп двух зерновых сеялок: первая сеялка высевает горох, а вторая – вслед высевает просо или другую культуру, включенную в смесь. Лучший срок использования горохо-просяной смеси – это период от фазы выхода в трубку и до начала выметывания злакового компонента. При хорошей влагообеспеченности почвы после скашивания горохо-просяной смеси, растения проса могут отрасти и за счет отавы давать дополнительную зеленую подкормку для животных.

По мнению М.Е.Николаева (1982), сложные агрофитоценозы при взаимоблагоприятном сочетании компонентов обычно формируют больше продукции с единицы посева и самые весомые преимущества бобово-злаковых агроэко-

зов – их продукция высокого качества по содержанию ценных питательных элементов.

3.3 Фотосинтетическая продуктивность гороха в бинарных посевах

Огромный вклад в разработку теоретической основы фотосинтеза внесли такие известные ученые как А.А. Ничипорович, А.И. Будаговский, Ю.К. Росс, Р.А. Полуэктов, Х.Г. Тооминг, А.А. Иванов, Г.П. Устенко, В.В. Коломейченко, Т.Н. Кулаковская, I. Leach, J. Petr, S. Natr, F. Vrokos, I. Briggs, F. Kidd, C. West и другие.

По заключению А.А. Ничипоровича (1961,1977,1982), в процессе фотосинтеза образуется до 90-95% сухой биомассы растений и в формировании запрограммированных урожаев этому процессу принадлежит ведущая роль. Однако в связи с внедрением новых и нетрадиционных культур, интенсивных и адаптивных, минимальных (Mini-till) и нулевых (No-till), ресурсосберегающих и малозатратных агротехнологий зависимость между фотосинтезом и урожайностью нуждается в дальнейшем изучении.

В свое время А.А. Ничипорович (1967) предлагал выражать интенсивность фотосинтеза целого растения или различных его органов «ассимиляционным числом», выражающимся в мг CO_2 на мг хлорофилла в час.

Большинство исследователей признают, что фотосинтез является регулируемым процессом и запрограммированные урожаи могут быть получены только при создании посевов с оптимальной архитектоникой и оптимальным радиационным режимом, способных поглощать проходящую ФАР с высоким КПД (Ничипорович А.А., 1961, 1977, 1982; Тооминг Х.Г., 1977 и др.).

В.В. Коломейченко (1985) заявлял, что усиленный рост листьев не всегда сопровождается увеличением общей фитомассы, а иногда становится причиной ее снижения. По утверждению И.С. Шатилова, (1974) оптимальная площадь ли-

стьев сильно варьирует и чаще находится в пределах 40-50тыс. м²/га, а другие исследователи (Строгонова Л.Е., 1963; Устенко Г.П., 1963; Гуляев Б.И., 1980; Листопад Г.Е., Иванов А.Ф., Климов А.А., Филин В.И., 1987) заявляют, что максимальную продуктивность могут обеспечивать посевы, у которых площадь листьев достигает 60-80тыс. м²/га и это касается в первую очередь кормовых культур.

Как в теоретическом, так и в практическом плане важным является вопрос о коэффициенте использования лучистой энергии, а КПД ФАР зависит от многих условий – густоты посева, водообеспеченности, уровня минерального питания, продолжительности вегетации и многих других факторов.

В этой связи, показатели фотосинтетической деятельности агрофитоценозов и КПД ФАР в опытах и производственных посевах являются критерием оценки уровня культуры земледелия и необходимой информацией для дальнейшего совершенствования технологий возделывания сельскохозяйственных культур в конкретных почвенно-климатических условиях.

Исследования возможностей повышения продуктивности посевов путем увеличения использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза и изучение экономических основ этого уникального процесса – одна из важнейших проблем современного растениеводства.

На сегодня обобщенных сведений о влиянии различных факторов и агротехнологических приемов на фотосинтетическую деятельность посевов гороха в бинарных агроценозах с мятликовыми культурами, в их числе и с ячменем, и с просом в условиях степной черноземной зоны Поволжья пока недостаточно, а в данном случае их просто нет. Поэтому установление оптимальной площади листьев в период ее максимального развития и фотосинтетического потенциала для бинарных и поливидовых агроценозов с участием бобовых и злаковых компонентов, выявление взаимосвязи этих показателей с урожайностью в конкретных условиях выращивания имеет существенное теоретическое и практическое значение.

При определении листовой поверхности гороха в одновидовых и бинарных посевах мы использовали метод контуров, предложенный Н.Е. Шевелевым (1963), С.С. Баславской и О.М. Трубецковой (1964). Метод сравнительно точный и не требует особых затрат труда и времени. Исследования показали, что фотосинтетическая деятельность гороха в бинарных посевах с ячменем и просом выше, чем в одновидовых его посевах (таблицы 21, 22).

Таблица 21 – Показатели фотосинтетической деятельности сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем (фаза образования бобов, в среднем за 2007-2009 гг.)

Варианты опыта	Площадь листьев, тыс.м ² /га	ФП, млн м ² сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Сбор сухой биомассы	
				т/га	ГДж/га
Сорт гороха Орловчанин					
Горох(1,0)	30,6	2,14	1,84	3,94	80,7
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	51,4	3,59	2,13	7,65	156,6
F _φ	305,4	262,54	238,77	38	256,35
F ₀₅	7,71	7,71	7,71	7,71	7,71
НСР ₀₅	1,61	0,39	0,08	0,24	20,39

Изучение фотосинтетической деятельности сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем показало, что в бинарных посевах как посевного, так и кормового гороха значительно повышается фотопотенциал и чистая продуктивность агроценоза. По сравнению с одновидовым посевом гороха Орловчанин его фотопотенциал в смешанном посеве с ячменем оказался выше на 1,45 млн. м² сутки/га или на 32,3%, а по сбору сухой биомассы превышал одновидовый посев почти в 2 раза, при этом чистая продуктивность фотосинтеза в бинарном агроценозе повысилась на 15% и составила 2,13 г/м² в сутки.

По кормовому гороху Зарянке показатели фотосинтетической деятельности в посевах одновидовых и в бинарных с ячменем были значительно выше по сравнению с посевным горохом Орловчаниным. По площади листовой поверхности в одновидовых посевах сорт Зарянка превышала Орловчанина в среднем за 2007-2009 гг. при одинаковых нормах высева (1,0 млн. всхожих зерен на 1 гектар) на 3,6 тыс. м²/га или на 11,7%, а в бинарных посевах с ячменем на 7,2 тыс. м²/га или на 14,0%.

Таблица 22 – Показатели фотосинтетической деятельности сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем (фаза образования бобов, в среднем за 2007-2009 гг.)

Варианты опыта	Площадь листьев, тыс.м ² /га	ФП, млн м ² сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Сбор сухой биомассы	
				т/га	ГДж/га
Сорт гороха Зарянка					
Горох(1,0)	34,2	2,39	1,90	4,56	93,4
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	58,6	3,81	2,18	8,33	170,4
F _ф	413,60	587,72	344,45	36,00	314,66
F ₀₅	7,71	7,71	7,71	7,71	7,71
НСР ₀₅	1,56	0,25	2,49	0,26	18,68

По чистой продуктивности фотосинтеза различия между посевным горохом и кормовым и в одновидовых и в бинарных посевах с ячменем были незначительные, в пределах 3,2 и 2,3% соответственно, но по сбору сухой биомассы разница по одновидовым посевам составила 15,7%, по бинарным посевам с ячменем 8,8%.

Наибольший сбор сухой биомассы, наибольшая листовая поверхность, более высокие показатели по фотосинтетическому потенциалу и чистой продуктивности фотосинтеза в посевах кормового гороха объясняются морфологической структурой сорта пелюшки Зарянка, которой свойственно ветвление и формирование более широких листовых пластинок и прилистников в отличие от посевных сортов культуры.

Исследования фотосинтетической деятельности разных сортов гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с ячменем показали значительный диапазон изменчивости таких показателей как площадь ассимилирующей поверхности за определенный промежуток вегетации, продуктивность агроценозов, которая выражается и чистой продуктивностью фотосинтеза и приростом сухого вещества, в т на 1 га и ГДж/га.

Для оценки состояния посевов использовали ФП – фотосинтетический потенциал, т.е. суммы ежедневных показателей площади листьев на единице посева (тыс. м²дн./га). Величину фотосинтетического потенциала Г.П. Устенко, И.С. Шатилов, В.Н. Ремесло, В.В. Коломейченко и др. называли суммарной фо-

тосинтетической мощностью посева, которая чаще у полевых сельскохозяйственных культур составляет 2-3, а иногда доходит до 5-6 млн $\text{м}^2\text{сут./га}$. В наших экспериментах в среднем за годы исследования в одновидовых агроценозах посевного гороха Орловчанин фотосинтетический потенциал колебался от 1,84 млн. $\text{м}^2\text{сут./га}$ (2008 г.) до 2,43 млн. $\text{м}^2\text{сут./га}$ (2007 г.), а в бинарных посевах с ячменем – от 2,67 (2008 г.) до 4,55 млн. $\text{м}^2\text{сут./га}$ в 2007 году, т.е. заметно превышал показатели ФП в одновидовых посевах зернового гороха.

В агроценозах кормового гороха фотосинтетический потенциал в среднем за 2007-2009 гг. в одновидовых посевах составил 2,39 млн. $\text{м}^2\text{дн./га}$, в бинарных с ячменем – 3,81 млн. $\text{м}^2\text{дн./га}$, а в условиях достаточно влагообеспеченного 2007 года достигал 4,1 млн. $\text{м}^2\text{дн./га}$ в одновидовых посевах и 4,7 млн. $\text{м}^2\text{дн./га}$ в бинарных агроценозах с ячменем. Дефицит влаги в отдельные периоды вегетации изучаемой нами культуры чаще всего нормирует фотосинтетический потенциал, замедляя процессы обмена и увеличивая транспирацию.

Изучая фотосинтетическую продуктивность гороха следует помнить, что как и у многих бобовых растений, его листья образуются по мере роста стебля и развиваются снизу вверх. В таких условиях нижние (первые) листья затеняются и перестают быть фотосинтетически активными. И тем не менее, Ю.К. Росс (1975), Б.А. Митрофанов (1969), И.С. Шатилов (1980) и многие другие исследователи отмечают, что из всей поглощенной растительным покровом солнечной энергии на долю листьев приходится до 80-95%.

И. Петр (1984) заявляет, что частью листьев у гороха являются усики, на долю которых приходится 2-4% общей сухой биомассы растения. Сами усики не только участвуют в процессе фотосинтеза, но и способствуют активизации этого процесса, поддерживая растения культуры в более выпрямленном положении, позволяя проникать солнечному свету в глубину посева.

А.А. Ничипорович (1982) характеризуя состояние посевов с точки зрения их фотосинтетической деятельности, показал корреляцию листовой поверхности с величиной фитомассы и скоростью ее формирования. В его исследованиях было установлено, что при развитии площади листьев до 30-40 тыс. $\text{м}^2/\text{га}$

процент поглощенной энергии пропорционально повышается, но при чрезмерном ее развитии в посевах происходит ухудшение освещенности средних и, особенно, листьев нижнего яруса, снижаются при этом и интенсивность и чистая продуктивность фотосинтеза.

Чешские исследователи J.Petr и V. Hodan (1974) отмечали, что оптимальные величины листовой поверхности современных сортов гороха составляют $6 \text{ м}^2/\text{м}^2$ и, что именно при такой площади листьев культура формирует максимальный урожай.

В свете этих данных, мы провели полевые исследования ассимиляционной продуктивности изучаемых нами сортов гороха (таблица 23).

Таблица 23 – Показатели ассимиляционной продуктивности сортов гороха в фазе бутонизации

Сорт	Год исследования	Число листьев на 1 растение, шт.	Площадь листьев (прилистников) одного растения, см^2	Масса одного растения в сухом состоянии, г
Орловчанин (листовой)	2007	18	495,6	0,67
	2008	13	358,4	0,41
	2009	16	446,7	0,48
В среднем	-	15,6	433,5	0,52
Мультик (безлисточковый)	2007	16	388,6	0,86
	2008	12	278,4	0,62
	2009	13	356,5	0,51
В среднем	-	13,6	341,1	0,66
Зарянка (листовой)	2007	22	584,6	0,63
	2008	15	448,2	0,42
	2009	18	566,7	0,52
В среднем	-	18,3	533,1	0,52
Алла (безлисточковый)	2007	16	352,5	0,58
	2008	12	299,4	0,44
	2009	14	326,3	0,54
В среднем	-	14,0	326,0	0,52

Результаты исследований показали, что наибольшей ассимиляционной поверхностью в фазу бутонизации из изучаемых нами сортов выделялся кормовой горох Зарянка, у которого в среднем за три года наблюдений сформировалось более 18 пар листочков, ассимиляционная площадь которых составляла более 533 см^2 и масса одного растения в сухом состоянии весила 0,52 г.

Зарянка, или так называемая пелюшка, отличается высокорослостью, устойчивостью к засухе, высокой урожайностью кормовой массы, которую формирует обычно в течение 55-65 дней после всходов.

Достаточно высокие показатели ассимиляционной деятельности и у сорта зернового гороха Орловчанина, который в фазу бутонизации по количеству листьев на одном растении, их листовой поверхности и массе сухого вещества не на много уступал Зарянке.

Другие изучаемые сорта гороха – Мультик и Алла в равных условиях с Зарянкой и Орловчанином формировали меньшую ассимиляционную площадь в расчете на одно растение, хотя обеспечивали заметно больший сбор сухой биомассы в условиях острой засухи по сравнению с Орловчанином и Зарянкой.

Ассимилирующая площадь на посевах Зарянки с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на 1га составляла 42,3 тыс. м²/га, а ее фотосинтетический потенциал достигал 2,57 млн. м²дн./га и эти показатели за годы изучения разных сортов гороха были наилучшими в отношении характеристики фотосинтетической их продуктивности (таблица 24).

Таблица 24 – Фотосинтетическая деятельность сортов гороха в одновидовых агроценозах, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Сорт	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн. м ² сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Урожайность сухой биомассы	
				т/га	ГДж/га
Орловчанин	34,6	1,90	2,18	4,16	85,3
Мультик	27,6	1,71	3,08	5,28	108,2
Зарянка	42,9	2,57	1,72	4,42	90,6
Алла	26,08	1,56	2,66	4,16	85,3
F _φ	189,9	-	-	254,5	-
F ₀₅	4,07	-	-	4,07	-
НСР ₀₅	1,87	-	-	0,026	-

Исследования показали, что у сорта Зарянки к периоду бутонизации растения отличаются наибольшей облиственностью и наибольшей ассимиляционной поверхностью: на одном растении формируется до 18 – 22-х листьев в сравнительно благоприятные годы по влагообеспеченности и более 15-и в остро засушливых условиях вегетации. В среднем за 2007 – 2009 гг. ассимиляци-

онная поверхность пелюшки достигала более 42,9 тыс. м²/га, ее фотосинтетический потенциал на период образования первых бобов составлял 2,57 млн. м²×сутки в расчете на 1 га посева, обеспечивая урожай зеленой массы на уровне 22,6 т/га.

У зернового сорта гороха Орловчанина листовая поверхность при той же норме высева семян, что и у сорта Зарянки (1,2 млн. всхожих семян на 1 га), в среднем за годы испытаний (2007 – 2009 гг.) составила 34,6 тыс. м²/га, а фотосинтетический потенциал 1,90 млн. м²×сутки/га, уступая по данному показателю Зарянке более чем на 26%. Однако, из общего сбора биомассы доля зерна по Орловчанину составляла 45,6%, тогда как по кормовому гороху Зарянке 28,5%, т.е. на 17,1% меньше.

Наблюдения за формированием листовой поверхности и приростом надземной биомассы показали, что у изучаемых сортов гороха данные элементы достигают максимальных величин к периоду генеративного развития растений культуры, но с началом плодообразования листья нижнего яруса теряют фотосинтетическую активность, начинают отмирать, особенно в загущенных посевах и в условиях дефицита влаги, что нередко становится причиной пустозерности и плохой вызреваемости бобов среднего и верхнего яруса.

Наилучшие условия для фотосинтетической деятельности в посевах сортов гороха зернового использования складывались при норме высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га, у сортов кормового направления – при высеве 1,4 млн. всхожих семян на 1 га.

Результаты наших исследований и литературные данные свидетельствуют, что плотность стеблестоя, т.е. оптимальное число растений культуры на единице площади, а значит и максимальный фотопотенциал посева в сложившихся условиях в наибольшей мере определяется полноценностью посевного материала, его предпосевной подготовкой, оптимальностью сроков посева и норм высева, глубиной заделки семян при высеве, условиями вегетации в отношении водообеспеченности и температурного режима, режимом питания, приемами защиты посевов от сорной растительности и патогенных организмов,

механических повреждений при осуществлении тех или других агротехнологических мероприятий. Таким образом, продуктивная фотосинтетическая деятельность посевов гороха, обуславливающая в конечном итоге уровень усвоения солнечной энергии при формировании урожая, зависит от многих факторов и условий – от почвенно-климатических и погодных условий, от биологической природы культуры, рода, вида, сорта, от условий минерального питания и водообеспеченности, структуры посева и приемов оптимизации его ростовых и продукционных процессов.

3.4 Симбиотическая продуктивность гороха в одновидовых и бинарных посевах

Симбиотический процесс азотофиксации был открыт немецким ученым Г. Гельригелем в 1886 году, Суть данного процесса в том, что культуры семейства Fabaceae способны вступать в симбиоз с азотофиксирующими бактериями рода *Rhizobium*. Количество фиксированного азота из воздуха зависит от вида культуры и условий ее выращивания (Посыпанов Г.С., 1993).

В настоящее время в полевой культуре известно больше 200 видов и не бобовых растений, фиксирующих атмосферный азот в симбиозе с микроорганизмами (Вавилов П.П., Посыпанов Г.С., 1983). Существует специфичность видовой и сортовой инокуляции.

В почве обитают и свободноживущие азотофиксирующие бактерии – азотофиксатор, описанный голландским ученым Бейеринком, и клостридиум пастерианум, который был открыт в 1893 году русским ученым С.Н. Виноградским. Следует сказать, что их азотофиксирующая способность значительно ниже по сравнению с клубеньковыми бактериями.

По мнению П.П. Вавилова, хорошим индикатором активности симбиоза является розовая или красная окраска клубеньков, что свидетельствует о наличии в них леггемоглобина. Леггемоглобин – это переносчик кислорода при

окислении углеводов в процессе азотофиксации, а клубеньки, не содержащие красного пигмента азот воздуха не усваивают.

До настоящего времени нет достоверных методик для определения количества азота, связываемого бобовыми растениями.

Для примерных расчетов азотофиксации пользуются коэффициентом К.Г. Хопкинса и А.И. Питерса, считающих что бобовые в среднем берут $2/3$ азота из воздуха и $1/3$ азота из почвы.

Известно, что активный процесс азотофиксации обычно проходит в период цветения растения – симбионта, при этом достаточное фосфорное питание растений бобовой культуры стимулирует развитие клубеньков на их корнях. По мнению И.А. Гайсин (1989), высокое содержание в почве калия проявляет депрессивное действие на процесс азотофиксации. Однако по калию в процессе азотофиксации есть и другие мнения. Так, Н. Станков и В. Шевчук утверждают, что калий в дозах от 39 до 235 мг на 1 кг песка повышал урожай гороха и увеличивал количество азота, взятого растением из воздуха.

Е.Р Odum, (1977) полагал, что мероприятия, направленные на активизацию фотосинтетической деятельности в посевах бобовых культур, одновременно способствуют и активной фиксации атмосферного азота.

Наши исследования были направлены на изучение особенностей развития симбиотического аппарата у гороха, в одновидовых и бинарных посевах с ячменем.

Об активности клубеньковых бактерий судили по их внешнему виду: чем активнее они участвуют в азотоусвоении, тем больше их величина, они розовой окраски и имеют гладкую поверхность. Менее деятельные клубеньки отличаются бурой, зеленовато-коричневой или желтой окраской, они мелкие и нередко имеют морщинистую поверхность.

На всех вариантах опыта проводили подекадный учет клубеньков, их количество, массу величину и окрас. На посевах гороха, инокулированных ризоторфином, клубеньки обнаруживались в период образования 3-5 листа в верхней части стержневого корешка. В дальнейшем клубеньковые наросты обнару-

живались на боковых корневых ответвлениях, В дальнейшем эти наросты превращались в шаровидные мелкие клубеньки. В сравнительно влагообеспеченные годы в фазу цветения на корнях формировались колонии из клубеньков. В таблице 25 представлены результаты учета количества и массы клубеньков на корнях посевного и кормового гороха в различные годы исследования.

Таблица 25 – Формирование клубеньков на корнях сортов гороха в одновидовых посевах в разные годы по температурному режиму и влагообеспеченности (высев инокулированных семян)

Сорт	Количество и масса клубеньков в расчете на 1 растение					
	бутонизация		цветение		налив семян	
	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг
2007 г. ГТК за IV-VII 1,27						
Орловчанин	16,7	21,7	45,0	72,9	22,6	28,5
Зарянка	21,4	30,5	52,5	211,2	31,4	86,7
F _φ	5522,5	-	22500	-	46933	-
F ₀₅	5,99	-	5,99	-	5,99	-
НСР ₀₅	0,36	-	0,28	-	0,024	-
2008 г. ГТК за IV-VII 0,85						
Орловчанин	8,6	11,4	16,4	26,7	5,5	8,1
Зарянка	11,3	16,2	28,7	117,3	12,7	36,4
F _φ	2916	-	37822	-	4147	-
F ₀₅	5,99	-	5,99	-	5,99	-
НСР ₀₅	0,035	-	0,37	-	0,64	-
2009 г. ГТК за IV-VII 0,98						
Орловчанин	11,5	15,8	32,5	51,8	14,6	18,8
Зарянка	14,2	20,6	41,4	154,5	21,3	54,8
F _φ	175662	-	13657	-	1381	-
F ₀₅	5,99	-	5,99	-	5,99	-
НСР ₀₅	0,0006	-	0,42	-	0,87	-

На инокулированных посевах кормового гороха Зарянка зачатки клубеньков на зародышевых корешках становились видимыми уже на 4-5-й день после появления полных всходов, а к периоду начала бутонизации их можно было отмыть из монолитов, посчитать и определить их массу. В фазу цветения клубеньки и их масса в расчете на одно растение достигали максимальных показателей во все годы исследования.

Наибольшим количеством клубеньков и наибольшей их массой в расчете на одно растение выделялись посева кормового гороха Зарянки. Так, в среднем за 2007 – 2009 гг. в фазу цветения в расчете на одно растение у сорта Зарянка

формировалось до 40-41 клубеньков с массой более 160 мг, тогда как у зернового сорта гороха Орловчанина насчитывалось на 9,5-10,4 клубеньков меньше и их масса составляла 50,6 мг, т.е. была меньше в 3,16 раза. Появление леггемоглобина в клубеньках гороха и посевного и кормового использования наблюдали уже в фазе бутонизации, т.е. процесс усвоения азота воздуха уже происходит, хотя большая часть клубеньковых образований в этой фазе находится еще в зеленовато-желтом окрасе.

К периоду налива семян процесс азотофиксации начинает спадать, а к фазе созревания бобов совсем затухает: исчезают сами клубеньки, большая их часть имеет темно-бурую окраску. В литературе физиологи это состояние клубеньковых бактерий называют некрозом, утверждая, что именно в данный период клубеньки содержат наибольшее количество азота, чем остальные части и органы растения. Переход соединений азота из клубеньков в другие части растения происходит в форме аминокислот (Доросинский Л.М., 1970).

Наибольшее накопление клубеньковой массы в слое почвы 0-30 см в посевах гороха по сорту Зарянка отмечено в условиях 2007 года, когда оно составляло 18,16 г/м² сухой их массы, а по сорту Орловчанину – 5,97 г/м², т.е. в 3 раза меньше.

На посевах гороха без инокуляции клубеньки появлялись значительно позже, чем на посевах с инокуляцией семян, а сами клубеньки были сравнительно меньших размеров и меньше по их массе. Следует отметить, что на посевах гороха без инокуляции было меньшее число растений с клубеньками. Так на опытных посевах с инокуляцией число растений с клубеньками составляло в среднем за годы испытания 67% от их числа на 1 м², тогда как в агроценозах без инокуляции число растений с клубеньками составляло всего 26-28%.

Сравнительно более высокая влажность почвенного слоя от 12 до 28 см заметно активизирует деятельность клубеньковых бактерий, поэтому наилучшими агротехнологическими приемами в повышении азотофиксирующей деятельности посевов гороха следует считать те, которые в большей степени обеспечивают накопление и сохранение влаги в почвенных горизонтах.

М.П. Елсуков (1959), давая характеристику однолетним бобовым культурам, писал, что для развития бактерий в клубеньках бобовых необходим свободный доступ воздуха в почву, отсутствие избыточной влаги и кислотности, наличие активных форм фосфорной кислоты и извести.

А в отношении ценности смешанных агроценозов, состоящих из бобовых и злаковых культур, еще В.Р. Вильямс писал, что «примесь бобовых к злакам чрезвычайно повышает кормовые достоинства сена, тогда как кормовое достоинство злаков в отдельности и бобовых ниже, чем кормовое достоинство их смеси. Значит, высевая травосмесь, мы достигаем полного и всестороннего технического эффекта (Варламов, А.А., 2000).

В одновидовых посевах злаки формируют массу, богатую углеводами, но бедную белками; бобовые культуры, напротив, богаты белками, но бедны углеводами. В смесях злаковых и бобовых культур, как правило, формируется наиболее полноценный по питательности корм и в большинстве случаев такие смеси почти не уступают одновидовым посевам бобовых по содержанию в кормовой массе протеина.

В таких смесях повышается не только общее содержание протеина в кормовой массе, но нередко наблюдается повышение протеина и в растениях злака. Так, при высеве могоара в смеси с викой яровой содержание протеина в массе могоара повысилось на 1,7%, при высеве могоара с чинной на 5,21%, с чечевицей на 3,07% по сравнению с его содержанием в растениях могоара, выращенных в одновидовых посевах. Повышение содержания протеина в злаковом компоненте при высеве его в смесях с бобовыми культурами наблюдали у овса, суданской травы, райграса и других злаках, при этом содержание протеина в массе бобового компонента нередко было ниже, чем в чистых посевах бобовой культуры. Подробный анализ таких взаимоотношений бобовых и злаковых культур в бинарных посевах показал, что к числу условий, определяющих количество и качество урожая таких посевов, следует отнести густоту стояния растений в одновидовых и смешанных посевах, соотношение компонентов в смесях, климатические и почвенные условия района культивирования тех или иных кормо-

вых культур, их конкретная агротехнология. Было выявлено, что чем больше удельный вес бобовой культуры в смесях, тем выше содержание протеина в массе злакового компонента.

Какие же причины способствуют увеличению содержания протеина в массе злакового компонента? Этот вопрос интересовал и до сего дня интересует исследователей. П.И. Ромашев считает, что источником азотного питания овса в смесях с горохом является значительное отмирание корней бобового компонента в течение вегетации. Есть и другие суждения, что злаки, обладая более мощной кормовой системой, потребляют и большее количество азота, вынуждая бобовые культуры более активно фиксировать азот из воздуха. И вполне естественно, что система обработки почвы, удобрения, приемы ухода и т.д. в значительной мере решают судьбу урожая и его качество.

Следует вспомнить, что большая концентрация корней злаков, около 70-75%, сосредоточена в верхнем слое пахотного горизонта (0-10см) и именно эта масса корней способствует раздроблению и разделению почвы на отдельные частицы, которые спрессовываются в агрегаты. Именно зола почвы с большей массой корней (ризосфера) характеризуется повышенным скоплением почвенных микроорганизмов.

Микробиологами установлено, что деятельный перегной образуется не только при разложении отмерших корней, но и в результате жизнедеятельности бактерий, соприкасающихся с живой корневой системой растений. Учитывая большую роль бактерий, живущих на корнях бобовых культур и в почве между корнями (ризосферные), мы сделали попытку исследовать продуктивность симбиотического процесса у изучаемых сортов гороха и в бинарных агроценозах гороха с ячменем.

Об активности клубеньковых бактерий судили по их внешнему виду: величине, окраске, поверхности, для чего на выделенных площадках нашего опыта подекадно проводили количественный и весовой учет образовавшихся клубеньков. В результате исследований было выявлено, что число клубеньков и их масса заметно изменяются в зависимости от складывающихся условий по водо-

обеспеченности посевов, сортовых отличий и фаз развития культуры гороха (таблица 26).

Таблица 26 – Динамика развития симбиотического аппарата у сортов гороха в разные фазы вегетации

Сорт	Количество и масса клубеньков в расчете на 1 растение					
	бутонизация		цветение		образование бобов	
	шт.	мг	шт.	мг	шт.	мг
2007 г. (ГТК за IV–VII– 1,27)						
Орловчанин	10,1	16,6	21,0	34,1	11,2	16,7
Зарянка	18,4	77,6	30,5	128,8	16,4	59,1
F _φ	4360	-	4298	-	693	-
F ₀₅	5,99	-	5,99	-	5,99	-
НСР ₀₅	0,22	-	0,29	-	0,56	-
2008 г. (ГТК за IV–VII– 0,85)						
Орловчанин	8,6	14,5	18,7	31,4	10,5	15,5
Зарянка	16,2	68,3	26,5	112,4	12,3	51,6
F _φ	837	-	6084	-	243,6	-
F ₀₅	5,99	-	5,99	-	5,99	-
НСР ₀₅	0,98	-	0,14	-	0,18	-
2009 г. (ГТК за IV–VII– 0,98)						
Орловчанин	4,8	8,1	15,2	25,5	8,5	12,5
Зарянка	11,7	15,3	18,8	78,8	10,6	47,2
F _φ	1082	-	471	-	760	-
F ₀₅	5,99	-	5,99	-	5,99	-
НСР ₀₅	0,63	-	0,39	-	0,08	-

Клубеньки на корнях гороха обнаруживались уже на 7 – 8-й день после появления всходов. По мере роста и развития растений культуры их число увеличивалось вплоть до фазы начала плодообразования. В условиях сравнительно достаточной влагообеспеченности верхних слоев почвы клубеньки обнаруживались на корневых разветвлениях ближе к поверхности почвы, т.е. в почвенных монолитах 0 – 10 см. В годы с сравнительно меньшей влагообеспеченностью – наибольшее число клубеньков развивалось в почвенном слое 10 – 20 см от поверхности почвы.

На инокулированных посевах следы формирующихся клубеньков появлялись уже на 4 – 5-й день после всходов гороха. К фазе бутонизации на развивающихся корешках гороха образовались колонии из клубеньков, которые к фазе цветения достигали максимальных размеров и большая их часть приобрела розовую окраску. Масса одного сухого клубенька в цветение по сорту Ор-

ловчанину составляла в среднем за годы испытаний 1,66 мг, а кормового гороха Зарянки – 4,22 мг. По количеству и массе образовавшихся клубеньков в расчете на одно растение преимущественно было на стороне сорта Зарянки, у которого сами клубеньки отличались большими размерами и были наполнены леггемоглобином более продолжительное время, чем у гороха Орловчанин.

На корнях одного растения Зарянки в среднем за годы испытаний образовывалось более 25 клубеньков с массой до 106,6 мг, тогда как в равных условиях у Орловчанина на одном растении насчитывалось всего 18,3 клубеньков с массой 30,3 мг. Большая часть клубеньков в активном состоянии обнаруживалась в период цветения гороха. Отмывка корневой массы с клубеньками из почвенных монолитов (20×10×20 см) на вариантах с разными нормами высева сортов гороха показала, что наибольшая масса корней с клубеньками формируется к фазе цветения в более загущенных посевах (таблица 27).

Таблица 27 – Потенциал симбиотической продуктивности сортов гороха в зависимости от норм высева (фаза цветения)

Сорт	Норма высева, млн. шт./га	Масса корней с клубеньками, г/м ² в слое почвы 0,00 – 0,20м			
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	среднее
Орловчанин	0,8	65,4	55,2	62,6	61,0
	1,0	77,5	67,6	68,9	71,3
	1,2	91,7	78,5	80,2	83,4
	1,4	112,5	88,4	98,7	99,8
F _φ	-	5462	38406	3960	324
F ₀₅	-	3,49	3,49	3,49	4,07
НСР ₀₅	-	2,69	0,19	2,36	3,12
Зарянка	1,2	92,4	68,4	72,6	77,8
	1,4	98,7	71,6	83,5	84,6
	1,6	112,6	86,3	96,3	98,4
F _φ	-	5148	7594	7036	721
F ₀₅	-	4,26	4,26	4,26	5,14
НСР ₀₅	-	0,67	0,39	0,65	4,66

В расчете на одно растение и количество и масса клубеньков с повышением норм высева семян гороха уменьшается. Следует отметить, что в течение вегетации опытных посевов гороха активность симбиотического аппарата варьирует в значительных пределах (таблица 28).

Таблица 28– Общий и активный симбиотический потенциал сортов гороха по фазам вегетации (норма высева гороха 1,2 млн. шт./га)

Сорт	Масса сырых клубеньков, кг дней/га		
	бутонизация	цветение	образование бобов
2007 г. (ГТК за IV–VII– 1,27)			
Орловчанин	155,9/52	400,5/133,5	326,9/108,9
Зарянка	1396/465	1545/515	1477/492
2008 г. (ГТК за IV–VII– 0,85)			
Орловчанин	201/67	483/161	302/101
Зарянка	1131/377	1861/620	1139/380
2009 г. (ГТК за IV–VII– 0,98)			
Орловчанин	120/40	336/112	185/62
Зарянка	243/73	1737/579	749/250

Примечание – (числитель – общее количество клубеньковой массы; знаменатель – количество активной массы клубеньков).

Исследования показали, что наибольший активный симбиотический потенциал у изучаемых сортов гороха формировался в фазе цветения. В показанные фазы вегетации у кормового гороха Зарянки формировался наибольший как общий, так и активный симбиотический потенциал по сравнению с посевами гороха Орловчанина. Так в среднем за годы испытания активный симбиотический потенциал у гороха Зарянки составил в период цветения 571,3 кг сутки/га, тогда как у сорта Орловчанина этот показатель составил всего 135,5 кг сутки/га активной массы сырых клубеньков с леггемоглобином.

Показатели опыта свидетельствуют о фиксации атмосферного азота посевами кормового гороха Зарянки в фазу цветения в пределах 118,5 – 142,6 кг/га, тогда как в посевах гороха Орловчанина – 30,7-37,0 кг/га, т.е. у сравнительно более скороспелого посевного гороха Орловчанина активный симбиотический потенциал оказался значительно ниже, чем у кормового гороха Зарянки.

В среднем за годы испытания (2007 – 2009 гг.) по фазам вегетации у Орловчанина он составил 53,0; 135,5 и 90,6 кг сутки/га, что соответствует 12,19; 31,16 и 20,83 кг/га фиксированного атмосферного азота, тогда как, в посевах Зарянки эти показатели оказались намного выше и составляли 305; 550 и 347 кг сутки/га активной клубеньковой массы, что составляет 70,15; 126,5 и 86,0 кг/га фиксированного атмосферного азота.

Изучение симбиотической активности сортов гороха показало, что на черноземах степной зоны Саратовского Правобережья клубеньки на корнях растений зернобобовых культур образуются и без дополнительной искусственной инокуляции, однако использование биологических препаратов типа ризоторфина способствует формированию большего количества активных клубеньков, которые формируются в сравнительно более ранние сроки и сосредотачиваются в основном вокруг корневой шейки главного корня растения, а сами клубеньки отличаются более продолжительным периодом активной азотификации (таблица 29).

Таблица 29 – Влияние инокуляции на симбиотическую продуктивность кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Варианты опыта	Масса клубеньков, кг дней/га		
	бутонизация	цветение	образование бобов
Горох(1,4млн) без инокуляции	1076/355	1990/667	962/436
Горох(1,4млн) с инокуляцией семян ризоторфином	1722/568	2582/860	1359/453
Горох(1,2млн) + ячмень(3,5млн) без инокуляции	845/279	1563/524	755/342
Горох(1,2млн) + ячмень(3,5млн) с инокуляцией семян ризоторфином	1267/422	2345/781	2174/725

В наших опытах инокуляция семян гороха ризоторфином значительно повысила симбиотическую продуктивность культуры как в одновидовых, так и в бинарных посевах гороха с ячменем и нельзя не отметить, что в смешанных посевах с ячменем симбиотическая деятельность корневой системы бобовой культуры отличалась более продолжительным периодом и наибольшей активной продуктивностью в фазу образования бобов по сравнению с одновидовыми посевами инокулированного гороха.

На инокулированных посевах активная симбиотическая продуктивность (АСП) гороха в период цветения в одновидовых агроценозах повысилась на 28,9%, в бинарных посевах с ячменем – на 49%, что способствовало усвоению атмосферного азота агроценозом гороха в фазу бутонизации до 130кг/га, в цве-

тение – до 198кг/га и в фазу образования бобов – до 104кг/га; в бинарных посевах гороха с ячменем – до 97кг/га; 179,6 и 166,7кг/га соответственно.

3.5 Кормовые достоинства продукции одновидовых и бинарных посевов гороха с ячменем

Одна из насущных проблем современного кормопроизводства – белковый дефицит, который заметно сказывается на здоровье животных, снижает их продуктивность и плодовитость.

Белковые вещества входят в состав всех животных клеток и являются жизненно необходимыми элементами во всех процессах роста, развития и здорового состояния живых организмов.

Полноценный кормовой рацион животных – это когда каждая кормовая единица содержит не менее 100-110 г переваримого протеина. В этом отношении бобовые культуры – горох, соя, нут, вика, кормовые бобы, чина представляют наибольшую ценность, поскольку, благодаря симбиотической азотфиксации, накапливают в растительной массе наибольшее количество белковых веществ, чем культуры не обладающие таким свойством.

Для реализации высокой белковой продуктивности бобовые культуры должны быть обеспечены доступным почвенным фосфором, калием, оптимальным диапазоном Ph, бором и молибденом, способствующим лучшему развитию сосудисто – проводящей системы растений. В противном случае фиксация азота из воздуха будет ослаблена, а растения будут испытывать азотную недостаточность (Посыпанов Г.С., 1993).

Вынос важнейших питательных веществ – N, P₂O₅ и K₂O по гороху составляет 90кг на 1т основной продукции и соответствующего количества прочей органической массы, тогда как у яровой пшеницы и ячменя общий вынос этих элементов составляет 62 и 50кг, т.е. в 1,5-2 раза меньше.

В условиях низкой активности симбиоза или при его отсутствии зернобобовые культуры формируют урожай в 1,5-2 раза ниже по сравнению с зерновыми мятликовыми (Посыпанов Г.С., 1993).

В условиях степного засушливого Поволжья дефицит влаги в значительной степени ослабляет процесс азотфиксации и снижает продуктивность бобовых в большей степени, чем мятликовых культур. И в этой связи наибольшее значение в увеличении производства растительного белка имеют смешанные посевы мятликовых с бобовыми культурами.

В хорошо организованной системе производства зерновых и зернобобовых культур, в успешном решении проблемы увеличения ресурсов продовольственного и кормового белка важное значение в условиях степного черноземного Поволжья принадлежит, в первую очередь, культуре – горох.

Это одна из традиционных зернобобовых культур в России и в Саратовском Правобережье. Культура отличается универсальностью в использовании, высокой продуктивностью, активной симбиотической деятельностью и технологической простотой. Следует сказать, что одним из направлений снижения белкового дефицита в продуктах питания и в кормах является внедрение в практику сельхозпредприятий адаптивных, малозатратных агротехнологий выращивания гороха в обычных одновидовых, в смешанных и совместных агроценозах, технология которых была предметом наших исследований.

В задачу исследований были включены вопросы, связанные с оценкой кормовых достоинств горохо-ячменной продукции.

Урожайность смешанных и совместных посевов в значительной степени зависит от складывающихся взаимоотношений разных видов и групп растений при их совместном произрастании. Сведения и по данному вопросу весьма противоречивы.

М.Ф. Лупашку (1974), считали, что более высокой конкурентоспособностью по использованию влаги и питательных веществ отличаются злаки и при их дефиците угнетение чаще испытывает бобовый компонент. А.А. Корнилов (1971) считают, что смеси превосходят чистые посевы по площади листовой

поверхности, что влияет на величину ФП и ЧПФ, однако увеличение площади листьев идет за счет злакового компонента, что у бобовых культур в смесях чистая продуктивность фотосинтеза обычно снижается.

Горох, как и другие зернобобовые культуры характеризуется относительной стабильностью химического состава семян и его кормовой продукции.

Исследования большинства ученых свидетельствуют, что содержание белка в семенах бобовых культур подвержено меньшей изменчивости, чем в семенах хлебных злаков (Доросинский Л.М., 1970; Смирнова-Иконникова М.И., 1965). П.П. Вавилов и Г.С. Посыпанов (1983) сообщали, что при благоприятных условиях симбиоза растения лучше обеспечиваются азотом и содержание белка в их семенах и кормовой массе бывает высоким.

Анализ белка, его фракционного и аминокислотного состава изучали М.Ф. Томме, Р.В. Мартыненко, В.Г. Клименко, В.Т. Конарев и многие другие исследователи, которые указывали на целесообразность изучения изменений биохимического состава растений в зависимости от приемов их возделывания и конкретных агроэкологических условий. Следует сказать, что на сегодня этих данных недостаточно, как в отношении гороха, так и в отношении других видов бобовых культур, возделываемых в степном засушливом Поволжье. А между тем, знания о динамике содержания основных элементов питания в бобовых растениях по фазам вегетации и влиянии агротехнических приемов на ход их накопления дает основание для более рационального построения системы возделывания и использования этой ценной группы культур.

В процессе исследований было установлено, что растения гороха накапливают надземную биомассу и имеют наибольший выход сухого вещества в период налива зерна. Наибольшим содержанием азота растения гороха отличались в период бутонизации, в ходе дальнейшей вегетации накопление азота заметно снижалось в растительной массе и накапливалось в формирующихся семенах. Сравнительно большим накоплением азота во все периоды вегетации отличался посевной горох Орловчанин (таблица 30).

Таблица 30 – Накопление азота в растениях сортов гороха в разные фазы вегетации, % (средние данные за 2007-2009 гг.)

Сорт	Фазы вегетации			
	бутонизация	цветение	образование бобов	налив семян
Орловчанин	3,68	3,46	2,88	2,72
Зарянка	3,24	2,85	2,12	1,88
F _ф	1108	453	201	115
F ₀₅	7,71	7,71	7,71	7,71
НСР ₀₅	0,0042	0,0087	0,012	0,018

В период бутонизации в растительной массе гороха сорта Орловчанин содержание азота составило 3,68% и превышало данные этого показателя по сорту кормового гороха Зарянка на 0,44%, в фазу цветения разница в содержании азота составила 0,61%, в период образования бобов эта разница между сортами достигла 0,76%, а в фазе налива семян – 0,84% (таблица 31).

Таблица 31 – Содержание азота в разных органах надземной массы растений сортов гороха, в среднем за 2007-2009 гг.

Органы растения	Сорт Орловчанин		Сорт Зарянка	
	цветение	налив семян	цветение	налив семян
Листья	3,24	2,58	2,84	1,44
Стебли	2,60	1,22	1,96	0,93
Створки бобов	2,38	1,96	2,25	2,28
Семена	-	4,36	-	3,76

Определение сырого протеина в зеленой массе гороха показало, что наибольшее его количество содержится в период начала цветения и в опытных посевах по сорту Орловчанину его содержание составляло 17,5% в пересчете на абсолютно сухое вещество.

В дальнейшем развитии культуры содержание сырого протеина заметно снижалось: в период образования бобов – до 15,2%, в период налива семян – до 14,6%. По кормовому гороху Зарянке накопление протеина по фазам развития проходило с той же закономерностью, что и по Орловчанину, но только с меньшим его содержанием: 15,5; 13,7 и 11,6% соответственно фазам развития: начало цветения, образование бобов и налив семян. Необходимо отметить, что в фазу налива семян у гороха накапливается наибольшая биомасса, наибольший выход сухого вещества по сравнению с фазами бутонизации и цветения, но

кормовая ценность зеленой массы в данный период оказывается более низкой из-за меньшего содержания протеина и большего накопления клетчатки.

Наибольший сбор сырого протеина с 1 гектар посева отмечен на варианте бинарного агроценоза гороха Зарянки с ячменем с соотношением компонентов 1:2,3 (таблица 32).

Таблица 32 – Урожайность и качество зеленой массы сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем (фаза плодообразования), в среднем за 2007-2009 гг.

Варианты опыта	Норма высева, млн. шт. на 1 га	Урожайность, т/га		Содержание, %		Сбор протеина, т/га
		зеленой массы	сухого вещества	сырого протеина	клетчатки	
Горох Орловчанин	1,5	22,5	5,14	15,2	28,4	3,42
Горох Орловчанин + ячмень	1,5 + 3,0	30,0	6,8	12,4	33,4	3,72
Горох Зарянка	1,5	26,8	6,07	13,7	26,2	3,67
Горох Зарянка + ячмень	1,5 + 3,0	32,7	7,41	12,8	30,5	4,18
F _φ	-	140,5	-	-	-	401,3
F ₀₅	-	4,07	-	-	-	4,07
НСР ₀₅	-	2,12	-	-	-	0,17

Пробы на анализ были взяты в период плодообразования – начала налива семян в бобах.

В зависимости от погодных условий лет проведения испытаний содержание протеина в зеленой массе при испытываемых способах посева колебалось незначительно. Однако в условиях сравнительно сухого 2008 года содержание протеина в зеленой массе сортов гороха и бинарных посевах сортов гороха с ячменем было заметно выше.

В бинарных посевах гороха с ячменем в зеленой массе наблюдается большее содержание волокнистых веществ (клетчатки). Так в бинарных посевах гороха Орловчанина с ячменем содержание клетчатки в зеленой массе в период начала налива семян составляло 33,4%, а в зеленой массе бинарного посева сорта гороха Зарянки с ячменем содержание волокнистых веществ было несколько меньшим (на 2,9%).

Наибольшим содержанием воды в надземной биомассе, в том числе и в период созревания семян, отличался горох Зарянка.

Результаты наших исследований по оценке кормовых достоинств зеленой массы сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем согласуются с выводами многих ученых, которые считают, что накопление белка в значительной степени зависит от метеорологических условий и приемов агротехники (Вавилов Н.И., 1926; Смирнова – Иконникова М.И., 1965; Лукашов, В. Н. 2013; Посыпанов Г.С., 1993 и др.).

Результаты наших исследований по динамике накопления азота, сырого протеина и клетчатки в надземной биомассе изучаемых сортов гороха в разные периоды вегетации и в зависимости от способа посева дают возможность максимально использовать продуктивный потенциал культуры гороха в реализации белковой проблемы.

4 ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ГОРОХА И ГОРОХА С ЯЧМЕНЕМ БАКТЕРИАЛЬНЫМИ И РОСТОСТИМУЛИРУЮЩИМИ ПРЕПАРАТАМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ АГРОЦЕНОЗОВ

В современном земледелии одним из важнейших направлений в повышении урожайности и снижении белкового дефицита в продуктах питания и в кормах является внедрение в практику сельхозпредприятий адаптивных, малозатратных и высокотехнологичных агроприемов выращивания сельскохозяйственных культур, как в обычных, так и в смешанных и совместных агроценозах. Ранее было отмечено, что белковый дефицит в кормовой продукции снижает продуктивность, плодовитость животных и заметно ухудшает их здоровье, так как белковые вещества входят в состав всех живых клеток и являются жизненно необходимыми элементами во всех процессах роста, развития и здорового состояния живых организмов.

В условиях засушливого Поволжья дефицит влаги в значительной степени ослабляет процессы азотфиксации, снижает продуктивность бобовых культур в наибольшей степени, чем мятликовых и за последние три десятилетия посевы гороха в Саратовской области сократились более чем в семь раз. Производство этой ценной зернобобовой культуры, традиционной для России, стало как бы менее рентабельным из-за высоких затрат, связанных с защитой его семян и посевов от вредителей, болезней и сорняков.

Одной из значительных причин отказа сельхозпроизводителей от выращивания гороха является отсутствие в производстве технологичных сортов, а предлагаемые усатые неполегающие горохи, значительно уступают по урожайности листовым формам, особенно в засушливые годы. К тому же безлисточковые усатые сорта не представляют кормовой ценности в отношении их возделывания на зеленую массу, сено и сенаж.

Горох требовательная культура к влаге, особенно в период прорастания семян и период репродукции растений, когда недостаток влаги становится при-

чиной опадания цветков и завязи. Транспирационный коэффициент гороха колеблется от 500 до 600 ед. и наименьшая влагоемкость почвы должна быть в пределах 70-80%.

Горох требователен к почвам и хорошие урожаи формирует при ее плотности сложения не более $1,2 \text{ г/см}^3$, т.е. на почвах с хорошей аэрацией, что очень важно и для симбиотической деятельности посевов.

Период цветения и образования бобов у большинства сортов гороха длится от 15 до 20 дней – это критический период в формировании урожая: максимальная площадь листьев, большая надземная биомасса, формируется будущий урожай по числу плодов в расчете на одно растение и единицу посева и из-за дефицита влаги, низкой активности симбиоза уменьшается завязываемость плодов, их продуктивность по числу семян.

Современные сорта гороха, рекомендуемые для возделывания в 8 регионе Российской Федерации, куда входит и Саратовская область, обладают высоким потенциалом продуктивности, однако реализация продуктивного потенциала сортов гороха требует точного соблюдения технологической дисциплины с учетом сортовых особенностей культуры и складывающихся условий в период вегетации.

Цель наших исследований состояла в изучении современных мало-затратных агроприемов повышения урожайности и симбиотической продуктивности сортов гороха на обыкновенных черноземах западной микрзоны Саратовского Правобережья.

В современной технологии возделывания сельскохозяйственных культур все чаще стали использовать различные бактериальные препараты, микроэлементы и ростостимулирующие вещества.

По литературным сведениям, одним из перспективных бактериальных препаратов является экстрасол. Данный препарат содержит в своем составе ризосферные бактерии с азотофиксирующими свойствами и предназначен для улучшения питания растений. Его применение в предпосевной обработке семян

способствует повышению всхожести семян, ускорению развития растений и снижению поражаемости их фитопатогенными микроорганизмами.

В научной литературе приведены данные о том, что ризосферные микроорганизмы вступают в сложные и многообразные взаимоотношения с корневой системой растений и оказывают большое влияние на ее поглотительную и синтетическую функции.

Некоторые микроорганизмы сами способны продуцировать минеральные и органические кислоты, ферменты, что помогает растению усваивать соединения почвы, ранее недоступные для них. Кроме того, почвенные микроорганизмы выделяют витамины, регуляторы роста, антибиотики, оказывающие положительное влияние на рост растений (Богоутдинов Д.З. и др., 2002).

По данным Н.М. Фоминой (2000), при использовании в обработке семян экстразола повышается содержание белкового азота и биологически активных веществ в растениях, ускоряется их созревание.

Готовый препарат экстразола представляет собой чистую культуру бактерий *Arthrobactormysorens* L., *Flavobacteriumsh.* L-30, *Agrobacteriumradiobacter* 10, *Agrobacteriumradiobacter* 204, *Asomonasagilis* 12, *Vacillussubtitis* – 13 и др. По данным исследований ВНИИСХМ эти бактерии безвредны для человека, животных и насекомых, они не оказывают вредного воздействия на окружающую среду. Используемый нами препарат экстразол – Бисолби – Сан не только синтезирует стимулирующие вещества, но и обладает биофунгицидными свойствами – подавляет развитие фитопатогенных грибов и бактерий в окружающей среде. Авторы данного препарата утверждают, что в его состав входят активные бактерии, фиксирующие атмосферный азот, вещества улучшающие развитие корневых волосков культуры, что способствует эффективному усвоению азота, фосфора и калия из почвы и удобрений; бактерии повышающие иммунитет растений и их устойчивость к засухе и заморозкам. Все это определяет высокую эффективность использования препарата в современной агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур. К тому же Бисолби – Сан совместим с фунгицидами, инсектицидами, гербицидами и химическими удобрениями.

ниями в баковых смесях. Обработку семян препаратом можно проводить за 1-60 дней до посева. Доза препарата – 1л на 1т семян. Затраты на применение Бисолби – Сана на зерновых культурах составляет 338 руб./га при его стоимости 150руб./литр. При обработке семян данным препаратом можно использовать любое оборудование, предназначенное для протравливания семян (ПС-10, ПСШ-5, «Мобитокс»).

В последние годы возрос интерес к регуляторам роста и развития растений, что обусловлено созданием новых препаратов, гектарные дозы которых исчисляются миллиграммами.

Представителем этой группы ростостимуляторов является Эпин-экстра, действующим веществом, которого является 24-эпибрассинолид. Препарат предназначен в качестве усилителя ростовых процессов растений, обладающий свойствами повышения устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды и возбудителями болезней. «Эпин-экстра» не фитотоксичен, не опасен для водных гидробионтов и рыбы, мало опасен для пчел и полезных насекомых.

Для повышения всхожести семян, усиления ростовых процессов, ускорения прохождения фенофаз, повышения урожайности и устойчивости растений к болезням рекомендуется замачивание семян перед высевом на 2 часа с расходом препарата 200 мл на 1т семян.

В опытах Л.А. Дорожкиной (2010) применение Эпина экстра в смеси с гербицидами на зерновых культурах значительно усиливало гибель сорной растительности и увеличивало сбор зерна с улучшением его качества.

Впервые эпибрассинолид был получен из пыльцы рапса (4 мг из 40 кг). Препарат обладает высокой биологической активностью, помогает растениям легче переносить влияние абиотических факторов – заморозки, засухи, оказывает ростостимулирующее действие, повышает продуктивность растений – содержание аминокислот в белке, сахара в ягодах.

Эпибрассинолид называют гормоном гормонов. Препарат способствует лучшему корнеобразованию, повышает всхожесть семян, морозостойкость

культур, не ухудшает качество и пищевую ценность продукции (Дорожкина Л.А. и др. 2013).

Препарат рекомендуется для предпосевной обработки с нормой расхода 200 мг на 1 тонну семян для зерновых культур и путем опрыскивания посевов в период бутонизации с нормой расхода препарата 50-100 мл/га.

В наших опытах использовали препарат циркон, действующим веществом которого является смесь гидроксикоричных кислот – кофейной, хлорогеновой и цикориевой. Технический продукт – это спиртовой экстракт из растительного сырья эхинацеи пурпурной, содержащей смесь выше названных кислот. Содержание действующего вещества в техническом продукте составляет до 95% от сухого остатка. Гидроксикоричные кислоты быстро метаболизируются растениями, разлагаются микроорганизмами почвы и воды и не накапливаются выше фона, они представляют собой природные соединения, постоянно потребляемые человеком с пищей в концентрациях, нередко превышающих их концентрацию в препарате.

Пищевые продукты, полученные при применении препарата не представляют опасности для здоровья человека. На основе данного действующего вещества выпускаются препараты: циркон (Р 0,1 г/л) и домоцвет (РО, 0,5 г/л).

Использование циркона в качестве ростостимулятора активизирует синтез хлорофилла, процессы роста и ризогенеза (корнеобразования), проявляет антигрибное и антибактериальное действие и противовирусную активность (Дорожкина Л.А. и др. 2013). Препарат рекомендован для замачивания семян в течение 6-8 часов для повышения их всхожести, снижения грибных и бактериальных заболеваний, повышения завязываемости репродуктивных органов на растении, повышения их устойчивости к засухе и заморозкам, повышения продуктивности посевов. Рекомендуемая доза препарата при обработке семян зерновых культур (пшеницы) – 2 мл/т.

В качестве регулятора роста и удобрения использовали в обработке семян гороха кремний содержащее вещество – силиплант. Удобрение, содержащее большой набор микроэлементов в хелатной форме (силикат натрия + микро-

элементы: Si-78,3, Fe-0,50, K-16,9, Mg-0,12, Mn-0,32, Сn-0.09, Zn-0.074, В-0,094, Мо-0,064, Со-0,021 г/л).

Препарат силиплант обладает ростостимулирующими, иммуномодулирующими, фунгицидными и антистрессовыми свойствами.

Силиплант выпускается в форме раствора, содержащего в хелатной форме кремний и микроэлементы. Мы использовали в опыте с горохом силиплант марки Универсальный (Si-1,9-1,7%).

По данным исследований Л.А. Дорожкиной (2013), он стимулирует развитие корневой системы, надземной части растений, повышает активность фотосинтеза, усиливает синтез аминокислот, белка, углеводов, макроэнергитических соединений, ингибирует развитие целого ряда заболеваний. При совместном использовании с пестицидами усиливает их действие на вредные организмы, в том числе и на сорную растительность. Для обработки семян зерновых рекомендуется норма расхода препарата 60 мл/т.

Есть ли альтернатива минеральным удобрениям, химическим протравителям семян и фунгицидам? Да, это биологические препараты, о которых мы уже говорили – экстрасол, циркон и это бобовые растения, обладающие уникальной способностью вступать в симбиоз со специфическими для каждого вида растений клубеньковыми бактериями, способными усваивать за вегетацию до 125-480 кг на 1 га азота воздуха, что обеспечивает высокие урожаи дешевого растительного белка без использования дорогостоящих и экологически небезопасных минеральных азотных удобрений. С пожнивными и корневыми остатками бобовых культур в почве остается около 30% фиксированного из воздуха азота, который существенно повышает плодородие почвы и урожай последующих культур.

В почвах обитают аборигенные клубеньковые бактерии, численность которых колеблется от сотен до миллионов бактерий в 1 г почвы.

Выпускаются специальные биопрепараты клубеньковых бактерий в жидкой и сыпучей формах для предпосевной инокуляции семян – ризобифиты или это нитрагин, ризоторфин.

Ризоторфин – бактериальный препарат, содержащий высокоэффективные клубеньковые бактерии. Жидкая форма препарата содержит в 1 мл не менее 2,5 млрд. активных клубеньковых бактерий и для обработки одной гектарной нормы семян гороха необходимо использовать 1 л ризоторфина, который в день посева следует развести в чистой воде из расчета 1л препарата на 2-2,5л воды, полученную суспензию нанести на семена. Обработанные семена тщательно перемешать до равномерного распределения препарата.

Инокулированные семена, оберегая от прямого воздействия солнечных лучей, высевают в тот же день. При высевае семена следует заделывать на глубину 8-9см, что создает лучшие условия для приживаемости бактерий и их «встречаемости» с корневой системой гороха.

Полевые опыты по изучению влияния бактериальных и ростостимулирующих препаратов на ход ростовых процессов и формирование зерновой и симбиотической продуктивности сортов гороха проводили на специально выделенном полевом участке землепользования колхоза им. Ленина Балашовского района Саратовской области. Территория данного сельхозпредприятия расположена в западной микроне Саратова Правобережья, которая была подробно охарактеризована во второй главе нашей диссертации.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный малогумусный, по гранулометрическому составу глинистый. В пахотном слое почвы содержание гумуса составляет 5,6-5,72%. По содержанию питательных веществ почва, на которой проводили исследования, относится к среднеобеспеченной как в отношении азота, так и в отношении фосфора и калия. Сумма обменных оснований в пахотном слое составляет 30,7 мг-экв. На 100 г почвы. Реакция почвенной среды в пахотном слое составляет 5,5-5,7.

Погодные условия лет исследований были различными как по температурному режиму, так и по водообеспеченности посевов полевых культур: 2010 год был острозасушливым; 2011 года – средnezасушливым; 2012 года – благоприятным по влагообеспечению. Агротехнология на опытном участке была общепринятой для условий данной микроне, норма высева семян гороха

1,2млн. всхожих семян на 1га, в бинарных посевах гороха с ячменем 1,5 и 3,0млн. всхожих семян на 1 га соответственно. Способ посева – обычный рядовой, в бинарном посеве гороха с ячменем высев был смесью семян в соотношении бобового и мятликового компонентов 33:67%.

Инокуляцию семян ризоторфином и обработку их ростостимуляторами экстрасолом, эпин экстрой, цирконом и силиплантом проводили в день высева в полном соответствии с рекомендациями разработчиков, о чем было сказано в первой части данного раздела диссертации.

В задачу исследований были включены следующие вопросы:

- изучить влияние бактериальных препаратов и ростостимуляторов на формирование густоты посева и сохранность растений к уборке урожая;
- изучить влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на ростовые и продукционные процессы изучаемых объектов;
- определить влияние экстрасола, ризоторфина, препаратов эпин экстра, циркона и силипланта на урожайность и симбиотическую продуктивность гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем;
- определить экономическую эффективность использования бактериальных и ростостимулирующих препаратов в предпосевной обработке семян гороха и горохо-ячменной смеси.

Схема опыта включала следующие варианты:

Вариант 1. Контроль – высев гороха и смеси гороха с ячменем без обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами;

Вариант 2. Обработка семян гороха и семян гороха с ячменем ризоторфином ж. (жидкий);

Вариант 3. Обработка семян гороха и семян гороха с ячменем экстрасолом;

Вариант 4. Обработка семян гороха и гороха в смеси с ячменем ростостимулятором эпин экстра;

Вариант 5. Обработка семян гороха и смеси гороха с ячменем ростостимулятором цирконом;

Вариант 6. Обработка семян гороха и гороха в смеси с ячменем ростостимулятором силиплантом.

Объектами исследования были сорт гороха Орловчанин, созданный во ВНИИ зернобобовых и крупяных культур.

В бинарных посевах гороха с ячменем использовали сорт ячменя Нутанс 553, созданный на Краснокутской опытной станции.

В отношении бактериальных и ростостимулирующих препаратов следует подчеркнуть, что используемый в опыте ризоторфин ж. (жидкий) – это новый эффективный отечественный препарат клубеньковых бактерий, рекомендован к применению Научно-техническим советом МСХ РФ.

В 1 мл препарата содержится не менее 2,5 млрд. активных клубеньковых бактерий. Для обработки гектарной нормы высева семян гороха использовали 2 л ризоторфина ж. Данное количество препарата разводится в чистой воде из расчета одна гектарная порция препарата на 2,5 л воды. Полученную суспензию наносили на семена в день посева в тени, путем опрыскивания семян и тщательного перемешивания семенной массы.

Экстрасол Бисолби Сан является биофунгицидным препаратом и рекомендуется к использованию в качестве протравителя семян. Его основу составляют бактерии, обитающие в природе на здоровых растениях и обладающие комплексом полезных свойств:

- синтезируют вещества, подавляющие развитие фитопатогенных грибов и бактерий;
- стимулируют рост растений;
- фиксируют атмосферный азот;
- повышают иммунитет растений, их устойчивость к засухе;
- повышают урожайность.

Данный препарат используют в предпосевной обработке семян зернобобовых культур из расчета 1 л на 1 т семян (готовился раствор: 1 л экстрактора на 10 л воды).

Препарат эпин экстра относится к ростостимуляторам, действующим веществом которого является эпи-брассинолид, обладающий свойствами усиления ростовых процессов, повышения продуктивности растений, их устойчивости к неблагоприятным факторам и заболеваниям. Препарат применяется в обработке семян путем их замачивания на 2-3 час. с расходом препарата 200 мл на 1 т семян. В нашем опыте расход препарата при обработке семян гороха и смеси семян гороха с ячменем составлял 200 мл на 1 т посевного материала, или 50мл на гектарную норму семян гороха и 80 мл на гектарную норму смеси гороха с ячменем.

Ростостимулятор циркон, представляющий смесь гидроксикоригных кислот – кофейной, хлорогеновой и цикориевой – это спиртовой экстракт из эхинацеи пурпурной. Препарат рекомендуется для усиления ростовых процессов, повышения всхожести семян ускорения цветения, снижения пораженности растений болезнями и повышения урожайности. Циркон оказывает стимулирующее действие на процессы корнеобразования, повышает засухоустойчивость растений культуры.

Данный препарат готовится с концентрацией 0,1 г/л – это циркон и 0,05 г/л – домоцвет. Для предпосевной обработки семян зерновых и зернобобовых культур рекомендуемые нормы циркона от 10 до 40 мл на 1т. В нашем полевом эксперименте использовали циркон с концентрацией 0,2 мг/мл. Для предпосевого замачивания семян гороха брали норму 40мл на 1 т семян, на гектарную норму семян гороха расход циркона составлял 10 мл с приготовлением рабочего раствора 10 л, а на гектарную смесь семян гороха и ячменя расход циркона 15,2 мл с приготовлением рабочего раствора 15,2 л.

В схему опыта был включен вариант с использованием в предпосевной обработке семян гороха и смеси семян гороха с ячменем кремний-содержащего удобрения с ярко выраженными росторегулирующими, иммунными, фунги-

цидными и антистрессовыми свойствами – силипланта марки «Универсальный». В составе данного препарата, кроме Si (78,3 г/л), содержатся макро- и микроэлементы: Fe-0,50, K-16,9, Mg-0,12, Mn-0,32, Cu-0,09, Zn-0,074, B-0,094, Mo-0,064, Co-0,021 г/л. Все элементы в силипланте представлены в хелантной форме. Данный препарат стимулирует развитие корневой системы, надземной биомассы, активизирует процесс фотосинтеза, регулирует водный обмен, снижает поражаемость растений вредителями и болезнями. Препарат рекомендуют использовать в предпосевной обработке семян и по вегетирующим растениям. При обработке семян рекомендуемая норма расхода силипланта универсальный 60 мл/т. Рабочая концентрация водного раствора препарата 3,5%. При замачивании семян расход рабочего раствора 10 л/т семян.

Опыт закладывали в 4-кратной повторности в два яруса, систематическим методом размещения вариантов и повторностей.

Размер опытных делянок – $108\text{ м}^2(3,6 \times 30)$ м, учетных 72,8 ($2,6 \times 28$) м. Способ посева одновидового высева гороха и гороха в бинарном высеве с ячменем – обычный рядовой с нормой высева гороха 1,2 млн. всхожих семян на 1 га или 228 кг/га. В бинарном посеве – горох с нормой высева 1,5 млн., ячмень с нормой высева 3,0 млн. всхожих семян на 1 га.

Исследования сопровождали следующими сопутствующими наблюдениями и учетами:

- фенологические, отмечали даты наступления и продолжительности основных фаз развития растений гороха: появление полевых всходов, бутонизации, цветения, появления первых бобов, их созревания. Учет проводили согласно Методическим указаниям государственного сортоиспытания (1985, 1998). На каждом варианте опыта на четырех его повторениях выделяли площадки по $0,25\text{ м}^2$ и считали число растений культуры, вступивших в ту или иную фазу, затем вычисляли процент от общего числа взятых растений для учета: 10% – начало фазы, 75% – полное наступление фазы развития.

Полевую всхожесть и густоту стояния растений культуры гороха и бинарного посева гороха с ячменем перед уборкой урожая определяли на специ-

ально выделенных площадках 0,25 м² в 5-и кратной повторности на 2-х не смежных повторениях опыта.

Число сохранившихся растений к уборке подсчитывали по следующей формуле:

$$A=C/V \times 100\%, \quad (3)$$

Где: А – число сохранившихся растений культуры к уборке урожая;

В – число растений в период полных всходов;

С – число растений к уборке урожая.

Определение роста (высоты) растений проводили через каждые 10 дней после появления полевых всходов промером 20-30 растений на 2-х не смежных повторениях. Длина (высота) стеблей измерялась сантиметровой рейкой с нулевым делением у поверхности почвы.

Количественный и весовой учет клубеньков на корнях гороха проводили путем выкопки монолитов почвы вдоль рядков посева по фазам вегетации.

Монолиты были размером 30×20×30 см (глубина, ширина, длина), их размывали под струей воды на сите с диаметром отверстий 1,0 мм.

Собранные корешки с клубеньками взвешивали, отделяли клубеньки и клубеньковые образования, определяли их массу и величину.

Для морфологического анализа отбирали снопы с каждого варианта каждой повторности опыта с площадок размером 0,25 м² в 5-и кратной повторности. Подсчитывали число растений на площадке, их высоту, число бобов и семян с каждого растения. Определяли массу растений и семян.

Учет биологического урожая проводили по снопам, которые отбирали с каждой делянки опыта. Учет фактического урожая определяли в период сбора урожая сплошным поделяночным методом.

Определение массы 1000 зерен гороха проводили при учете фактического урожая для чего с каждой делянки опыта отбирали пробы намалоченного зерна по 200 г в 2-х кратной повторности.

Экономическую оценку урожайных данных проводили расчетным методом на основании общепринятых нормативов, технологических карт и цен. При

этом определяли затраты на выращивание зерна и зеленой массы гороха в одновидовых и бинарных посевах, стоимость полученной продукции и рассчитывали условный чистый доход и уровень рентабельности по каждому варианту опыта.

Статистическая обработка урожайных данных и показателей роста культуры гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем выполнена методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1985).

4.1 Ход ростовых и продукционных процессов

Одним из важных элементов структуры любого агроценоза является густота или плотность посева, т.е. количество растений культуры, приходящихся на единицу площади посева.

В нашем полевом эксперименте предпосевная обработка семян гороха и горохо-ячменной смеси бактериальными и ростостимулирующими препаратами способствовала значительному повышению полевой всхожести по сравнению с контрольными вариантами. Причем, в зависимости от применяемого препарата степень влияния была различной, о чем свидетельствуют данные таблиц 33, рисунок 5 и приложение 144.

Полные всходы гороха сформировались на 10 – 12-й день после посева. По вариантам опыта и по годам исследования были отмечены некоторые особенности в сроках и дружности их формирования.

Наибольшую полноту всходов гороха во все годы исследования обеспечивала предпосевная обработка семян кремний содержащим ростостимулятором силиплант. В среднем за период 2010-2012 гг. на данном варианте она составила 95,3% и превышала контрольный вариант по данному показателю на 18,9%. Показатели полевой всхожести семян гороха на варианте с использованием в их подготовке бактериального препарата экстросола уступали варианту с силиплантом на 15%, а разница по полевой всхожести между вариантами с

использованием эпин экстра и силипланта составила в среднем за годы испытания 12,7%.

Таблица 33 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на полевую всхожесть семян гороха сорта Орловчанин (в среднем за 2010-2012 гг.)

Варианты опыта	Норма высева семян, млн. шт./га	Полевая всхожесть	
		шт./м ²	%
Контроль (семена гороха, замоченные в воде)	1,2	91,7	76,4
Предпосевная обработка семян гороха:			
ризоторфин	1,2	92,2	76,8
экстрасол	1,2	96,4	80,3
эпин экстра	1,2	99,2	82,6
циркон	1,2	112,3	93,5
силиплант	1,2	114,4	95,3
F _φ	-	3124	-
F ₀₅	-	3,11	-
НСР ₀₅	-	3,00	-

Заметный эффект в образовании полных всходов гороха был отмечен и на варианте с предпосевной обработкой семян цирконом, где в среднем за 3 года испытаний она составила 93,5% и уступала по данному показателю варианту с силиплантом всего на 1,8%, а контрольным посевом – на 17,1%.

Значительное влияние на полевую всхожесть данные препараты оказали и на бинарных посевах гороха с ячменем, рисунок 5, приложение 144.

Более полные и дружно формирующие всходы на бинарном посеве гороха с ячменем отмечены на варианте с использованием в предпосевной обработке семян силипланта и циркона, где полевая всхожесть по гороху составила 90,5 и 88,6% а по ячменю 88,6 и 87,6% соответственно, тогда как на контрольном варианте она оказалась ниже на 11,9 и на 10% по гороху и на 6,3 и 5,9% по ячменю соответственно вариантам с силиплантом и цирконом.

Заметно повысилась полевая всхожесть гороха и ячменя в бинарном посеве в зависимости от предпосевной обработки семян данных культур раствором экстрасола. По сравнению с контролем полевая всхожесть гороха от экс-

тросола увеличивалась на 6,0%, по ячменю – на 4%, а от использования препарата эпин экстра – на 7,5 и на 4,3% соответственно.

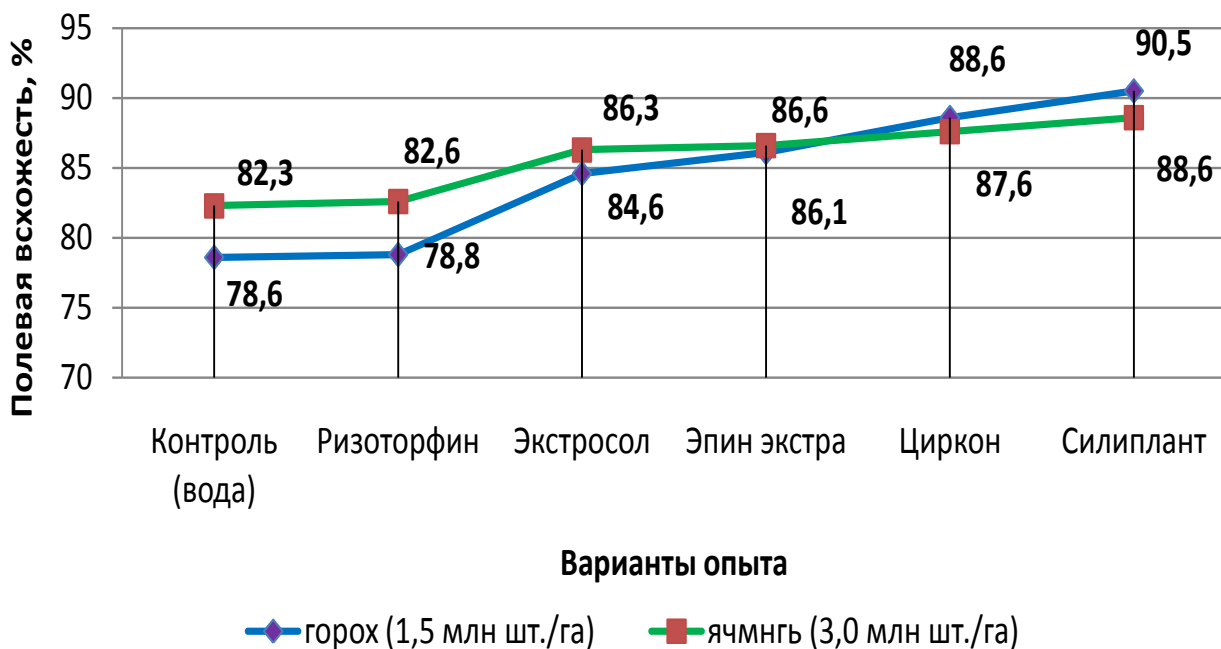


Рисунок 5 – Полевая всхожесть гороха и ячменя в смешанном посеве в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами, в среднем за 2010-2012 гг.

Таким образом, предпосевная обработка семян смеси гороха с ячменем бактериальным препаратом экстрасолом и ростостимуляторами эпин экстра, цирконом и силиплантом способствовала значительному повышению полевой всхожести компонентов бинарного посева по сравнению с контрольным вариантом, причем, в зависимости от применяемого препарата степень влияния была различной.

Как единичные всходы гороха, так и полные всходы культуры несколько раньше были отмечены на вариантах с использованием силипланта и циркона. Такие же результаты по формированию всходов наблюдались и в бинарных посевах гороха с ячменем: на делянках с силиплантом сформировалась смесь из 136 растений гороха и 266 растений ячменя, на посевах с цирконом – из 133 растений гороха и 263 растений ячменя, тогда как смесь контрольного варианта

состояла в период полных всходов из 118 растений гороха и 247 растений ячменя, т.е. густота опытных вариантов была выше контроля на 18 и 15 растений по гороху на 1 м² посева и на 19 и 16 растений по ячменю.

Выполненный нами дисперсионный анализ показателей полевой всхожести семян гороха и смеси семян гороха с ячменем в зависимости от предпосевной обработки их ростостимуляторами выявил высокую и достоверную степень их влияния на первый этап формирования элементов структуры будущего урожая по сравнению с контрольными вариантами (приложение 146 и рисунок 6).

Действие бактериального препарата – ризоторфина на полевую всхожесть семян гороха и семян смеси гороха с ячменем было менее выраженным по сравнению с контролем.

Один из важнейших структурных элементов в формировании урожайности – это число продуктивных растений, сохранившихся к периоду созревания культуры и к сроку уборки кормовой массы бинарного агроценоза.

В нашем эксперименте были определены общая выживаемость семян и растений гороха по вариантам опыта с использованием в предпосевной обработке семян бактериальных и ростостимулирующих препаратов и сохранность растений культуры от числа полных всходов к густоте стеблестоя гороха в период созревания.

Наибольшие показатели сохранности и выживаемости растений гороха к уборке урожая отмечены на варианте с предпосевной обработкой семян ростостимулятором силиплантом, где они составили 87,6 и 83,5% соответственно и превышали показатели контрольного варианта по сохранности растений гороха к уборке от числа всходов на 9,0%, а по выживаемости семян и растений от числа высеянных всхожих семян – на 23,5% (таблица 34).

Близкие результаты получены по варианту с цирконом, где сохранность растений к уборке от числа всходов составили в среднем за годы испытания 86,8%, а по общей выживаемости 81,2%, что превышало контрольные результаты на 8,2 и 21,2% соответственно. На варианте с обработкой семян препаратом Эпин экстра сохранность растений гороха к периоду созревания составила в

среднем за 2010 – 2012 гг. – 86,5%, а общая выживаемость семян и растений – 71,5%, что было заметно ниже, чем на вариантах с цирконом и силиплантом, но превышало контрольные данные на 7,9 и на 11,5% соответственно.

Таблица 34 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на сохранность растений гороха и общую выживаемость семян и растений к уборке урожая (в среднем за 2010–2012 гг.)

Варианты опыта	Норма высева семян, млн. шт./га	Сохранность растений к уборке		Общая выживаемость семян и растений, %
		шт./м ²	%	
Контроль (вода)	1,2	72,1	78,6	60,0
Ризоторфин	1,2	72,6	78,8	60,5
Экстрасол	1,2	78,4	81,4	65,3
Эпин экстра	1,2	85,8	86,5	71,5
Циркон	1,2	97,5	86,8	81,2
Силиплант	1,2	100,2	87,6	83,5
F _φ	-	945	-	-
F ₀₅	-	3,11	-	-
НСР ₀₅	-	4,2	-	-

Заметное влияние на эти показатели оказала предпосевная обработка семян гороха бактериальным препаратом ризоторфин, где сохранность культуры от числа всходов в среднем за годы исследования составила 81,4%, что превышало контрольные показатели на 2,8%, а по общей сохранности семян и растений – на 5,3%.

Заметные изменения в формировании густоты посева внесли используемые нами препараты и в бинарных агроценозах гороха с ячменем (таблица 35).

Наибольшую сохранность растений гороха и ячменя в их смешанном посеве обеспечивала предпосевная обработка семян ростостимулятором силиплантом, состоящего из силиката натрия и микроэлементов. По содержанию кремния (Si – 7,5-7,8%), используемый нами силиплант относится к группе – универсальный, что означает его использование в обработке всех сельскохозяйственных, цветочных и декоративных культур в целях устранения стресса любого происхождения, профилактики грибных и бактериальных заболеваний. По литературным данным в отношении силипланта есть данные, что его использование в предпосевной обработке семян или по вегетирующим растениям сти-

мулирует ростовые процессы, повышает активность фотосинтеза, участвует в процессах транспирации, повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам (Дорожкина Л.А. и др. 2013).

Таблица 35 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на сохранность растений и общую выживаемость гороха и ячменя в бинарных посевах, в среднем за 2010 – 2012 гг.

Варианты опыта	Норма высева, млн. шт./га	Сохранность растений к уборке, шт./м ²		Общая выживаемость, %
		горох+ячмень	горох/ячмень	
			шт./м ²	
Контроль (вода)	1,5+3,0	83/189	70,4/76,6	55,3/63,0
Ризоторфин	1,5+3,0	84/194	71,2/78,4	56,0/64,6
Экстрасол	1,5+3,0	95/211	74,8/81,5	63,3/70,3
Эпин экстра	1,5+3,0	101/223	78,2/86,1	67,3/74,3
Циркон	1,5+3,0	112/227	84,2/86,3	74,6/75,6
Силиплант	1,5+3,0	119/233	87,5/87,6	79,3/77,6
F _φ	-	1735/5268	-	-
F ₀₅	-	3,11/3,11	-	-
НСР ₀₅	-	4,18/6,23	-	-

Использование силипланта в предпосевной обработке смеси семян гороха с ячменем отмечена не только высокая полевая всхожесть (90,5 и 88,6% соответственно названным компонентам), но и самая высокая сохранность растений смеси к уборке урожая – 87,5 и 87,6% (соответственно: горох и ячмень), тогда как на контрольных делянках показатели сохранности растений смеси оказались значительно ниже: по гороху 70,4, а по культуре ячменя 76,6%, т.е. на 17,1% ниже по гороху и на 11,0% ниже по ячменю.

Близкие результаты отмечены и на варианте с цирконом: по гороху сохранность растений в смеси составила в среднем за 2010 – 2012 гг. 84,2%, по ячменю – 86,3%, что превышает контрольные показатели на 13,8% по гороху и на 9,7% по ячменю.

Препарат эпин экстра, рекомендуемый для повышения всхожести семян, лучшего развития корневой системы и надземной биомассы растений, в нашем эксперименте, в отношении сохранности и общей выживаемости растений бинарного агроценоза, сравнительно более высокие показатели отмечены по злаковой культуре – ячменю, сохранность которого составила в смеси 86,1%, пре-

вышая контрольные результаты на 9,5% и уступая циркону и силипланту всего на 0,2 и на 1,5% соответственно.

По бобовому компоненту смеси – гороху результаты по сохранности растений на варианте эпин экстра оказались выше контрольных на 7,8%, а по отношению к вариантам – циркон и силиплант ниже на 6,0 и на 9,3% соответственно.

Показатель общей выживаемости семян и растений гороха на варианте с использованием в обработке семян препарата эпин экстра в среднем за 2010-2012 гг. составил 67,3%, что ниже, чем на вариантах с цирконом и силиплантом на 7,3 и на 12,0% соответственно, но выше, чем на контрольных посевах на 12,0%.

Заметно влияние экстросола и разница в сохранности растений смеси по отношению к контрольным посевам составила по гороху 4,4%, по ячменю – 4,9%, а по общей выживаемости семян и растений смеси разница с контролем по гороху составила 8,0%, по ячменю – 7,3%.

Таким образом, наибольший эффект в отношении сохранности растений бинарного агроценоза к периоду уборки урожая кормовой массы обеспечивала предпосевная обработка семян кремнийсодержащим удобрением - силиплантом и препаратом цирконом, действующим веществом которого является смесь гидроксикоричных кислот, представляющих спиртовой экстракт из растительного сырья эхинацеи пурпурной.

4.2 Продолжительность отдельных межфазных периодов и динамика роста растений

Вегетационный период любой сельскохозяйственной культуры исчисляется временем от посева до уборки урожая. В ходе вегетационного периода в растениях осуществляются процессы питания, обмена веществ, синтеза, на основе которых происходит рост и развитие растений – увеличение их размеров,

массы, новообразования веществ, тканей и органов (Савицкий М.С., Николаев М.Е., 1974). На продолжительность вегетационного периода растений влияет в известной степени их наследственная основа (разновидность, сорт), но главным образом – агрометеорологические условия (температура, влажность окружающей среды) и приемы агротехнологического характера.

Применяемые нами бактериальные и ростостимулирующие препараты в предпосевной обработке семян гороха и горохо-ячменной смеси оказали заметное влияние на продолжительность отдельных межфазных периодов и вегетационный период растений гороха (рисунок 6, приложение 153).

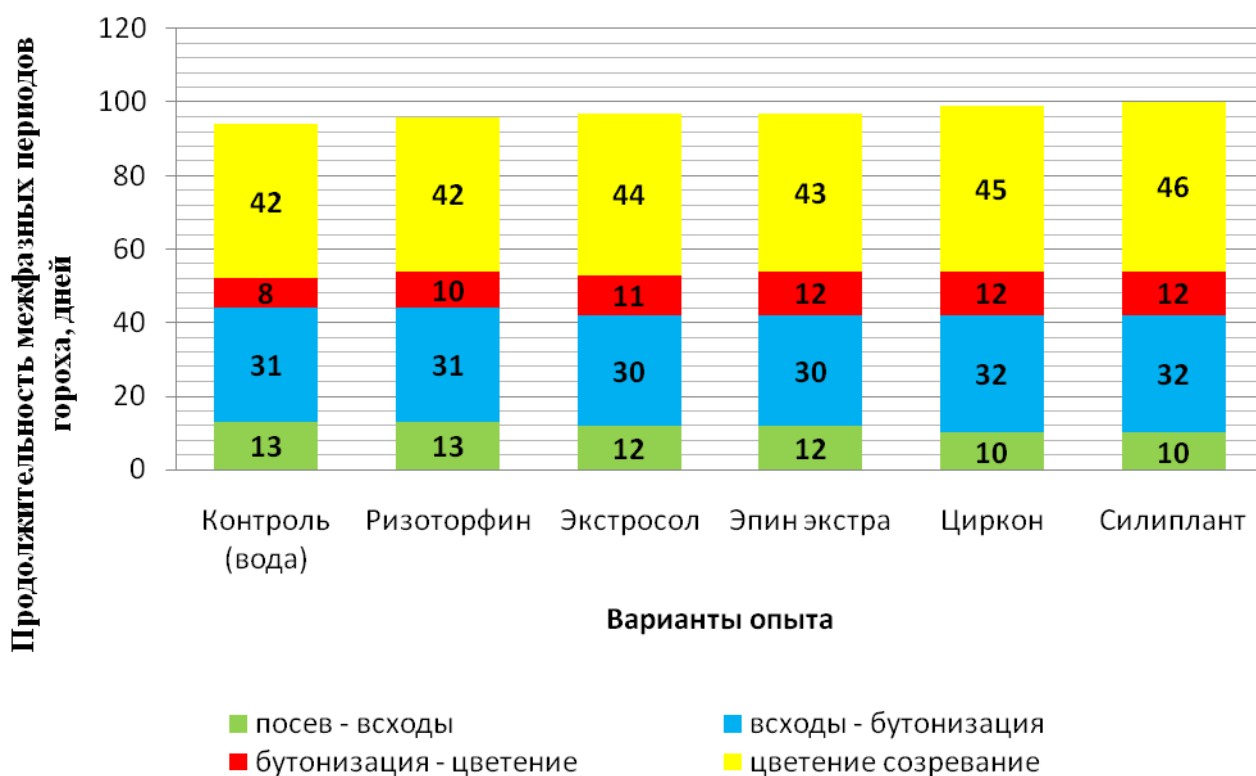


Рисунок 6 – Продолжительность отдельных межфазных периодов вегетации

гороха в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами (в среднем за 2010-2012 гг.)

Ранее было отмечено, что предпосевная обработка семян гороха и горохо-ячменной смеси бактериальными и ростостимулирующими препаратами оказала влияние на формирование всходов на опытных делянках. Более дружные и

полные всходы сформировались на вариантах с использованием силипланта и циркона, на данных вариантах и продолжительность периода от посева до полных всходов (75% от высеянных семян) составила в среднем за годы испытаний (2010-2012 гг.) 10 дней, т.е. их появление было отмечено на 2-3 дня раньше, чем на контрольных посевах и деланках с использованием в предпосевной обработке семян ризоторфина, экстросола и ростостимулятора эпин экстра.

В дальнейшем развитии растений гороха на вариантах с цирконом и силиплантом наблюдается некоторое запаздывание в переходе растений в следующие фазы: на четверо суток задерживается период бутонизации-цветения, на 5-6 дней задерживается созревание гороха по сравнению с контрольными посевами. В результате период вегетации гороха от посева до созревания на вариантах с предпосевной обработкой семян цирконом и силиплантом в среднем за годы исследования составил 99 и 100 дней соответственно, тогда как на контрольных посевах этот период составил 94 дня, или был менее продолжительным на 5-6 суток. Сравнительно более продолжительной по отношению к контролю была вегетация гороха на вариантах с ризоторфином (на 2-е суток), экстросолом (на 3-е суток) и на варианте с использованием в предпосевной обработке семян гороха препарата эпин экстра, где она составила 97 дней.

Изучая среднесуточные приросты высоты стеблей растений гороха, было выявлено, что от всходов до бутонизации они составляли 0,5-0,56 см на контрольных вариантах и до 0,74 см на варианте с использованием в обработке семян силипланта (таблица 36).

Прирост растений гороха в высоту в период бутонизации-цветения на контрольном варианте составила 1,66 см в сутки, тогда как на опытных деланках с использованием бактериальных и ростостимулирующих препаратов колебался от 1,67 см/сутки на фоне ризоторфина до 1,84 см/сутки на варианте с использованием в обработке семян ростостимулятора силипланта.

За период «цветение-созревание» прирост растений гороха в высоту на контроле составил в среднем за 2010-2012 гг. – 0,98 см в сутки, на вариантах с

обработкой семян препаратами эпин экстра, циркона и силипланта этот показатель колебался в пределах 1,12; 1,14 и 1,15см в сутки соответственно.

Таблица 36 – Среднесуточные приросты растений гороха в высоту в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами (в среднем за 2010-2012гг.)

Варианты опыта	Прирост растений в высоту, см/сутки		
	всходы-бутонизация	бутонизация-цветение	цветение-созревание
Контроль (вода)	0,54	1,66	0,98
Ризоторфин	0,58	1,67	1,02
Экстрол	0,66	1,78	1,06
Эпин-экстра	0,68	1,80	1,12
Циркон	0,71	1,82	1,14
Силиплант	0,74	1,84	1,15
F _φ	203	1428	531
F ₀₅	3,11	3,11	3,11
HCP ₀₅	0,0022	0,0023	0,0023

Наибольшим приростом растений гороха в высоту во все периоды вегетации отличались варианты с использованием в предпосевной обработке семян препаратов ростостимулирующего характера, таких как силиплант, циркон и эпин экстра.

Предпосевная обработка семян данными препаратами способствовала формированию более высокорослого стеблестоя гороха, что очень важно в мозащите посевов от сорной растительности.

Высота растений гороха в период бутонизации на вариантах с силиплантом и цирконом составила в среднем за годы испытания (2010-2012 гг.) 23,7 см, превышая стеблестой культуры на контрольных делянках на 6,9см, высота стеблестоя гороха в период бутонизации на вариантах с использованием в предпосевной обработке семян препаратов экстросола и эпин экстра превышала контрольные посевы культуры на 3,06 и 3,66 см (рисунок 7, приложение 159).

В период начала цветения гороха высота его стеблестоя на вариантах с применением в обработке семян силипланта и циркона составляла 45,7 и 45,5 см соответственно, превышая контрольные посевы по данному показателю на 15,7 и 15,5 см или более чем на 34%.

В период созревания высота растений гороха на вариантах с обработкой семян силиплантом и цирконом составила 98,6 и 96,8 см, превышая контрольные варианты по данному показателю на 27,4 и 25,6 см соответственно.

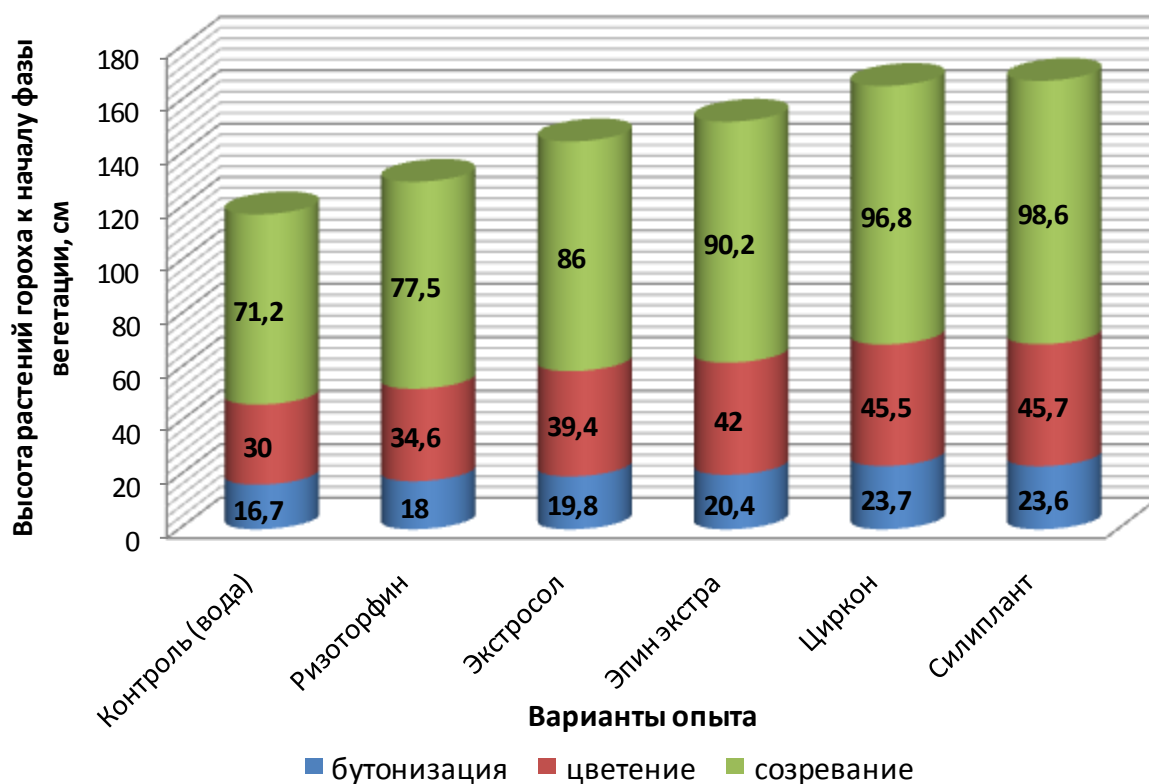


Рисунок 7 – Динамика роста растений гороха по фазам вегетации в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами, в среднем за 2010-2012 гг.

Применение в предпосевной обработке семян гороха препаратов эпин экстра и экстросола значительно повлияло на ростовые процессы культуры и к периоду созревания высота растений на данных вариантах составляла соответственно 90,2 и 86,0 см, превышая контрольные варианты на 19,0 и 14,8 см.

Следует заметить, что высота (длина) растений гороха не является решающим условием в повышении урожайности культуры, однако данный признак у многих видов зернобобовых связан с расположением бобов и, как показывают исследования, высота заложения первых бобов зависит от высоты растений, которая изменяется в зависимости от вида, сорта, приемов агротехники,

складывающихся условий погоды в период вегетации и определяет условия уборки урожая с наименьшими потерями зерновой продукции.

4.3 Симбиотическая продуктивность гороха в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами

Корневая система растений не только поглощает воду и минеральные соли почвы, передает их надземным органам, но выполняет и другие важные функции в растительном организме.

Выявлена глубина проникновения корней в почву у многих видов культур, установлено, что система корней засухоустойчивых сортов обгоняет в росте корневую систему не засухоустойчивых растений.

Определено, что для каждого вида растения характерна своя форма корневой системы (Ротмистров В.Р., 1908), что на плотных почвах рост корней замедляется (Смирнов А.И., 1967). Орлов В.П. (1986) выделил у некоторых культур приповерхностные корни, использующие даже незначительные осадки. Количество фиксированного азота из воздуха зависит от вида культуры и условий ее выращивания.

По классификации Л.М. Доросинского, род бактерий *Rhizobium*, вид *leguminosarum* способен инфицировать горох, вику, чину, чечевицу, кормовые бобы. Внутри каждого вида имеются штаммы бактерий, которые приспособлены к определенному виду или сорту культуры. После отмирания растения – симбионта, клубеньки разрушаются и почва обогащается азотом, накопленным этими микроорганизмами.

Индикатор активного симбиоза – это наличие в клубеньках леггемоглобина. В леггемоглобине содержится красный пигмент, который свидетельствует об активности азотофиксации, т.е. о накоплении азота воздуха в макро- и микросимбионтах (Вавилов П.П., 1983).

С растительными остатками бобовых культур в почве накапливается от 70 до 250 кг азота на 1 га, и в этом отношении бобовые и зернобобовые культуры являются восстановителями почвенного плодородия.

Доступность в почве фосфорного питания для растений стимулирует активность клубеньковых бактерий (Литвинова, Н.А. 1973).

Нами предпринята попытка исследовать влияние некоторых бактериальных и ростостимулирующих препаратов на симбиотическую продуктивность гороха на черноземах степного засушливого Поволжья.

На вариантах опыта подекадно проводили количественный и весовой учет клубеньков на корнях гороха, отбирая образцы почвы с делянок в 2-х кратном повторении монолитным методом.

Образцы почвы промывали на ситах 1мм и собирали массу клубеньков и клубеньковых образований. Результаты анализа по количеству и массе клубеньков в расчете на одно растение представлены в таблице 37.

Таблица 37 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на симбиотическую активность растений гороха в разные периоды вегетации, в среднем за 2010-2012гг.

Варианты опыта	Количество и масса клубеньков на 1 растение, шт./мг		
	бутонизация	цветение	созревание
Контроль (вода)	8,2/13,5	15,6/25,1	5,5/7,1
Ризоторфин	24,4/40,2	34,3/54,5	18,6/24,7
Экстрасол	18,6/30,6	30,0/47,6	15,4/20,4
Эпин экстра	15,4/25,6	25,5/40,8	12,2/15,6
Циркон	20,4/30,6	26,8/43,3	13,4/17,7
Силиплант	22,5/34,1	30,2/48,4	15,6/20,5
F _φ	308/863	519/1766	309/1824
F ₀₅	3,11/3,11	3,11/3,11	3,11/3,11
НСР ₀₅	1,54/1,51	2,1/1,52	0,84/0,02

Наблюдения показали, что формирование симбиотического аппарата на корнях гороха инокулированного ризоторфином начинается в фазе появления третьего листа на растении: появляются сравнительно мелкие вздутия на корневых волосках и боковых корешках. К фазе бутонизации они превращаются в клубеньки, не редко образующие колонии.

Максимальное количество активных клубеньков (с леггемоглобином) появляется в период цветения гороха. Наибольшее количество клубеньков с наибольшей их массой образовывалось за годы испытаний (2010-2012 гг.) в период цветения гороха на варианте с инокуляцией семян ризоторфином. В среднем за годы исследования на данном варианте в расчете на 1 растение насчитывалось до 34-35 штук клубеньков, масса которых достигала 54-55 мг, тогда как на контрольном посеве показатели их количества и массы были в 2 раза меньше. Обработка семян гороха перед высевом раствором гидроксикоричных кислот, т.е. цирконом, стимулирующим ризогенез, способствовала активизации симбиотической активности гороха: в расчете на 1 растение в отобранных пробах насчитывалось до 26,8 шт. клубеньков с их массой до 43,3 мг.

Использование в предпосевной обработке семян гороха экстросола и силипланта заметно активизировало симбиотическую активность клубеньковых бактерий. Так, в период бутонизации по количеству клубеньков и их массе в расчете на одно растение гороха на варианте с предпосевной обработкой семян силиплантом показатели были близки к варианту с предпосевной обработкой семян ризоторфином и заметно превышали показатели активности симбиотической деятельности и на вариантах с экстросолом, эпином экстрой и цирконом.

Такие же результаты характерны были и для периода цветения и начала созревания растений гороха: на варианте с силиплантом по количеству клубеньков в расчете на одно растение и их массе превышения над контролем составляли 93,5% и 92,8% соответственно и отклонения от показателей с ризоторфином были в пределах 4,1шт. и 6,1мг соответственно, т.е. кремнийсодержащее удобрение с набором микроэлементов стимулировало развитие корневой массы гороха, которая оказывалась благоприятной средой для размножения и расселения клубеньковых азотофиксирующих бактерий.

Отслеживание динамики формирования клубеньков показало, что в течение вегетации гороха активность его симбиотического аппарата изменяется в существенных пределах. Как общий симбиотический биопотенциал, так и активный симбиотический биопотенциал в значительной степени зависят как от

складывающихся условий вегетационного периода по водообеспеченности, так и приемов стимулирования симбиотической активности растений культуры.

В нашем полевом эксперименте с предпосевной обработкой семян гороха бактериальными и ростостимулирующими препаратами наибольший показатель симбиотического потенциала отмечен в фазу цветения на варианте с применением ризоторфина, где общий симбиотический биопотенциал составил в среднем за годы испытания 752,1 кг×сутки/га, а активный (АСП) – 376 кг×сутки/га (таблица 38).

Таблица 38 – Динамика симбиотического потенциала гороха в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Сырая масса клубеньков, кг×сутки/га		
	бутонизация	цветение	созревание
Контроль (вода)	99,4/33,6	346,4/115,6	130,6/43,4
Ризоторфин	369,8/123,0	752,1/376,0	272,6/90,8
Экстрасол	311,6/103,0	653,4/233,5	271,5/93,8
Эпин экстра	276,4/92,6	412,8/137,6	224,6/74,8
Циркон	365,6/122,0	428,4/143,0	325,6/108,6
Силиплант	388,4/167,0	576,8/183,0	332,1/111,2

Примечание: числитель – общая сырая масса клубеньков; знаменатель – сырая масса активных клубеньков.

Высокие показатели общего и активного симбиотического потенциала были отмечены на вариантах с использованием в предпосевной обработке семян бактериальных препаратов – ризоторфина и экстрасола. В период цветения на варианте с ризоторфином совокупный симбиотический биопотенциал составил 752,1 кг×сутки/га, а величина активного симбиотического биопотенциала – 376 кг×сутки/га, что превышало показатели контроля на 405,7 и 260,4 кг×сутки/га соответственно, или более чем в 2 и 3 раза соответственно.

Средний показатель активного симбиотического потенциала на варианте с экстрасолом составил 233,5 кг×сутки/га, что соответствует 4,67 кг/га зафиксированного атмосферного азота в сутки.

В период цветения при удельной активности симбиоза 20 г/кг в сутки, т.е. только за период цветения на варианте с экстрасолом в посевах гороха накоп-

ливается до 74,7 кг/га атмосферного азота, а на вариантах с ризоторфином и силиплантом – до 120,2 и до 58,5 кг/га соответственно.

В условиях аномально засушливого 2010 года показатели общего и активного симбиотического потенциалов на посевах гороха, как на контрольных, так и на опытных вариантах с использованием бактериальных и ростостимулирующих препаратов были значительно ниже: на контрольном посеве – 29кг×сутки/га сырой клубеньковой массы на 1га и на варианте с экстрасолом – 63,0кг×сутки/га, что соответствует 0,58 и 1,26 кг/га фиксированного атмосферного азота в сутки в период фазы цветения.

Наши исследования симбиотической активности гороха показали, что на черноземных почвах степного засушливого Поволжья клубеньки на корнях гороха образуются и без искусственной инокуляции, но необходимо отметить, что использование в предпосевной обработке семян или почвы препаратов – ризоторфина, циркона, силипланта и эпин экстра, способствует формированию более активных клубеньков, отличающихся более продолжительным периодом активного симбиоза.

Продолжительность активного симбиоза в посевах гороха в зависимости от условий вегетации колеблется от 26 до 78 дней. Искусственная инокуляция способствует более раннему появлению активных клубеньков и в большем количестве, чем на посевах с естественным заражением.

4.4 Урожайность и элементы ее структуры в зависимости от обработки семян гороха бактериальными и ростостимулирующими препаратами

По мнению М.С. Савицкого (1974) «урожай» и «урожайность понятия не тождественные и каждое из них отображает свое особое содержание.

Слагаемые величины урожая или урожайности объединяются понятием «структура урожая».

При анализе структура урожая показывает, из чего складывается величина урожая, а при синтезе – за счет каких элементов и при какой доле их участия образуется та или другая величина урожая.

Основные элементы структуры урожая у зернобобовых культур – это число растений на единице площади (1 м^2 , 1 га) при уборке урожая; число плодов (бобов) на растении, в том числе вызревших бобов в расчете на одно растение; число семян в бобе или с одного растения; масса семян с одного растения, г; масса 1000 семян при стандартной влажности, г. Названные элементы влияют на биологический урожай, который складывается из вегетативной части (корни, стеблевая и листовая масса) и репродуктивной, дающей в данном случае зерно.

Количество растений на единице посевной площади при уборке урожая формируется с начальных этапов роста и развития растений культуры и определяется установленной нормой высева семян, их полевой всхожестью, а также числом растений сохранившихся к моменту уборки урожая.

Следует отметить, что густота продуктивного стеблестоя и оптимальная норма высева взаимосвязаны и являются критерием наивысшей урожайности в конкретных условиях.

В наших полевых экспериментах зависимость величины урожайности кормовой биомассы от количества растений на единице посева прослеживается на всех вариантах и во все годы с различными метеорологическими условиями, характеристика которых представлена в предыдущих разделах диссертационной работы.

Для формирования 1 т семян и соответствующего количества других органов вегетации горох потребляет от 45 до 60 кг азота, 16-20 кг фосфора, 20-30 кг калия, 25-30 кг кальция, от 8 до 13 кг магния, а также большое количество других элементов и микроэлементов (Посыпанов Г.С., 1993).

По данным Г.В. Боднар и Г.Т. Лавриненко (1977), за счет симбиотической фиксации посеvy гороха покрывают до 70-75% общего потребления азота. Для активизации симбиотического процесса семена гороха следует инокулировать, т.е. в день посева обрабатывать их бактериальным препаратом – ризогторфи-

ном. Достаточная обеспеченность растений гороха такими микроэлементами, как бор, молибден, способствует активизации симбиотической активности в посевах гороха и накоплению наибольшего количества атмосферного азота в биомассе культуры.

Симбиотически фиксированный азот воздуха отчуждается с урожаем, однако с органическими остатками зернобобовых культур в почве накапливается значительно больше азота, чем с остатками мятликовых культур.

Наши исследования показали, что посевы гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем, просом и другими культурами обеспечивают в условиях степного Поволжья высокопитательный корм в виде зеленой массы, сенажа, сена, силоса, содержащих до 49,5 кг кормовых единиц и 12,8 кг переваримого протеина в расчете на 1 ц корма.

По данным Л.М. Доросинского (1970) максимальное количество азота, ассимилированного из воздуха однолетними бобовыми культурами, составляет 150-200 кг/га. По данным М. Айшбаева, с корневыми остатками гороха в почве накапливается до 26,9 кг азота, а Карягин Ю.Г. (1968) утверждал, что размер фиксации азота бобовыми достигает 217-452,7 кг на 1 га, что эквивалентно внесению 6,4-13,3 ц аммиачной селитры на каждый гектар посева.

В программу исследований были включены вопросы по изучению особенностей формирования продуктивных агроценозов в одновидовых и бинарных посевах гороха с ячменем в зависимости от обработки его семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами.

Для морфологического анализа отбирались снопы с одной из повторностей каждого варианта опыта, при этом растения выдергивались в типичных местах травостоя с 5-и рядков, длина рядка устанавливалась в 50 см.

Анализ элементов структуры урожая проводили по пробным снопам, которые отбирались с площадок в 1 м² в пятикратной повторности с каждого варианта опыта. При разборе снопов учитывали количество растений, их ботанический состав, измеряли длину стеблей, определяли число междоузлий, бобов на растении и число в них семян. При анализе определяли вызреваемость семян

гороха (% зрелых семян в пробе), массу 1000 штук семян, массу семян с одного растения (г), массу пробных снопов, стеблей, листьев и створок плодов.

Учет биологического урожая проводили сноповым методом, отбирая растения культуры с площадок в 1 м² в 5-и кратной повторности с каждого варианта опыта.

Ранее было отмечено, что наибольшую полноту всходов гороха в годы исследования обеспечивала предпосевная обработка семян такими препаратами, как силиплант и циркон. На данных вариантах в среднем за годы исследования (2010-2012 гг.) она составила 95,3 и 93,5% соответственно и превышала показатели полевой всхожести контрольных делянок на 18,9 и 17,1%.

Более полные и дружно формирующиеся всходы были отмечены и на бинарных посевах гороха с ячменем, при использовании в предпосевной подготовке семян циркона и силипланта, препаратов, активизирующих процессы роста и ризогенеза (корнеобразования), обладающих антибактериальным, антигрибковым и антивирусным действием и антистрессовой активностью.

В бинарных посевах гороха с ячменем полевая всхожесть агроценоза на варианте с цирконом превышала показатели контроля по гороху на 10,0%, по ячменю на 5,3%, на варианте с предпосевной обработкой семян смеси силиплантом на 11,9% и 6,3% соответственно. На данных вариантах отмечалось и сравнительно более раннее появление единичных и полных всходов.

Важнейшим структурным элементом в формировании продуктивных агроценозов является количество сохранившихся в нем растений к моменту уборки зерновой или кормовой массы.

В нашем эксперименте наибольшая сохранность растений гороха в одновидовых посевах с использованием в предпосевной подготовке семян бактериальных и ростостимулирующих препаратов отмечена на вариантах с силиплантом (87,6), цирконом (86,8%) и эпином экстра (86,5%), на которых превышение контрольных показателей составило 11,0; 8,2 и 7,9% соответственно.

Наибольшее влияние на сохранность растений гороха и ячменя в бинарных посевах оказала предпосевная обработка семян силиплантом, где в среднем

за годы испытания (2010-2012 гг.) она составила 87,5 и 87,6% соответственно компонентам смеси (гороха и ячменя), тогда как на контрольных посевах эти показатели были ниже на 17,1% по гороху и на 11,0% по ячменю.

Хорошие результаты по сохранности растений гороха и ячменя в бинарных агроценозах были получены и на вариантах с использованием в предпосевной подготовке семян циркона и препарата эпин экстра.

На фоне препарата эпин экстра более высокие показатели сохранности растений в бинарных агроценозах отмечены по мятликовой культуре – ячменю, где в среднем за годы исследования (2010-2012 гг.) сохранность растений злака составила 86,1% и превышала контрольные данные на 9,5%. По бобовому компоненту смеси – гороху показатели сохранности оказались выше контрольных вариантов на 7,8%.

Использование в предпосевной обработке семян гороха силипланта, циркона, препарата эпин экстра способствовало формированию более высокорослого стеблестоя, что очень важно в самозащите посевов культуры от сорной растительности.

На опытных посевах гороха с использованием в предпосевной обработке семян кремний содержащего препарата – силипланта высота растений гороха в период созревания составляла в среднем за годы испытания (2010-2012 гг.) – 98,6 см, превышая контрольный посев по данному показателю на 27,4 см. Близкие показатели по высоте стеблестоя гороха в период созревания были на вариантах с цирконом (96,8 см) и эпин экстра (90,2 см). Использование в предпосевной подготовке семян гороха экстросола заметно повлияло на формирование более высокорослого стеблестоя культуры, который в среднем за годы испытаний (2010-2012 гг.) составил 86,0 см и превышал стеблестой контрольного агроценоза по высоте на 14,8 см.

Длина растений гороха связана с высотой расположения бобов культуры и является одним из важных факторов в успешном проведении уборочных работ. Наибольшую значимость имеет высота заложения первых, т.е. нижних плодов гороха, которые раньше созревают и формируют более крупные семена.

У зернового сорта гороха Орловчанин первые или нижние бобы в зависимости от загущенности агроценозов располагались на высоте от 35,8 до 47,6 см и выше. В бинарных посевах гороха с ячменем первые бутоны у сорта Орловчанин располагались значительно выше, чем в одновидовых агроценозах, что объясняется наибольшим вытягиванием стеблевых междоузлий в сравнительно загущенных посевах.

В бинарных посевах растения гороха опираются на стебли ячменя или цепляются за них листовыми усиками, сохраняя вертикальное положение травостоя и улучшая при этом процесс фотосинтеза, а в дальнейшем облегчая процесс уборочных работ.

Вопрос формирования максимально-продуктивных агроценозов гороха в степном засушливом Поволжье имеет первостепенное значение в нашей работе. Расчеты показывают, что потенциальный урожай зерновой продукции современных сортов гороха в юго-восточной зоне Поволжья, достаточно обеспеченной ресурсами света, при 2% использовании ФАР составляет 7,4 т/га, урожаи кормовой продукции с одновидовых посевов гороха при КПД ФАР 3% могут превышать 9,0-11,8 т/га сухой биомассы, а в бинарных посевах с ячменем или с овсом 12,5-18,2 т/га. Однако реальные урожаи посевов гороха как в одновидовых, так и в смешанных агроценозах еще далеки от потенциальных, поскольку их формирование определяется не только приходящей энергией солнечной радиации, но и ресурсами влаги, тепла, плодородием почв, культурой земледелия, агротехнологии и в значительной степени генетическими особенностями культивируемых видов и их сортов.

Одним из определяющих элементов структуры продуктивности полевых агроценозов гороха является число продуктивных растений на единице посевной площади в период уборки урожая. В опытах с использованием в предпосевной подготовке семян бактериальных и ростостимулирующих препаратов максимальный урожай зерна гороха был получен при густоте стеблестоя культуры 100,2 растений на 1 м² на варианте с предпосевной обработкой семян ростостимулятором силиплантом (таблица 39).

Таблица 39– Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на урожайность зерна гороха, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Урожайность зерна, т/га*			
	2010 г.	2011 г.	2012 г.	В среднем за 2010-2012 гг.
Контроль (вода)	2,21	3,55	4,26	3,34
Ризоторфин	2,47	3,76	4,48	3,57
Экстрасол	3,39	4,37	4,84	4,20
Эпин экстра	4,09	4,68	5,24	4,67
Циркон	4,29	5,56	5,78	5,21
Силиплант	4,88	5,65	5,88	5,47
F _φ	28442	15565	6195	506,85
F ₀₅	2,77	2,77	2,77	3,11
НСР ₀₅	0,0017	0,0018	0,0026	0,063

* Сорт Орловчанин, норма высева семян 1,2 млн. шт./га

На данном варианте опыта урожай зерна гороха в среднем за годы испытания (2010-2012 гг.) составил 5,47 т/га, превышая показатели контрольных посевов на 2,13 т/га, или более чем в 1,6 раза.

Общая выживаемость или число сохранившихся растений культуры к уборке урожая на контрольных посевах была в пределах 60% от норм высеянных семян, тогда как на вариантах с предпосевной обработкой семян гороха цирконом и силиплантом показатели сохранности растений от количества высеянных семян находились в пределах 81,2-83,5% (таблица 40).

Таблица 40 – Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на сохранность и зерновую продуктивность растений гороха, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Число растений к уборке, шт./м ²	Число семян с 1 растения, шт.	Масса зерна с 1 растения, г
Контроль (вода)	72,1	15,7	4,63
Ризоторфин	72,6	14,7	4,92
Экстрасол	78,4	14,6	5,36
Эпин экстра	85,8	15,8	5,44
Циркон	97,5	18,2	5,34
Силиплант	100,2	18,3	5,45
F _φ	161,38	185,80	103,64
F ₀₅	3,33	3,33	3,33
НСР ₀₅	3,04	0,38	0,10

*Выживаемость и сохранность растений культуры к уборке.

Использование в предпосевной обработке семян гороха росторегулирующих и бактериальных препаратов способствовало формированию более

продуктивных растений. Так, на вариантах с предпосевной обработкой семян силиплантом и препаратом эпин экстра зерновая продуктивность гороха составила 5,45 и 5,44 г в расчете на одно растение, а при использовании в обработке семян бактериального препарата экстросола и спиртового экстракта из эхинацеи пурпурной – циркона, препарата с росторегулирующими и ростостимулирующими эффектами, зерновая продуктивность растений гороха из расчета на одно растение составила 5,36 и 5,34 г соответственно, что заметно превышало показатели зерновой продуктивности растений гороха на контрольных посевах и на вариантах с ризоторфином, на которых в среднем за годы испытаний они составили 4,63 и 4,92 г соответственно.

5 ОЦЕНКА БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНОВИДОВЫХ И БИНАРНЫХ ПОСЕВОВ ГОРОХА

Продуктивность создаваемых полевых агроценозов целесообразно оценивать величиной выхода полезной энергии с единицы посева, т.е. материализованной солнечной энергии в урожайности полевых культур за вычетом техногенной энергии, затраченной на ее производство.

Первые исследования по аккумуляции солнечной энергии в процессе фотосинтеза выполнил Тимирязев К.А. (1957). Несколько позже исследования по накоплению солнечной энергии в урожае провел Дояренко А.Г. (1963), используя калометрическую бомбу.

Исследованиям вопросов энергообмена растений с окружающей средой, прихода солнечной энергии и продуктивности биоценозов посвящены работы А.А. Ничипоровича, И.С. Шатилова, В.Р. Волобуева, В.А. Ковды, А.Ф. Бондаренко, Г.А. Булаткина, Е.Н. Базарова, М.К. Каюмова, Ю.К. Новоселова, И.А. Остробородова, А.Н. Данилова, Г.С. Посыпанова, Х.Г. Тооминга, Г.П. Устенко, В.И. Филина и других отечественных и зарубежных ученых.

Анализ литературы по оценке биоэнергетической эффективности агротехнологий создания высокопродуктивных агроценозов зернобобовых культур показывает, что энергетические затраты на выращивание одной и той же культуры в различных климатических зонах, как правило, не совпадают. Это и явилось причиной проведения анализа биоэнергетической эффективности отдельных звеньев технологии производства гороха в одновидовых и бинарных посевах на черноземах степного Поволжья. Результаты анализа исследований представлены в таблице 41.

В сельскохозяйственной научной практике принято оценивать продуктивность фотосинтезирующих культур величиной выхода полезной энергии с единицы посева.

Полезная энергия – это материализованная солнечная энергия в урожае за вычетом техногенной энергии, затраченной на его производство.

Таблица 41 – Биоэнергетическая оценка продуктивности агроценозов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем, в среднем за 2007-2009 гг.

Показатели	Горох (1,5 млн.)	Горох (1,5 млн.) + +ячмень (3,0 млн.)
Затраты совокупной энергии на 1 га, МДж	31420	32516
Выход с 1 га:		
- сухого вещества, г	4,44	6,31
- кормовых единиц, т	2,82	4,68
- переваримого протеина, т	0,513	0,685
- валовой энергии, ГДж	914,13	946,0
- обменной энергии, ГДж	370,3	439,2
Энергоемкость 1 т, МДж:		
- сухого вещества, г	7011,9	9965,1
- кормовых единиц, т	6649,0	11034,5
- переваримого протеина, т	30323,0	40489,7
Энергетический коэффициент	2,9	3,5
Коэффициент энергетической эффективности	0,12	0,13
Энергетическая себестоимость, ГДж/т	0,23	0,49
Приращение валовой энергии на 1 га, ГДж	599,8	880,5

Общепринято на основе единых количественных критериев (калорий, джоулей) приводить анализ энергетической эффективности возделывания как отдельных, так и групп сельскохозяйственных культур, севооборотов, систем земледелия, сельскохозяйственного производства в целом.

В условиях черноземной зоны степного Поволжья в отношении одновидовых и бинарных посевов гороха подобных исследований не проводилось, что и является причиной изучения биоэнергетической эффективности агротехнологий создания высокопродуктивных агроценозов гороха в смесях с ячменем, просом и другими компонентами.

Анализ затрат совокупной энергии на создание агроценозов гороха и гороха в смесях с ячменем показал, что на бинарные посева затраты были несколько выше и эта разница составила 1096 МДж на 1 га. Несколько больше за-

траты совокупной энергии на создание бинарных агроценозов объясняются сравнительно большей их продуктивностью и связанных с ней больших затрат на транспортировку и доработку продукции.

Биоэнергетическая оценка продуктивности одновидовых агроценозов гороха и бинарных посевов гороха с ячменем показала, что данные варианты являются энергосберегающими. Так, энергетический коэффициент смеси гороха с ячменем составил 3,5, а одновидового высева гороха – 2,9.

Энергетическая себестоимость 1 т зеленой массы гороха с ячменем составила 0,49 ГДж, 1 т зеленой массы гороха – 0,23 ГДж.

Приращение валовой энергии на 1 га при выращивании гороха в одновидовых агроценозах составило 599,8 ГДж, а в бинарных посевах гороха с ячменем 880,5 ГДж, что значительно превышает показатель биоэнергетической эффективности одновидовых кормовых агроценозов.

Таким образом с увеличением выхода валовой и обменной энергии с 1 га уменьшается энергоемкость 1 т продукции и повышается энергетический коэффициент и коэффициент энергетической эффективности.

В этих условиях возрастает роль выбора более продуктивных и экономически эффективных зерновых, технических и кормовых культур, приемов их возделывания.

Экономическая эффективность выращивания гороха, как и любой другой культуры, определяется, прежде всего, урожайностью, пищевыми и кормовыми достоинствами, себестоимостью производства единицы продукции, чистым доходом с единицы возделываемой площади. В этом отношении горох следует отнести к числу наиболее выгодных культур в экономическом и агротехнологическом отношении.

Культура гороха, как и другие бобовые, выполняет биолого-мелиоративную роль в земледелии.

Горох имеет пищевые и кормовые достоинства: 1 кг зерна культуры содержит 1,29 кормовых единиц и 190 г переваримого протеина.

Высокоценное белковое зерно или зеленую массу гороха можно получить при его пожнивном возделывании, в занятых парах, в уплотненных посевах..

Экономическую эффективность выращивания гороха в одновидовых и бинарных посевах, с использованием в предпосевной подготовке семян бактериальных и ростостимулирующих препаратов изучали по следующим показателям:

Урожайность, т/га; стоимость продукции, тыс. руб./га; производственные затраты, тыс. руб./га; затраты труда, чел.-час/т; расчетная себестоимость, тыс. руб./га; условный чистый доход, тыс. руб./га; уровень рентабельности, %.

Урожайность гороха определялась путем взвешивания массы зерна с каждого варианта опыта и пересчета ее на урожай с 1 га при кондиционной влажности (14%).

Стоимость продукции рассчитывалась путем перемножения величины урожая по вариантам опыта на цену реализации 1 т зерна или зеленой массы.

Прямые затраты определялись по данным технологических карт; условный чистый доход рассчитывали по разнице между стоимостью основного продукта с 1 га и прямыми затратами на 1 га.

Расчетная себестоимость определялась путем деления данных по прямым затратам на производство продукции на урожайность с 1 га посева.

Затраты труда исчислялись по данным технологических карт.

Уровень рентабельности рассчитывали путем деления условного чистого дохода на данные по прямым затратам и полученный результат умножали на 100%.

Данные показатели вычислялись для каждого варианта проводимых полевых опытов.

Выращивание гороха в бинарных посевах с ячменем обеспечивает животноводство ценным и ранним зеленым кормом, а при правильном подборе видового и сортового материала дает возможность значительно повысить кормовую продуктивность агроценозов, снизить себестоимость продукции. В нашем опыте условный чистый доход от бинарного посева гороха с ячменем составил

16,76 тыс. руб./га и превышал одновидовый посев гороха по данному показателю на 5,28 тыс. руб. при уровне рентабельности 231% (таблица 42).

Таблица 42 – Экономическая эффективность выращивания гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем на зеленый корм при разных соотношениях компонентов, в среднем за 2007-2009 гг. (стоимость 1 т зеленой массы 0,8 тыс. руб.)

Показатели	Виды посева и нормы высева		
	горох (1,5 млн.)	ячмень (4,5 млн.)	горох (1,5 млн.) + ячмень (3млн.)
Урожайность, т/га	22,5	15,5	30,0
Стоимость продукции, тыс. руб./га	18,0	12,4	24,0
Прямые затраты, тыс. руб./га	6,52	6,78	7,24
Расчетная себестоимость, тыс. руб./га	0,289	0,437	0,241
Условный чистый доход, тыс. руб./га	11,48	5,62	16,76
Уровень рентабельности, %	176,0	82,8	231,0

Применение в предпосевной обработке семян гороха бактериальных и ростостимулирующих препаратов заметно увеличивало производственные (прямые) затраты в расчете на 1 га посева, но при этом значительно снижалась себестоимость 1 т зерновой продукции (таблица 43).

Таблица 43 – Экономическая эффективность выращивания гороха с использованием в предпосевной обработке семян бактериальных и ростостимулирующих препаратов, в среднем за 2010-2012 гг. (стоимость 1 т зерна гороха 6 тыс. руб.)

Показатели	Варианты обработки семян					
	контроль (вода)	ризоторфин	экстрасол	эпин экстра	циркон	сили- плант
Урожайность, т/га	3,34	3,57	4,20	4,67	5,21	5,47
Стоимость продукции, тыс. руб./га	20,04	21,42	25,26	28,02	31,26	32,82
Прямые затраты, тыс. руб./га	8,24	8,56	8,37	8,95	9,18	9,21
Расчетная себестоимость, тыс. руб./га	2,46	2,39	1,99	1,91	1,76	1,68
Условный чистый доход, тыс. руб./га	11,8	12,86	16,83	19,07	22,08	23,61
Уровень рентабельности, %	143,0	150,0	201,0	213,0	240,0	256,0

Наибольший условный чистый доход обеспечивали посеvy гороха при предпосевной обработке семян такими росторегулирующими препаратами, как

циркон и силиплант, на вариантах которых он составил 22,08 и 23,61 тыс. руб. на 1 га при уровне рентабельности 240 и 256% соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На черноземах засушливой степной зоны Саратовского Правобережья, в районах с регулярно повторяющимися засухами, в дальнейшем развитии и стабилизации полноценного кормопроизводства необходимо шире практиковать бинарные горохо-ячменные смеси, обеспечивающие урожайность зеленой массы на уровне 25-30 т/га с выходом кормовых единиц – до 4,68 т/га и содержанием переваримого протеина – до 695 кг/га. Уровень рентабельности производства горохо-ячменных кормовых смесей на варианте с соотношением 33% гороха и 67% ячменя составил 231%.

Наибольшей полнотой всходов в одновидовых и бинарных посевах с ячменем выделялся сорт кормового гороха Зарянка. Реакция зернового и кормового гороха на изменения плотности размещения семян на единице площади при высеве была одинаковой: повышение их норм посева на 200 тыс. всхожих семян на 1 га снижало полноту всходов у сорта посевного гороха Орловчанин – на 3,8 и 2,2%, а у сорта кормового гороха Зарянка – на 3,7 и 5,3. Увеличение в горохо-ячменной смеси доли бобового компонента и уменьшение доли злака снижало полевою всхожесть агроценоза.

Использование в предпосевной обработке семян бактериальных и ростостимулирующих препаратов активизировало процессы прорастания семян и повышало полевою всхожесть гороха и горохо-ячменных смесей. В среднем за годы исследований предпосевная обработка семян гороха и горохо-ячменной смеси экстразолом повысила полевою всхожесть гороха на 6,3%, горохо-ячменной смеси – на 6,1%.

Наибольшей фотосинтетической продуктивностью отличался сорт кормового гороха Зарянка, листовая поверхность которого в фазу цветения в одновидовых посевах при норме посева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га составляла 42,7 тыс.м²/га, тогда как у сорта посевного сорта Орловчанин в равных условиях она составила 31,0 тыс.м²/га или была меньше на 37,5%.

В бинарных посевах фотосинтетическая продуктивность растений гороха снижается: уменьшается число листьев, их ассимиляционная площадь, надземная биомасса. В меньшей степени это снижение наблюдается в совмещенных посевах при отдельном высеве семян разных компонентов смеси. При повышении норм высева с 1,2 до 1,4 и до 1,6 млн. всхожих семян на 1 га у кормового гороха заметно снижаются показатели листовой поверхности, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза и сбора сухой биомассы. Растения, высеваемые в смесях, уступают по индивидуальной листовой поверхности растениям одновидовых посевов, но по суммарной поверхности листьев значительно их превосходят.

По количеству и сырой массе образовавшихся клубеньков на одно растение преимущество во все годы исследований было на стороне сорта кормового гороха Зарянка, клубеньки на его корнях были более крупные, содержали больше леггемоглобина, чем у сорта посевного гороха Орловчанин. В среднем за годы исследований на корнях одного растения сорта Зарянка образовывалось более 25 клубеньков с массой 106,6 мг, тогда как у сорта Орловчанин – 18,3 клубеньков с массой 30,3 мг.

Максимальная урожайность зерна сорта посевного гороха Орловчанин формировался в условиях хорошо влагообеспеченного 2007 года на варианте с нормой высева 1,2 млн. всхожих семян на 1 га – 4,24 т/га. В более засушливых условиях 2008 и 2009 годов наибольшую урожайность зерна посевной горох сформировал на вариантах с нормой высева 1,0 млн. всхожих семян на 1 га – 2,36 и 2,78 т/га соответственно. Максимальная урожайность сорта кормового гороха Зарянка хорошо влагообеспеченном 2007 году составила 2,16 т/га на варианте с нормой высева 1,6 млн. всхожих семян на 1 га. В засушливые 2008 и 2009 годы более высокую урожайность зерна данный сорт сформировал при норме высева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га.

В бинарных посевах наивысшая урожайность зеленой массы в среднем за годы испытаний составила 30,0 т/га на варианте с высевом 1,5 млн. всхожих семян гороха + 3,0 млн. всхожих семян ячменя на 1 га.

Наибольший сбор кормовых единиц – до 4,68 т/га и переваримого протеина – до 695 кг/га в наших опытах обеспечивал вариант бинарного горохо-ячменного агроценоза с соотношением компонентов при высеве: гороха 33% + ячменя 67%, где соотношение компонентов в урожайной массе по числу растений гороха составляло 35,5% и ячменя – 64,5%.

На варианте обработки семян гороха ростостимулятором силиплант получена наибольшая урожайность зерна гороха в среднем за годы исследований (2010-2012 гг.) – 5,47 т/га, что превышало показатели контрольного варианта на 2,13 т/га или более чем в 1,6 раза.

Использование в предпосевной обработке семян гороха росторегулирующих и бактериальных препаратов способствовало формированию более продуктивных растений. На вариантах с предпосевной обработкой семян препаратами силиплант эпин экстра зерновая продуктивность гороха была наибольшей – 5,45 и 5,44 г в расчете на одно растение.

Биоэнергетическая оценка продуктивности одновидовых агроценозов гороха и бинарных посевов гороха с ячменем показала, что данные варианты являются энергосберегающими. Так, энергетический коэффициент смеси гороха с ячменем составил 3,5, а одновидового посева гороха – 2,9.

Условный чистый доход при выращивании бинарного посева гороха с ячменем составил 16,76 тыс. руб./га и превышал данный показатель одновидового посева гороха на 5,28 тыс. руб./га при уровне рентабельности 231%.

Наибольший условный чистый доход обеспечивало выращивание гороха с предпосевной обработкой семян цирконом и силиплантом, на вариантах которых он составил 22,08 и 23,61 тыс. руб. на 1 га при уровне рентабельности 240 и 256% соответственно.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На обыкновенных черноземах Саратовского Правобережья в целях повышения продуктивности полевых агроценозов и увеличения сбора белка в зерновой и кормовой продукции, при одновременном увеличении азота в почве рекомендуется:

– увеличивать площади посевов гороха, как в чистом виде, так и в смесях с ячменем и другими видами мятликовых культур;

– высевать сорт посевного гороха Орловчанин в условиях хорошего предпосевного влагообеспечения почвы нормой высева 1,2 млн., а при умеренном количестве влаги нормой высева 1,0 млн. всхожих семян на 1 га;

– высевать сорт кормового гороха Зарянка в условиях хорошего предпосевного влагообеспечения почвы нормой высева 1,6 млн., а при умеренном количестве влаги нормой высева 1,4 млн. всхожих семян на 1 га;

– использовать при создании бинарных горохо-ячменных агроценозов сорт гороха кормового назначения Зарянка, позволяющий получать самый ранний и дешевый зеленый корм;

– применять при бинарном посеве сорта кормового гороха Зарянки и сорта ячменя Нутанс 553 нормы высева 1,5 млн. и 3,0 млн. всхожих семян на 1 га соответственно;

– использовать предпосевную обработку семян гороха ростостимулирующим препаратом силиплант.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агафонов, В.А. Кормовая продуктивность однолетних культур в одно-видовых и смешанных посевах в условиях Приангарья [Текст] / В. А. Агафонов, Е. В. Бояркин, З. В. Козлова // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – Вып. 61. – С.7–12.
2. Агробиологические основы выращивания сельскохозяйственных культур в Саратовской области[Текст] /под ред. М.Н. Худенко и др. – Саратов, 1997. – 324 с.
3. Агроклиматический справочник по Саратовской области[Текст]. – Л.: Гидрометсоюзиздат. – 1988. – С. 126-146.
4. Агроэкологические проблемы возделывания озимой пшеницы[Текст] / Д. З.Богоутдинов [и др.] // Материалы конф. – Пенза, 2002. – С. 161–165.
5. Адаптивный потенциал полевых культур Поволжья[Текст]: сборник науч. статей / ред. Л. П. Шевцова, Н. М. Ружейникова. – Саратов, 2005. – 158 с.
6. Анспок, П.И. Совершенствование способов применения микроэлементов в растениеводстве[Текст] / П. И. Анспок // Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве и медицине. – Самарканд, 1990. – С.115–116.
7. Бабич, А.А. Размещение и производство зернобобовых культур на Украине[Текст] / А. А. Бабич // Роль зернобобовых культур в севооборотах. – Орел, 1974. – С.92–100.
8. Бактериальные удобрения[Текст] /под ред. Е.Ф.Березовой, Л. М. Доросинского. – М.; Л.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов. – 1961. – 401 с.
9. Биологическая роль селена в растениях [Текст] / И.И.Серегина[и др.] // Агрохимия. – 2000. – №10. – С.76–85.
10. Биологическое значение селена [Текст] / В.В. Ермаков[и др.]. – М., 1974. – 300 с.

11. Биология развития культурных растений[Текст] / сост. Ф.М. Куперман, [и др.]; под ред. Ф.М. Куперман. – М.: Высш.шк., 1982. – 343 с.
12. Бихеле, З.Н. Математическое моделирование транспирации и фотосинтеза растений при недостатке почвенной влаги[Текст] / З. Н. Бихеле, Х. Л. Молдау, Ю. К. Росс. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 323 с.
13. Боднар, Г.В. Два урожая гороха в год[Текст] / Г. В. Боднар. – Алма-Ата, 1963. – 48 с.
14. Боднар, Г.В. Зернобобовые культуры[Текст] / Г. В. Боднар, Г. Т. Лавриенко. – М.: Колос, 1977.– 256 с.
15. Бондаренко, С.Г. Моделирование динамики накопления биомассы при программировании урожая [Текст]/ С. Г. Бондаренко // Научные основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1978. – С. 22–29.
16. Борангазиев, К.Зависимость урожая гороха от сроков, способов посева и норм высева в Терской Ала-Тау[Текст] / К. Борангазиев. – Алма-Ата, 1965. – 38 с.
17. Борзенкова, Г.А. Чем протравливать горох[Текст]/Г.А. Борзенкова//Защита и карантин растений. – 2006. – №2. – С.26.
18. Буянкин, Н. И. Научные основы ресурсосберегающего производства кормов в смешанных посевах озимых и яровых бобово-злаковых культур [Текст] / Н. И. Буянкин, А. Г. Красноперов // Кормопроизводство. – 2014. – № 5. – С.24–28.
19. Вавилов, Н.И. Избранные сочинения[Текст] / Н. И. Вавилов. – М.: Колос, 1966. – С.109–110.
20. Вавилов, Н.И. Полевые культуры Юго-Востока [Текст] / Н. И. Вавилов. – Петроград, 1922. – С.138–152.
21. Вавилов, Н.И. Центры происхождения культурных растений [Текст] / Н. И. Вавилов // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Т.1. – Вып.2. – Л., 1926. – 92 с.

22. Вавилов, П.П. Растениеводство[Текст] / П. П. Вавилов. – М.: Колос, 1981. – С.163–198.
23. Вавилов, П.П. Бобовые культуры и проблема растительного белка[Текст] / П. П. Вавилов, Г. С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 255 с.
24. Варламов, А.А. Формирование устойчивых бобово-злаковых травостоев на выщелоченном черноземе лесостепной зоны Поволжья[Текст]: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Варламов, А. А. – Пенза, 2000. – 24 с.
25. Васильчук, Н. С. Особенности технологии возделывания полевых культур в Саратовской области: рекомендации на 2006 год[Текст] / Н. С. Васильчук, А. В. Ганькин, Е. П. Денисов. – Саратов, 2006. – 52 с.
26. Васин, А.В. Зернобобовые культуры в чистых и смешанных посевах на фураж [Текст]/ А.В. Васин, Н.Н. Ельчанинова// Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 28–30.
27. Васин, В.Г. Нормы высева и соотношения компонентов в смесях для повышения качества кормов[Текст] / В. Г. Васин // ЦНТИ. – № 390. – Самара, 1996. – 4 с.
28. Вильямс, В. Р. Почвоведение / В. Р. Вильямс // Земледелие с основами почвоведения. – М., 1949. – С. 286–367
29. Вербицкий, Н.М. Горох – высокобелковая культура[Текст]/ Н. М. Вербицкий, В.Г. Шурупов, А.В. Илющечкин// Главный агроном. – 2007. – № 2. – С. 24–27.
30. Власова, Е.П. Применение гербицидов в посевах гороха Орловской области[Текст] / Е. П. Власова // Научные труды Всесоюзного НИИ зернобобовых культур. – Орел, 1971. – Т.Ш. – С.391–398.
31. Влияние селена на интенсивность накопления растениями свободного протеина в стрессовых условиях [Текст]/ В.А. Вихрева[и др.] // Сельхозбиология. – 2001(в).– №3.
32. Возделывание повторных культур при орошении в Саратовском Заволжье [Текст]/ Рекомендации НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1974. – 6 с.

33. Воловченко, И.П. Как возделывать горох[Текст] / И. П. Воловченко. – М., 1982. – 32 с.
34. Воронин, Н.Г. О густоте стояние растений на орошении [Текст] / Н. Г. Воронин // Тр. Энгельсской опытной мелиоративной станции ВНИИТ и М. – Саратов, 1985. – Вып.2. – С.170–174.
35. Выращивание вики и гороха в смешанных посевах с ячменем на кормовое зерно в Предуралье [Текст] / В. М. Макарова [и др.] // Земледелие. – 2010. –№ 5. – С. 25–26.
36. Гайдукевич, Л.И. Питание бобовых[Текст] / Л. И. Гайдукевич. – М.: Знание, 1965. – 32 с.
37. Гайсин, И.А. Макро и микроудобрения в интенсивном земледелии[Текст] / И. А. Гайсин. – Казань: Татарское книжное изд-во, 1989. – 126 с.
38. Гатаулина, Г.Г. Горох [Текст] / Г. Г. Гатаулина; под ред.Г.С. Посыпанова // Растениеводство. – М.: Колос, 1997. – С. 221–225.
39. Гербициды и регуляторы роста растений [Текст] /Л.А. Дорожкина[и др.]. – М., 2013. – С. 140–142.
40. Гриценко, В.В. Зернобобовые культуры[Текст] / В. В. Гриценко // Растениеводство; под ред. П.П.Вавилова. – М.: Колос, 1981. – 432 с.
41. Дарвин, Ч. Происхождение видов[Текст] / Ч. Дарвин; пер.с англ., под ред. Н.И. Вавилова. – М.: Сельхозгиз, 1935. – 129 с.
42. Дебелый, Г. А. Об оценке адаптивной способности и стабильности у яровой вики по высоте растений в одновидовых и смешанных посевах [Текст] / Г. А. Дебелый, А. Г. Гончаров, А. В. Меднов // Сельскохозяйственная биология. – 2011. –№ 2. – С.90–92.
43. Дебелый, Г. А. Продуктивность разных сортов яровой вики в смешанных посевах [Текст] / Г. А. Дебелый, А. С. Каланчина, А. В. Гончаров // Аграрная Россия. – 2014. – № 3. – С.13–15.
44. Демченко, М. В. Урожайность и кормовая ценность продукции смешанных посевов нута с ячменем [Текст] / М. В. Демченко // Известия Орен-

бургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 1(29). – Ч. 1. – С.42–44.

45. Демиденко, Г.Б. Подбор высокопродуктивных белковых смесей на зеленый корм и силос[Текст] / Г. Б. Демиденко, В. Н. Бутова // Научные труды ВНИИ зернобобовых культур. – Орел, 1970. – Т.3. – С.259–269.

46. Денисов, П.В. Озимая рожь и пшеница в нечерноземной полосе [Текст] / П. В. Денисов, М. Ф. Стихин. – Л.: Колос, 1965. – 247 с.

47. Деревщюков, С.Н. Бобовые культуры: селекция и особенности агротехники[Текст]/ С.Н. Деревщюков, Г.П. Журавкова// Картофель и овощи. – 2006. – №5. – С.25–26.

48. Доросинский, Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин [Текст] / Л. М. Доросинский. – Л.: Колос, 1970. – 191 с.

49. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта[Текст] / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

50. Доспехов, Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных[Текст] / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, –1978. – 237 с.

51. Елсуков, М. П. Однолетние кормовые культуры в смешанных посевах / М. П. Елсуков, А. И. Тютюнников. – М.,1959. – 303 с.

52. Ельчанинова Н.Н. Культура однолетних трав и проблема зеленого корма в Среднем Поволжье // Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук. – Саратов, 1973 – 37 с.

53. Емельянов, Г.А. Программирование – важный прием повышения урожайности гороха[Текст] / Г. А. Емельянов // Актуальные проблемы программирования урожаев сельскохозяйственных культур: тезисы докладов Всесоюз. школа молодых ученых и специалистов. – М., 1983. – С.121–122.

54. Емельянов, А. Н. Соя как источник белка в смешанных посевах кормовых культур [Текст] / А. Н. Емельянов, Т. В. Наумова, О. И. Хасбиуллина // Кормопроизводство. – 2013. – № 1. – С.11–12.

55. Епифанов, В.С. Бобово-злаковые травосмеси в кормовом севообороте [Текст] / В. С. Епифанов//Сб. науч. трудов Поволжского НИИ животноводства и кормопроизводства. – Саратов, 1989. – С. 50–55.

56. Ефимов, В.Н. Азотное питание и продуктивность гороха и кормовых бобов при обработке семян комплексом бактериальных препаратов[Текст] / Е.Н. Ефимов, Г.А. Воробейников, А.Б.Патил // Агрехимия. – 1996. – №1. – С.10.

57. Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи[Текст] / П. М. Жуковский. – Л.: Колос, 1964. – С.329–364.

58. Жунгиету, Г. И Химическая экология высших растений[Текст] / Г. И. Жунгиету, И. И. Жунгиету. – Кишинев: Штииница, 1991. – 199 с.

59. Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство[Текст] / А. А. Жученко. – Кишинев. Штииница, 1990. – 431 с.

60. Жученко, А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства: Концепция [Текст] / А.А. Жученко. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 146 с.

61. Зеленый конвейер (Бесперебойное пастбище)[Текст] / П. П. Бегучев[и др.]. – Саратов: Огиз Саратовское областное государственное издательство, 1941. – С. 51–56.

62. Зернобобовые культуры на корм и семена/ А.К. Антоний[и др.]. – Л.: Колос, 1980. – 221 с.

63. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии[Текст] / В.П. Орлов[и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – С. 56–83.

64. Зернобобовые культуры: учеб.–практ. руководство по выращиванию зернобобовых культур [Текст] / ред. Д. Шпаар. – Минск:ФУАинформ, 2000. – 263 с.

65. Зиганшин, А. А. Озимая рожь: научно-популярная литература[Текст] / А. А. Зиганшин. – М.:Россельхозиздат, 1981. – 216 с.

66. Зиганшин, А.А. О роли гороха в (зерновом) севообороте[Текст] / А. А. Зиганшин // Бюлл. НТИ Татарского НИИСХ. – 1972. – Вып. 1. – С. 14–16.

67. Зубков, В.В. Продуктивность и качество урожая злаково-бобовых смесей в зависимости от компонентов и удобрений [Текст] / В. В. Зубков // Агротехнические и биологические основы возделывания сельскохозяйственных культур в Куйбышевской области. – Куйбышев, 1984. – С.152–160.

68. Иванов, Н.Р. Пожнивные посеы бобовых культур[Текст] / Н. Р. Иванов. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1959. – 96 с.

69. Иванов, П.К. Смешанные, уплотненные и повторные посеы при орошении в Заволжье [Текст] / П. К. Иванов, Г. С. Кучер // Труды молодых ученых Саратовского СХИ. – Саратов, 1967. – С.38–44.

70. Иконникова, М.И. Биохимическое изучение зерновых бобовых культур в связи с проблемой растительного белка[Текст]:автореф.дис. д-ра с.-х. наук / Иконникова М. И. – Л., 1965. – 47 с.

71. Исаев, А.П. Достижения и перспективы исследований по технологии возделывания зернобобовых культур[Текст] / А. П. Исаев //Селекция, семеноводство и технологии зернобобовых культур: Сб. науч. тр. – Орел, 1985. – С. 34–38.

72. Исаев, А.П. Способы посева, нормы высева и приемы ухода за горохом[Текст] / А. П. Исаев// Прогрессивная технология возделывания и уборки зернобобовых культур. – Орел, 1971. – С. 92–101.

73. Как повысить урожайность и качество зерна зерновых культур [Текст]/Л. А. Дорожкина[и др.]// Агроинновации. – 2010. – №4.

74. Калининевич,М.И. Определение силы роста семян методом морфобиологической оценки проростков [Текст]/ М.И.Калинкевич, Е. Е. Кристина // Практикум по физиологии растений. – М.: Агропромиздат, 1990. – С.211–213.

75. Карпова, Л.В. Продуктивность зернобобовых на разных фонах питания[Текст]/ Л.В. Карпова, Е.В. Заинчиковская// Зерновое хозяйство. – 2007.– № 4. – С. 36–77.

76. Клименко, В.Г. Природа и питательная ценность белков семян бобовых культур [Текст] / В. Г. Клименко // Проблемы белка в сельском хозяйстве. – М.: Колос, 1975. – С.510–519.

77. Климов, А.А. Проблемы управления производственными процессами сельскохозяйственных культур [Текст] / А. А. Климов // Итоги научных исследований и внедрение методов программирования урожая: Тезисы докладов конференции 16–20 июля 1987 г. – М.: ТСХА. – 1987. – С.28–29.

78. Коломейченко, В. В. Кормопроизводство на склоновых землях [Текст]/ В. В. Коломейченко. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 151 с.

79. Константинов, П.Н. Основы сельскохозяйственного опытного дела (в полеводстве) / [Текст] / П. Н. Константинов. – М., 1952. – С.29–32.

80. Корнилов, А.А. Методика определения площади листьев зернобобовых культур [Текст] / А. А. Корнилов // Методика исследования с зернобобовыми культурами. – Орел, 1971. – Т. II. – С.40–44.

81. Костин, В.И. Теоретические и практические аспекты предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур физическими и химическими факторами [Текст] / В. И. Костин. – Ульяновск: УГСХА, 1998. – 120 с.

82. Котляров, Г.Г. Влияние агроэкологических факторов на посевные качества и урожайные свойства семян гороха [Текст] / Г. Г. Котляров, Е. Т. Шарапов // Селекция, семеноводство и технология возделывания зернобобовых культур. – 1985. – С.105–108.

83. Котлярова, О.Г. Азотофиксация в посевах бобовых культур в зависимости от способов обработки почвы и удобрения [Текст]/ О.Г. Котлярова, А.Н. Чернявский, К.Н. Чернявский // Агрехимия. – 2007. – №8. – С. 64–70.

84. Кошелева, А.Б. Современные методы защиты семян сельскохозяйственных культур от болезней [Текст] / А. Б. Кошелева, Т. С. Нижарадзе. – Самара, 2008. – 210 с.

85. Кузнецов, И. Ю. Энергетическая эффективность одновидовых и смешанных посевов однолетних кормовых культур [Текст] / И. Ю. Кузнецов, В. А. Бочкина, В. А. Минеева // Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С. 20–22.

86. Кузьмин, В.Д. Некоторые вопросы возделывания гороха, чины, нута, вики на кормовые цели в чистом виде и в смесях со злаковыми и подсолнечником в Саратовской области [Текст] / В. Д. Кузьмин // Сб. науч.

работ. – Вып.4. Растениеводство, селекция и семеноводство. – Саратов:Коммунист, 1971. – С. 11–13.

87. Кузьминых, А. Н. Формирование викоовсяных агроценозов для получения зеленого корма и фуражного зерна [Текст] / А. Н. Кузьминых // Кормопроизводство. – 2010. – № 5. – С.14–16.

88. Кулешов, Н.Н. Агрономическое семеноведение[Текст] / Н. Н. Кулешов. – М.: Сельхозгиз, 1963. – 256 с.

89. Кулева, Н.Н. Продуктивность гороха в основных и промежуточных посевах в зависимости от агротехнологических приемов возделывания в Саратовском Заволжье: автореферат дисс...канд. с.-х. наук. – Саратов, 2002. – 23 с.

90. Кульжинский, С.П. Бобовые культуры[Текст] / С. П. Кульжинский. – М.; Л.: Государственное издательство колхозной и совхозной литературы, 1934. – С. 57–69.

91. Куперман, Ф.М. Морфофизиология растений[Текст] / Ф. М. Куперман. – М.: Высш.шк., 1968.– 222 с.

92. Кучаева, В.Н. Результаты сравнительного изучения местных и селекционных сортов кормовых горохов[Текст] / В. Н. Кучаева// Труды II науч.конф. по зернобобовым культурам на Востоке лесостепной полосы. – Казань, 1967. – С.563–568.

93. Литвинова, Н.А. Действия макроудобрений на горох в Саратовской области[Текст] / Н. А. Литвинов // Научные труды НИИСХ Юго-Востока. – Вып. 29. – Саратов, 1970. – С.21–22.

94. Литвинова, Н.А. Действие борных, молибденовых и цинковых удобрений на горох в условиях южных черноземов Саратовской области[Текст] / Н. А. Литвинова// Микроэлементы и их биологическое значение: сб. науч. работ. – Саратов, 1973.– Вып.27.

95. Лукашов, В. Н. Продуктивность совместных и смешанных посевов озимой тритикале и озимой вики в Калужской области [Текст] / В. Н. Лукашов, А. Н. Исаков, Т. Н. Короткова // Кормопроизводство. – 2013. – № 4. – С.16–18.

96. Лупашку, М.Ф. Состояние и перспективы научно-исследовательской работы по смешанным и уплотненным посевам с зернобобовыми культурами[Текст] / М. Ф. Лупашку. – Орел, 1974. – С.3–32.
97. Лысенко Н.Н. Адаптивная защита гороха от болезней и вредителей[Текст]/ Н.Н. Лысенко, Г.С. Филиппова // Зерновое хозяйство. – 2007. – №6. – С. 28–29.
98. Макашова, Р.Х. Горох [Текст] / Р. Х. Макашова. – Л.: Колос, 1973. – 312 с.
99. Максименко, Н.В. Уплотненные посевы[Текст] / Н. В. Максименко. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 29 с.
100. Мильто Н.И., Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений[Текст]/ Н.И. Мильто. – Минск: Наука и техника, 1982. – 296 с.
101. Мокроносов, А. Т. Фотосинтез: Физиолого-экологические и биохимические аспекты: учебник [Текст] / А.Т. Мокроносов. – М.: Изд-во Моск. унта, 1992. – 320 с.
102. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур[Текст]. – М.: Колос, 1971. – Вып. 1. – 247 с.
103. Методика полевых опытов с кормовыми культурами[Текст] / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. – М., 1978. – 102 с.
104. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства[Текст] / Е.И. Базаров [и др.]. – М., 1983. – 31 с.
105. Минкевич, И.А. Растениеводство[Текст] / И. А. Минкевич. – М.: Высш.шк., – 1965. – С.184–186.
106. Митрофанов, А.С. Повышение эффективности фосфорно-калийных удобрений при внесении под однолетние бобовые[Текст] / А. С. Митрофанов // Труды второй науч. конф. по зернобобовым культурам на Востоке лесостепной полосы. – Казань, 1967. – С.190–200.
107. Найдин, П.Г. Удобрения зерновых и зернобобовых культур[Текст] / П. Г. Найдин. – М.: Сельхозиздат, 1968. – 263 с.
108. Научно-обоснованные системы земледелия Саратовской области на 1986–1990 гг.[Текст]. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1988. – 181 с.

109. Нарушев, В. Б. Повышение продуктивности агроценозов и сохранение плодородия почв при возделывании смешанных посевов могара и сои в степном Поволжье [Текст] / В. Б. Нарушев, З. Б. Бегишанова // Плодородие. – 2013. – № 1 (70). – С.34–35
110. Насиев, Б. Н. Формирование смешанных агрофитоценозов кормовых культур в сухостепной зоне Западного Казахстана [Текст] / Б. Н. Насиев // Вестник Калмыцкого университета. – 2013. – № 1 (17). – С.22–25.
111. Насиев, Б. Н. Подбор одновидовых и смешанных посевов кормовых культур для адаптивного земледелия Западного Казахстана [Текст] / Б. Н. Насиев // Кормопроизводство. – 2014. – № 3. – С.35–38
112. Никитенко, Г.Ф. Основы методики опытного дела в полеводстве // Опытное дело в полеводстве / Сб. науч. тр. – М.: Россельхозгиз, 1982. – С. 28–41, 160–173.
113. Николаев, М.Е. Основы полевой фитоценологии: учеб.пособие[Текст] / М. Е. Николаев. – Горки, 1982. – 23 с.
114. Николаев, И. Н. Продуктивность смешанных посевов кормовых бобов [Текст] / И. Н. Николаев, В. В. Разумова // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С.26–27.
115. Ничипорович, А.А. Задачи работ по изучению растений как фактора продуктивности[Текст] / А. А. Ничипорович // Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. – М.: Изд-во: Наука АН СССР, 1966. – С.7–50.
116. Ничипорович, А.А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности[Текст] / А. А. Ничипорович // Физиология сельскохозяйственных растений. М., 1967. – Т.2.
117. Ничипорович, А.А. Теория фотосинтетической продуктивности растений [Текст] / А. А. Ничипорович // Теоретические основы повышения продуктивности растений. – М., 1977. – Т.3.
118. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивности растений [Текст] / А. А. Ничипорович // Физиология фотосинтеза. – М.: Наука, 1982. – С. 7–33.

119. Ничипорович, А.А. Энергетическая эффективность фотосинтеза и продуктивность растений [Текст] / А. А. Ничипорович. – М., 1979. – 37 с.
120. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах [Текст] / А. А. Ничипорович, М. П. Власова. – М., 1961. – 133 с.
121. Новиков, С. А. Экономическая целесообразность возделывания программируемых урожаев яровой тритикале и пелюшки в чистых и смешанных посевах в условиях Верхневолжья [Текст] / С. А. Новиков, В. М. Косолапов, И. А. Трофимов // Кормопроизводство. – 2014. – № 1. – С.7–12.
122. Новоселов, Ю.К. Кормовые культуры в промежуточных посевах [Текст] / Ю. К. Новоселов, В. В. Рудоман. – М.: ВО Агропромиздат, 1988. – 205 с.
123. Одум, Ю.П. Основы экологии [Текст] / Ю. П. Одум, под ред. Н. П. Наумова – М.: Мир, 1975. – 744 с.
124. Озернюк, Н.Д. Экологическая биоэнергетика. Серия Биология [Текст] / Н. Д. Озернюк. – М., 1989. – 64 с.
125. Орлов, В.П. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии [Текст] / В. П. Орлов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 206 с.
126. Осипова, Е.Н. Горох [Текст] / Е. Н. Осипова, Р. Х. Макашева. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1955.
127. Основы научной агрономии: учеб. пособие [Текст] / Л. П. Шевцова [и др.]; под ред. Л. П. Шевцовой. – Саратов, 2008.
128. Основы научных исследований в растениеводстве и селекции: учебное пособие / А.Ф. Дружкин [и др.]; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2013. – 264 с.
129. Панасюк, Б. А. Зернобобовые культуры в повторных посевах Полесья Украины [Текст] / Б. А. Панасюк, В. В. Капустян, А. Г. Сердюк; под ред. М. Ф. Лупашку // Смешанные и уплотненные посевы зернобобовых культур. – Орел: изд-во ВНИИЗ и крупяных культур, 1974. – С.85–91.
130. Перегудов, Н. Два урожая в год [Текст] / Н. Перегудов, Л. Макисменко. – Ставрополь, 1961.

131. Перспективы применения селена в иммунитете растений [Текст]/Х.А.Исмаилов [и др.] // Селен в биологии. – Баку: Элм, 1974. – С.88–95.
132. Петров, В.Б. Отчет о проведении производственных испытаний эффективности микробиологических препаратов группы «Экстрасол» при выращивании яровой пшеницы, картофеля, сахарной свеклы в Республике Татарстан в 2001 году [Текст] / В. Б. Петров. – СПб.; Казань, 2001.
133. Плешаков, Б.Н. Биохимия сельскохозяйственных растений [Текст] / Б. Н. Плешаков. – М.: Колос, 1965. – 447 с.
134. Плешаков, Б.Н. Биохимия сельскохозяйственных растений [Текст] / Б. Н. Плешаков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 494 с.
135. Повторные посевы: научно-популярная литература [Текст] / сост. В. Х. Зубенко. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 128 с.
136. Полевой, А.Н. Прикладное моделирование продуктивности посевов [Текст] / А. Н. Полевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.
137. Полевой, А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур [Текст] / А. Н. Полевой. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 175 с.
138. Полуэктов, Р.А. Моделирование продукционного процесса полевых культур [Текст] / Р. А. Полуэктов // Моделирование продуктивности агросистем. – Л., 1982. – С. 120–138.
139. Полуэктов, Р. А. Динамические модели экологических систем [Текст] / Р. А. Полуэктов, Ю. А. Пых, И. А. Швытов. – Л.: Гидрометеиздат. – 1980. – 288 с.
140. Попов, Г.Н. Агрохимия микроэлементов в степном Поволжье [Текст] / Г. Н. Попов. – Саратов: изд-во Саратов.ун-та, 1984. – 139 с.
141. Посыпанов, Г.С. Биологический азот [Текст] / Г. С. Посыпанов // Проблемы экологии и растительного белка. – М., 1993. – 272 с.
142. Посыпанов, Г.С. Теоретические основы совместимости компонентов в смешанных и совместных посевах полевых культур [Текст] / Г. С. Посыпанов. – М., 1985. – 20 с.

143. Посыпанова, В. Размещение клубеньков по корневой системе зернобобовых культур [Текст] / В. Посыпанова, Г. С. Посыпанов, Р. Кобзева // Повышение продуктивности кормовой пашни и луговых угодий. – М., 1981. – С.9–15.

144. Принципы программирования урожайности [Текст] / И. С. Шатилов [и др.] // Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1975. – С.7–17.

145. Программирование урожаев полевых культур и интенсивные технологии возделывания в Нечерноземье [Текст] / Ю. А. Чухнин [и др.]. – Л., 1988. – 80 с.

146. Пылов, А.П. Зерновые бобовые культуры [Текст] / А. П. Пылов. – М.: 1975. – 29 с.

147. Пять континентов [Текст] // Повесть о путешествиях за полезными растениями по основным земледельческим районам земли. – М.: Мысль, 1987. – 87 с.

148. Растениеводство [Текст] / Н. А. Майсурян [и др.]. – М.: Колос, 1965. – С. 175–183.

149. Растениеводство [Текст] / П. П. Вавилов [и др.]. – М.: Агропромиздат, 1986. – 196 с.

150. Резервы увеличения производства растительного белка [Текст] / ред. Ю. К. Новоселова [и др.]. – М., 1972. – 231 с.

151. Рекомендации по методике проведения наблюдений и исследований в полевом опыте [Текст] / сост. Б.М.Смирнов [и др.]. – Саратов: Приволж. кн.изд-во, 1973. – 209 с.

152. Рекомендации по улучшению кормовой базы в колхозах и совхозах Поволжья [Текст] / под ред. Ф.И.Филатова [и др.]. – Саратов: НИИСХ Юго-Востока, 1973. – С. 26–31.

153. Рогов, М.С. Однолетние травы [Текст] / М. С. Рогов; под общ.ред. А. М. Смурыгина // Полевое кормопроизводство. – М.: Колос, 1981. – С.96–108.

154. Росляков, В.Н., Киселев Н.П. Система машин и орудий, применяемых при возделывании, уборке, очистке и сушке гороха[Текст] / В. Н. Росляков, Н. П. Киселев // Горох: сб. трудов. – М.: Сельхозиздат, 1962.

155. Ротмистров, В.Р. Районы распространения корней у однолетних культурных растений[Текст] / В. Р. Ротмистров // Опыт агрономии Юго-Востока. – Саратов, 1908. – Т.9. – Кн. 1. – С. 7–11.

156. Руденко, А.И. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений[Текст] / А. И. Руденко. – М.: МОИП, 1950. – 152 с.

157. Сабинин, Д.А. Минеральное питание растений[Текст] / Д. А. Сабинин. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – 307 с.

158. Савицкий, М. С. Структура урожая зерновых культур в Белоруссии[Текст] / М. С. Савицкий, М. Е. Николаев. – Горки, 1974. – С. 44–62.

159. Савицкий, М. С. Структура урожая зерновых культур [Текст]: учеб. пособие / М.С. Савицкий. – Горки, 1976. – 20 с.

160. Сазанов, В.И. Сельскохозяйственное опытное дело в растениеводстве и его методика[Текст] / В. И. Сазанов. – М.: Сельхозиздат, 1962. –108 с.

161. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник / ред. В. С. Шевелуха. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2003. – 414 с.

162. Семена сельскохозяйственных культур. Сортовые и посевные качества[Текст] / Сб. гос. стандартов. – М., 1991. – Ч. I. –422 с.

163. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества [Текст] / Сб. гос. стандартов. – М., 1991. – Ч. II. –415 с.

164. Серебрякова, И.Г. Морфология вегетативных органов высших растений[Текст] / И. Г. Серебрякова. – М.: Сельхозиздат, 1952. – 39 с.

165. Серебрякова, И.Г. Экологическая морфология растений[Текст] / И. Г. Серебрякова. – М., 1962.–348 с.

166. Синчугов, А.И. Сравнительная оценка и некоторые приемы возделывания зернобобовых культур в зоне каштановых почв Заволжья[Текст]: автореф. дис. ... канд. с.х. наук / Синчугов А. И. – Саратов, 1969. – 27 с.

167. Синягин, И.И. Площади питания растений [Текст] / И. И. Синягин. – М., 1966. – С.96–103.

168. Сиротенко, О.Д. Математическое моделирование водно-теплового режима и продуктивность агроэкосистемы [Текст] / О. Д. Сиротенко. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 167 с.

169. Система ведения сельского хозяйства Саратовской области на 1986–1990 гг. – Саратов: Приволж. кн. изд-во, 1987. – 200 с.

170. Система кормопроизводства [Текст] / А. П. Царев [и др.]. – Саратов: Слово, 1997. – 170 с.

171. Смирнов, А.И. Растениеводство Система ведения сельского хозяйства Саратовской области на 1986–1990 гг. [Текст] / А. И. Смирнов. – М.: ОГИЗ-Сельхозгиз, 1974. – С.180–181.

172. Смирнов, П. М. Агрохимия: учебник / П. М. Смирнов, Э. А. Муравин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 288 с.

173. Смешанные посевы гороха полевого с зернофуражными культурами в условиях Прибайкалья [Текст] / Ф. С. Султанов [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 12. – С.41–43.

174. Смирнов, А.И. Сравнительная оценка некоторых зернобобовых культур в условиях Правобережья Саратовской области [Текст] / А. И. Смирнов, Л. П. Гусева // Тр. II науч. конф. по зернобобовым культурам на Востоке лесостепной полосы. – Казань, 1967. – С.82–89.

175. Смирнова-Иконникова, М.И. Химический состав зерновых бобовых культур [Текст] / М. И. Смирнова-Иконникова: сб статей. – М., 1960.

176. Сорта основных полевых культур в Нижнем Поволжье: Учебное пособие / Н.С. Орлова, Г.И. Костина, Е.В. Морозов, В.Н. Жужукин, И.Ю. Каневская, Н.А. Симонова; Под ред. Н.С. Орловой. ФГБОУ ВПО «СГАУ им. Н.И. Вавилова». – Саратов, 2012 – 180 с.

177. Справочник коэффициентов переваримости кормов [Текст]. – М., 1991.

178. Станков, Н.З. Корневая система полевых культур [Текст] / Н. З. Станков. – М.: Колос, 1964.

179. Стебут, И.А. Основы полевой культуры и меры ее улучшения в России [Текст] / И. А. Стебут. – М.: Сельхозгиз, 1957. – Т.1. – С.7–10.
180. Степанов, В.Н. Ключ к решению белковой проблемы [Текст] / В. Н. Степанов. – М.: Знание, 1962. – 48 с.
181. Степанов, В.Н. Растениеводство [Текст] / В. Н. Степанов. – М.: Колос, 1971. – 488 с.
182. Степанова, Н.Ф. Повышение кормовой ценности силоса путем проведения смешанных посевов на каштановых почвах Саратовского Заволжья [Текст] / Н. Ф. Степанова. – Саратов, 1967.
183. Строна, И.Г. Общее семеноведение полевых культур [Текст] / И. Г. Строна. – М.: Колос, 1966. – 464 с.
184. Суданская трава [Текст] / И.С.Шатилов [и др.]; под ред. И.С.Шатилова. – М.: Колос, 1981. – 56 с.
185. Сулина, Т.С. Возделывание подсолнечника с горохом в Тянь-Шане [Текст] / Т. С. Сулина. – Фрунзе, 1962. – 27 с.
186. Тамазаев, И.Л. Агробиологические основы возделывания кормовых и зерновых культур в системе 2-3 урожаев в год на орошаемых землях восточного Предкавказья [Текст]: автореф. дис. д-ра с.-х. наук / Тамазаев И. Л. – Саратов, 1999. – 33 с.
187. Тарановская, И.Г. Методы изучения корневых систем [Текст] / / И. Г. Тарановская. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 216 с.
188. Тимирязев, К.А. Жизнь растений [Текст] / К. А. Тимирязев // Избр. соч. – Т.3. – М.: Сельхозгиз, 1948. – С.19–27.
189. Тимирязев, К.А. Избранные сочинения [Текст] / К. А. Тимирязев. – Т.3. – М.: Сельхозгиз, 1957. – С.8–29.
190. Тимошкин, О. А. Конкурентная способность и биологическая эффективность смешанных посевов с кормовыми бобами [Текст] / О. А. Тимошкин, С. А. Потехин // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 53–55.

191. Тимошкин, О. А. Создание высокопродуктивных агроценозов кормовых бобов в лесостепи среднего Поволжья [Текст] / О. А. Тимошкин, Г. А. Мухина // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 2. – С.34–36.
192. Титов, Ю.В. Эффект группы растений [Текст] / Ю. В. Титов. – Л.: Наука, 1978. – 150 с.
193. Томмэ, М.Ф. Корма СССР. Состав и питательность [Текст] / М. Ф. Томмэ. – М., 1964. – С.146–171.
194. Томмэ, М.Ф. Нормы кормления и рационы для сельскохозяйственных животных [Текст] / М. Ф. Томмэ. – М., 1958. – 288 с.
195. Тооминг, Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов [Текст] / Х. Г. Тооминг. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 264 с.
196. Тооминг, Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая [Текст] / Х. Г. Тооминг. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 200 с.
197. Умаров, М.М. Ассоциативная азотофиксация: проблемы и перспективы [Текст] / М. М. Умаров. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 133 с.
198. Устенко, Г.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования урожая [Текст] / Г. П. Устенко // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Изд-во АН ССР, 1963. – С.37–70.
199. Устинов, В.И. О сроках посева кормовых культур в Саратовском Заволжье [Текст] / В. И. Устинов, М. А. Макеев // Науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1975. – Вып. 35. – С. 225–226.
200. Федоров, М. В. Почвенная микробиология [Текст]: учеб. пособие для гос. ун-тов / М.В. Федоров. – М.: Сов.наука, 1954. – 484с.
201. Федоров, М.В. Биологическая фиксация азота [Текст] / М. В. Федоров. – М.: Сельхозгиз, 1957. – С.29–30.
202. Федосеев, Б.В. Механизированная технология возделывания и уборки бобовых культур [Текст] / Б. В. Федосеев. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 184 с.
203. Федотов, В.С. Горох [Текст] / В. С. Федотов. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 258 с.

- 204.Филин, В.И. Биологические и технологические основы программированного возделывания сельскохозяйственных культур при орошении в зоне сухих степей Нижнего Поволжья [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Филин В. И. – Волгоград, 1987.– 44 с.
205. Фирсов, И.П. Технология растениеводства[Текст]: учебник / И. П. Фирсов. – М.: КолосС, 2004. – 471 с.
- 206.Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур[Текст] – М.: Колос, 1984. – 367 с.
- 207.Фомина, Н.М. Формирование продуктивности, посевных качеств и урожайных свойств семян яровой пшеницы под влиянием регуляторов роста и удобрений в лесостепи Среднего Поволжья[Текст]: дис. ... канд. с.-х.наук / Фомина Н.М. – Пенза, 2000. – 156с.
- 208.Фотосинтетическая деятельность растений в посевах[Текст] / А. А. Ничипорович [и др.]. – М., 1961. – 352 с.
- 209.Худенко, М.Н. Рекомендации по подбору кормовых культур и технология их возделывания в системе специализированных конвейеров на орошаемых землях для молочного скотоводства [Текст] / М. Н. Худенко. – Саратов, 1986. – 18 с.
- 210.Худенко, М. Н. Система кормопроизводства на орошаемых и богарных землях [Текст] / М. Н. Худенко, В. И. Малышев // Технология выращивания разных видов и сортов полевых культур:сб.тр. – Саратов, 1998. – С.3–12.
- 211.Чеботарь, В.К. Эффективность применения биопрепарата экстрасол (EXRASOL) в различных регионах Российской Федерации и стран СНГ [Текст] / В.К.Чеботарь, А.Е.Казаков, Е.И. Кипрушкина / РАСХН ВНИИ СХ микробиологии. – М., 2001. – 34 с.
212. Чирков, Ю.И. Агрометеорология [Текст]: учебник / Ю. И. Чирков. – Л.:Гидрометеоиздат, 1979. – 320 с.
- 213.Чуб, М. П. Эффективность применения микроудобрений под горох [Текст]: рекомендации с.-х. производству Поволжья / М. П. Чуб, Н. А. Литвинова. – Саратов, 1970. – 125 с.

214. Чумаков, А.Е. Вредители и болезни зернобобовых культур [Текст] / А. Е. Чумаков, А. В. Фраткин, Ю. Н. Власов. – Л.; М., 1962. – 85 с.
215. Шабает, В. П. Применение смешанных бактериальных культур для повышения урожайности бобовых растений [Текст] / В. П. Шабает // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – №4. – С.90–95.
216. Шаин, С.С. Кормовой белок и увеличение его производства [Текст] / С. С. Шаин. – М.: изд-во МСХ РСФСР, 1960. – 46 с.
217. Шатилов, И.С. Принципы формирования урожайности культур [Текст] / И. С. Шатилов // Биологические основы орошаемого земледелия: сб. статей. – М.: Наука, 1974. – С.65–73.
218. Шатилов, И.С. Агрофизические основы программирование урожая [Текст] / И. С. Шатилов, А. Ф. Чудновский. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – С.7–9.
219. Шевелуха, В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе [Текст] / В. С. Шевелуха. – М.: Колос, 1992. – 598 с.
220. Шевелуха, В.С. Физиология растений и адаптивное растениеводство [Текст] / В. С. Шевелуха // Вестник с.-х. науки. – 1991. – №4. – С.22–32.
221. Шевелуха, В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования [Текст] / В. С. Шевелуха. – 2-е изд., доп. – М.: Колос, 1980. – 455 с.
222. Шевцова, Л.П. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов зернобобовых культур в засушливом Поволжье [Текст]: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Шевцова Л. П. – Саратов, 2000. – 46 с.
223. Шевцова, Л.П. Проблемы и перспективы производства зернобобовых культур и бобовых трав в засушливом Поволжье [Текст] / Л.П. Шевцова, С.В. Щепетова, Н.А. Шьюрова // Экономические механизмы реализации национального проекта развития АПК: сб. науч. работ. – Саратов, 2006. – С. 368–375.
224. Шевченко, В. А. Продуктивность смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур при возделывании на дерново-среднеподзолистых поч-

вах Верхневолжья [Текст] / В. А. Шевченко, П. Н. Просвирик // Плодородие. – 2012. – № 3 (66). – С.26–29.

225. Шевченко, В. А. Программирование урожаев овса и вики в чистых и смешанных посевах на зернофураж в условиях Верхневолжья [Текст] / В. А. Шевченко, А. М. Соловьев, П. Н. Просвирик // Кормопроизводство. – 2012. – № 10. – С.9–12.

226. Шульга, М.С. Горох[Текст] / М. С. Шульга. – Киев: Урожай, 1971. – 140 с.

227. Шумилин, П.И. Химический состав и питательность зернобобовых культур при возделывании их на серых лесных почвах [Текст] / П. И. Шумилин, Н. А. Куляева// Научн. тр. Всесоюз. НИИ зернобобовых культур. – Орел, 1971. – Т.Ш. – С.451–462.

228. Эффективность удобрений и повышение плодородия почв в засушливом Поволжье[Текст] // Сб.науч. тр. НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1986. – С.45–60.

229. Юрин, П.В. Структура агрофитоценоза и урожай[Текст] / П. В. Юрин. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 279 с.

230. Юрцовский, М.А. Система уплотненного использования пашни[Текст] / М. А. Юрцовский. – М.: Колос, 1967. – 198 с.

231. Яговкина, Я. В. Азотное питание растений овса различных сортов, формирование урожая и технологических качеств зерна в одновидовом и смешанном с горохом посевах [Текст] / Я. В. Яговкина, А. В. Пасынков // Агрохимия. – 2010. – № 4. – С.18–30.

232. Bliss, F. Питательная ценность бобовых культур. Breeding legumes for nutritional quality. – Gn: Advances in legume science. Kew, Richmond, lus. 1980, p. 179–185 (англ.) Н 81-91 СШАЦн-тшт. Висконсин.

233. Hossnede, V., ŘihaL. Влияние качества семян на полевою всхожесть и урожай гороха. Podilosivarvorbě pospollashthavûnosuHrachu.Rostl. Vyroba, 1981, 27, 8: 817-824 (чеш.) П 23831 – А. Чехословакия, сельскохозяйственный институт, Прага. – Сухдол.

234. Dravici, M.C., Goswami N.N., Kamath M.B. Lms and phosphate nutrition to some grain legumes in relation to their tolerance nuclear varied soil conditions // L noel. Agr. Boil., 1985.14.2:52-56 (англ.) П.31680.

235. Renie, R. Innovative agriculture throngs Biotechnology // Agr. Forestry Bulletin. 1984. 87, 1:5-11 (англ.) П-31101.

236. Murphy, P. Biological nitrogen fixation // Energy management and agriculture. 1982. 231-240 (англ.) Н-84-5372.

237. Odum, E.P. Lâkladyekologil, Academia Praha, 1977.

238. Āernỳ, V. Veis prostředi na podzemi orgâny rostlin. Studijniinformace UVTI, Praha, 1972.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Дисперсионный анализ данных по полноте всходов сортов гороха

в зависимости от норм высева, 2007 г.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Полнота всходов, %				Σv	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Орловчанин	0,8	72,6	72,4	72,3	72,7	290,0	72,5
	1,0	68,5	68,6	68,7	68,6	274,4	68,6
	1,2	65,1	65,4	63,2	65,5	261,2	65,3
Σp		206,2	206,4	206,2	206,8	825,6	68,8

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 68,8$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 56801,3$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 104,12$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 103,9$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,067$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,153$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,044$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,15 \%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,062$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,14$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	104,12	11	-	
Вариантов	103,9	2	51,95	1273,3
Повторений	0,067	3	0,02233	2326,5
Ошибка	0,153	9	0,0408	
F_{05}	4,26			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 2

Дисперсионный анализ данных по полноте всходов сортов гороха

в зависимости от норм высева, 2008 г.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Полнота всходов, %				Σv	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Орловчанин	0,8	70,1	70,0	70,3	70,4	280,8	70,2
	1,0	66,5	66,6	66,2	66,3	265,6	66,4
	1,2	64,1	64,3	64,2	64,2	256,8	64,2
Σp		200,7	200,9	200,7	200,9	803,2	66,9

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 66,9$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 53760,85$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 73,93$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 73,7$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,01667$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,21333$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,06158$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,09\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0868$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,19$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	73,93	11	-	
Вариантов	73,70	2	36,85	1554,9
Повторений	0,01667	3	0,0056	6580,4
Ошибка	0,21333	9	0,0237	
F_{05}	4,26			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 3

Дисперсионный анализ данных по полноте всходов сортов гороха

в зависимости от норм высева, 2009 г.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Полнота всходов, %				Σv	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Орловчанин	0,8	63,5	69,2	69,4	69,5	277,6	69,4
	1,0	64,3	64,6	64,4	64,7	258,0	64,5
	1,2	61,7	62,0	61,8	62,1	247,6	61,9
Σp		195,5	195,8	195,6	196,3	783,2	65,3

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 65,3$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 51116,85$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 116,29$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 116,025$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,1167$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,1483$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0018$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,003\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0026$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0057$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	116,29	11	-	
Вариантов	116,03	2	58,92	1368,4
Повторений	0,1167	3	0,389	151,5
Ошибка	0,3817	9	0,0424	
F_{05}	4,26			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 4

Дисперсионный анализ данных по полноте всходов сортов гороха
в зависимости от норм высева, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Полнота всходов, %			Σv	\bar{x}
		2007	2008	2009		
Орловчанин	0,8	72,5	70,2	69,4	212,1	70,7
	1,0	68,6	66,4	64,5	199,5	66,5
	1,2	65,3	64,2	61,9	191,4	63,8
Σp		206,4	200,8	195,8	603,0	67,0

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 67,0$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 40401$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 92,16$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 72,53$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 18,73$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,9$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,3$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,5\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,423$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,98$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	92,16	8	-	
Вариантов	72,53	2	36,265	241,77
Повторений	18,73	2	9,395	3,86
Ошибка	0,9	6	0,15	
F_{05}	5,14			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 5

Дисперсионный анализ данных по полноте всходов сортов гороха

в зависимости от норм высева, 2007 г.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Полнота всходов, %				Σv	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Зарянка	1,2	78,5	78,7	78,4	78,8	314,4	78,6
	1,4	74,7	74,4	74,3	74,6	298,0	74,5
	1,6	71,2	71,6	71,3	71,5	285,6	71,4
Σp		224,4	224,7	224,0	224,9	898,0	74,8

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 74,8$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 67200,33$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 104,65$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 104,35$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,17$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,13$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0375$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,05\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0529$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,12$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	104,65	11	-	
Вариантов	104,35	2	52,18	3623,6
Повторений	0,17	3	0,0567	920,3
Ошибка	0,13	9	0,0144	
F_{05}	4,26			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 6

Дисперсионный анализ данных по полноте всходов сортов гороха

в зависимости от норм высева, 2008 г.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Полнота всходов, %				Σv	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Зарянка	1,2	76,7	76,4	76,3	76,6	306,0	76,5
	1,4	72,7	72,9	72,6	78,0	291,2	72,8
	1,6	67,3	67,7	67,4	67,6	270,0	67,5
Σp		216,7	217,0	216,3	217,2	867,2	72,3

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 72,3$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 62669,65$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 164,01$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 163,7$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,15$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,16$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,5542$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,8\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,7815$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,72$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	164,01	11	-	
Вариантов	163,7	2	81,85	4624,3
Повторений	0,15	3	0,05	1637,0
Ошибка	0,16	9	0,0177	
F_{05}	4,26			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 7

Дисперсионный анализ данных по полноте всходов сортов гороха

в зависимости от норм высева, 2009 г.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Полнота всходов, %				Σv	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Зарянка	1,2	73,6	73,3	73,4	73,7	294,0	73,5
	1,4	70,3	70,7	70,6	70,4	282,0	70,5
	1,6	66,4	66,2	66,5	66,1	265,2	66,3
Σp		210,3	210,2	210,5	210,2	841,2	70,1

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 70,1$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 58968,12$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 104,94$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 104,63$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,013$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,297$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0857$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,12\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,12$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,27$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	104,94	11	-	
Вариантов	104,63	2	52,32	1585,5
Повторений	0,013	3	0,0043	12167,4
Ошибка	0,297	9	0,033	
F_{05}	4,26			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 8

Дисперсионный анализ данных по полноте всходов сортов гороха
в зависимости от норм высева, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Полнота всходов, %			Σv	\bar{x}
		2007	2008	2009		
Зарянка	1,2	78,6	76,5	73,5	228,6	76,2
	1,4	74,5	72,8	70,5	217,8	72,6
	1,6	71,4	67,5	66,3	205,2	68,4
Σp		224,5	216,8	210,3	651,6	72,4

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 72,4$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 47175,84$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 122,22$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 121,93$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0133$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,2767$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,09$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,12\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,13$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,30$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	122,22	9	-	
Вариантов	121,93	2	60,963	1322,4
Повторений	0,0133	2	0,00665	9167,4
Ошибка	0,2767	6	0,0461	
F_{05}	5,14			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 9

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести сорта гороха Орловчанин в бинарных посевах с ячменем при разных способах высева, 2007 г.

Сорт	Способ посева	Полнота всходов, %				$\sum v$	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Орловчанин	Обычный рядовой смесью семян	64,7	64,6	64,4	64,3	258,0	64,5
	Совмещенный, раздельный высев семян	66,6	66,5	66,4	66,3	265,8	66,4
$\sum p$		131,3	131,1	130,8	130,6	523,8	65,5

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 65,5$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 34295,8$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 7,76$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 7,6$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,15$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,01$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0035$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,01\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0049$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,012$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	7,76	7	-	
Вариантов	7,60	1	7,60	4470,6
Повторений	0,15	3	0,05	152,0
Ошибка	0,01	6	0,0017	
F_{05}	5,99			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 10

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести сорта гороха Орловчанин в бинарных посевах с ячменем при разных способах посева, 2008 г.

Сорт	Способ посева	Полнота всходов, %				Σv	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Орловчанин	Обычный рядовой смесью семян	61,9	61,7	61,6	62,0	247,2	61,8
	Совмещенный, раздельный высев семян	65,0	65,1	65,4	65,3	260,8	65,2
Σp		126,9	126,8	127,0	127,3	508,0	63,5

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 63,5$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 32258,0$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 23,32$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 23,125$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,07$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,195$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0689$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,11\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,097$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,23$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	23,32	7	-	
Вариантов	23,125	1	23,125	711,54
Повторений	0,07	3	0,0233	992,49
Ошибка	0,195	6	0,0325	
F_{05}	5,99			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 11

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести сорта гороха Орловчанин в бинарных посевах с ячменем при разных способах посева, 2009 г.

Сорт	Способ посева	Полнота всходов, %				$\sum v$	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Орловчанин	Обычный рядовой смесью семян	61,3	61,4	61,6	61,7	246	61,5
	Совмещенный, раздельный высев семян	63,9	63,8	64,2	64,1	256	64,0
$\sum p$		125,2	125,2	125,8	125,8	502	62,75

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 62,75$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 31500,5$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 12,7$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 12,5$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,18$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,02$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,007$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,01 \%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00997$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,024$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	12,7	7	-	
Вариантов	12,5	1	12,5	3787,9
Повторений	0,18	3	0,06	208,33
Ошибка	0,02	6	0,0033	
F_{05}	5,99			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 12

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести сорта гороха Орловчанин в бинарных посевах с ячменем при разных способах посева, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Способ посева	Полнота всходов, %			$\sum v$	\bar{x}
		2007	2008	2009		
Орловчанин	Обычный рядовой смесью семян	62,8	62,5	62,4	250,4	62,6
	Совмещенный, раздельный высев семян	65,0	65,3	65,1	260,8	65,2
$\sum p$		127,8	127,8	127,5	511,2	63,9

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 63,9$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 32665,68$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 13,72$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 13,52$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,09$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,11$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0449$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,07\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0633$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,16$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	13,72	5	-	
Вариантов	13,52	1	13,52	491,64
Повторений	0,09	2	0,045	300,44
Ошибка	0,11	4	0,0275	
F_{05}	7,71			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 13

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести сорта гороха
Зарянка в бинарных посевах с ячменем при разных способах посева, 2007 г.

Сорт	Способ посева	Полнота всходов, %				$\sum v$	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Зарянка	Обычный рядовой смесью семян	74,7	74,8	74,5	74,4	298,4	74,6
	Совмещенный, раз- дельный высев семян	76,5	76,6	76,8	76,9	306,8	76,7
$\sum p$		151,2	151,4	151,3	151,3	605,2	75,65

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 75,65$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 45783,38$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 9,02$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 8,82$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,01$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,19$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,067$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,09\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,095$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,22$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадра- тов	Степень свобо- ды	Средний квад- рат	$F_{фак}$
Общая	9,02	7	-	
Вариантов	8,82	1	8,82	279,11
Повторений	0,01	3	0,0033	2672,7
Ошибка	0,19	6	0,0316	
F_{05}	5,99			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 14

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести сорта гороха Зарянка в бинарных посевах с ячменем при разных способах высева, 2008 г.

Сорт	Способ посева	Полнота всходов, %				$\sum v$	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Зарянка	Обычный рядовой смесью семян	72,6	72,7	72,4	72,3	290,0	72,5
	Совмещенный, раздельный высев семян	75,0	74,9	74,7	74,6	299,2	74,8
$\sum p$		147,6	147,6	147,1	146,9	589,2	73,65

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 73,65$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 43394,58$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 10,78$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 10,57$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,19$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,02$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,007$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,19\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0099$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,024$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	10,78	7	-	
Вариантов	10,57	1	10,57	3203,0
Повторений	0,19	3	0,063	167,7
Ошибка	0,02	6	0,0033	
F_{05}	5,99			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 15

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести сорта гороха Зарянка в бинарных посевах с ячменем при разных способах высева, 2009 г.

Сорт	Способ посева	Полнота всходов, %				$\sum v$	\bar{x}
		I	II	III	IV		
Зарянка	Обычный рядовой смесью семян	70,2	70,0	70,3	69,9	280,4	70,1
	Совмещенный, раздельный высев семян	74,3	74,6	74,4	74,5	297,8	74,4
$\sum p$		144,5	144,6	144,7	144,4	578,2	72,28

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 72,275$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 41789,41$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 37,99$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 37,84$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,02$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,13$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0459$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,06\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,065$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,15$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	37,99	7	-	
Вариантов	37,84	1	37,84	1743,8
Повторений	0,02	3	0,0066	5733,3
Ошибка	0,13	6	0,0217	
F_{05}	5,99			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 16

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести сорта гороха Зарянка в бинарных посевах с ячменем при разных способах посева, в среднем за 2007-2009 гг.

Сорт	Способ посева	Полнота всходов, %			$\sum v$	\bar{x}
		2007	2008	2009		
Зарянка	Обычный рядовой смесью семян	74,6	72,5	70,1	217,2	72,4
	Совмещенный, раздельный высев семян	76,7	74,8	74,4	225,9	75,3
$\sum p$		151,3	147,3	144,5	443,1	73,85

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 73,85$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 32722,935$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 25,775$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 11,68$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 12,615$$

$$C_z = C_y - C_v + C_p = 1,48$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,60$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,8\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,852$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,18$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	25,775	5	-	
Вариантов	11,68	1	11,68	31,57
Повторений	12,615	2	6,3075	1,85
Ошибка	1,48	4	0,37	
F_{05}	7,71			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 17

Полевая всхожесть горохо-ячменной смеси при разном соотношении компонентов при высевае

Варианты опыта	Норма высева, млн шт. на 1 га	Число всходов на 1 м ² , шт.	Полевая всхожесть компонентов, %	Полевая всхожесть смеси, %
2007 г.				
Горох	1,5	103	68,7	68,7
Ячмень	4,5	332	73,8	73,8
Горох + ячмень	0,5	26	52,0	66,6
	4,0	274	68,5	
Горох + ячмень	1,0	59	59,0	62,2
	3,5	221	63,1	
Горох + ячмень	1,5	101	67,3	63,3
	3,0	184	61,3	
2008 г.				
Горох	1,5	122	81,3	81,3
Ячмень	4,5	395	87,8	87,8
Горох + ячмень	0,5	31	62,0	79,1
	4,0	325	81,3	
Горох + ячмень	1,0	71	71,0	74,0
	3,5	262	74,9	
Горох + ячмень	1,5	120	80,0	75,1
	3,0	218	72,7	
2009 г.				
Горох	1,5	117	78,0	78,0
Ячмень	4,5	380	84,4	84,4
Горох + ячмень	0,5	30	60,0	76,2
	4,0	313	78,3	
Горох + ячмень	1,0	68	68,0	71,1
	3,5	252	72,1	
Горох + ячмень	1,5	115	76,7	72,2
	3,0	210	70,0	

Приложение 18

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести
горохо-ячменных смесей при разных соотношениях,
в среднем за 2007 – 2009 гг.

Вид посева	Число сохранившихся растений к образованию бобов, шт./м ²			$\sum v$	\bar{x}
	2007	2008	2009		
Горох (0,5)+ячмень(4,0)	300	356	343	999	333
гороха (1,0)+ячмень (3,5)	280	333	320	933	311
горох(1,5)+ячмень(3,0)	285	338	335	958	319,33
$\sum p$	865	1027	998	2890	321,11

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 321,11$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 928011,11$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 5726,89$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 4974,89$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 740,22$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 11,78$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 3,93$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,2\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 5,54$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 12,79$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	5726,89	8	-	
Вариантов	4974,89	2	2487,44	1266,97
Повторений	740,22	2	370,11	6,72
Ошибка	11,78	6	1,9633	
F_{05}	5,14			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 19

Дисперсионный анализ данных полевой всхожести семян гороха
и проса в одновидовых и бинарных посевах, 2007 г.

Варианты опыта	Полевая всхожесть, шт./м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Горох	94,8	95,1	95,2	94,9	380	95
Горох + просо	87,1	86,8	86,9	87,2	348	87
Σp	181,9	181,9	182,1	182,1	728	91

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 91,0$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 66248$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 128,2$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 128,0$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,05$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,15$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,42$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,09\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,59$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,41$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	128,2	7	-	
Вариантов	128,0	1	128,0	5120
Повторений	0,05	3	0,0166	7710,8
Ошибка	0,15	6	0,025	
F_{05}	5,99			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 20

Дисперсионный анализ данных полевой всхожести семян гороха и
проса в одновидовых и бинарных посевах, 2008 г.

Варианты опыта	Полевая всхожесть, шт./м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Горох	87,9	88,1	87,8	88,2	352	88
Горох + просо	81,8	82,1	89,2	81,9	328	82
Σp	169,7	170,2	170,0	170,1	680	85

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 85$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 57800$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 72,2$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 72,0$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,05$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,15$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,053$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,07\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,074$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,18$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	72,2	7	-	
Вариантов	72,0	1	72,0	2880,0
Повторений	0,05	3	0,017	4235,3
Ошибка	0,15	6	0,025	
F ₀₅	5,99			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H₀ отвергается

Приложение 21

Дисперсионный анализ данных полевой всхожести семян гороха и
проса в одновидовых и бинарных посевах, 2009 г.

Варианты опыта	Полевая всхожесть, шт./м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Горох	89,9	90,2	89,8	90,1	360	90
Горох + просо	86,2	86,1	85,9	85,8	344	86
Σp	176,1	176,3	175,7	175,9	704	88

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 88,0$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 61952$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 32,2$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 32,0$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,1$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,1$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,035$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,04\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,049$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,12$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	32,2	7	-	
Вариантов	32,0	1	32,0	1927,7
	0,1	3	0,033	969,7
Ошибка	0,1	6	0,0166	
F ₀₅	5,99			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H₀ отвергается

Приложение 22

Дисперсионный анализ данных полевой всхожести семян гороха и проса в одновидовых и бинарных посевах, в среднем за 2007-2009 гг.

Варианты опыта	Данные лет испытаний			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
Горох	95	88	90	273	91
Горох + просо	87	82	86	255	85
Σp	182	170	176	528	88

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 88$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 46464$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 94$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 54$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 36$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 4$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 1,63$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,9\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 2,3$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 5,9$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	94	5	-	
Вариантов	54	1	54	54
	36	2	18	3
Ошибка	4	4	1	
F_{05}	7,71			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 23

Дисперсионный анализ данных полевой всхожести семян гороха
и проса в одновидовых и бинарных посевах, 2007 г.

Варианты опыта	Полевая всхожесть, шт./м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Просо	165,1	164,9	165,2	164,8	660	165
Горох + просо	153,9	153,8	154,1	154,2	616	154
Σp	319,0	318,7	319,3	319,0	1276	159,5

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 159,5$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 203522$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 242,2$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 242,0$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,1$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,1$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,035$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,02\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,049$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,12$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	242,2	7	-	
Вариантов	242,0	1	242	14578,3
Повторений	0,1	3	0,033	7333,33
Ошибка	0,1	6	0,0166	
F ₀₅	5,99			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H₀ отвергается

Приложение 24

Дисперсионный анализ данных полевой всхожести семян гороха
и проса в одновидовых и бинарных посевах, 2008 г.

Варианты опыта	Полевая всхожесть, шт./м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Просо	160,1	160,2	159,9	159,8	640	160
Горох + просо	148,2	148,1	147,9	147,8	592	148
Σp	308,3	308,3	307,8	307,6	1232	154

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 154,0$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 189728$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 288,2$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 288,0$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,1$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,1$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,035$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,09\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,049$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,12$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	288,2	7	-	
Вариантов	288,0	1	288,0	17349,4
Повторений	0,1	3	0,033	8727,3
Ошибка	0,1	6	0,0166	
F ₀₅	5,99			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 25

Дисперсионный анализ данных полевой всхожести семян гороха
и проса в одновидовых и бинарных посевах, 2009 г.

Варианты опыта	Полевая всхожесть, шт./м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Просо	160,9	160,8	161,1	161,2	644	161
Горох + просо	152,2	152,1	151,8	151,9	608	152
Σp	313,1	312,9	312,9	313,1	1252	156,5

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 156,5$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 195938$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 162,2$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 162,0$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,1$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,1$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,07$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,05\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,06$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,15$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	162,2	7	-	
Вариантов	162,0	1	162	4909,1
Повторений	0,1	3	0,0333	4909,1
Ошибка	0,1	6	0,0333	
F ₀₅	5,99			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H₀ отвергается

Приложение 26

Дисперсионный анализ данных полевой всхожести семян гороха и проса в одновидовых и бинарных посевах, в среднем за 2007-2009 гг.

Варианты опыта	Данные лет испытаний			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
Просо	165	160	161	486	162
Горох + просо	154	148	152	454	151
Σp	319	308	313	940	156,7

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 156,7$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 147266,7$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 203,3$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 170,6$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 30,3$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,4$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,98$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,06\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,38$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 3,96$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	203,3	5	-	
Вариантов	170,6	1	170,6	284,3
Повторений	30,3	2	15,15	11,26
Ошибка	2,4	4	0,6	
F_{05}	7,71			

$$F_{\text{фак}} < F_{05}$$

Гипотеза H_0 не отвергается

Приложение 27

Динамика густоты посевов гороха в одновидовых и бинарных агроценозах в зависимости от сортовых особенностей и норм высева

Вид посева	Норма высева млн шт./га	Число всходов на 1м ² , шт	Сохранившихся растений				Общая выживаемость семян и растений, %
			бутонизация		образование бобов		
			шт./м ²	%	шт./м ²	%	
1	2	3	4	5	6	7	8
Сорт Орловчанин							
2007 г.							
Одновидовый обычный рядо- вой	0,8	50	49	98,0	47	95,9	58,8
	1,0	58	56	96,6	51	91,1	51,0
	1,2	68	65	95,6	58	89,2	48,3
2008 г.							
Одновидовый обычный рядо- вой	0,8	63	62	98,4	58	93,5	72,5
	1,0	73	70	95,9	64	91,4	64,0
	1,2	85	81	95,3	73	90,1	60,8
2009 г.							
Одновидовый обычный рядо- вой	0,8	58	57	98,3	54	94,7	67,5
	1,0	67	65	97,0	59	90,8	59,0
	1,2	79	75	94,9	67	89,3	55,8
Сорт Зарянка							
2007 г.							
Одновидовый обычный рядо- вой	1,2	82	79	96,3	76	92,7	63,3
	1,4	92	87	94,6	81	88,0	57,9
	1,6	99	91	91,9	83	83,8	51,9
2008 г.							
Одновидовый обычный рядо- вой	1,2	98	95	96,9	91	92,9	75,8
	1,4	110	105	95,5	97	88,2	69,3
	1,6	119	109	91,6	99	83,2	61,9
2009 г.							
Одновидовый обычный рядо- вой	1,2	93	90	96,8	86	92,5	71,7
	1,4	104	99	95,2	92	88,5	65,7
	1,6	112	103	92,0	94	83,9	58,8
2007 г.							
Бинарный сме- сью семян го- рох Орловча- нин + ячмень	1,0	54	50	92,6	47	87,0	47,0
	2,5	146	132	90,4	116	79,5	46,4
	3,5	200	181	90,5	163	81,5	46,6

Продолжение к приложению 27

1	2	3	4	5	6	7	8
2008 г.							
Бинарный смесью семян горох Орловчанин + ячмень	1,0	70	66	94,3	62	88,6	62,0
	2,5	193	174	90,2	153	79,3	61,2
Общая смесь	3,5	263	240	91,3	215	81,7	61,4
2009 г.							
Бинарный смесью семян горох Орловчанин + ячмень	1,0	65	61	93,8	57	87,7	57,0
	2,5	177	160	90,4	141	79,7	56,4
Общая смесь	3,5	242	220	90,9	198	81,8	56,6
2007 г.							
Горох Зарянка + ячмень	1,0	65	60	92,3	57	87,7	57,0
	2,5	154	138	89,6	123	79,9	49,2
Общая смесь	3,5	219	198	90,4	180	82,2	51,4
2008 г.							
Горох Зарянка + ячмень	1,0	77	72	93,5	67	87,0	67,0
	2,5	183	164	89,6	147	80,3	58,8
Общая смесь	3,5	260	235	90,4	214	82,3	61,1
2009 г.							
Горох Зарянка + ячмень	1,0	74	68	91,9	65	87,8	65,0
	2,5	176	156	88,6	141	80,1	56,4
Общая смесь	3,5	250	226	90,4	206	82,4	58,9

Приложение 28

Дисперсионный анализ данных по густоте посева гороха Орловчанин в
одновидовых агроценозах с разными нормами высева
(фаза бутонизации, в среднем за 2007–2009 гг.)

Норма высева млн шт./га	Число сохранившихся растений по повторностям, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
0,8	49	62	57	168	56,00
1,0	56	70	65	191	63,66
1,2	65	81	75	221	73,66
Σp	170	213	197	580	64,44

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 64,4444$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 37377,777$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 788,223$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 316,889$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 470,889$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,223$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,741$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,17\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,04$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,41$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	788,223	8	-	
Вариантов	316,889	2	158,44	427,1
Повторений	470,889	2	235,44	0,673
Ошибка	2,223	6	0,371	
F_{05}	5,14			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Приложение 29

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха Орловчанина в одновидовых посевах при разных нормах высева (фаза образования бобов), в среднем за 2007–2009 гг.

Норма высева млн шт./га	Число сохранившихся растений по повторностям, шт./м ²			$\sum v$	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
1,2	47	58	54	159	53
1,4	51	64	59	174	58
1,6	58	73	67	198	66
$\sum p$	156	195	180	531	59,0

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 59,0$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 31329$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 520$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 260$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 258$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,66$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,1\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,94$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,17$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	520	8	-	
Вариантов	260	2	130	393,9
Повторений	258	2	129	1,008
Ошибка	2	6	0,33	
F_{05}	5,14			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Есть существенные различия на 5%-ном уровне значимости.

Приложение 30

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха сорта

Зарянка при разных нормах высева семян

(фаза бутонизации), в среднем за 2007–2009 гг.

Норма высева млн шт./га	Число сохранившихся растений по повторностям, шт./м ²			$\sum v$	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
1,2	79	95	90	264	88
1,4	87	105	99	291	97
1,6	91	109	103	303	101
$\sum p$	257	309	292	858	96,33

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 95,33$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 81796$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 736$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 468,67$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 266$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,334$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,44$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,46\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,63$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,45$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	736	8	-	
Вариантов	468,67	2	234,335	1054,14
Повторений	266	2	133	1,76
Ошибка	1,334	6	0,2223	
F_{05}	5,14			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 31

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха

Зарянка в одновидовых посевах при разных нормах высева

(фаза образования бобов), в среднем за 2007–2009 гг.

Норма высева млн шт./га	Число сохранившихся растений по повторностям, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
1,2	76	91	86	253	84,33
1,4	81	97	92	270	90,00
1,6	83	99	94	276	92,00
Σp	240	287	272	799	88,77

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 88,77$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 70933,444$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 479,556$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 384,222$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 94,889$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,445$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,1483$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,17\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,21$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,48$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	479,556	8	-	
Вариантов	384,222	2	192,111	2589,1
Повторений	94,889	2	47,445	4,05
Ошибка	0,445	6	0,0742	
F_{05}	5,14			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Есть существенная разница на 5% уровне значимости.

Приложение 32

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха сорта Орловчанин в одновидовых и бинарных посевах с ячменем (фаза бутонизации), в среднем за 2007–2009 гг.

Вид посева	Сохранность растений, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох (1,0)	56	70	65	191	63,66
Горох (1,0) + ячмень (2,5)	50	66	61	177	59
Σp	106	136	126	368	61,33

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 61,3333$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 22570,67$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 267,3333$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 233,3333$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 32,66667$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,33333$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,544331$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,9\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,767507$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,97$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	267,3333	5	-	
Вариантов	233,3333	1	233,3333	700,06
Повторений	32,66667	2	16,3333	14,28
Ошибка	1,3333	4	0,3333	
F ₀₅	7,71			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ – между вариантами существенные различия при 5% уровне значимости и H_0 отвергается.

Приложение 33

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха

Орловчанина в одновидовом и бинарном посеве с ячменем

(фаза образования бобов), в среднем за 2007–2009 гг.

Вид посева	Число растений, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох (1,2)	51	64	59	174	58
гороха (1,0)+ячмень (2,5)	47	62	57	166	55,33
Σp	98	126	116	340	56,66

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 56,66$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 19266,67$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 213,3333$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 201,3333$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 10,6666$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,3333$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,5443$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,2\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,7675$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,97$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	213,3333	5	-	
Вариантов	201,3333	1	201,3333	604,06
Повторений	10,6666	2	5,3333	37,75
Ошибка	1,3333	4	0,3333	
F ₀₅	7,71			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$, в числе сохранившихся растений гороха на одновидовом и бинарном посевах разница существенная при 5%-ном уровне значимости и нулевая гипотеза $H_0: d = 0$ отвергается.

Приложение 34

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха

Зарянка в одновидовых и бинарных посевах с ячменем

(фаза бутонизации), в среднем за 2007–2009 гг.

Вид посева	Число сохранившихся растений, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох (1,0)	79	95	90	264	88
гороха (1,0)+ячмень (2,5)	60	72	68	200	66,66
Σp	139	167	158	464	77,33

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 77,33$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 35882,67$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 891,3333$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 206,3333$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 682,6667$$

$$C_z = C_y - C_v + C_p = 2,3333$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,95$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,2\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,34$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 3,44$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	891,3333	5	-	
Вариантов	206,3333	1	206,3333	353,73
Повторений	682,6667	2	341,3333	0,6
Ошибка	2,3333	4	0,5833	
F ₀₅	7,71			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H₀ отвергается

Приложение 35

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха

Зарянки в одновидовом и бинарном посеве с ячменем

(фаз образования бобов), в среднем за 2007–2009 гг.

Вид посева	Число сохранившихся растений, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох (1,0)	76	91	86	253	84,33
гороха (1,0)+ячмень (2,5)	57	67	65	189	63
Σp	133	158	151	442	73,66

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 73,66$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 32560,67$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 855,3333$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 170,3333$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 682,6667$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,3333$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,95$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,13\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,34$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 3,45$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	855,3333	5	-	
Вариантов	170,3333	1	170,3333	292,016
Повторений	682,6667	2	341,333	0,499
Ошибка	2,3333	4	0,5833	
F_{05}	7,71			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 36

Среднесуточные приросты растений сортов гороха по периодам
вегетации в одновидовых посевах в зависимости от норм высева

Год испытаний	Норма высева, млн шт./га	Среднесуточные приросты растений в высоту, см		
		всходы - бутонизация	бутонизация - цветение	цветение - созревание
Орловчанин				
2007 г.	0,8	0,74	1,65	0,19
	1,0	1,11	1,89	0,21
	1,2	1,21	1,99	0,17
2008 г.	0,8	0,92	2,07	0,24
	1,0	1,39	2,37	0,26
	1,2	1,52	2,50	0,21
2009 г.	0,8	0,86	1,92	0,22
	1,0	1,29	2,19	0,24
	1,2	1,41	2,32	0,19
Зарянка				
2007 г.	1,2	1,04	2,09	0,34
	1,4	1,30	2,38	0,41
	1,6	1,49	2,50	0,50
2008 г.	1,2	1,25	2,51	0,41
	1,4	1,56	2,85	0,50
	1,6	1,79	3,00	0,59
2009 г.	1,2	1,18	2,36	0,39
	1,4	1,47	2,69	0,47
	1,6	1,69	2,84	0,56

Приложение 37

Среднесуточные приросты растений сортов гороха по периодам вегетации в одновидовых посевах в зависимости от норм высева, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Сорт	Норма высева, млн шт./га	Среднесуточные приросты растений в высоту, см		
		всходы - бутонизация	бутонизация - цветение	цветение - созревание
Орловчанин	0,8	0,84	1,88	0,22
	1,0	1,26	2,15	0,24
	1,2	1,38	2,27	0,19
F _{факт}	-	64,81	459,2	235,0
F ₀₅	-	5,14	5,14	5,14
НСР ₀₅	-	0,0051	0,0023	0,00005
Зарянка	1,2	1,16	2,32	0,38
	1,4	1,44	2,64	0,46
	1,6	1,66	2,78	0,55
F _{факт}	-	146,1	517,1	244,5
F ₀₅	-	5,14	5,14	5,14
НСР ₀₅	-	0,0023	0,0021	0,00014

Приложение 38

Дисперсионный анализ данных по среднесуточному приросту растений гороха Орловчанин в зависимости от норм высева в период всходы - бутонизация, в среднем за 2007-2009 гг.

Норма высева, млн шт./га	Существенный прирост в высоту по повторностям, см			$\sum v$	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
0,8	0,74	0,92	0,86	2,52	0,84
1,0	1,11	1,39	1,29	3,79	1,26
1,2	1,21	1,52	1,41	4,14	1,38
$\sum p$	3,06	3,83	3,56	10,45	1,16

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 1,16$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 12,13361$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,590889$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 0,101756$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,484422$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,004711$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,00157$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 2,6\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,002214$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,005115$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	0,590889	8	-	
Вариантов	0,101756	2	0,050878	64,81
Повторений	0,484422	2	0,242211	0,21
Ошибки	0,004711	6	0,000785	
F_{05}	5,14			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 39

Дисперсионный анализ данных по среднесуточному приросту растений гороха Орловчанин в зависимости от норм высева в период бутонизация-цветение, в среднем за 2007-2009 гг.

Норма высева, млн шт./га	Существенный прирост в высоту по повторностям, см			$\sum v$	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
0,8	1,65	2,07	1,92	5,73	1,91
1,0	1,89	2,37	2,19	6,45	2,15
1,2	1,99	2,50	2,32	6,81	2,27
$\sum p$	5,53	6,94	6,43	18,9	2,1

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 18,9$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 39,69$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,5814$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 0,3398$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,2394$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0022$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,00073$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,004\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,001034$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,002389$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	0,5814	8	-	
Вариантов	0,3398	2	0,1699	459,19
Повторений	0,2394	2	0,1197	1,42
Ошибки	0,0022	6	0,00037	
F_{05}	5,14			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 40

Дисперсионный анализ данных по среднесуточному приросту растений гороха Орловчанин в зависимости от норм высева
в период цветение-созревание, в среднем за 2007-2009 гг.

Норма высева, млн шт./га	Существенный прирост в высоту по повторностям, см			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
0,8	0,19	0,24	0,22	0,65	0,216
1,0	0,21	0,26	0,24	0,71	0,236
1,2	0,17	0,21	0,19	0,57	0,190
Σp	0,57	0,71	0,65	1,93	0,214

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 0,214$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 0,413878$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,006622$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,003289$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,003289$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,000044$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,000014$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,007\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00002$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,00005$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	0,006622	8	-	
Вариантов	0,003289	2	0,001645	235,0
Повторений	0,003289	2	0,001645	1,0
Ошибки	0,000044	6	0,000007	
F_{05}	5,14			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 41

Дисперсионный анализ данных по среднесуточному приросту растений го-
роха Зарянка в зависимости от норм высева в период
всходы - бутонизация, в среднем за 2007-2009 гг.

Норма высева, млн шт./га	Существенный прирост в высоту по повторностям, см			$\sum v$	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
1,2	1,04	1,25	1,18	3,47	1,156
1,4	1,30	1,56	1,47	4,33	1,443
1,6	1,49	1,79	1,69	4,97	1,656
$\sum p$	3,83	4,6	4,34	12,77	1,418

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 1,4188$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 18,11921$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,482089$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 0,102289$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,377689$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0021$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0007$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,05\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,000992$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0023$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадра- тов	Степень свобо- ды	Средний квад- рат	$F_{фак}$
Общая	0,482089	8	-	
Вариантов	0,102289	2	0,051145	146,13
Повторений	0,377689	2	0,1888	0,27
Ошибки	0,0021	6	0,00035	
F_{05}	5,14			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 42

Дисперсионный анализ данных по среднесуточному приросту растений го-
роха Зарянка в зависимости от норм высева в период
бутонизация-цветение, в среднем за 2007-2009 гг.

Норма высева, млн шт./га	Существенный прирост в высоту по повторностям, см			$\sum v$	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
1,2	2,09	2,51	2,36	6,96	2,32
1,4	2,38	2,85	2,69	7,92	2,64
1,6	2,50	3,00	2,84	8,34	2,78
$\sum p$	6,97	8,36	7,89	23,22	2,58

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 2,58$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 59,9076$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,6688$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 0,333267$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,3336$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,001933$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,00064$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,025\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00091$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0021$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадра- тов	Степень свобо- ды	Средний квад- рат	$F_{\text{фак}}$
Общая	0,6688	8	-	
Вариантов	0,333267	2	0,166633	517,14
Повторений	0,3336	2	0,1668	0,999
Ошибки	0,001933	6	0,000322	
F_{05}	5,14			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 43

Дисперсионный анализ данных по среднесуточному приросту растений гороха Зарянка в зависимости от норм высева в период цветение-созревание, в среднем за 2007-2009 гг.

Норма высева, млн шт./га	Существенный прирост в высоту по повторностям, см			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
1,2	0,34	0,41	0,39	1,14	0,38
1,4	0,41	0,50	0,47	1,38	0,46
1,6	0,50	0,59	0,56	1,65	0,55
Σp	1,25	1,50	1,42	4,17	0,46

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 0,4633$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 1,9321$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,0544$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,010867$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0434$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,000133$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,000044$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,3\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00006$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,00014$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	0,0544	8	-	
Вариантов	0,010867	2	0,005433	244,5
Повторений	0,0434	2	0,0217	0,25
Ошибки	0,000133	6	0,000022	
F_{05}	5,14			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 44

Высота растений сортов гороха в разные фазы вегетации

Сорт	Высота растений, см		
	бутонизация	цветение	созревание
2007 г.			
Орловчанин	50,7	80,0	93,6
Аксайский усатый 7	44,3	73,3	86,9
Мультик	49,2	77,7	84,5
Спрут	67,2	87,7	106,5
Зарянка	68,0	122,6	145,2
Алла	60,3	106,4	122,8
2008 г.			
Орловчанин	40,6	64,0	74,9
Аксайский усатый 7	35,4	58,6	69,5
Мультик	39,4	62,2	67,6
Спрут	53,7	70,2	85,2
Зарянка	54,4	98,1	116,2
Алла	48,2	85,1	98,3
2009 г.			
Орловчанин	41,0	64,7	75,7
Аксайский усатый 7	35,8	59,2	70,3
Мультик	39,8	62,9	68,4
Спрут	54,3	70,9	86,1
Зарянка	55,0	99,1	117,5
Алла	48,7	86,0	99,3

Приложение 45

Фото 1 – Высота растений гороха в бинарных посевах с ячменем



Приложение 46

Дисперсионный анализ данных по высоте растений сортов гороха
в фазе бутонизации, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Сорт	Высота растений, см			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	50,7	40,6	41,0	132,3	44,1
Аксайский усатый 7	44,3	35,4	35,8	115,5	38,5
Мультик	49,2	39,4	39,8	128,4	42,8
Спрут	67,2	53,7	54,3	175,2	58,4
Зарянка	68,0	54,4	55,0	177,4	59,1
Алла	60,3	48,2	48,7	157,2	52,4
Σ_p	339,7	271,7	274,6	886	49,2

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 49,2$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 43610,89$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1630,691$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 502,8$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1125,024$$

$$C_z = C_y - C - C_p = 2,86556$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,675$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,4\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,95$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,01$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	1630,691	17	-	
Вариантов	502,8	5	100,56	420,4
Повторений	1125,024	2	562,5	0,179
Ошибка	2,87	12	0,2392	
F_{05}	3,11			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 47

Дисперсионный анализ данных по высоте растений сортов гороха
в фазу цветения, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Сорт	Высота растений, см			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	80,0	64,0	64,7	208,7	69,5
Аксайский усатый 7	73,3	58,6	59,2	191,1	63,7
Мультик	77,7	62,2	62,9	202,8	67,6
Спрут	87,7	70,2	70,9	228,8	76,3
Зарянка	122,6	98,1	99,1	319,8	106,6
Алла	106,4	85,1	86,0	277,5	92,5
Σp	547,7	438,2	442,8	1428,7	79,37

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 79,37$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 113399,1$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 5537,316$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 1278,6343$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 4253,063$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 5,6187$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 1,3243$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,7\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,87$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 3,94$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	5537,316	17	-	
Вариантов	1278,6343	5	255,73	546,43
Повторений	4253,063	2	2126,5	0,12
Ошибка	5,6187	12	0,468	
F_{05}	3,11			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 48

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха разных сортов к фазе созревания, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Сорт	Высота растений, см			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	93,6	74,9	75,7	244,2	81,4
Аксайский усатый 7	86,9	69,5	70,3	226,7	75,6
Мультик	84,5	67,6	68,4	220,5	73,5
Спрут	106,5	85,2	86,1	277,8	92,6
Зарянка	145,2	116,2	117,5	378,9	126,3
Алла	122,8	98,3	99,3	320,4	106,8
Σ_p	639,5	511,7	517,3	1668,5	92,69

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 92,69$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 154660,7$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 8162,75$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 1808,72$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 6352,98$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,05$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,06$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,06\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,086$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,18$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	8162,75	17	-	
Вариантов	1808,72	5	361,744	4134,2
Повторений	6352,98	2	3176,59	0,114
Ошибка	1,05	12	0,0875	
F_{05}	3,11			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 49

Высота растений сортов гороха в период цветения

в разные годы исследования

Сорт	Высота растений, см		
	ГТК за IV – VII		
	2007 г.	2008 г.	2009 г.
	1,27	0,85	0,98
Орловчанин	75,8	62,4	70,6
Аксайский усатый 7	72,1	57,6	61,4
Мультик	74,2	60,6	68,0
Спрут	82,5	69,8	76,6
Зарянка	114,4	96,8	108,6
Алла	102,5	80,3	94,7
F _{факт}	51349	18976,5	17321,3
F ₀₅	2,77	2,77	2,77
НСР ₀₅	0,53	1,88	1,67

Приложение 50

Дисперсионный анализ данных по высоте растений сортов гороха
в фазу цветения, 2007 г.

Сорт	Высота растений, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	75,7	75,6	75,9	76,0	303,2	75,8
Аксайский усатый 7	72,3	72,2	72,0	71,9	288,4	72,1
Мультик	74,4	74,0	74,3	74,1	296,8	74,2
Спрут	82,3	82,6	82,4	82,7	330,0	82,5
Зарянка	114,2	114,3	114,6	114,5	457,6	114,4
Алла	102,3	102,4	102,6	102,7	410,0	102,5
Σ_p	521,2	521,1	521,8	521,9	2086	86,91

$$n = L \times N = 24$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 86,91$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 181308,16$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 6090,64$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 6090,04$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,173$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,427$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,16$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,18\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,26$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,53$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	6090,64	23	-	
Вариантов	6090,04	5	1218,0	51349
Повторений	0,173	3	0,0577	21109
Ошибка	0,427	18	0,02372	
F_{05}	2,77			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 51

Дисперсионный анализ данных по высоте растений сортов гороха
в фазу цветения, 2008 г.

Сорт	Высота растений, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	62,5	62,0	62,4	62,7	249,6	62,4
Аксайский усатый 7	57,8	57,5	57,6	57,5	230,4	57,6
Мультик	61,1	60,0	60,4	60,9	242,4	60,6
Спрут	70,5	69,6	69,3	69,8	279,2	69,8
Зарянка	97,0	96,7	96,5	97,0	387,2	96,8
Алла	80,6	80,3	80,1	80,2	321,2	80,3
Σp	429,5	426,1	426,3	428,1	1710	71,25

$$n = L \times N = 24$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 71,25$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 121837,5$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 4461,66$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 4459,5$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1,293$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,867$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,46$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,65\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,91$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,88$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	4461,66	23	-	
Вариантов	4459,5	5	891,9	18976,5
Повторений	1,293	3	0,431	2069,4
Ошибка	0,867	18	0,047	
F_{05}	2,77			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 52

Дисперсионный анализ данных по высоте растений сортов гороха
в фазу цветения, 2009 г.

Сорт	Высота растений, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	70,8	71,0	70,4	70,2	282,4	70,6
Аксайский усатый 7	61,6	61,8	61,0	61,2	245,6	61,4
Мультик	67,6	68,4	67,8	68,2	272,0	68,0
Спрут	77,1	76,3	76,2	76,8	306,4	76,6
Зарянка	109,0	108,5	108,3	108,6	434,4	108,6
Алла	95,1	94,6	94,4	94,7	378,8	94,7
Σp	481,2	480,6	478,1	479,7	1919,6	79,9

$$n = L \times N = 24$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 79,98$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 153536,00$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 6497,98$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 6495,72$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,91$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,35$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,58$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,72\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,81$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,67$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	6497,9	23	-	
Вариантов	6495,7	5	1299,1	17321,3
Повторений	0,91	3	0,303	4287,5
Ошибка	1,35	18	0,075	
F_{05}	2,77			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 53

Дисперсионный анализ данных по высоте стеблестоя гороха
Орловчанин в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2007 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	70,7	70,6	70,4	70,3	282,0	70,5
1,0	72,5	72,2	72,4	72,1	289,2	72,3
1,2	75,9	75,7	76,0	75,6	303,2	75,8
1,4	76,8	76,4	76,5	76,7	306,4	76,6
Σp	295,9	294,9	295,3	294,7	1180,8	73,8

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 73,8$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 87143,0$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 100,36$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 99,95$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,25$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,16$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,04$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,22\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0564$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,12$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	100,36	15	-	
Вариантов	99,95	3	33,32	2505,3
Повторений	0,25	3	0,083	401,4
Ошибка	0,16	12	0,0133	
F_{05}	3,49			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 54

Дисперсионный анализ данных по высоте стеблестоя гороха
Орловчанин в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2008 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	58,2	57,5	57,0	57,7	230,4	57,6
1,0	61,0	60,6	60,8	60,8	243,2	60,8
1,2	62,2	62,5	62,8	62,1	249,6	62,4
1,4	64,6	64,8	65,0	63,6	258,0	64,5
Σp	246,0	245,4	245,6	244,2	981,2	61,3

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 61,3$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 60172,09$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 103,83$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 101,56$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,46$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,81$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,4525$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,74\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,64$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,36$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	103,83	15	-	
Вариантов	101,56	3	33,85	225,67
Повторений	0,46	3	0,153	221,2
Ошибка	1,81	12	0,15	
F_{05}	3,49			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 55

Дисперсионный анализ данных по высоте стеблестоя гороха
Орловчанин в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2009 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	66,0	66,4	65,1	67,7	265,2	66,3
1,0	69,3	68,5	68,4	69,0	275,2	68,8
1,2	71,0	70,8	70,4	70,2	282,4	70,6
1,4	73,0	73,4	72,8	73,6	292,8	73,2
Σp	279,3	279,1	276,7	280,5	1115,6	69,7

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 69,7$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 77785,21$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 106,55$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 101,715$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 1,89$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,945$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,74$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,06\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,04$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,21$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	106,55	15	-	
Вариантов	101,715	3	33,905	138,39
Повторений	1,89	3	0,63	53,8
Ошибка	2,945	12	0,245	
F_{05}	3,49			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 56

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха Мультик
в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2007 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	71,1	70,8	70,2	70,9	282,4	70,6
1,0	74,2	73,6	73,4	72,8	294,0	73,5
1,2	74,0	73,8	74,6	74,4	296,8	74,2
1,4	76,1	75,4	75,2	76,5	303,2	75,8
Σp	295,4	293,6	293,4	294,0	1176,4	73,5

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 73,5$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 86494,81$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 59,79$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 56,74$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,515$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,535$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,634$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,86\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,89$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,90$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	59,79	15	-	
Вариантов	56,74	3	18,91	90,05
Повторений	0,515	3	0,17	111,24
Ошибка	2,535	12	0,21	
F_{05}	3,49			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 57

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха Мультик в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2008 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	56,8	56,5	56,1	56,2	225,6	56,4
1,0	57,4	57,0	56,8	57,6	228,8	57,2
1,2	61,0	60,8	60,7	59,9	242,4	60,6
1,4	63,0	62,6	62,4	62,8	250,8	62,7
Σp	238,2	236,9	236,0	236,5	947,6	59,2

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 59,22$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 56121,61$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 105,79$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 104,19$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,665$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,935$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,237$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,40\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,33$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,71$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	105,79	15	-	
Вариантов	104,19	3	34,73	445,26
Повторений	0,665	3	0,222	156,4
Ошибка	0,935	12	0,078	
F_{05}	3,49			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 58

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха Мультик в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2009 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	65,6	64,8	65,0	65,4	260,8	65,2
1,0	68,2	67,7	67,6	67,7	271,2	67,8
1,2	68,4	68,0	67,8	67,8	272,0	68,0
1,4	69,2	68,6	68,5	68,9	275,2	68,8
Σp	271,4	269,1	268,9	269,8	1079,2	67,4

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 67,45$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 72792,04$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 30,4$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 29,235$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,96$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,205$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,05$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,07\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,072$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,15$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	30,4	15	-	
Вариантов	29,235	3	9,7	485
Повторений	0,96	3	0,32	30,3
Ошибка	0,205	12	0,02	
F_{05}	3,49			

$$F_{фак} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 59

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха Зарянка в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2007 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	114,6	113,8	114,2	115,0	457,6	114,4
1,4	114,8	115,2	115,8	116,6	462,4	115,6
1,6	119,4	118,6	118,2	117,0	473,2	118,3
Σp	348,8	347,6	348,2	348,6	1393,2	116,1

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 116,1$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 161750,52$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 37,58$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 31,73$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,28$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 5,57$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 1,61$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,39\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 2,27$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 4,99$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	37,58	11	-	
Вариантов	31,73	2	15,865	25,6
Повторений	0,28	3	0,093	170,6
Ошибка	5,57	9	0,62	
F_{05}	4,26			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 60

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха Зарянка в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2008 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	97,2	96,6	96,4	97,0	387,2	96,8
1,4	98,7	97,8	98,5	98,6	393,6	98,4
1,6	101,2	100,8	101,2	99,2	402,4	100,6
Σp	297,1	295,2	296,1	294,8	1183,2	98,6

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 98,6$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 116663,52$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 32,78$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 29,13$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1,0467$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,6033$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,75$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,76\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,06$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,33$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	32,78	11	-	
Вариантов	29,13	2	14,565	50,4
Повторений	1,0467	3	0,3489	41,75
Ошибка	2,6033	9	0,289	
F_{05}	4,26			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 61

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха Зарянка в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2009 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	108,8	109,2	108,3	108,1	434,4	108,6
1,4	111,6	112,0	111,2	110,8	445,6	111,4
1,6	112,8	112,3	112,0	112,9	450,0	112,5
Σp	333,2	333,5	331,5	331,8	1330	110,8

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 110,8$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 147408,33$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 34,47$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 32,345$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 1,003$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,122$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,32$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,29\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,46$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,005$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	34,47	11	-	
Вариантов	32,35	2	16,175	129,4
Повторений	1,003	3	0,3343	48,4
Ошибка	1,122	9	0,125	
F_{05}	4,26			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 62

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха сорта Алла
в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2007 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	103,4	100,3	102,6	103,7	410,0	102,5
1,4	105,0	104,5	104,2	104,7	418,4	104,6
1,6	107,5	107,0	106,8	107,5	428,8	107,2
Σp	315,9	311,8	313,6	315,9	1257,2	104,7

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 104,7$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 131712,65$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 52,15$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 44,35$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 3,95$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,85$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 1,11$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,06\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,567$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 3,45$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	52,15	11	-	
Вариантов	44,35	2	22,18	51,57
Повторений	3,95	3	1,32	16,8
Ошибка	3,85	9	0,43	
F_{05}	4,26			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 63

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха сорта Алла в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2008 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	80,6	80,2	80,0	80,4	321,2	80,3
1,4	84,4	84,0	83,8	84,6	336,8	84,2
1,6	87,1	86,3	86,4	86,2	346,0	86,5
Σp	252,1	250,5	250,2	251,2	1004	83,6

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 83,6$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 84001,33$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 79,69$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 78,595$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,703$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,392$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,113$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,14\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,16$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,352$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	79,69	11	-	
Вариантов	78,60	2	39,3	914
Повторений	0,703	3	0,234	167,9
Ошибка	0,39	9	0,043	
F_{05}	4,26			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 64

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха сорта Алла в зависимости от норм высева (фаза цветения), 2009 г.

Норма высева, млн шт./га	Высота стеблестоя, см				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	95,1	95,0	94,5	94,2	378,8	94,7
1,4	96,7	97,0	97,4	97,7	388,8	97,2
1,6	99,4	98,6	98,5	98,7	395,2	98,8
Σp	291,2	290,6	290,4	290,6	1162,8	96,9

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 96,9$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 112675,32$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 35,78$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 34,155$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,1133$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,5117$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,436$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,45\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,615$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,35$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	35,78	11	-	
Вариантов	34,155	2	17,08	100,5
Повторений	0,1133	3	0,038	449,5
Ошибка	1,5117	9	0,17	
F_{05}	4,26			

$$F_{\text{фак}} > F_{05}$$

Гипотеза H_0 отвергается

Приложение 65

Динамика роста растений гороха и ячменя в бинарных агроценозах с разным соотношением компонентов и при разных способах их высева

Вариант опыта	Высота растений в разные фазы вегетации гороха, см			
	6-ой лист	бутонизация	цветение	начало образования бобов
2007 г.				
Обычный рядовой посев смесью семян: горох(0,5) + ячмень(3,0)	9,6	34,3	71,1	78,6
	11,4	41,2	63,2	70,3
горох(1,0) + ячмень(2,5)	11,8	36,5	76,4	78,6
	12,8	39,0	74,8	74,7
Посев совмещенный с раздельным высевом компонентов: горох(1,0) + ячмень(2,5)	13,2	41,1	77,1	79,1
	13,7	43,0	74,5	76,7
Посев перекрестный, раздельный: горох(0,5) + ячмень(3,0)	13,0	42,9	78,6	83,3
	13,9	45,5	74,7	77,1
2008 г.				
Обычный рядовой посев смесью семян: горох(0,5) + ячмень(3,0)	8,0	28,5	59,1	65,3
	9,5	34,2	52,5	58,4
горох(1,0) + ячмень(2,5)	9,8	30,3	63,4	65,3
	10,6	32,4	62,1	62,0
Посев совмещенный с раздельным высевом компонентов: горох(1,0) + ячмень(2,5)	11,0	34,1	64,0	65,6
	11,3	35,7	61,8	63,7
Посев перекрестный, раздельный: горох(0,5) + ячмень(3,0)	10,8	35,6	65,3	69,2
	11,5	37,8	62,0	64,0
2009 г.				
Обычный рядовой посев смесью семян: горох(0,5) + ячмень(3,0)	8,2	29,1	60,3	66,7
	9,7	35,0	53,6	59,7
горох(1,0) + ячмень(2,5)	10,0	31,0	64,8	66,7
	10,8	33,1	63,5	63,4
Посев совмещенный с раздельным высевом компонентов: горох(1,0) + ячмень(2,5)	11,2	34,9	65,4	67,1
	11,6	36,48	63,2	65,2
Посев перекрестный, раздельный: горох(0,5) + ячмень(3,0)	11,0	36,4	66,7	70,7
	11,8	38,6	63,4	65,4

Приложение 66

Фото 2 – Общий вид бинарного посева гороха с ячменем в фазу цветения



Приложение 67

Показатели массы 1000 зерен сортов гороха

в зависимости от норм высева

Сорт	Норма высева, млн. шт. на 1 га	Масса 1000 зерен, г			
		2007 г.	2008 г.	2009 г.	среднее
Орловчанин	0,8	268,3	256,4	260,5	261,7
	1,0	268,6	258,2	260,8	262,5
	1,2	269,3	260,1	262,4	263,9
	1,4	271,4	260,8	263,2	265,1
F _{факт}	-	76,2	285,8	79,2	-
F _{05.}	-	3,49	3,49	3,49	-
НСР ₀₅	-	0,92	0,50	0,75	-
Зарянка	1,2	221,4	218,4	220,3	220,0
	1,4	221,8	219,6	220,6	220,6
	1,6	222,3	220,5	221,2	221,3
F _{факт}	-	7,41	57,6	6,05	-
F _{05.}	-	4,26	4,26	4,26	-
НСР ₀₅	-	0,92	0,62	1,12	-

Приложение 68

Дисперсионный анализ данных по массе 1000 зерен гороха сорта

Орловчанин в зависимости от норм высева, 2007 г.

Норма высева	Показатели массы 1000 зерен, г				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	268,3	268,5	268,0	268,4	1073,2	268,3
1,0	268,5	268,8	268,3	268,8	1074,4	268,6
1,2	268,9	269,4	269,0	269,9	1077,2	269,3
1,4	270,8	271,0	271,2	272,6	1085,6	271,4
Σp	1076,5	1077,7	1076,5	1079,7	4310,4	269,4

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 269,4$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 1161221,76$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 26,38$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 23,44$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 1,71$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,23$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,31$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,12\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,4336$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,92$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	26,38	15	-	
Вариантов	23,44	3	7,81	76,2
Повторений	1,71	3	0,57	13,7
Ошибка	1,23	12	0,1025	
F_{05}	3,49			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 69

Дисперсионный анализ данных по массе 1000 зерен гороха сорта

Орловчанин в зависимости от норм высева, 2008 г.

Норма высева	Показатели массы 1000 зерен, г				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	256,0	256,6	256,4	256,6	1025,6	256,4
1,0	258,1	258,4	258,0	258,3	1032,8	258,2
1,2	260,0	260,1	259,8	260,5	1040,4	260,1
1,4	261,2	260,4	260,6	261,0	1043,2	260,8
Σp	1035,3	1035,5	1034,8	1036,4	4142,0	258,8

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 258,8$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 1072260,25$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 48,15$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 47,15$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,335$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,665$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,17$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,06\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,234$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,50$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	48,15	15	-	
Вариантов	47,15	3	15,72	285,82
Повторений	0,335	3	0,1116	140,9
Ошибка	0,665	12	0,055	
F_{05}	3,49			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 70

Дисперсионный анализ данных по массе 1000 зерен гороха сорта
Орловчанин в зависимости от норм высева, 2009 г.

Норма высева	Показатели массы 1000 зерен, г				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	260,2	260,6	260,3	260,9	1042,0	260,5
1,0	261,0	260,5	260,6	261,1	1043,2	260,8
1,2	262,5	262,3	261,8	263,0	1049,6	262,4
1,4	263,1	263,0	263,6	263,1	1052,8	263,2
Σp	1046,8	1046,4	1046,3	1048,1	4187,6	261,7

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 261,7$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 1095999,61$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 21,47$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 19,95$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,515$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,005$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,25$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,1\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,35$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,7546$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	21,47	15	-	
Вариантов	19,95	3	6,65	79,17
Повторений	0,515	3	0,1716	38,8
Ошибка	1,005	12	0,084	
F_{05}	3,49			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 71

Дисперсионный анализ данных по массе 1000 зерен гороха сорта

Зарянка в зависимости от норм высева, 2007 г.

Норма высева	Показатели массы 1000 зерен, г				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	221,6	221,3	221,2	221,5	885,6	221,4
1,4	221,8	222,0	221,1	222,3	887,2	221,8
1,6	222,5	222,2	222,6	221,9	889,2	222,3
Σp	665,9	665,5	664,9	665,7	2662,0	221,8

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 221,8$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 590520,33$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 2,81$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 1,63$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,19$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,99$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,29$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,18\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,4336$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,92$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	2,81	11	-	
Вариантов	1,63	2	0,815	7,41
Повторений	0,19	3	0,063	12,9
Ошибка	0,99	9	0,11	
F_{05}	4,26			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 72

Дисперсионный анализ данных по массе 1000 зерен гороха сорта

Зарянка в зависимости от норм высева, 2008 г.

Норма высева	Показатели массы 1000 зерен, г				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	218,6	218,2	218,1	218,7	873,6	213,4
1,4	220,1	219,8	219,4	219,1	878,4	219,6
1,6	220,7	221,0	220,2	220,1	882,0	220,5
Σp	659,4	659,0	657,7	657,9	2634,0	219,5

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 219,5$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 578163,0$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 10,26$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 8,88$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,69$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,69$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,2$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,09\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,28$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,62$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	10,26	11	-	
Вариантов	8,88	2	4,44	57,66
Повторений	0,69	3	0,23	19,3
Ошибка	0,69	9	0,077	
F_{05}	4,26			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 73

Дисперсионный анализ данных по массе 1000 зерен гороха сорта

Зарянка в зависимости от норм высева, 2009 г.

Норма высева	Показатели массы 1000 зерен, г				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	220,6	220,0	219,7	220,9	881,2	220,3
1,4	220,4	221,0	220,4	220,6	882,4	220,6
1,6	221,0	220,6	221,1	222,1	884,8	221,2
Σp	662,0	661,6	661,2	663,6	2648,4	220,7

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 220,7$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 584501,88$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 4,04$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 1,68$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 1,11$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,25$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,36$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,16\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,51$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,12$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	4,04	11	-	
Вариантов	1,68	2	0,84	6,05
Повторений	1,11	3	0,37	2,27
Ошибка	1,25	9	0,14	
F_{05}	4,26			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 74

Дисперсионный анализ урожайных данных посевного гороха сорта

Орловчанин в зависимости от норм высева, 2007 г.

Норма высева	Урожайность зерна, т/га				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	3,10	2,88	3,34	3,32	12,64	3,16
1,0	3,94	3,80	3,76	3,86	15,36	3,84
1,2	4,36	4,16	4,08	4,36	16,96	4,24
1,4	3,80	3,72	3,68	3,84	15,04	3,76
Σp	15,2	14,56	14,86	15,38	60,0	3,75

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 3,75$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 225,0$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 2,62$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 2,39$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0994$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,1306$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0325$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,87\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,046$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,098$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	2,62	15	-	
Вариантов	2,39	3	0,7967	73,77
Повторений	0,0994	3	0,03313	24,05
Ошибка	0,13	12	0,0108	
F_{05}	3,49			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 75

Дисперсионный анализ урожайных данных посевного гороха сорта

Орловчанин в зависимости от норм высева, 2008 г.

Норма высева	Урожайность зерна, т/га				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	2,08	2,15	2,06	2,11	8,40	2,10
1,0	2,42	2,33	2,28	2,41	9,44	2,36
1,2	2,30	2,26	2,21	2,35	9,12	2,28
1,4	1,78	1,80	1,91	1,87	7,36	1,84
Σp	8,58	8,54	8,46	8,74	34,32	2,14

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 2,14$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 73,6164$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,6776$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,638$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0104$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0292$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0073$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,48\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0103$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,022$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	0,6776	15	-	
Вариантов	0,638	3	0,2127	88,63
Повторений	0,0104	3	0,0035	60,8
Ошибка	0,0292	12	0,0024	
F_{05}	3,49			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 76

Дисперсионный анализ урожайных данных посевного гороха сорта

Орловчанин в зависимости от норм высева, 2009 г.

Норма высева	Урожайность зерна, т/га				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	2,64	2,72	2,58	2,62	10,56	2,64
1,0	2,80	2,76	2,72	2,84	11,12	2,78
1,2	2,55	2,48	2,58	2,51	10,12	2,53
1,4	2,10	2,16	2,26	2,20	8,72	2,18
Σp	10,09	10,12	10,14	10,17	40,52	2,53

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 2,53$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 102,6169$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,8261$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,7883$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,00085$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,03695$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,009$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,36\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,013$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,028$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	0,8261	15	-	
Вариантов	0,7883	3	0,2628	87,6
Повторений	0,00085	3	0,00028	938,6
Ошибка	0,03695	12	0,003	
F_{05}	3,49			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 77

Дисперсионный анализ урожайных данных по гороху Орловчанин
в зависимости от норм высева, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Норма высева	Урожайность зерна, т/га			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
0,8	3,16	2,10	2,64	7,9	2,63
1,0	3,84	2,36	2,78	8,98	2,99
1,2	4,24	2,28	2,53	9,05	3,01
1,4	3,76	1,84	2,18	7,78	2,59
Σp	15,0	8,58	10,13	33,71	3,75

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 3,7455$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 94,697$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 6,5643$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 5,6113$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,4634$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,4896$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,1413$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 3,8\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,199$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,44$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	6,5643	11	-	
Вариантов	5,6113	3	1,8704	30,6
Повторений	0,4634	2	0,2317	8,1
Ошибка	0,4896	8	0,0612	
F_{05}	4,07			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается.

Приложение 78

Дисперсионный анализ урожайных данных по гороху Зарянке в зависимости от норм высева, 2007 г.

Норма высева	Урожайность зерна, т/га				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	1,78	1,71	1,73	1,74	6,96	1,74
1,4	1,91	1,86	1,85	1,90	7,52	1,88
1,6	2,18	2,15	2,14	2,17	8,64	2,16
Σp	5,87	5,72	5,72	5,81	23,12	1,92

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 1,92$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 44,5445$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,3721$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,3659$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0054$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0008$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,014$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,73\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,019$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,04$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	0,3721	11	-	
Вариантов	0,3659	2	0,1829	2286,2
Повторений	0,0054	3	0,0018	101,61
Ошибка	0,0008	9	0,0008	
F_{05}	4,26			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 79

Дисперсионный анализ урожайных данных гороха Зарянки

в зависимости от норм высева, 2008 г.

Норма высева	Урожайность зерна, т/га				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	1,50	1,44	1,45	1,45	5,84	1,46
1,4	1,71	1,62	1,65	1,70	6,68	1,67
1,6	1,50	1,47	1,46	1,49	5,92	1,48
Σp	4,71	4,53	4,56	4,64	18,44	1,53

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 1,53$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 28,3361$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,1161$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,1075$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0066$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,002$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0006$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,04\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0008$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,002$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	0,1161	11	-	
Вариантов	0,1075	2	0,0538	269,0
Повторений	0,0066	3	0,0022	24,5
Ошибка	0,002	9	0,0002	
F_{05}	4,26			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 80

Дисперсионный анализ урожайных данных по гороху Зарянка

в зависимости от норм высева, 2009 г.

Норма высева	Урожайность зерна, т/га				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	1,50	1,53	1,51	1,54	6,08	1,52
1,4	1,70	1,68	1,67	1,71	6,76	1,69
1,6	1,60	1,57	1,58	1,57	6,32	1,58
Σp	4,80	4,78	4,76	4,82	19,16	1,59

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 1,59$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 30,5921$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,0621$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,0595$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0007$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0019$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0005$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,05\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0008$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,002$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	0,0621	11	-	
Вариантов	0,0595	2	0,02975	148,75
Повторений	0,0007	3	0,00023	129,3
Ошибка	0,0019	9	0,0002	
F_{05}	4,26			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 81

Дисперсионный анализ урожайных данных по гороху Зарянка
в зависимости от норм высева, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Норма высева	Урожай по площадкам, т/га			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
1,2	1,74	1,46	1,52	4,72	1,57
1,4	1,88	1,67	1,69	5,24	1,75
1,6	2,16	1,48	1,58	5,22	1,74
Σp	5,78	4,61	4,79	15,18	1,68

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 1,6866$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 34,0$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,0938$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,0804$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,011$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0024$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,024$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,42\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,03$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,06$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	0,0938	8	-	
Вариантов	0,0804	2	0,0402	100,5
Повторений	0,011	2	0,0055	7,3
Ошибка	0,0024	6	0,0004	
F_{05}	5,14			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по урожайности гороха Зарянки в зависимости от норм высева существенны между вариантами 1,2 и 1,4 и 1,6 млн.

Приложение 82

Влияние норм высева на отдельные элементы структуры урожая
разных сортов гороха

Сорт	Норма высева, млн шт. на 1га	Густота стояния перед уборкой, шт./м ²	Масса зерна с 1 растения, г	Урожай зерна, т/га
Орловчанин				
2007 г.	0,8	43	4,38	1,88
	1,0	51	4,23	2,16
	1,2	55	3,94	2,17
	1,4	65	2,90	1,88
2008 г.	0,8	57	5,77	3,29
	1,0	67	5,58	3,74
	1,2	73	5,20	3,80
	1,4	85	3,82	3,25
2009 г.	0,8	53	5,30	2,81
	1,0	62	5,13	3,18
	1,2	67	4,78	3,20
	1,4	78	3,51	2,74
Зарянка				
2007 г.	1,2	65	1,77	1,15
	1,4	75	1,72	1,29
	1,6	79	1,63	1,29
2008 г.	1,2	84	2,26	1,89
	1,4	96	2,20	2,11
	1,6	101	2,08	2,10
2009 г.	1,2	79	2,14	1,69
	1,4	90	2,08	1,87
	1,6	96	1,96	1,88

Приложение 83

Дисперсионный анализ показателей густоты стеблестоя
гороха Орловчанина перед уборкой урожая в зависимости от
норм высева, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Норма высева	Густота стеблестоя, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
0,8	43	57	53	153	51
1,0	51	67	62	180	60
1,2	55	73	67	195	65
1,4	65	85	78	228	76
Σp	214	282	260	756	63

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 63$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 47628$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1590$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 610$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 978$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,58$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,01\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,814$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,79$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	1590	11	-	
Вариантов	610	3	203,33	813,32
Повторений	978	2	489	0,42
Ошибка	2	8	0,25	
F ₀₅	4,07			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 84

Дисперсионный анализ данных по массе зерна с 1 растения
в зависимости от норм высева гороха Орловчанина,
(в среднем за 2007-2009 гг.)

Норма высева	Масса зерна с 1 растения, г			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
0,8	4,38	5,77	5,30	15,45	5,15
1,0	4,23	5,58	5,13	14,94	4,98
1,2	3,94	5,20	4,78	13,92	4,64
1,4	2,90	3,82	3,51	10,23	3,41
Σp	15,45	20,37	18,72	54,54	4,545

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 4,545$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 247,8843$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 8,7637$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 3,1352$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 5,5575$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,071$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0205$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,45\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0289$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,064$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	8,7637	11	-	
Вариантов	3,1352	3	1,0451	117,76
Повторений	5,5575	2	2,77875	0,376
Ошибка	0,071	8	0,008875	
F_{05}	4,07			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 85

Дисперсионный анализ урожайных данных по гороху Орловчанину в зависимости от норм высева, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Норма высева	Урожай по площадкам, т/га			$\sum v$	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
0,8	1,88	3,29	2,81	7,98	2,66
1,0	2,16	3,74	3,18	9,08	3,026667
1,2	2,17	3,80	3,20	9,17	3,056667
1,4	1,88	3,25	2,74	7,87	2,623333
$\sum p$	8,09	14,08	11,93	34,1	2,842

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 2,842$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 96,90083$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 5,11277$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 4,60407$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,48337$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,02533$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0073$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,26\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,01031$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,023$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	5,11277	11	-	
Вариантов	4,60407	3	1,53469	548,1
Повторений	0,48337	2	0,241685	6,35
Ошибка	0,02533	8	0,0028	
F_{05}	4,07			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 86

Дисперсионный анализ данных по густоте стеблестоя гороха Зарянки перед уборкой урожая в зависимости от норм высева,

(в среднем за 2007-2009 гг.)

Норма высева	Густота стеблестоя, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
1,2	65	84	79	228	76
1,4	75	96	90	261	87
1,6	79	101	96	276	92
Σ_p	219	281	265	765	85

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 85$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 65025$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1096$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 690,67$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 402$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,33$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 1,11$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,05\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,5651$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 3,6154$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	1096	8	-	
Вариантов	690,67	2	345,335	622,23
Повторений	402	2	201	1,72
Ошибка	3,33	6	0,555	
F_{05}	5,14			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 87

Дисперсионный анализ данных по массе зерна с 1 растения
гороха Зарянки в зависимости от норм высева,
(в среднем за 2007-2009 гг.)

Норма высева	Масса зерна с 1 растения, г			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
1,2	1,77	2,26	2,14	6,17	2,06
1,4	1,72	2,20	2,08	6,00	2,00
1,6	1,63	2,08	1,96	5,67	1,89
Σ_p	5,12	6,54	6,18	17,84	1,98

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 1,98$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 35,3628$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,407$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,36333$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,04313$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,00054$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,00018$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,01\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0002538$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,00059$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	0,407	8	-	
Вариантов	0,36333	2	0,181665	2018,5
Повторений	0,04313	2	0,021565	8,4241
Ошибка	0,00054	6	0,00009	
F_{05}	5,14			

$F_{фак} < F_{05}$ и H_0 не отвергается. Различия между вариантами не существенны.

Приложение 88

Дисперсионный анализ урожайных данных по гороху Зарянке
в зависимости от норм высева, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Норма высева	Урожай по площадкам, т/га			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
1,2	1,15	1,89	1,69	4,73	1,576667
1,4	1,29	2,11	1,87	5,27	1,756667
1,6	1,29	2,10	1,88	5,27	1,756667
Σp	3,73	6,10	5,44	15,27	1,696666

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 1,69666$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 25,9081$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1,0642$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,9974$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0648$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,002$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,00066$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,04\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00094$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0022$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	1,0642	8	-	
Вариантов	0,9974	2	0,4987	1511,2
Повторений	0,0648	2	0,0324	15,4
Ошибка	0,002	6	0,00033	
F_{05}	5,14			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по урожайности гороха Зарянки в зависимости от норм высева существенны между вариантами 1,2 и 1,4 и 1,6млн.

Приложение 89

Продуктивность сортов гороха в одновидовых
и бинарных агроценозах с ячменем при разных соотношениях
компонентов, в среднем за 2007-2009 гг.

Культура, сорт, смесь	Норма высева		Густота стеблестоя, шт./м ²	Сбор с 1 га, т			
	млн шт. на 1 га	%		зеленой массы	сухой массы	КЕ	ПП
Орловчанин	1,5	100	114	22,5	4,66	2,97	0,540
Зарянка	1,5	100	131	26,8	5,55	3,53	0,641
F _{факт}	-	-	32975,3	9635,3	-	-	-
F ₀₅	-	-	7,71	7,71	-	-	-
НСР ₀₅	-	-	4,94	1,14	-	-	-
Ячмень Нутанс 553	4,5	100	369	15,5	3,38	3,36	0,310
Орловчанин + ячмень	0,5 4,0	12 88	29 304	6,99 12,80	1,45 2,79	0,92 2,77	0,168 0,256
В сумме	4,5	100	333	19,79	4,24	3,69	0,424
Зарянка + ячмень	0,5 4,0	12 88	36 288	8,68 12,60	1,81 2,75	1,15 2,74	0,210 0,266
В сумме	4,5	100	324	21,28	4,56	3,89	0,476
Орловчанин + ячмень	1,0 3,5	22 78	66 245	16,0 10,3	3,32 2,24	2,11 2,23	0,384 0,206
В сумме	4,5	100	311	26,3	5,56	4,34	0,590
Зарянка + ячмень	1,0 3,5	22 78	72 234	18,2 9,7	3,84 2,18	2,44 2,17	0,444 0,200
В сумме	4,5	100	306	27,9	6,02	4,61	0,644
Орловчанин + ячмень	1,5 3,0	33 67	112 204	21,4 8,6	4,44 1,87	2,82 1,86	0,513 0,172
В сумме	4,5	100	316	30,0	6,31	4,68	0,685
Зарянка + ячмень	1,5 3,0	33 67	122 224	24,3 8,4	5,04 1,80	3,20 1,79	0,572 0,165
В сумме	4,5	100	346	32,7	6,84	4,99	0,737
F _{факт}	-	-	1944,6	6651,7	-	-	-
F ₀₅	-	-	2,85	2,85	-	-	-
НСР ₀₅	-	-	9,67	1,37	-	-	-

Приложение 90

Продуктивность сортов гороха в одновидовых и бинарных агроценозах с
ячменем при разных соотношениях компонентов

Культура, сорт, смесь	Норма высе- ва		Густота стеблестоя, шт./м ²	Сбор с 1 га, т			
	млн шт. на 1 га	%		зеленой массы	сухой массы	КЕ	ПП
1	2	3	4	5	6	7	8
2007 г.							
Орловчанин	1,5	100	103	2,0	0,42	0,27	0,049
Зарянка	1,5	100	118	2,4	0,50	0,32	0,058
2008 г.							
Орловчанин	1,5	100	123	24,3	5,03	3,21	0,583
Зарянка	1,5	100	142	28,9	5,99	3,81	0,692
2009 г.							
Орловчанин	1,5	100	209	41,2	8,53	5,44	0,988
Зарянка	1,5	100	240	49,0	10,16	6,46	1,173
2007 г.							
Ячмень Ну- танс 553	4,5	100	336	14,11	3,08	3,06	0,282
Орловчанин + ячмень	0,5	12	26	6,36	1,32	0,84	0,153
	4,0	88	277	11,65	2,54	2,52	0,233
В сумме	4,5	100	303	18,01	3,86	3,36	0,386
Зарянка + ячмень	0,5	12	33	7,35	1,65	1,05	0,191
	4,0	88	262	11,47	2,50	2,49	0,242
В сумме	4,5	100	295	19,36	4,15	3,54	0,433
Орловчанин + ячмень	1,0	22	60	14,56	3,02	1,92	0,349
	3,5	78	223	9,37	2,04	2,03	0,187
В сумме	4,5	100	283	23,93	5,06	3,94	0,537
Зарянка + ячмень	1,0	22	66	16,56	3,49	2,22	0,404
	3,5	78	213	8,83	1,98	1,97	0,182
В сумме	4,5	100	278	25,39	5,48	4,20	0,586
Орловчанин + ячмень	1,5	33	102	19,47	4,04	2,56	0,467
	3,0	67	186	7,83	1,70	1,69	0,156
В сумме	4,5	100	288	27,30	5,74	4,26	0,623
Зарянка + ячмень	1,5	33	111	22,11	4,59	2,91	0,521
	3,0	67	204	7,64	1,64	1,63	0,150
В сумме	4,5	100	315	29,76	6,22	4,54	0,671

Продолжение к приложению 90

1	2	3	4	5	6	7	8
2008 г.							
Ячмень Нутанс 553	4,5	100	402	16,90	3,68	3,66	0,338
Орловчанин + ячмень	0,5 4,0	12 88	32 331	7,62 13,95	1,58 3,04	1,00 3,02	0,183 0,279
В сумме	4,5	100	363	21,57	4,62	4,02	0,462
Зарянка + ячмень	0,5 4,0	12 88	39 314	8,81 13,74	1,97 3,00	1,25 2,99	0,229 0,290
В сумме	4,5	100	353	23,20	4,97	4,24	0,519
Орловчанин + ячмень	1,0 3,5	22 78	72 267	17,44 11,23	3,62 2,44	2,30 2,43	0,419 0,225
В сумме	4,5	100	339	28,67	6,06	4,73	0,643
Зарянка + ячмень	1,0 3,5	22 78	79 255	19,84 10,57	4,19 2,38	2,66 2,36	0,484 0,218
В сумме	4,5	100	334	30,41	6,56	5,02	0,702
Орловчанин + ячмень	1,5 3,0	33 67	122 222	23,33 9,37	4,84 2,04	3,07 2,03	0,560 0,187
В сумме	4,5	100	344	32,70	6,88	5,10	0,747
Зарянка + ячмень	1,5 3,0	33 67	133 244	26,49 9,16	5,49 1,96	3,49 1,95	0,623 0,180
В сумме	4,5	100	377	35,64	7,46	5,44	0,803
2009 г.							
Ячмень Нутанс 553	4,5	100	369	15,5	3,38	3,36	0,31
Орловчанин + ячмень	0,5 4,0	12 88	29 304	6,99 12,8	1,45 2,79	0,92 2,77	0,168 0,256
В сумме	4,5	100	333	19,79	4,24	3,69	0,424
Зарянка + ячмень	0,5 4,0	12 88	36 288	8,08 12,6	1,81 2,75	1,15 2,74	0,21 0,266
В сумме	4,5	100	324	21,28	4,56	3,89	0,476
Орловчанин + ячмень	1,0 3,5	22 78	66 245	16 10,3	3,32 2,24	2,11 2,23	0,384 0,206
В сумме	4,5	100	311	26,3	5,56	4,34	0,59
Зарянка + ячмень	1,0 3,5	22 78	72 234	18,2 9,7	3,84 2,18	2,44 2,17	0,444 0,2
В сумме	4,5	100	306	27,9	6,02	4,61	0,644
Орловчанин + ячмень	1,5 3,0	33 67	112 204	21,4 8,6	4,44 1,87	2,82 1,86	0,513 0,172
В сумме	4,5	100	316	30	6,31	4,68	0,685
Зарянка + ячмень	1,5 3,0	33 67	122 224	24,3 8,4	5,04 1,8	3,2 1,79	0,572 0,165
В сумме	4,5	100	346	32,7	6,84	4,99	0,737

Приложение 91

Дисперсионный анализ данных по густоте стеблестоя сортов гороха в одновидовых агроценозах, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Сорт	Густота стеблестоя, шт. на 1м ²			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
Орловчанин	103	123	209	332	110,6667
Зарянка	118	142	240	500	166,6667
Σp	118	265	449	832	138,666

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 138,6666$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 115370,66$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 32244,72$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 27534,34$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 4707,04$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,34$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 1,36$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,13\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,92$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 4,94$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	32244,72	5	-	
Вариантов	27534,34	1	27534,34	32975,3
Повторений	4707,04	2	2353,52	11,7
Ошибка	3,34	4	0,835	
F ₀₅	7,71			

F_{фак} > F₀₅ и H₀ отвергается.

Приложение 92

Дисперсионный анализ данных по сбору зеленой массы сортов гороха в
одновидовых посевах, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Сорт	Сбор зеленой массы, т/га			Σv	\bar{x}
	2007г.	2008г.	2009г.		
Орловчанин	2,0	24,3	41,2	67,5	22,5
Зарянка	2,4	28,9	49,0	80,3	26,76667
Σp	4,4	53,2	90,2	147,8	24,63

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 24,63$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 3640,806$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1893,094$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 1862,014$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 30,307$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,773$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,3156$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 1,3\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,445$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,14$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	1893,094	5	-	
Вариантов	1862,014	1	1862,014	9635,3
Повторений	30,307	2	15,1535	122,88
Ошибка	0,773	4	0,19325	
F_{05}	7,71			

$F_{фак} < F_{05}$ и H_0 не отвергается. Различия между вариантами не существенны.

Приложение 93

Дисперсионный анализ данных по густоте стеблестоя сортов гороха в бинарных агроценозах с ячменем, с разным соотношением компонентов,

(в среднем за 2007-2009 гг.)

Культура, сорт, смесь	Норма высева		Густота стеблестоя, шт. на 1м ²			$\sum v$	\bar{x}
	млн шт./га	%	2007г.	2008г.	2009г.		
Ячмень Нутанс 553	4,5	100	336	402	369	1107	369
Горох Орловчанин + ячмень	0,5	12	303	363	333	999	333
	4,0	88					
Горох Зарянка + ячмень	0,5	12	295	353	324	972	324
	4,0	88					
Горох Орловчанин + ячмень	1,0	22	283	339	311	933	311
	3,5	78					
Горох Зарянка + ячмень	1,0	22	273	334	306	913	304,33
	3,5	78					
Горох Орловчанин + ячмень	1,5	33	288	344	316	948	316
	3,0	67					
Горох Зарянка + ячмень	1,5	33	315	377	346	1038	346
	3,0	67					
$\sum p$	-	-	2093	2512	2305	6910	329,05

$$n = L \times N = 21$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 329,05$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 2273719,0476$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 21649,9524$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 12540,9524$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 9093,9524$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 15,0476$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 3,2836$$

$$S\bar{x}^0\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,99\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 4,63$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 9,6766$$

Продолжение к приложению 93

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	21649,9524	20	-	
Вариантов	12540,9524	6	2090,159	1944,644
Повторений	9093,9524	2	4546,976	0,459681
Ошибка	15,0476	14	1,074829	
F_{05}	2,85			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 94

Фото 3 – Высота стеблестоя бинарного посева гороха с ячменем при норме высева 1,5 млн шт./га + 3,0 млн шт./га



Приложение 95

Дисперсионный анализ данных по сбору зеленой массы с вариантов сортов гороха в бинарных посевах с ячменем при разных соотношениях компонентов, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Культура, сорт, смесь	Норма высева		Урожай зеленой массы, т/га			Σ_b	\bar{x}
	млн шт./га	%	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Ячмень Нутанс 553	4,5	100	14,11	16,90	15,5	46,51	15,5
Горох Орловчанин + ячмень	0,5 4,0	12 88	18,01	31,57	19,79	69,37	23,1
Горох Зарянка + ячмень	0,5 4,0	12 88	19,36	23,20	21,28	63,84	21,2
Горох Орловчанин + ячмень	1,0 3,5	22 78	23,93	28,67	26,3	78,9	26,3
Горох Зарянка + ячмень	1,0 3,5	22 78	25,39	36,41	27,9	89,7	29,9
Горох Орловчанин + ячмень	1,5 3,0	33 67	27,30	32,70	30,0	90,0	30,0
Горох Зарянка + ячмень	1,5 3,0	33 67	29,76	35,64	32,7	98,1	32,7
Σ_p	-	-	100,8	136,75	110,77	348,32	16,58

$$n = L \times N = 21$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 16,58$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 5777,4677$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 8800,8323$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 6105,4173$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 2693,2733$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,1417$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,4674$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,17\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,6589$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,377$$

Продолжение к приложению 95

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	8800,8323	20	-	
Вариантов	6105,4173	6	1017,57	6651,713
Повторений	2693,2733	2	1346,637	0,755638
Ошибка	2,1417	14	0,152979	
F_{05}	2,85			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 96

Полевая всхожесть и сохранность растений гороха и проса в одновидовых и бинарных посевах с разным соотношением компонентов и при разных способах высева семян

Культура, сорт	Норма высева		Полевая всхожесть, %	Сохранность растений, %
	млн шт. на 1га	%		
1	2	3	4	5
2007 г.				
Горох Орловчанин	1,40	100	51,0	75,1
Горох Зарянка	1,40	100	53,0	76,7
Просо Ильиновское	4,50	100	68,5	68,5
2008 г.				
Горох Орловчанин	1,40	100	67,4	99,3
Горох Зарянка	1,40	100	69,6	101,4
Просо Ильиновское	4,50	100	90,5	90,5
2009 г.				
Горох Орловчанин	1,40	100	57,4	84,6
Горох Зарянка	1,40	100	59,3	86,4
Просо Ильиновское	4,50	100	77,1	77,1
Высев смесью семян				
2007 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	20 80	50,2 64,6	74,8 60,7
В сумме	4,50	100	61,8	62,9
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	20 80	54,9 62,7	77,1 56,4
В сумме	4,50	100	60,7	60,1
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	30 70	47,8 60,7	72,4 55,3
В сумме	4,50	100	56,7	59,5
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	30 70	53,6 57,7	75,1 54,8
В сумме	4,50	100	56,4	55,0
2008 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	20 80	62,04 79,86	92,4 75,0
В сумме	4,50	100	76,23	77,8
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	20 80	67,87 77,44	95,3 69,7
В сумме	4,50	100	75,02	74,3
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	30 70	59,07 75,02	89,4 68,3
В сумме	4,50	100	70,1	73,5
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	30 70	66,2 71,3	92,8 67,8

Продолжение к приложению 96

1	2	3	4	5
В сумме	4,50	100	69,7	68,0
2009 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	20 80	57,0 73,3	84,8 69,0
В сумме	4,50	100	70,0	71,4
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	20 80	62,3 71,1	87,5 64,0
В сумме	4,50	100	69,0	68,2
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	30 70	54,2 69,0	82,1 62,7
В сумме	4,50	100	64,3	67,5
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	30 70	60,8 65,5	85,2 62,2
В сумме	4,50	100	64,0	62,4
Высев семян компонентов раздельный				
2007 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	20 80	52,2 68,0	77,0 63,5
В сумме	4,50	100	64,8	65,6
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	20 80	58,2 64,6	77,8 58,4
В сумме	4,50	100	63,3	58,0
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	30 70	49,5 63,5	75,1 57,1
В сумме	4,50	100	59,2	61,6
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	30 70	56,8 59,1	78,8 58,2
В сумме	4,50	100	58,4	64,2
2008 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	20 80	64,5 84,0	95,2 78,4
В сумме	4,50	100	80,08	81,1
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	20 80	71,9 79,9	96,1 72,2
В сумме	4,50	100	78,2	71,7
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	30 70	61,2 78,4	92,8 70,6
В сумме	4,50	100	73,2	76,1
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	30 70	70,2 73,0	97,4 71,9
В сумме	4,50	100	72,2	79,3

Продолжение к приложению 96

1	2	3	4	5
2009 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	20 80	59,2 77,2	87,4 72,0
В сумме	4,50	100	73,5	74,4
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	20 80	66,1 73,3	88,3 66,3
В сумме	4,50	100	71,8	65,9
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	30 70	56,1 72,0	85,2 64,8
В сумме	4,50	100	67,2	69,9
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	30 70	64,4 67,1	89,4 66,1
В сумме	4,50	100	66,3	72,8

Приложение 97

Урожай зеленой массы и его структура в агроценозах гороха и проса в одновидовых, смешанных и совместных посевах с разным соотношением компонентов

Вариант опыта	Норма высева, млн шт./га	Число растений на 1 м ² к уборке, шт.	Масса сухого вещества 1 растения, г	Урожай зеленой массы, т/га
1	2	3	4	5
2007 г.				
Горох Орловчанин	1,40	54	3,42	10,7
Горох Зарянка	1,40	57	3,61	11,9
Просо Ильиновское	4,50	211	2,33	25,8
2008 г.				
Горох Орловчанин	1,40	94	4,76	14,9
Горох Зарянка	1,40	99	5,02	16,6
Просо Ильиновское	4,50	368	3,24	35,9
2009 г.				
Горох Орловчанин	1,40	65	3,62	11,3
Горох Зарянка	1,40	69	3,82	12,6
Просо Ильиновское	4,50	177	2,47	27,3
Смешанные посевы				
2007 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	34 141	2,12 1,68	4,01 13,23
В сумме	4,50	175	3,80	17,24
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	38 127	3,17 1,53	6,70 10,87
В сумме	4,50	165	4,70	17,57
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	47 106	2,90 2,46	7,12 7,35
В сумме	4,50	153	5,36	14,47
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	54 99	3,49 2,03	7,53 11,28
В сумме	4,50	153	5,52	18,81
2008 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	52 216	2,62 2,08	4,96 16,35
В сумме	4,50	268	4,70	21,31
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	58 194	3,92 1,89	8,28 13,43
В сумме	4,50	252	5,81	21,71
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	71 161	3,59 3,04	8,80 9,09
В сумме	4,50	232	6,63	17,89

Продолжение к приложению 97

1	2	3	4	5
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	83 152	4,31 2,51	9,31 13,94
В сумме	4,50	235	6,82	23,25
2009 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	43 177	2,40 1,91	4,56 15,01
В сумме	4,50	221	4,31	19,57
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	48 162	3,60 1,74	7,61 12,33
В сумме	4,50	210	5,34	19,94
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	59 132	3,29 2,79	8,08 8,34
В сумме	4,50	191	6,08	16,42
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	16 127	3,96 2,30	8,54 12,80
В сумме	4,50	143	6,26	21,34
Совместный посев с отдельным высевом семян				
2007 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	36 155	2,33 1,76	4,72 15,24
В сумме	4,50	191	4,09	19,96
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	41 136	3,18 1,57	7,16 11,81
В сумме	4,50	177	4,75	18,97
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	50 111	2,29 2,24	6,35 14,24
В сумме	4,50	161	4,53	20,59
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	60 108	2,48 1,67	8,30 10,08
В сумме	4,50	168	4,15	18,38
2008 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	55 237	3,01 2,28	6,09 19,67
В сумме	4,50	292	5,29	25,76
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	62 208	4,11 2,02	9,24 15,24
В сумме	4,50	270	6,13	24,48
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	77 174	2,95 2,90	8,20 18,38
В сумме	4,50	251	5,85	26,58
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	92 165	3,20 2,15	10,71 13,01
В сумме	4,50	257	5,35	23,72

Продолжение к приложению 97

1	2	3	4	5
2009 г.				
Горох Орловчанин + просо	0,9 3,6	47 196	2,79 2,11	5,65 18,25
В сумме	4,50	243	4,90	23,9
Горох Зарянка + просо	0,9 3,6	50 169	3,81 1,87	8,57 14,14
В сумме	4,50	219	5,68	22,71
Горох Орловчанин + просо	1,35 3,15	62 147	2,74 2,69	7,61 17,06
В сумме	4,50	209	5,43	24,67
Горох Зарянка + просо	1,35 3,15	76 138	2,97 2,00	9,94 12,07
В сумме	4,50	214	4,97	22,01

Приложение 98

Показатели фотосинтетической деятельности сортов гороха

в одновидовых и бинарных посевах с ячменем

(фаза образования бобов)

Варианты опыта	Площадь листьев, тыс.м ² /га	ФП, млн м ² сут./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Сбор сухой биомассы	
				т/га	ГДж/га
Сорт гороха Орловчанин					
2007 г.					
Горох(1,0)	26,9	1,88	1,62	3,47	71,02
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	45,2	3,16	1,87	6,73	137,81
2008 г.					
Горох(1,0)	33,35	2,33	2,01	4,29	87,96
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	56,03	3,91	2,32	8,34	170,69
2009 г.					
Горох(1,0)	31,52	2,20	1,89	4,06	83,12
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	52,94	3,70	2,19	7,88	161,30
Сорт гороха Зарянка					
2007 г.					
Горох(1,0)	30,4	2,1	11,5	4,1	83,1
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	52,2	3,4	1,9	7,4	151,7
2008 г.					
Горох(1,0)	36,9	2,6	13,9	4,9	100,9
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	63,3	4,1	2,4	9,0	184,0
2009 г.					
Горох(1,0)	35,2	2,5	13,3	4,7	96,2
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	60,4	3,9	2,2	8,6	175,5

Приложение 99

Дисперсионный анализ данных по площади листьев гороха сорта
Орловчанина в одновидовых и бинарных посевах,
в среднем за 2007 – 2009 гг.

Вариант опыта	Площадь листьев, тыс. м ² /га			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох(1,0)	26,9	33,35	31,52	91,77	30,59
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	45,2	56,03	52,94	154,17	51,39
Σp	72,1	89,38	84,46	245,94	40,99

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_o = \frac{\Sigma x}{n} = 40,99$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 10081,0806$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 733,3094$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 83,2594$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 648,9594$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,0906$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,445$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 1,09\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,63$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,61$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	733,3094	5	-	
Вариантов	83,2594	1	83,2594	305,371
Повторений	648,9594	2	648,959	0,256594
Ошибка	1,0906	4	1,0906	
F ₀₅	7,71			

F_{фак} > F₀₅ и H₀ отвергается. Различия существенны.

Приложение 100

Дисперсионный анализ данных по урожаю сухой массы гороха сорта Орловчанина в одновидовых и бинарных посевах, в среднем за 2007–2009 гг.

Вариант опыта	Сбор сухой массы, т/га			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох(1,0)	3,47	4,29	4,06	11,82	3,94
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	6,73	8,34	7,88	22,95	7,65
Σp	10,2	12,63	11,94	34,77	5,795

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 5,795$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 201,49215$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 22,37935$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 1,56815$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 20,64615$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,16505$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,06738$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,001\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,095$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,24$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	22,37935	5	-	
Вариантов	1,56815	1	1,56815	38,00424
Повторений	20,64615	2	10,32308	0,151907
Ошибка	0,16505	4	0,041263	
F_{05}	7,71			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия существенны.

Приложение 101

Дисперсионный анализ данных по площади листьев гороха
в одновидовых и бинарных посевах, сорт Зарянка
в среднем за 2007 – 2009 гг.

Вариант опыта	Площадь листьев, тыс. м ² /га			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох(1,0)	30,4	36,9	36,9	104,2	34,73
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	52,2	63,3	63,3	178,8	59,6
Σp	82,6	100,2	100,2	283	47,16

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_o = \frac{\Sigma x}{n} = 47,16$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 13348,1666$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1037,8334$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 109,2534$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 927,5234$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,0566$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,43$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,91\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,61$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,56$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	1037,8334	5	-	
Вариантов	109,2534	1	109,2534	413,6034
Повторений	927,5234	2	463,7617	0,235581
Ошибка	1,0566	4	0,26415	
F ₀₅	7,71			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия существенны.

Приложение 102

Дисперсионный анализ данных по сухой массе гороха Зарянка
в одновидовых и бинарных посевах, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Вариант опыта	Сбор сухой массы, т/га			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох(1,0)	4,1	4,9	4,7	13,7	4,56
Горох(1,0) + ячмень(2,5)	7,4	9,0	8,6	25,0	8,33
Σp	11,5	13,9	13,3	38,7	6,45

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_o = \frac{\Sigma x}{n} = 6,45$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 249,615$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 23,015$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 1,56$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 21,2817$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,1733$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,071$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,28\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,09976$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,26$$

Оценка результатов анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	23,015	5	-	
Вариантов	1,56	1	1,56	36,00692
Повторений	21,2817	2	10,64085	0,146605
Ошибка	0,1733	4	0,043325	
F_{05}	7,71			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия существенны.

Приложение 103

Фотосинтетическая деятельность сортов гороха в одновидовых агроценозах

Сорт	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² дн./га	ЧПФ, г/м ² в сутки	Урожай биомассы в сухом состоянии	
				т/га	ГДж/га
2007 г.					
Орловчанин	29,8	1,63	1,87	3,58	73,36
Мультик	23,7	1,47	2,65	4,54	93,05
Зарянка	36,9	2,21	1,48	3,80	77,92
Алла	22,4	1,34	2,29	3,58	73,36
2008 г.					
Орловчанин	38,8	2,13	2,44	4,66	95,54
Мультик	30,9	1,92	3,45	5,91	121,18
Зарянка	48,0	2,88	1,93	4,95	101,47
Алла	29,2	1,75	2,98	4,66	95,54
2009 г.					
Орловчанин	35,2	1,94	2,22	4,24	87,01
Мультик	28,2	1,74	3,14	5,39	110,36
Зарянка	43,8	2,62	1,75	4,51	92,41
Алла	26,7	1,59	2,71	4,24	87,01

Приложение 104

Дисперсионный анализ данных по сбору сухой биомассы разных сортов гороха в период образования бобов, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Сорт	Сухая биомасса, т/га			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	3,58	4,66	4,24	12,48	4,16
Мультик	4,54	5,91	5,39	15,84	5,28
Зарянка	3,80	4,95	4,51	13,26	4,42
Алла	3,58	4,66	4,24	12,48	4,16
Σp	15,5	20,18	1838	54,06	4,505

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_o = \frac{\Sigma x}{n} = 4,505$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 243,5403$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 5,3533$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 2,7864$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 2,5377$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0292$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0084$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,19\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,012$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,026$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	5,3533	11	-	
Вариантов	2,7864	3	0,9288	254,4658
Повторений	2,5377	2	1,26885	0,732001
Ошибка	0,0292	8	0,00365	
F_{05}	4,07			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по биомассе сортов гороха существенны.

Приложение 105

Дисперсионный анализ данных по площади листьев сортов гороха
в фазу образования бобов, в среднем за 2007 – 2009 гг.

Сорт	Площадь листьев, тыс. м ² /га			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	29,8	38,8	35,2	103,8	34,6
Мультик	23,7	30,9	28,2	82,8	27,6
Зарянка	36,9	48,0	43,8	128,7	42,9
Алла	22,4	29,2	26,7	78,3	26,1
Σp	112,8	146,9	133,9	393,6	32,8

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_o = \frac{\Sigma x}{n} = 32,8$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 12910,08$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 685,52$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 148,89$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 534,54$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,09$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,603$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 1,84\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,85$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,87$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	685,52	11	-	
Вариантов	148,89	3	49,63	189,9713
Повторений	534,54	2	267,27	0,185692
Ошибка	2,09	8	0,26125	
F_{05}	4,07			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 106

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков
сортов гороха в фазу бутонизации, 2007 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	17,2	16,4	16,5	16,7	66,8	16,7
Зарянка	21,8	21,2	21,4	21,2	85,6	21,4
Σp	39,0	37,6	37,9	37,9	152,4	19,05

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 19,05$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 2903,22$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 44,8$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 44,18$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,57$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,05$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,11$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,58\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,1551$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,36$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	44,8	7	-	
Вариантов	44,18	1	44,18	5522,5
Повторений	0,57	3	0,19	232,5
Ошибка	0,05	6	0,008	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 107

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на корнях сортов гороха в фазу цветения, 2007 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	45,3	44,8	45,1	44,8	180	45,0
Зарянка	52,8	52,4	52,7	52,1	210	52,5
Σp	98,1	97,2	97,8	96,9	390	48,7

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 48,75$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 19012,5$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 112,98$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 112,5$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,45$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,03$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,086$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,177\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,12$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,28$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	112,98	7	-	
Вариантов	112,5	1	112,5	22500
Повторений	0,45	3	0,15	750
Ошибка	0,03	6	0,005	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по сортам существенны.

Приложение 108

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на одном растении сортов гороха в фазу налива семян, 2007 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	22,6	22,7	22,5	22,6	90,4	22,6
Зарянка	31,3	31,5	31,4	31,4	125,6	31,4
Σp	53,9	54,2	53,9	54,0	216	27,0

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 27,0$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 5832$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 154,92$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 154,88$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,02$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,02$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,00707$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,03\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00997$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,024$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	154,92	7	-	
Вариантов	154,88	1	154,88	46933,3
Повторений	0,02	3	0,0066	23466,6
Ошибка	0,02	6	0,0033	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по количеству клубеньков существенны.

Приложение 109

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на корнях сортов гороха в фазу бутонизации, 2008 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	8,8	8,2	8,4	9,0	34,4	8,6
Зарянка	11,5	11,1	11,4	11,2	45,2	11,3
Σp	20,3	19,3	19,8	20,2	79,6	9,95

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_o = \frac{\Sigma x}{n} = 9,95$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 792,02$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 14,62$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 14,58$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,01$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,03$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0106$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,18\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,014$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,035$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	14,62	7	-	
Вариантов	14,58	1	14,58	2916
Повторений	0,01	3	0,0033	4418,2
Ошибка	0,03	6	0,005	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по вариантам существенны.

Приложение 110

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на корнях сортов гороха в фазу цветения, 2008 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	16,8	16,1	16,3	16,4	65,6	16,4
Зарянка	29,0	28,6	28,7	28,5	114,8	28,7
Σp	45,8	44,7	45,0	44,9	180,4	22,5

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 22,55$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 4068,02$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 302,98$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 302,58$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,35$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,05$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,11$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,49\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,155$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,37$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	302,98	7	-	
Вариантов	302,58	1	302,58	37822
Повторений	0,35	3	0,1166	2595,03
Ошибка	0,05	6	0,008	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по вариантам существенны.

Приложение 111

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на корнях сортов гороха в период налива семян, 2008 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	5,8	5,2	5,5	5,5	22,0	5,5
Зарянка	13,1	12,8	12,5	12,4	50,8	12,7
Σp	18,9	18,0	18,0	17,9	72,8	9,1

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 9,1$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 662,48$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 104,16$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 103,68$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,33$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,15$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,193$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 2,13\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,27$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,64$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	104,16	7	-	
Вариантов	103,68	1	103,68	4147,2
Повторений	0,33	3	0,11	942,5
Ошибка	0,15	6	0,025	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия сортов по числу клубеньков существенные.

Приложение 112

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на корнях сортов гороха в фазу бутонизации, 2009 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	11,49	11,51	11,52	11,48	46,0	11,5
Зарянка	14,21	14,22	14,19	14,18	56,8	14,2
Σp	25,70	25,37	25,71	25,66	102,8	12,85

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 12,85$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 1320,98$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 14,582$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 14,58$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,0015$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0005$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0002$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,01\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0003$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,00059$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	14,582	7	-	
Вариантов	14,58	1	14,58	175662,6
Повторений	0,0015	3	0,0005	29160
Ошибка	0,0005	6	0,000083	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по вариантам существенны.

Приложение 113

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на корнях сортов гороха в фазу цветения, 2009 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	32,1	32,5	32,7	32,7	130,0	32,5
Зарянка	40,9	41,7	41,4	41,6	165,6	41,4
Σp	73,0	74,2	74,1	74,3	295,6	36,95

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 36,95$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 10922,42$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 159,04$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 158,42$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,55$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,07$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,13$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,36\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,18$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,42$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	159,04	7	-	
Вариантов	158,42	1	158,42	13656,8
Повторений	0,55	3	0,1833	864,3
Ошибка	0,07	6	0,0116	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по вариантам существенны.

Приложение 114

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на корнях сортов гороха в фазу налива семян, 2009 г.

Сорт	Количество клубеньков, шт.				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	14,1	14,8	14,2	15,3	58,4	14,6
Зарянка	21,0	21,5	21,4	21,3	85,2	21,3
Σp	35,1	36,3	35,6	36,6	143,6	17,9

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 17,95$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 2577,62$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 90,86$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 89,78$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,69$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,39$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,31$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,74\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,44$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,97$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	90,86	7	-	
Вариантов	89,78	1	89,78	1381,2
Повторений	0,69	3	0,23	390,3
Ошибка	0,39	6	0,065	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия по вариантам существенные.

Приложение 115

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков
в фазу бутонизации на разных сортах гороха, 2007 г.

Сорт	Число клубеньков на одном рас- тении, шт				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	10,3	9,9	10,2	10,0	40,4	10,1
Зарянка	18,2	18,5	18,3	18,6	73,6	18,4
$\sum p$	28,5	28,4	28,5	28,6	114,0	14,25

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 14,25$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 1624,5$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 137,98$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 137,78$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,01$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,19$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,067$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,039\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,095$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,2245$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадра- тов	Степень свобо- ды	Средний квад- рат	$F_{фак}$
Общая	137,98	7	-	
Вариантов	137,78	1	137,78	4360,1
Повторений	0,01	3	0,0033	41751,5
Ошибка	0,19	6	0,0316	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 116

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях сортов гороха в фазу цветения, 2007 г.

Сорт	Число клубеньков на одном растении, шт.				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	20,6	21,4	20,8	21,2	84,0	21,0
Зарянка	30,4	31,3	30,0	30,3	122,0	30,5
$\sum p$	51,0	52,7	50,8	51,5	206,0	25,7

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 25,75$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 5304,5$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 181,84$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 180,5$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1,09$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,25$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0884$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,34\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,1246$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,2954$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	181,84	7	-	
Вариантов	180,5	1	180,5	4298
Повторений	1,09	3	0,3833	470,9
Ошибка	0,25	6	0,042	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 117

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях гороха разных сортов в фазу образования бобов, 2007 г.

Сорт	Число клубеньков на одном растении, шт.				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	11,4	10,6	11,0	11,8	44,8	11,2
Зарянка	17,1	16,2	16,0	16,3	65,6	16,4
$\sum p$	28,5	26,8	27,0	28,1	110,4	13,8

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 13,8$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 1523,52$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 55,58$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 54,08$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1,03$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,47$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,1661$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,2\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,23$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,56$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	55,58	7	-	
Вариантов	54,08	1	54,08	693
Повторений	1,03	3	0,433	124,9
Ошибка	0,47	6	0,078	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 118

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях сортов гороха в фазу бутонизации в 2008 г.

Сорт	Число клубеньков на корнях одного растения, шт.				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	9,2	8,4	8,5	8,3	34,4	8,6
Зарянка	16,4	15,8	15,6	17,0	64,8	16,2
$\sum p$	25,6	24,2	24,1	25,3	99,2	12,4

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 12,4$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 1230,08$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 117,22$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 115,52$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,87$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,83$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,2934$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 2,37\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,4138$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,98$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	117,22	7	-	
Вариантов	115,52	1	115,52	837
Повторений	0,87	3	0,29	398,3
Ошибка	0,83	6	0,138	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 119

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях сортов гороха в фазу цветения, 2008 г.

Сорт	Число клубеньков на корнях одного растения, шт.				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	18,2	19,4	18,5	18,7	74,8	18,7
Зарянка	26,2	27,4	26,3	26,1	106,0	26,5
$\sum p$	44,4	46,8	44,8	44,8	180,8	22,6

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 22,6$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 4086,08$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 123,56$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 121,68$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1,76$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,12$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0424$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,19\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0598$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,142$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	123,56	7	-	
Вариантов	121,68	1	121,68	6084
Повторений	1,76	3	0,586	207,6
Ошибка	0,12	6	0,02	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 120

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях сортов гороха в фазу образования бобов, 2008 г.

Сорт	Число клубеньков на корнях одного растения, шт.				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	10,3	10,4	10,6	10,7	42,0	10,5
Зарянка	12,5	12,2	12,4	12,1	49,2	12,3
$\sum p$	22,8	22,6	23,0	22,8	91,2	11,4

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 11,4$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 1039,68$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 6,68$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 6,48$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,04$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,16$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,05656$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,49\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,07976$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,18$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	6,68	7	-	
Вариантов	6,48	1	6,48	243,6
Повторений	0,04	3	0,0133	487,2
Ошибка	0,16	6	0,0266	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 121

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях сортов гороха в фазу бутонизации, 2009 г.

Сорт	Число клубеньков на корнях одного растения, шт.				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	5,2	4,2	4,6	5,2	19,2	4,8
Зарянка	12,3	11,8	11,3	11,4	46,8	11,7
$\sum p$	17,5	16,0	15,9	16,6	66,0	8,25

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 8,25$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 544,5$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 96,56$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 95,22$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,81$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,53$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,19$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 2,3\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,26$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,63$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	96,56	7	-	
Вариантов	95,22	1	95,22	1082
Повторений	0,81	3	0,27	352,7
Ошибка	0,53	6	0,088	
F_{05}	5,99			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 122

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях сортов гороха в фазу цветения, 2009 г.

Сорт	Число клубеньков на корнях одного растения, шт.				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	14,8	15,3	15,0	15,7	60,8	15,2
Зарянка	17,8	18,8	19,1	19,5	75,2	18,8
$\sum p$	32,6	34,1	34,1	35,2	136,0	17,0

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 17,0$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 2312$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 27,96$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 25,92$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1,71$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,33$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,117$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,69\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,165$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,39$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	27,96	7	-	
Вариантов	25,92	1	25,92	471
Повторений	1,71	3	0,57	45,5
Ошибка	0,33	6	0,055	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 123

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях растений гороха разных сортов в фазу образования бобов, 2009 г.

Сорт	Число клубеньков на корнях одного растения, шт.				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Орловчанин	8,3	8,6	8,7	8,4	34,0	8,5
Зарянка	10,7	10,5	10,8	10,4	42,4	10,6
$\sum p$	19,0	19,1	19,5	18,8	76,4	9,55

$$n = L \times N = 8$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 9,55$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 729,62$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 9,02$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 8,82$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,13$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,07$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,025$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 1,22\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,035$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,083$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	9,02	7	-	
Вариантов	8,82	1	8,82	760,34
Повторений	0,13	3	0,0433	203,7
Ошибка	0,07	6	0,0116	
F_{05}	5,99			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 124

Дисперсионный анализ данных по массе корней с клубеньками в слое почвы 0,0 -0,20м в зависимости от норм высева, фаза цветения, 2007 г., сорт Орловчанин

Норма высева	Масса корней с клубеньками, г/м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	65,6	66,6	64,8	64,6	261,6	65,4
1,0	77,8	77,2	76,6	78,4	310,0	77,5
1,2	92,1	91,6	91,2	91,9	366,8	91,7
1,4	112,8	112,0	112,3	112,9	450,0	112,5
Σp	348,3	347,4	344,9	347,8	1388,4	86,77

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 86,77$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 120478,41$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 4921,09$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 4915,79$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1,715$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,585$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,896$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,03\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,26$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,69$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	4921,09	15	-	
Вариантов	4915,79	3	1638	5462
Повторений	1,715	3	0,5716	2865,6
Ошибка	3,585	12	0,3	
F ₀₅	3,49			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 125

Дисперсионный анализ данных по массе корней с клубеньками в слое почвы 0,0 -0,20м в зависимости от норм высева, фаза цветения, 2008 г., сорт Орловчанин

Норма высева	Масса корней с клубеньками, г/м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	55,4	55,1	55,0	55,3	220,8	55,2
1,0	67,5	67,4	67,7	67,8	270,4	67,6
1,2	78,3	78,7	78,4	78,6	314,0	78,5
1,4	88,3	88,2	88,5	88,6	353,6	88,4
Σp	289,5	289,4	289,6	290,3	1158,8	72,4

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 72,4$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 83926,09$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 2448,75$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 2448,36$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,135$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,255$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,06375$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,18\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0899$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,1915$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	2448,75	15	-	
Вариантов	2448,36	3	816,12	38405,6
Повторений	0,135	3	0,045	18136,0
Ошибка	0,255	12	0,02125	
F ₀₅	3,49			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 126

Дисперсионный анализ данных по массе корней с клубеньками в слое почвы 0,0 -0,20м в зависимости от норм высева, фаза цветения, 2009 г., сорт Орловчанин

Норма высева	Масса корней с клубеньками, г/м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
0,8	62,7	62,0	62,6	63,1	250,4	62,6
1,0	68,6	70,1	68,3	68,6	275,6	68,9
1,2	80,0	79,8	80,5	80,5	320,8	80,2
1,4	99,1	98,5	98,3	98,9	394,8	98,7
Σp	310,4	310,4	309,7	311,1	1241,6	77,6

$$n = L \times N = 16$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 77,6$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 96348,16$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 3014,02$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 3010,64$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,24$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,14$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,785$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,01\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,107$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,36$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	3014,02	15	-	
Вариантов	3010,64	3	1003,55	3860
Повторений	0,24	3	0,08	12544,4
Ошибка	3,14	12	0,26	
F ₀₅	3,49			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 127

Дисперсионный анализ данных по массе корней с клубеньками в слое почвы 0,0 -0,20м в зависимости от норм высева, фаза цветения, в среднем за 2007-2009 гг., сорт Орловчанин

Норма высева	Масса корней с клубеньками, г/м ²			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
0,8	65,4	55,2	62,6	183,2	61,06
1,0	77,5	67,6	68,9	214	71,33
1,2	91,7	78,5	80,2	250,4	83,46
1,4	112,5	88,4	98,7	299,6	99,86
Σp	347,1	289,7	310,4	947,2	78,9

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 78,93$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 74765,6533$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 2936,2067$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 425,5167$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 2507,1967$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,4933$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 1,0084$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 1,01\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,4218$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 3,1281$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	2936,2067	11	-	
Вариантов	425,5167	3	141,8389	324,8
Повторений	2507,1967	2	1253,5984	0,11
Ошибка	3,4933	8	0,43666	
F ₀₅	4,07			

F_{фак} > F₀₅ и H₀ отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 128

Дисперсионный анализ данных по массе корней с клубеньками в слое почвы 0,0 -0,20м в зависимости от норм высева, фаза цветения, 2007 г., сорт гороха Зарянка

Норма высева	Масса корней с клубеньками, г/м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	92,6	91,8	92,5	92,7	369,6	92,4
1,4	99,1	98,8	98,4	98,5	394,8	98,7
1,6	112,7	112,3	112,2	113,2	450,4	112,6
Σp	304,4	302,9	303,1	304,4	1214,8	101,2

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 101,2$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 122978,2$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 856,1$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 854,65$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,7$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,75$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,22$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,21\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,31$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,67$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	856,1	11	-	
Вариантов	854,65	2	427,33	5148
Повторений	0,7	3	0,2333	1831,7
Ошибка	0,75	9	0,083	
F ₀₅	4,26			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 129

Дисперсионный анализ данных по массе корней с клубеньками в слое почвы 0,0 -0,20м в зависимости от норм высева, фаза цветения, 2008 г., сорт Зарянка

Норма высева	Масса корней с клубеньками, г/м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	68,8	68,2	68,4	68,2	273,6	68,4
1,4	71,6	71,8	71,2	71,8	286,4	71,6
1,6	86,6	86,1	86,4	86,1	345,2	86,3
Σp	227,0	226,1	226,0	226,1	905,2	75,4

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 75,4$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 68282,25$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 729,65$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 729,0$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,22$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,43$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,124$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,16\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,175$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,39$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	729,65	11	-	
Вариантов	729,0	2	364,5	7594
Повторений	0,22	3	0,0733	4972,7
Ошибка	0,43	9	0,048	
F ₀₅	4,26			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 130

Дисперсионный анализ данных по массе корней с клубеньками в слое почвы 0,0 -0,20м в зависимости от норм высева, фаза цветения, 2009 г., сорт Зарянка

Норма высева	Масса корней с клубеньками, г/м ²				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
1,2	72,0	72,8	73,0	72,6	290,4	72,6
1,4	83,1	83,6	83,4	83,9	334,0	83,5
1,6	96,3	96,1	96,8	96,0	385,2	96,3
Σp	251,4	252,5	253,2	252,5	1009,6	84,1

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 84,1$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 84941,01$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1127,07$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 1125,79$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,56$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,72$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,21$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,25\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,39$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,65$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	1127,07	11	-	
Вариантов	1125,79	2	562,9	7036
Повторений	0,56	3	0,1866	3016,6
Ошибка	0,72	9	0,08	
F ₀₅	4,26			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 131

Дисперсионный анализ данных по массе корней с клубеньками в слое почвы 0,0 -0,20м в зависимости от норм высева, фаза цветения, в среднем за 2007-2009 гг., сорт Зарянка

Норма высева	Масса корней с клубеньками, г/м ²			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2009 г.	2009 г.		
1,2	92,4	68,4	72,6	233,4	77,8
1,4	98,7	71,6	83,5	253,8	84,6
1,6	112,6	86,3	96,3	295,2	98,4
Σ_p	303,7	226,3	252,4	782,4	86,93

$$n = L \times N = 9$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 86,93$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 68016,64$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1699,08$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 1033,74$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 661,04$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 4,3$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 1,43$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,65\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 2,02$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 4,6685$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	1699,08	8	-	
Вариантов	1033,74	2	516,87	721,214
Повторений	661,04	2	330,52	1,56
Ошибка	4,3	6		
F ₀₅	5,14			

F_{фак} > F₀₅ и H₀ отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 132

Влияние инокуляции на симбиотическую продуктивность кормового гороха в одновидовых и бинарных агроценозах

Варианты опыта	Масса клубеньков, кг*сутки/га		
	бутонизация	цветение	образование бобов
2007 г.			
Горох(1,4млн) без инокуляции	915/302	1692/567	818/371
Горох(1,4млн) с инокуляцией семян ризоторфином	1464/483	2195/731	1155/385
Горох(1,2млн) + ячмень(3,5млн) без инокуляции	718/237	1329/445	642/291
Горох(1,2млн) + ячмень(3,5млн) с инокуляцией семян ризоторфином	1077/359	1993/664	1848/616
2008 г.			
Горох(1,4млн) без инокуляции	1205/398	2229/747	1077/488
Горох(1,4млн) с инокуляцией семян ризоторфином	1929/636	2892/963	1522/507
Горох(1,2млн) + ячмень(3,5млн) без инокуляции	946/312	1750/587	846/383
Горох(1,2млн) + ячмень(3,5млн) с инокуляцией семян ризоторфином	1419/473	2626/875	2435/812
2009 г.			
Горох(1,4млн) без инокуляции	1108/366	2050/687	991/449
Горох(1,4млн) с инокуляцией семян ризоторфином	1774/585	2659/886	1400/467
Горох(1,2млн) + ячмень(3,5млн) без инокуляции	870/287	1610/540	778/352
Горох(1,2млн) + ячмень(3,5млн) с инокуляцией семян ризоторфином	1305/435	2415/804	2239/747

Приложение 133

Накопление азота в растениях сортов гороха в разные фазы вегетации, %

Сорт	Фазы вегетации			
	бутонизация	цветение	образование бобов	налив семян
2007 г.				
Орловчанин	3,13	2,98	2,48	2,34
Зарянка	2,79	2,45	1,82	1,62
2008 г.				
Орловчанин	4,11	3,91	3,25	3,07
Зарянка	3,66	3,22	2,40	2,12
2009 г.				
Орловчанин	3,68	3,49	2,91	2,75
Зарянка	3,27	2,88	2,14	1,90

Приложение 134

Дисперсионный анализ данных по содержанию азота в растительной массе сортов гороха в фазу бутонизации, (в среднем за 2007-2009 гг.)

Сорт	Содержание азота, %			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	3,13	4,11	3,68	10,92	3,64
Зарянка	2,79	3,66	3,27	9,72	3,24
Σp	5,92	7,77	6,95	20,64	3,44

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 3,44$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 71,0016$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1,1024$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 0,8593$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,24$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0031$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0013$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,04\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0018$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0042$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	1,1024	5	-	
Вариантов	0,8593	1	0,8593	1108,8
Повторений	0,24	2	0,12	7,16
Ошибка	0,0031	4	0,000775	
F_{05}	7,71			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 135

Дисперсионный анализ данных по содержанию азота в растительной массе сортов гороха в период цветения (в среднем за 2007-2009 гг.)

Сорт	Содержание азота, %			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	2,98	3,91	3,49	10,38	3,46
Зарянка	2,45	3,22	2,88	8,55	2,85
Σp	5,43	7,13	6,37	18,93	3,155

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 3,155$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 59,72415$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1,28975$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,7252$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,55815$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0064$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0026$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,08\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0037$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0087$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	1,28975	5	-	
Вариантов	0,7252	1	0,7252	453,3
Повторений	0,55815	2	0,2791	2,598
Ошибка	0,0064	4	0,0016	
F_{05}	7,71			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 136

Дисперсионный анализ данных по содержанию азота в растительной массе сортов гороха в период образования бобов (в среднем за 2007-2009 гг.)

Сорт	Содержание азота, %			$\sum v$	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	2,48	3,25	2,91	8,64	2,88
Зарянка	1,82	2,40	2,14	6,36	2,12
$\sum p$	4,3	5,65	5,05	15,0	2,50

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 2,50$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 37,5$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1,333$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 0,4575$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,8664$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0091$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0037$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,15\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0052$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,012$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	1,333	5	-	
Вариантов	0,4575	1	0,4575	201,1
Повторений	0,8664	2	0,4332	1,06
Ошибка	0,0091	4	0,002275	
F_{05}	7,71			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 137

Дисперсионный анализ данных по накоплению азота в растительной массе сортов гороха в период налива семян (в среднем за 2007-2009 гг.)

Сорт	Содержание азота, %			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Орловчанин	2,34	3,07	2,75	8,16	2,72
Зарянка	1,62	2,12	1,90	5,64	1,88
Σp	3,96	5,19	4,65	13,8	2,30

$$n = L \times N = 6$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 2,30$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 31,74$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1,4518$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,3801$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 1,0584$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0133$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0054$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,23\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,008$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,018$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	1,4518	5	-	
Вариантов	0,3801	1	0,3801	115,2
Повторений	1,0584	2	0,5292	0,72
Ошибка	0,0133	4	0,0033	
F_{05}	7,71			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 138

Содержание азота в разных органах надземной массы растений сортов
гороха

Органы растения	Сорт Орловчанин		Сорт Зарянка	
	цветение	налив семян	цветение	налив семян
2007 г.				
Листья	2,79	2,22	2,44	1,24
Стебли	2,24	1,05	1,69	0,80
Створки бобов	2,05	1,70	1,94	1,96
Семена	-	3,75	-	3,23
2008 г.				
Листья	3,66	2,92	3,18	1,61
Стебли	2,94	1,38	2,20	1,04
Створки бобов	2,69	2,24	2,52	2,55
Семена	-	4,93	-	4,21
2009 г.				
Листья	3,27	2,61	2,90	1,47
Стебли	2,63	1,23	2,00	0,95
Створки бобов	2,40	2,00	2,30	2,33
Семена	-	4,40	-	3,84

Приложение 139

Урожайность и качество зеленой массы сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем (фаза плодообразования)

Вид посева	Норма высева, млн шт. на 1га	Урожайность, т/га		Содержание, %		Сбор протеина, т/га
		зеленой массы	сухого вещества	сырого протеина	клетчатки	
2007 г.						
Горох Орловчанин	1,5	19,6	4,5	13,2	24,7	2,98
Горох Орловчанин + ячмень	1,5 + 3,0	26,1	5,9	10,8	29,1	3,24
Горох Зарянка	1,5	23,3	5,3	11,9	22,8	3,19
Горох Зарянка + ячмень	1,5 + 3,0	28,4	6,4	11,1	26,5	3,64
2008 г.						
Горох Орловчанин	1,5	25,9	5,9	17,5	32,7	3,93
Горох Орловчанин + ячмень	1,5 + 3,0	34,5	7,8	14,3	38,4	4,28
Горох Зарянка	1,5	30,8	6,98	15,8	30,1	4,22
Горох Зарянка + ячмень	1,5 + 3,0	37,6	8,52	14,7	35,08	4,81
2009 г.						
Горох Орловчанин	1,5	22,1	5,04	14,9	27,8	3,35
Горох Орловчанин + ячмень	1,5 + 3,0	29,4	6,66	12,2	32,7	3,65
Горох Зарянка	1,5	26,3	5,95	13,4	25,7	3,60
Горох Зарянка + ячмень	1,5 + 3,0	32,0	7,26	12,5	29,9	4,10

Приложение 140

Дисперсионный анализ данных по урожайности зеленой массы сортов гороха в одновидовых и бинарных посевах с ячменем,
(в среднем за 2007-2009 гг.)

Вид посева	Урожай зеленой массы, т/га			$\sum v$	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох Орловчанин	19,6	25,9	22,1	67,6	22,53
Горох Орловчанин + ячмень	26,1	34,5	29,4	90,0	30,00
Горох Зарянка	23,3	30,8	26,3	80,4	26,80
Горох Зарянка + ячмень	28,4	37,6	32,0	98,0	32,66
$\sum p$	97,4	128,8	109,8	336	28,0

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 28,0$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 9408$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 298,74$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 125,06$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 171,307$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,373$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,69$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 2,5\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,97$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,12$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	298,74	11	-	
Вариантов	125,06	3	41,686	140,5
Повторений	171,307	2	85,65	0,49
Ошибка	2,373	8	0,2966	
F_{05}	4,07			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 141

Дисперсионный анализ данных по содержанию сырого протеина
в зеленой массе гороха разных сортов и в разных видах посева,
(в среднем за 2007-2009 гг.)

Вид посева	Содержание сырого протеина, %			Σv	\bar{x}
	2007 г.	2008 г.	2009 г.		
Горох Орловчанин	13,2	17,5	14,9	45,6	15,2
Горох Орловчанин + ячмень	10,8	14,3	12,2	37,3	12,4
Горох Зарянка	11,9	15,8	13,4	41,1	13,7
Горох Зарянка + ячмень	11,1	14,7	12,5	38,3	12,7
Σp	47	62,3	53	162,3	13,5

$$n = L \times N = 12$$

$$\bar{x}_o = \frac{\Sigma x}{n} = 13,525$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 2195,1075$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 43,7225$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 29,7155$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 13,8095$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,1975$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,057$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,42\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,08$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,1769$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	43,7225	11	-	
Вариантов	29,7155	3	9,9052	401,3
Повторений	13,8095	2	6,9048	1,43
Ошибка	0,1975	8	0,02468	
F_{05}	4,07			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 142

Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов
на полевую всхожесть семян гороха сорта Орловчанин

Вариант опыта	Норма высева се- мян, млн шт./га	Полевая всхожесть	
		шт./м ²	%
2010 г.			
Контроль (семена гороха замо- ченные в воде)	1,2	73,4	61,12
Предпосевная обработка семян гороха:			
ризоторфин	1,2	73,8	61,44
экстрасол	1,2	77,1	64,24
эпин экстра	1,2	79,4	66,08
циркон	1,2	89,8	74,80
силиплант	1,2	91,5	76,24
2011 г.			
Контроль (семена гороха замо- ченные в воде)	1,2	96,3	80,22
Предпосевная обработка семян гороха:			
ризоторфин	1,2	96,8	80,64
экстрасол	1,2	101,2	84,32
эпин экстра	1,2	104,2	86,73
циркон	1,2	117,9	98,18
силиплант	1,2	120,1	100,07
2012 г.			
Контроль (семена гороха замо- ченные в воде)	1,2	105,5	87,86
Предпосевная обработка семян гороха:			
ризоторфин	1,2	106,0	88,32
экстрасол	1,2	110,9	92,35
эпин экстра	1,2	114,1	94,99
циркон	1,2	129,2	107,53
силиплант	1,2	131,6	109,60

Приложение 143

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести гороха
в зависимости от обработки их бактериальными
и ростостимулирующими препаратами, данные за 2010-2012 гг.

Вариант посева	Полевая всхожесть, шт./м ²			$\sum v$	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	73,4	96,3	105,5	275,2	91,73
Ризоторфин	73,8	96,8	106,0	276,6	92,20
Экстрасол	77,1	101,2	110,9	289,2	96,40
Эпин-экстра	79,4	104,2	114,1	297,7	99,23
Циркон	89,8	117,9	129,2	336,9	112,3
Силиплант	91,5	120,1	131,6	343,2	114,4
$\sum p$	485	636,5	697,3	1818,8	101,04

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 101,044$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 183779,6355$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 5471,9645$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 3984,4645$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1484,4645$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,0355$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,7154$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,7\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,422$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 3,0013$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	5471,9645	17	-	
Вариантов	3984,4645	5	796,8	3124,7
Повторений	1484,4645	2	742,23	1,07
Ошибка	3,0355	12	0,253	
F ₀₅	3,11			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 144

Полевая всхожесть гороха и ячменя в смешанном посеве
в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными
и ростостимулирующими препаратами, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Норма высева семян, млн шт./га	Полевая всхожесть	
		шт./м ²	%
	горох+ячмень	горох+ячмень	горох/ячмень
Контроль (вода)	1,5+3,0	118+247	78,6/82,3
Ризоторфин	1,5+3,0	118+248	78,8/82,6
Экстрол	1,5+3,0	127+259	84,6/86,3
Эпин экстра	1,5+3,0	129+260	86,1/86,6
Циркон	1,5+3,0	133+263	88,6/87,6
Силиплант	1,5+3,0	136+266	90,5/88,6
F _{факт}	-	775	-
F _{05.}	-	3,11	-
НСР ₀₅	-	12,07	-

Приложение 145

Полевая всхожесть гороха и ячменя в смешанном посеве в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами

Вариант опыта	Норма высева семян, млн шт./га	Полевая всхожесть	
		шт./м ²	%
	горох+ячмень	горох+ячмень	горох/ячмень
2010 г.			
Контроль (вода)	1,5+3,0	97/202	64,5/67,5
Ризоторфин	1,5+3,0	97/203	64,6/67,7
Экстрасол	1,5+3,0	104/212	69,4/70,7
Эпин экстра	1,5+3,0	106/213	70,6/71,0
Циркон	1,5+3,0	109/215	72,6/71,8
Силиплант	1,5+3,0	112/218	74,2/72,6
2011 г.			
Контроль (вода)	1,5+3,0	120/252	80,2/83,9
Ризоторфин	1,5+3,0	120/253	80,4/84,3
Экстрасол	1,5+3,0	130/264	86,3/88,0
Эпин экстра	1,5+3,0	132/265	87,8/88,3
Циркон	1,5+3,0	136/268	90,4/88,4
Силиплант	1,5+3,0	139/271	92,3/90,4
2012 г.			
Контроль (вода)	1,5+3,0	137/286	91,2/95,5
Ризоторфин	1,5+3,0	137/288	91,4/95,8
Экстрасол	1,5+3,0	147/300	98,1/100,1
Эпин экстра	1,5+3,0	149/301	99,9/100,5
Циркон	1,5+3,0	154/305	102,8/101,6
Силиплант	1,5+3,0	158/309	105,0/102,8

Приложение 146

Дисперсионный анализ данных по полевой всхожести гороха и ячменя в смешанных посевах в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Полевая всхожесть, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль (вода)	97	120	137	354	118
Ризоторфин	97	120	137	354	118
Экстрасол	104	130	147	381	127
Эпин-экстра	106	132	149	387	129
Циркон	109	136	154	399	133
Силиплант	112	139	158	409	136,33
Σp	625	777	882	2284	126,8

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 126,888$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 289814,222$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 6449,778$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 5565,478$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 867,078$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 17,222$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 4,06$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 3,2\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 5,72$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 12,077$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	6449,778	17	-	
Вариантов	5565,478	5	1113,096	775,5863
Повторений	867,078	2	433,539	2,567464
Ошибка	17,222	12	1,435167	
F_{05}	3,11			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 147

Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на сохранность растений и общую выживаемость семян и растений к уборке урожая

Вариант обработки семян	Норма высева семян, млн шт./га	Сохранность растений к уборке		Общая выживаемость семян и растений, в %
		шт./м ²	%	
2010 г.				
Контроль (вода)	1,2	59,8	81,5	49,8
Ризоторфин	1,2	60,3	81,7	50,3
Экстрасол	1,2	65,1	84,4	54,3
Эпин экстра	1,2	71,2	89,7	59,3
Циркон	1,2	80,9	90,1	67,4
Силиплант	1,2	83,2	90,9	60,6
2011 г.				
Контроль (вода)	1,2	72,8	75,6	60,6
Ризоторфин	1,2	73,3	75,7	61,1
Экстрасол	1,2	79,2	78,3	66,0
Эпин экстра	1,2	86,7	83,2	72,2
Циркон	1,2	98,5	83,5	82,0
Силиплант	1,2	101,2	84,3	84,3
2012 г.				
Контроль (вода)	1,2	83,6	78,7	69,6
Ризоторфин	1,2	84,2	79,0	70,2
Экстрасол	1,2	90,9	81,5	75,7
Эпин экстра	1,2	99,5	86,6	82,9
Циркон	1,2	113,1	86,8	94,2
Силиплант	1,2	116,2	87,6	96,9

Приложение 148

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха к уборке урожая в зависимости от используемых в обработке семян бактериальных и ростостимулирующих препаратов, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Сохранность растений к уборке, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	59,8	72,8	83,6	216,2	72,1
Ризоторфин	60,3	73,3	84,2	217,8	72,6
Экстрасол	65,1	79,2	90,9	235,2	78,4
Эпин-экстра	71,2	86,7	99,5	257,4	85,8
Циркон	80,9	98,5	113,1	292,5	97,5
Силиплант	83,2	101,2	116,2	300,6	100,2
Σp	420,5	511,7	587,5	1519,7	84,4

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 84,43$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 128304,8938$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 4623,4062$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 2360,7062$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 2256,7062$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 5,9938$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 1,41$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,3\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,99$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 4,20$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	4623,4062	17	-	
Вариантов	2360,7062	5	472,1412	945,2592
Повторений	2256,7062	2	1128,853	0,418434
Ошибка	5,9938	12	0,499483	
F_{05}	3,11			

Приложение 149

Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов на сохранность растений и общую выживаемость гороха и ячменя в бинарных посевах

Вариант обработки семян	Норма высева, млн шт./га	Сохранность растений к уборке, шт/м ²		Выживаемость, %
		горох/ячмень	горох/ячмень	
	горох+ячмень	шт./м ²	%	
2010 г.				
Контроль (вода)	1,5+3,0	70/159	59,1/64,3	46,5/45,4
Ризоторфин	1,5+3,0	71/163	59,8/65,9	47,0/46,6
Экстрасол	1,5+3,0	80/177	62,8/68,5	53,2/50,6
Эпин экстра	1,5+3,0	85/187	65,7 /72,0	56,6/53,5
Циркон	1,5+3,0	94/191	70,7/72,5	62,7/54,5
Силиплант	1,5+3,0	100/196	73,5/73,6	66,6/55,9
2011 г.				
Контроль (вода)	1,5+3,0	79/180	66,9/72,8	52,6/51,3
Ризоторфин	1,5+3,0	80/184	67,6/74,5	53,2/52,7
Экстрасол	1,5+3,0	90/200	71,1/77,4	60,2/57,3
Эпин экстра	1,5+3,0	96/212	74,3/81,8	64,0/60,5
Циркон	1,5+3,0	106/216	80,0/82,0	70,9/61,6
Силиплант	1,5+3,0	113/221	83,1/83,2	75,4/63,2
2012 г.				
Контроль (вода)	1,5+3,0	100/229	85,2/92,7	67,0/65,3
Ризоторфин	1,5+3,0	102/235	86,2/74,9	67,7/67,1
Экстрасол	1,5+3,0	115/255	90,5/98,6	76,6/72,9
Эпин экстра	1,5+3,0	122/267	94,6/104,2	81,5/77,1
Циркон	1,5+3,0	136/275	101,9/104,4	90,3/78,5
Силиплант	1,5+3,0	144/282	105,9/106,0	96,0/80,6

Приложение 150

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений гороха в бинарных посевах с ячменем в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, используемых в обработке семян, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Сохранность растений к уборке, шт/м ²			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	70	79	100	249	83
Ризоторфин	71	80	102	253	84,3
Экстрасол	80	90	115	285	95
Эпин-экстра	85	96	122	303	101
Циркон	94	106	136	336	112
Силиплант	100	113	144	357	119
Σ_p	500	564	719	1783	99,05

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 99,05$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 176616,0555$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 7492,9445$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 4306,7445$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 3180,2445$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 5,9555$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 1,40$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,4\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,98$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 4,18$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	7492,9445	17	-	
Вариантов	4306,7445	5	861,3489	1735,57
Повторений	3180,2445	2	1590,122	0,541687
Ошибка	5,9555	12	0,496292	
F ₀₅	3,11			

Приложение 151

Дисперсионный анализ данных по сохранности растений ячменя в бинарном посеве с горохом в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростовыми препаратами, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Варианты опыта	Число сохранившихся растений ячменя, шт./м ²			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	159	180	229	568	189,3
Ризоторфин	163	184	235	582	194
Экстрасол	177	200	255	632	210,6
Эпин-экстра	187	212	267	666	222
Циркон	191	216	275	682	227,3
Силиплант	196	221	282	699	233
Σp	1073	1213	1543	3829	212,7

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 212,72$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 814513,3888$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 24357,6112$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 19511,1112$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 4837,6112$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 8,8888$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 2,095$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,98\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 2,95$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 6,23$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	24357,6112	17	-	
Вариантов	19511,1112	5	3902,222	5268,053
Повторений	4837,6112	2	2418,806	1,613285
Ошибка	8,8888	12	0,740733	
F ₀₅	3,11			

F_{фак} > F₀₅ и H₀ отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 152

Продолжительность отдельных межфазных периодов и вегетации
гороха в зависимости от предпосевной обработки семян
бактериальными и ростостимулирующими препаратами

Вариант обработки семян	Продолжительность межфазных периодов гороха, дней				
	посев- всходы	всходы- бутонизация	бутонизация- цветение	цветение- созревание	посев- созревание
2010 г.					
Контроль (вода)	11	29	6	40	92
Ризоторфин	11	29	8	40	94
Экстрасол	10	28	9	42	95
Эпин экстра	10	28	10	41	95
Циркон	8	30	10	43	97
Силиплант	8	30	10	44	98
2011 г.					
Контроль (вода)	12	30	7	41	93
Ризоторфин	12	30	9	41	95
Экстрасол	11	29	10	43	96
Эпин экстра	11	29	11	42	96
Циркон	9	31	11	44	98
Силиплант	9	31	11	45	99
2012 г.					
Контроль (вода)	16	34	11	45	97
Ризоторфин	16	34	13	45	99
Экстрасол	15	33	14	47	100
Эпин экстра	15	33	15	46	100
Циркон	13	35	15	48	102
Силиплант	13	35	15	49	103

Приложение 153

Продолжительность отдельных межфазных периодов и вегетации гороха в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами (в среднем за 2010-2012 гг.)

Варианты обработки семян	Продолжительность межфазных периодов гороха, дней				
	посев- всходы	всходы- бутонизация	бутонизация- цветение	цветение- созревание	посев- созревание
Контроль (вода)	13	31	8	42	94
Ризоторфин	13	31	10	42	96
Экстрол	12	30	11	44	97
Эпин экстра	12	30	12	43	97
Циркон	10	32	12	45	99
Силиплант	10	32	12	46	100

Приложение 154

Среднесуточные приросты растений гороха в высоту в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами

Вариант обработки семян	Прирост растений в высоту, см/сутки		
	всходы-бутонизация	бутонизация-цветение	цветение-созревание
2010 г.			
Контроль (вода)	0,44	1,34	0,79
Ризоторфин	0,47	1,35	0,83
Экстрасол	0,53	1,44	0,86
Эпин экстра	0,55	1,46	0,91
Циркон	0,57	1,47	0,92
Силиплант	0,60	1,49	0,93
2011 г.			
Контроль (вода)	0,51	1,56	0,92
Ризоторфин	0,55	1,57	0,96
Экстрасол	0,62	1,67	1,00
Эпин экстра	0,64	1,69	1,05
Циркон	0,67	1,71	1,07
Силиплант	0,70	1,73	1,08
2012 г.			
Контроль (вода)	0,68	2,07	1,22
Ризоторфин	0,73	2,09	1,27
Экстрасол	0,83	2,22	1,33
Эпин экстра	0,85	2,25	1,40
Циркон	0,89	2,28	1,43
Силиплант	0,93	2,30	1,44

Приложение 155

Дисперсионный анализ данных по приросту растений гороха в высоту в период «всходы-бутонизация», (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Прирост в высоту, см/сутки			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	0,44	0,51	0,68	1,63	0,543
Ризоторфин	0,47	0,55	0,73	1,75	0,583
Экстрасол	0,53	0,62	0,83	1,98	0,66
Эпин-экстра	0,55	0,64	0,85	2,04	0,68
Циркон	0,57	0,67	0,89	2,13	0,71
Силиплант	0,60	0,70	0,93	2,23	0,743
Σp	3,16	3,69	4,91	11,76	0,653

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 0,653$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 7,6832$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,3588$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 0,268433$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0872$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,003167$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,00075$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,11\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00105$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0022$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	0,3588	17	-	
Вариантов	0,268433	5	0,53687	203,4225
Повторений	0,0872	2	0,0436	1,231344
Ошибка	0,003167	12	0,000264	
F_{05}	3,11			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 156

Дисперсионный анализ данных по приросту растений в высоту в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов в период
Бутонизация – цветение, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посе- ва	Прирост в высоту, см/сутки			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	1,34	1,56	2,07	4,97	1,6567
Ризоторфин	1,35	1,57	2,09	5,01	1,67
Экстрасол	1,44	1,67	2,22	5,33	1,7767
Эпин-экстра	1,46	1,69	2,25	5,4	1,8
Циркон	1,47	1,71	2,28	5,46	1,82
Силиплант	1,49	1,73	2,30	5,52	1,84
Σp	8,55	9,93	13,21	31,69	1,76

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 1,76$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 55,792$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 2,0051$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 1,90992$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,09197$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,00321$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0007566$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,04\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,001066$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0023$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадра- тов	Степень свобо- ды	Средний квад- рат	$F_{фак}$
Общая	2,0051	17	-	
Вариантов	1,90992	5	0,381984	1427,978
Повторений	0,09197	2	0,045985	8,306709
Ошибка	0,00321	12	0,000268	
F_{05}	3,11			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 157

Дисперсионный анализ данных по приросту растений гороха в высоту в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, в период цветения-созревание (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Прирост в высоту, см/сутки			$\sum v$	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	0,79	0,92	1,22	2,93	0,9767
Ризоторфин	0,83	0,96	1,27	3,06	1,02
Эктросол	0,86	1,00	1,33	3,19	1,0633
Эпин-экстра	0,91	1,05	1,40	3,36	1,12
Циркон	0,92	1,07	1,43	3,42	1,14
Силиплант	0,93	1,08	1,44	3,45	1,15
$\sum p$	5,24	6,08	8,09	19,41	1,078

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 1,078$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 20,93045$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 0,79205$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 0,7149$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,07392$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,00323$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,00076$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,07\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00107$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0023$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	0,79205	17	-	
Вариантов	0,7149	5	0,14298	531,195
Повторений	0,07392	2	0,03696	3,868506
Ошибка	0,00323	12	0,000269	
F ₀₅	3,11			

Приложение 158

Динамика роста растений гороха по фазам вегетации в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами

Вариант опыта	Высота растений гороха к началу фазы вегетации, см		
	бутонизация	цветение	созревание
2010 г.			
Контроль (вода)	13,7	24,6	58,4
Ризоторфин	14,7	28,4	63,6
Экстрасол	16,2	32,3	70,5
Эпин экстра	16,7	34,4	74,0
Циркон	19,4	37,3	81,0
Силиплант	19,3	37,5	80,9
2011 г.			
Контроль (вода)	16,0	28,8	68,4
Ризоторфин	17,3	33,2	74,4
Экстрасол	19,0	37,8	82,6
Эпин экстра	19,6	40,3	86,6
Циркон	22,8	43,7	94,9
Силиплант	22,7	43,9	94,7
2012 г.			
Контроль (вода)	20,4	36,6	86,9
Ризоторфин	22,0	42,2	94,6
Экстрасол	24,2	48,1	104,9
Эпин экстра	24,9	51,2	110,0
Циркон	28,9	55,5	120,5
Силиплант	28,8	55,8	120,3

Приложение 159

Динамика роста растений гороха по фазам вегетации в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами, в среднем за 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Высота растений гороха к началу фазы вегетации, см		
	бутонизация	цветение	созревание
Контроль (вода)	16,7	30,0	71,2
Ризоторфин	18,0	34,6	77,5
Экстрасол	19,8	39,4	86,0
Эпин экстра	20,4	42,0	90,2
Циркон	23,7	45,5	96,8
Силиплант	23,6	45,7	98,6
F _{факт}	177	595	2400
F _{05.}	3,11	3,11	3,11
НСР ₀₅	1,96	2,22	2,65

Приложение 160

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха в зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами, фаза бутонизации, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Высота растений гороха к началу фазы вегетации, см			Σ_b	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	13,7	16,0	20,4	50,1	16,7
Ризоторфин	14,7	17,3	22,0	54	18
Экстрасол	16,2	19,0	24,2	59,4	19,8
Эпин-экстра	16,7	19,6	24,9	61,2	20,4
Циркон	19,4	22,8	28,9	71,1	23,7
Силиплант	19,3	22,7	28,8	70,8	23,6
Σ_p	100	117,4	149,2	366,6	20,36

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 20,366$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 7466,42$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 333,58$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 207,48$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 123,3$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,8$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,6599$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 3,24\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,93$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,96$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	333,58	17	-	
Вариантов	207,48	5	41,596	177,84
Повторений	123,3	2	61,65	0,67309
Ошибка	2,8	12	0,2333	
F_{05}	3,11			

Приложение 161

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха в фазу цветения в зависимости от предпосевной обработки семян разными ростостимуляторами, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Высота растений гороха к началу фазы вегетации, см			$\sum v$	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	24,6	28,8	36,6	90	30
Ризоторфин	28,4	33,2	42,2	103,8	34,6
Экстрасол	32,3	37,8	48,1	118,2	39,4
Эпин-экстра	34,4	40,3	51,2	125,9	41,966
Циркон	37,3	43,7	55,5	136,5	45,5
Силиплант	37,5	43,9	55,8	137,2	45,733
$\sum p$	194,5	227,7	289,4	711,6	39,533

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 39,533$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 28131,92$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1374,84$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 786,06$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 585,61$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,17$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,75$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 0,35\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,05$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,22$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	1374,84	17	-	
Вариантов	786,06	5	157,212	595,1243
Повторений	585,61	2	292,805	0,536917
Ошибка	3,17	12	0,264167	
F_{05}	3,11			

Приложение 162

Дисперсионный анализ данных по высоте растений гороха в период созревания в зависимости от предпосевной обработки семян ростостимуляторами, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Высота растений гороха к началу фазы вегетации, см			Σ_b	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	58,4	68,4	86,9	213,7	71,233
Ризоторфин	63,6	74,4	94,6	232,6	77,533
Экстрасол	70,5	82,6	104,9	258	86
Эпин-экстра	74,0	86,6	110,0	270,6	90,2
Циркон	81,0	94,9	120,5	296,4	98,8
Силиплант	80,9	94,7	120,3	295,9	98,633
Σ_p	428,4	501,6	637,2	1567,2	87,06

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_o = \frac{\sum x}{n} = 87,06$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 136450,88$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 5664,12$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 3781,32$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1879,02$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 3,78$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,89$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_o} = 1,02\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 1,256$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,65$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	5664,12	17	-	
Вариантов	3781,32	5	756,264	2400,838
Повторений	1879,02	2	939,51	0,804956
Ошибка	3,78	12	0,315	
F_{05}	3,11			

Приложение 163

Влияние бактериальных и ростостимулирующих препаратов
на симбиотическую активность растений гороха в разные
периоды вегетации

Варианты опыта	Количество и масса клубеньков на 1 растение, шт./мг		
	бутонизация	цветение	созревание
2010 г.			
Контроль (вода)	6,2/10,1	11,7/18,8	4,1/5,3
Ризоторфин	18,3/30,2	25,7/40,9	14,0/18,5
Экстрасол	14,0/22,9	22,5/35,7	11,5/15,3
Эпин экстра	11,6/19,2	19,1/30,6	9,2/11,7
Циркон	15,3/23,0	20,1/32,5	10,0/13,3
Силиплант	16,9/25,6	22,7/36,3	11,7/15,4
2011 г.			
Контроль (вода)	8,0/13,1	15,1/24,3	5,3/6,9
Ризоторфин	23,7/39,0	33,3/52,9	18,0/24,0
Экстрасол	18,0/29,6	29,1/46,2	14,9/19,8
Эпин экстра	14,9/24,8	24,7/39,6	11,8/15,1
Циркон	19,8/29,7	26,0/42,0	13,0/17,2
Силиплант	21,9/33,1	29,3/46,9	15,1/19,9
2012 г.			
Контроль (вода)	10,5/17,3	20,0/32,1	7,0/9,1
Ризоторфин	31,2/51,5	43,9/69,8	23,8/31,6
Экстрасол	23,8/39,0	38,4/60,9	19,7/26,1
Эпин экстра	19,7/32,8	32,6/52,2	15,6/20,0
Циркон	26,1/39,2	34,3/55,4	17,2/22,4
Силиплант	28,8/43,6	38,7/62,0	20,0/26,2

Приложение 164

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на одном растении гороха в зависимости от обработки семян бактериальными препаратами и ростостимуляторами, фаза бутонизации, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Число клубеньков, шт. на 1 растении			$\sum v$	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	6,2	8,0	10,5	24,7	8,2333
Ризоторфин	18,3	23,7	31,2	73,2	24,4
Экстрасол	14,0	18,0	23,8	55,8	18,6
Эпин-экстра	11,6	14,9	19,7	46,2	15,4
Циркон	15,3	19,8	26,1	61,2	20,4
Силиплант	16,9	21,9	28,8	67,6	22,533
$\sum p$	82,2	106,3	140,1	328,7	18,26

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 18,26$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 6002,4272$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 813,3828$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 283,0708$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 528,1098$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,2022$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,519$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 2,8\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,73$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,54$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	813,3828	17	-	
Вариантов	283,0708	5	56,61416	308,496
Повторений	528,1098	2	264,0549	0,214403
Ошибка	2,2022	12	0,183517	
F ₀₅	3,11			

Приложение 165

Дисперсионный анализ данных по массе клубеньков на растениях гороха в фазу бутонизации в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Число клубеньков, мг. на 1 растении			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	10,1	13,1	17,3	40,5	13,5
Ризоторфин	30,2	39,0	51,5	120,7	40,233
Эктросол	22,9	29,6	39,0	91,5	30,5
Эпин-экстра	19,2	24,8	32,8	76,8	25,6
Циркон	23,0	29,7	39,2	91,9	30,633
Силиплант	25,6	33,1	43,6	102,3	34,1
Σp	131	169,3	223,4	523,7	29,09

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 29,09$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 15236,7605$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 2002,1895$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 773,4195$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 1226,6195$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,1505$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,5068$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,76\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,71$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,508$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	2002,1895	17	-	
Вариантов	773,4195	5	154,6839	863,1513
Повторений	1226,6195	2	613,3098	0,252212
Ошибка	2,1505	12	0,179208	
F ₀₅	3,11			

Приложение 166

Дисперсионный анализ данных по количеству клубеньков на растениях гороха в фазу цветения в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Число клубеньков, шт. на 1 растении			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	11,7	15,1	20,0	46,8	15,6
Ризоторфин	25,7	33,3	43,9	102,9	34,3
Экстрасол	22,5	29,1	38,4	90	30
Эпин-экстра	19,1	24,7	32,6	76,4	25,466
Циркон	20,1	26,0	34,3	80,4	26,8
Силиплант	22,7	29,3	38,7	90,7	30,233
Σp	121,8	157,5	207,9	487,2	27,06

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 27,066$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 13186,88$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 1251,86$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 623,77$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 615,21$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 2,88$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,6788$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,04\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,957$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,1$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	1251,86	17	-	
Вариантов	623,77	5	124,754	519,8
Повторений	615,21	2	307,605	0,405
Ошибка	2,88	12	0,24	
F ₀₅	3,11			

Приложение 167

Дисперсионный анализ данных по массе клубеньков в расчете на 1 растение гороха в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, фаза цветения, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Масса клубеньков, мг на 1 растение			$\sum v$	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	18,8	24,3	32,1	75,2	25,06
Ризоторфин	40,9	52,9	69,8	163,6	54,53
Экстрасол	35,7	46,2	60,9	142,8	47,6
Эпин-экстра	30,6	39,6	52,2	122,4	40,8
Циркон	32,5	42,0	55,4	129,9	43,3
Силиплант	36,3	46,9	62,0	145,2	48,4
$\sum p$	194,8	251,9	332,4	779,1	43,28

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 43,28$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 33722,045$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 3123,365$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 1593,025$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 1528,175$$

$$C_z = C_y - C_v + C_p = 2,165$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,5103$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 1,18\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,7195$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 1,52$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	3123,365	17	-	
Вариантов	1593,025	5	318,605	1765,94
Повторений	1528,175	2	764,0875	0,4169
Ошибка	2,165	12	0,1804	
F_{05}	3,11			

Приложение 168

Дисперсионный анализ данных по числу клубеньков на корнях растения гороха в фазу созревания в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Число клубеньков, шт. на 1 растении			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	4,1	5,3	7,0	16,4	5,46
Ризоторфин	14,0	18,0	23,8	55,8	18,6
Экстрасол	11,5	14,9	19,7	46,1	15,36
Эпин-экстра	9,2	11,8	15,6	36,6	12,2
Циркон	10,0	13,0	17,2	40,2	13,4
Силиплант	11,7	15,1	20,0	46,8	15,6
Σp	60,5	78,1	103,3	241,9	13,4

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 13,438$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 3250,8672$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 455,8028$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 154,2578$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 300,3498$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 1,1952$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,2817$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 2,1\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,397$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,84$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	455,8028	17	-	
Вариантов	154,2578	5	30,85156	309,7546
Повторений	300,3498	2	150,1749	0,2054
Ошибка	1,1952	12	0,0996	
F ₀₅	3,11			

Приложение 169

Дисперсионный анализ данных по массе клубеньков с одного растения гороха в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, в период созревания, (в среднем за 2010-2012 гг.)

Вариант посева	Масса клубеньков, мг на 1 растении			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	5,3	6,9	9,1	21,3	7,1
Ризоторфин	18,5	24,0	31,6	74,1	24,7
Экстрасол	15,3	19,8	26,1	61,2	20,4
Эпин-экстра	11,7	15,1	20,0	46,8	15,6
Циркон	13,3	17,2	22,4	52,9	17,63
Силиплант	15,4	19,9	26,2	61,5	20,5
Σ_p	79,5	102,9	135,4	317,8	17,6

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 17,6555$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 5610,9355$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 805,7245$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 262,7015$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 542,6775$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,3455$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z^2}{n}} = 0,0066$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,001\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,0094$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0197$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	F _{фак}
Общая	805,7245	17	-	
Вариантов	262,7015	5	52,5403	1824,844
Повторений	542,6775	2	271,3388	0,193634
Ошибка	0,3455	12	0,028792	
F ₀₅	3,11			

Приложение 170

Динамика симбиотического потенциала гороха в зависимости
от бактериальных и ростостимулирующих препаратов

Варианты опыта	Сырая масса клубеньков, кг×сутки/га		
	бутонизация	цветение	созревание
2010 г.			
Контроль (вода)	79,5/26,9	259,8/86,7	98,0/32,6
Ризоторфин	277,4/92,3	564,1/282,0	204,5/68,1
Экстрасол	233,7/77,3	490,1/175,1	203,6/70,4
Эпин экстра	207,3/69,0	309,6/103,2	168,5/56,1
Циркон	274,2/91,5	321,3/107,3	260,5/86,9
Силиплант	291,3/125,3	461,4/146,4	249,2/83,4
2011 г.			
Контроль (вода)	92,4/31,2	339,5/113,3	128,0/42,5
Ризоторфин	362,4/120,5	737,1/368,5	267,2/89,0
Экстрасол	305,4/100,9	640,3/228,5	266,1/91,9
Эпин экстра	270,9/90,2	404,5/134,8	220,1/73,3
Циркон	358,3/119,6	419,8/140,1	302,8/101,0
Силиплант	380,6/163,7	536,4/170,2	325,5/109,0
2012 г.			
Контроль (вода)	126,2/42,7	439,9/146,8	165,9/55,1
Ризоторфин	469,6/156,2	955,2/477,5	346,2/115,3
Экстрасол	395,7/130,8	829,8/296,5	344,8/119,1
Эпин экстра	351,0/116,8	524,3/174,8	285,2/95,0
Циркон	464,3/154,9	544,1/181,6	413,5/137,9
Силиплант	493,3/212,1	732,5/232,4	421,8/141,2

Приложение 171

Дисперсионный анализ урожайных данных за 2010 г. в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, используемых в предпосевной обработке семян гороха

(Орловчанин, норма высева семян 1,2 млн шт./га)

Варианты опыта	Урожай зерна по повторениям, т/га				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Контроль	2,20	2,21	2,21	2,22	8,87	2,21
Ризоторфин	2,46	2,48	2,46	2,48	9,88	2,47
Экстрасол	3,40	3,38	3,39	3,39	13,56	3,39
Эпин-экстра	4,10	4,09	4,09	4,08	16,36	4,09
Циркон	4,30	4,29	4,30	4,27	17,16	4,29
Силиплант	4,88	4,86	4,87	4,91	19,52	4,88
$\sum p$	21,34	21,31	21,32	21,35	85,32	3,55

$$n = L \times N = 24$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 3,55$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 303,3126$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 22,3852$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 22,3822$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,000167$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,002833$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,000578$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,02\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00082$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0017$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	22,3852	23	-	
Вариантов	22,3822	5	4,4764	28441,9
Повторений	0,000167	3	0,00005566	80415,09
Ошибка	0,002833	18	0,0001573	
F_{05}	2,77			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 172

Дисперсионный анализ урожайных данных за 2011 г. в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, используемых в предпосевной обработке семян гороха

(Орловчанин, норма высева семян 1,2 млн шт./га)

Варианты опыта	Урожай зерна по повторениям, т/га				$\sum v$	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Контроль	3,56	3,55	3,54	3,55	14,20	3,55
Ризоторфин	3,76	3,78	3,77	3,73	15,04	3,76
Экстрасол	4,38	4,37	4,37	4,36	17,48	4,37
Эпин-экстра	4,66	4,68	4,68	4,70	18,72	4,68
Циркон	5,56	5,55	5,57	5,56	22,24	5,56
Силиплант	5,66	5,66	5,64	5,64	22,60	5,65
$\sum p$	27,58	27,59	27,57	27,54	110,28	4,59

$$n = L \times N = 24$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\sum x}{n} = 4,59$$

$$C = \frac{(\sum x)^2}{n} = 506,7366$$

$$C_y = \sum x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 15,5686$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = 15,5654$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = 0,000233$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,002967$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0006056$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,02\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,00085$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0018$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{\text{фак}}$
Общая	15,5686	23	-	
Вариантов	15,5654	5	3,1131	15565,4
Повторений	0,000233	3	0,000077	4042,99
Ошибка	0,002967	18	0,0002	
F_{05}	2,77			

$F_{\text{фак}} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 173

Дисперсионный анализ урожайных данных за 2012 г. в зависимости от бактериальных и ростостимулирующих препаратов, используемых в предпосевной обработке семян гороха

(Орловчанин, норма высева семян 1,2 млн шт./га)

Варианты опыта	Урожай зерна по повторениям, т/га				Σv	\bar{x}
	I	II	III	IV		
Контроль	4,25	4,26	4,24	4,29	17,04	4,26
Ризоторфин	4,48	4,47	4,48	4,49	17,92	4,48
Экстрасол	4,85	4,84	4,86	4,81	19,36	4,84
Эпин-экстра	5,24	5,25	5,23	5,24	20,96	5,24
Циркон	5,77	5,76	5,78	5,81	23,12	5,78
Силиплант	5,89	5,88	5,87	5,88	23,52	5,88
Σp	30,48	30,46	30,46	30,52	121,92	5,08

$$n = L \times N = 24$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 5,08$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 619,3536$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 8,9872$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 8,9824$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0004$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,0044$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,000898$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,02\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,001266$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,0026$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	8,9872	23	-	
Вариантов	8,9824	5	1,79648	6194,7
Повторений	0,0004	3	0,00013	13819,1
Ошибка	0,0044	18	0,00029	
F_{05}	2,77			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.

Приложение 174

Дисперсионный анализ урожайных данных по гороху Орловчанинв зависимости от предпосевной обработки семян бактериальными и ростостимулирующими препаратами, 2010-2012 гг.

Варианты опыта	Урожай зерна по годам, т/га			Σv	\bar{x}
	2010 г.	2011 г.	2012 г.		
Контроль	2,21	3,55	4,26	10,02	3,34
Ризоторфин	2,47	3,76	4,48	10,71	3,57
Экстрасол	3,39	4,37	4,84	12,60	4,20
Эпин-экстра	4,09	4,68	5,24	14,01	4,67
Циркон	4,29	5,56	5,78	15,63	5,21
Силиплант	4,88	5,65	5,88	26,41	5,47
Σp	21,33	27,57	30,48	79,38	4,41

$$n = L \times N = 18$$

$$\bar{x}_0 = \frac{\Sigma x}{n} = 4,41$$

$$C = \frac{(\Sigma x)^2}{n} = 350,0658$$

$$C_y = \Sigma x_1^2 + x_2^2 + \dots - C = 19,16327$$

$$C_v = \Sigma V^2 : n - C = 19,0005$$

$$C_p = \Sigma P^2 : l - C = 0,0728$$

$$C_z = C_y - C_v - C_p = 0,08997$$

Частные различия:

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{C_z}{n}} = 0,0212$$

$$S\bar{x}\% = \frac{S\bar{x} \cdot 100}{\bar{x}_0} = 0,97\%$$

$$Sd = 1,41 \cdot S\bar{x} = 0,2986$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 0,063$$

Оценка дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степень свободы	Средний квадрат	$F_{фак}$
Общая	19,16327	17	-	
Вариантов	19,0005	5	3,8001	506,85
Повторений	0,0728	2	0,0364	104,398
Ошибка	0,08997	12	0,0074975	
F_{05}	3,11			

$F_{фак} > F_{05}$ и H_0 отвергается. Различия между вариантами существенны.