

ЖОГАЛЕВА ОЛЬГА СЕРГЕЕВНА

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ
СОРТОВ ГОРОХА ПРИ ОБРАБОТКЕ ИХ
ХЕЛАТНЫМИ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ**

Специальность: 4.1.2. – селекция, семеноводство
и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2022

Диссертационная работа выполнена в Азово–Черноморском инженерном институте – филиале федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донской государственной аграрный университет» в г. Зернограде (Азово–Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ) в 2015–2017 гг.

- Научный руководитель: **Стрельцова Людмила Геннадьевна**
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
кафедры «Агрономия и селекция сельскохозяйственных культур» Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрный университет»
- Официальные оппоненты: **Вишнякова Маргарита Афанасьевна**
доктор биологических наук, профессор,
главный научный сотрудник отдела генетических ресурсов зернобобовых культур ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»
- Меремьянина Ирина Анатольевна**
кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующая отделом бобовых культур ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П. П. Лукьяненко»
- Ведущая организация: ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

Защита диссертации состоится «29» ноября 2022 в 13:00 часов на заседании диссертационного совета Д 24.1.258.01, созданного на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» по адресу: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3. Тел. (факс): (861) 205-15-55.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», а также на сайте – <http://vniirice.ru>, с авторефератом на сайтах: Высшей аттестационной комиссии – <http://www.vak.minobrnauki.gov.ru> и ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» – <http://vniirice.ru>.

Автореферат разослан « » 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат биологических наук



Л. В. Есаулова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Селекционное совершенствование культуры и правильно организованное сортовое семеноводство являются важнейшими факторами повышения продуктивности и качества сортов гороха даже при длительном их использовании в производстве. При этом именно семеноводство в процессе производства семян высших категорий должно обеспечивать не только сохранение их сортовых и посевных качеств, урожайных свойств, но и сопряжённость полигенных признаков сорта.

Чтобы ускорить процесс внедрения в производство новых селекционных достижений, необходимо обеспечить сельхозпроизводителей достаточным количеством оригинальных и элитных семян. Поэтому разработка технологических приемов ускорения размножения семенного материала на основе применения хелатных микроудобрений весьма актуальна.

Степень разработанности темы. Проблемы повышения эффективности селекции и семеноводства полевых культур и пути их решения изложены в трудах Р.Х. Макашевой (1973), Н.М. Вербицкого (1992), В.Н. Большакова (1997), Л.В. Карповой (2002), З.Р. Цукановой (2003), А.А. Романенко (2005), И.П. Кошеляевой (2009), А.К. Гриднева (2012), В.И. Зотикова и др. (2019) и ряда других ученых. Вопросы по взаимодействию генотип – среда, экологической пластичности и модификационной изменчивости наиболее полно рассмотрены в работах В.А. Драгавцева (2002, 2003, 2013) и А.А. Жученко (1988, 1990). Успехи в повышении урожайности и качества сортов в результате воздействия на растения фунгицидов, удобрений, регуляторов роста и стимуляторов достигнуты многими отечественными и зарубежными исследователями (Гайсин И.А. и др., 2004; Дериглазова Г.М. и др., 2011; Исайчев В.А. и др., 2012; Голопятов М.Т., 2015, 2019; Жогалева О.С., Стрельцова Л.Г., 2019; Зотиков В.И. и др., 2019; Колесников Л.Е. и др., 2019; Zebarth B.J. et al., 2005; Javid M.G. et al., 2011; Dragičević V. et al., 2015; Kalitka V.V., Karpinos M.V., 2015; Smith G.H. et al., 2015 и другие). Однако круг вопросов, охватывающих проблему совершенствования семеноводства гороха, полностью не раскрыт.

Применение органоминеральных удобрений в хелатной форме в семеноводстве позволит при небольших затратах обеспечить растения необходимыми элементами питания, повысит изменчивость признаков, определяющих продуктивность и качество сортов, и будет способствовать получению высокого и стабильного по годам урожая высококачественных семян.

Цель исследований: изучение изменчивости количественных признаков сортов гороха под действием хелатных микроудобрений для повышения эффективности семеноводства при выращивании оригинальных и репродукционных семян.

Задачи исследований:

1. Проанализировать посевные качества используемых и полученных оригинальных семян сортов гороха.

2. Изучить закономерности роста и развития растений, формирования урожайности и качества семян под действием ОРМИСС.
3. Выявить сортовые особенности изменчивости количественных признаков гороха в зависимости от вариантов обработки и времени их проведения.
4. Рассчитать коэффициент размножения выращенных семян и проанализировать его изменчивость под действием ОРМИСС.
5. Установить корреляционную связь урожайности с другими ценными признаками при использовании хелатных микроудобрений.
6. Разработать научно обоснованные технологические приемы увеличения коэффициента размножения семян гороха и повышения их качества для использования в семеноводстве.
7. Дать оценку экономической и биоэнергетической эффективности возделывания сортов гороха на семена.

Научная новизна работы. Впервые изучены количественные признаки дефицитных сортов гороха усатого морфотипа селекции ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», представляющие интерес для семеноводства. Проанализирована их изменчивость под действием новых форм органоминеральных удобрительно–стимулирующих составов в условиях южной зоны Ростовской области и установлены корреляционные связи. На основании изучения сортовых особенностей изменчивости количественных признаков научно обоснованы и разработаны пути повышения урожайности и качества сортов гороха для использования их в семеноводстве при производстве оригинальных семян.

Теоретическая и практическая значимость. Проанализировано действие препаратов на широкий спектр признаков, определяющих урожайность и качество сортов гороха. Изучены различные схемы предпосевной обработки семян и внекорневых подкормок с применением хелатных микроудобрений и выявлены их оптимальные варианты, способствующие более полной реализации генетического потенциала сортов, увеличению коэффициента размножения оригинальных семян и повышению качества семенного материала, что позволит в конечном итоге увеличить объемы производства семян высших репродукций и ускорить внедрение широко востребуемых сортов в производство. Проведена оценка экономической и биоэнергетической эффективности выращивания сортов гороха на семенные цели при использовании ОРМИСС и даны рекомендации по совершенствованию технологии производства семян высших репродукций.

Методология и методы исследований. Исследования проводили с использованием полевых и лабораторных методов, общепринятых методик оценок и анализов. Статистическую обработку полученных данных проводили методом дисперсионного и корреляционного анализов по методикам в изложении Б.А. Доспехова (2011) и В.А. Дзюбы (2010).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Закономерности формирования урожайности и качества семян сортов гороха под действием хелатных микроудобрений.
2. Изменчивость количественных признаков гороха в зависимости от вариан-

тов обработки ОРМИСС и времени их проведения.

3. Повышение коэффициента размножения выращиваемых семян и обоснование технологических приемов увеличения объема производства семян высших репродукций.

4. Экономическая и биоэнергетическая эффективность возделывания усатых сортов гороха на семена.

Степень достоверности результатов исследований. Достоверность полученных результатов подтверждена достаточным числом полевых и лабораторных оценок и анализов, большим объемом экспериментальных данных, критериями статистической их обработки, системным подходом к исследованиям, оценкой биоэнергетической и экономической эффективности. Выводы, сформулированные в диссертации, оригинальны и обоснованы.

Личный вклад автора состоял в составлении программы исследований, подборе и анализе литературных источников, выборе методик исследований, организации и непосредственном участии в проведении научных экспериментов и получении исходных данных, статистической оценке полученных результатов, их описании и интерпретации, подготовке публикаций по выполненной работе и написании диссертации.

Апробация работы. Результаты исследований были изложены в научных отчетах по НИР (2016–2019), доложены на всероссийских и международных научно–практических конференциях аспирантов и молодых ученых Азово–Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» (Зерноград, 2016–2022); научно–практической конференции «Инновационное развитие АПК» (Зерноград, 2017); конкурсе инновационных проектов У.М.Н.И.К. (2017); всероссийской научно–практической конференции «Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственных ландшафтах и урбанизированных территориях» (п. Персиановский, Ростовская обл., 2017); международной научно–практической конференции «Фундаментальные и прикладные научные исследования: вопросы и перспективы развития» (Томск, 2019); всероссийской научно–практической конференции студентов и молодых исследователей «Совершенствование технологий и технических средств в сельскохозяйственном производстве» (Зерноград, 2020).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 7 научных статей, в том числе 3 статьи в изданиях из перечня ВАК Министерства образования и науки РФ и 1 статья в журнале, входящем в международную базу цитирования Scopus.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 199 страницах компьютерного текста (без приложений). Состоит из введения, 4 глав, заключения и предложений семеноводству и производству, списка литературы. Работа включает 36 таблиц, 14 рисунков и 30 приложений. Список используемой литературы содержит 265 источников, в том числе 33 иностранных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. КУЛЬТУРА ГОРОХА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННО–СЕМЕНОВОДЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ПО- ВЫШЕНИЯ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА СЕМЯН (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

В данной главе изложены народно–хозяйственное значение и морфо–биологическая характеристика гороха посевного. Рассмотрена организация производства семян гороха высших репродукций. Описана биологическая роль минеральных элементов в онтогенезе гороха. Освещены аспекты применения микроудобрений в селекционно–семеноводческой практике и при производстве товарной продукции.

2. УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный тяжелосуглинистый карбонатный на лёссовидных суглинках. Агрохимические показатели пахотного слоя: pH 7,1, содержание гумуса – 3,1 %, P_2O_5 – 19,6 мг/кг, K_2O – 395 мг/кг почвы. Почвенная структура – мелкозернистая, с рыхлым сложением, легко поддается обработке, обладает хорошей воздухопроницаемостью и влагоёмкостью.

Опытный участок находится в зоне недостаточного и неустойчивого увлажнения. Метеорологические условия в 2015–2017 гг. были не совсем благоприятные для роста и развития гороха; в 2015 г. сумма осадков за период вегетации составила 299, в 2016 – 225,4, а в 2017 – 247,4 мм при норме 233 мм, однако в критические фазы наблюдался недобор осадков.

Исследования были проведены в Азово–Черноморском инженерном институте ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде в 2015–2017 гг.

Материалом исследований являлись оригинальные семена из питомника размножения первого года трех сортов гороха селекции ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»: Аксайский усатый 5, Альянс и Атаман.

Полевые исследования проведены на полях Агротехнологического центра, лабораторные исследования – на кафедре агрономии и селекции сельскохозяйственных культур и в учебной научно–производственной агротехнологической лаборатории института.

Опыты двухфакторные: фактор А – сорт, фактор В – вариант обработки. Обработку семян и растений гороха проводили органоминеральными стимулирующими составами (ОРМИСС): семена в дозировке – 2 л/т, растения – 2 л/га. Препараты ОРМИСС содержат микро– и макроэлементы в легкоусвояемой хелатной форме, произведены на основе аминокислот, поэтому не травмируя растения, мгновенно, в течение 3–х минут, впитываются в него с показателем усвояемости до 99%, устойчивы в широком диапазоне pH, хорошо растворимы в воде, относятся к 4 классу опасности (безопасны для пчел).

Состав применяемых органоминеральных стимулирующих смесей:

- ОРМИСС Cu/B: медь 20–25, азот ~ 45, сера ~ 31,3 г/л, бор 25–35 г/л.

- ОРМИСС Cu/Mo: медь 20–25, азот ~ 45, сера ~ 31,3 г/л; молибден 10–15 г/л.

Схема опыта по одному препарату:

1. Без обработки (контроль).
2. Предпосевная обработка семян препаратами (ОС₁).
3. Предпосевная + в фазу 3–5 листьев (ОС₁+ОР₁).
4. Предпосевная + в фазу цветения (ОС₁+ОР₂);
5. В фазу 3–5 листьев (ОР₁);
6. В фазу цветения (ОР₂);
7. В фазу 3–5 листьев + в фазу цветения (ОР₁+ОР₂).

Закладку и проведение полевых опытов проводили в соответствии с методикой полевого опыта (Доспехов Б.А., 2011) и методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989).

Учетная площадь делянок 25 м². Делянки размещали стандартным способом в четырехкратной повторности.

Сорта гороха высевали по предшественнику – озимая пшеница. Посев осуществляли сеялкой СН–16 при норме 1,2 млн шт./га. Способ посева – рядовой. Глубина посева – 5–6 см. Технология возделывания гороха общепринятая для данной зоны. Уборку проводили комбайном «Terrion 2010» в фазе полной спелости зерна.

Посевные качества семян анализировали на соответствие ГОСТ Р 52325–2005. Энергию прорастания и лабораторную всхожесть определяли согласно ГОСТ 12038–84, массу 1000 семян – ГОСТ 12042–80, зараженность болезнями – ГОСТ 12044–93, заселенность вредителями – ГОСТ 12045–97. Полевую всхожесть и число растений, выживших к уборке, определяли путем подсчета растений в каждой делянке опыта.

Наблюдение фенологических фаз, биометрические измерения растений выполняли в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Симбиотическую активность сортов определяли согласно методике Г.С. Посыпанова (1991). Коэффициент устойчивости к полеганию рассчитывали, как отношение высоты стеблестоя к высоте растения (длине стебля). Содержание сырого протеина в семенах гороха определяли методом Къельдаля (ГОСТ 10846–91).

Экономическую эффективность возделывания сортов гороха оценивали согласно методикам Л.Н. Анипенко и В.Е. Кириченко (2006), Л.Н. Анипенко и др., (2010); энергетическую эффективность – по методике А.И. Пупониной и А.В. Захаренко (1998). Статистическую обработку данных выполняли по методикам в изложении Б.А. Доспехова (2011) и В.А. Дзюбы (2010).

3. ИЗМЕНЧИВОСТЬ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ГОРОХА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ХЕЛАТНЫХ МИКРОУДОБРЕНИЙ (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ)

3.1. Посевные качества семян гороха, используемых для посева

В наших исследованиях оригинальные семена (ОС) изучаемых сортов гороха из питомника размножения первого года, используемые для посева, характеризовались чистотой 100%, зараженность патогенами и повреждение

вредителями не выявлены, что соответствовало требованиям, предъявляемым к сортовым семенам гороха посевного данной категории.

В среднем за годы исследований энергия прорастания семян, используемых для посева, варьировала в условиях контроля от 71,1 до 79,1 % (таблица 1). У сортов Аксайский усатый 5 и Альянс значения признака были практически одинаковы, сорт Атаман достоверно превышал стандарт на 8,0 %. В опытных вариантах оба новых сорта превышали сорт Аксайский усатый 5.

Таблица 1 – Энергия прорастания и всхожесть семян, используемых для посева, % (2015–2017 гг.)

Сорт (фактор А)	Вариант обработки (фактор В)	Энергия прорастания	Всхожесть	
			лабораторная	полевая
Аксайский усатый 5, st	Контроль	71,1	97,7	88,5
	ОРМИСС Cu/В	80,4	98,4	91,9
	ОРМИСС Cu/Мо	82,2	98,3	92,1
Альянс	Контроль	71,7	97,5	88,3
	ОРМИСС Cu/В	83,6	98,0	92,9
	ОРМИСС Cu/Мо	83,8	98,2	93,0
Атаман	Контроль	79,1	96,9	88,0
	ОРМИСС Cu/В	84,9	98,5	90,7
	ОРМИСС Cu/Мо	87,0	97,9	91,2
—	НСР ₀₅	1,93	1,88	2,92
	НСР _{05(А)= НСР_{05(Вяг)}}	1,58	1,76	2,38

Применение ОРМИСС как с бором, так и с молибденом обеспечивало у данных сортов достоверные прибавки относительно контроля: под действием ОРМИСС Cu/В на 5,8–11,9, под действием состава с Cu/Мо – на 7,9–12,1%. Максимальная энергия прорастания семян была у сорта Атаман при обработке семян препаратом ОРМИСС Cu/Мо.

Исследуемые сорта гороха характеризовались высокими значениями лабораторной всхожести семян, как на контроле (96,9–97,7 %), так и при обработке препаратами ОРМИСС (97,9–98,5%) и отвечали требованиям стандарта на кондиционные семена данной категории. Изменчивость признака была незначительной, как по сортам, так и по вариантам опыта.

Для формирования высокой продуктивности сорта необходимо получать дружную полевую всхожесть и увеличить выживаемость растений.

Посев семенами, обработанными органоминеральными составами, обеспечивал повышение полевой всхожести. В среднем за три года в условиях контроля полевая всхожесть составляла 88,0–88,5 %. Под действием состава с Cu/В она возрастала на 2,7–4,6 %, состава с Cu/Мо – на 3,2–4,7 % (НСР_{05 (В)} = 2,38). Наибольшая полевая всхожесть была отмечена у сорта Альянс при применении, как ОРМИСС Cu/В, так и ОРМИСС Cu/Мо.

Выживаемость растений к уборке в условиях контроля составляла 84,4–85,8 % (таблица 2). Установлен значимый положительный модификаци-

онный эффект под действием ОРМИСС Cu/B: у сорта Аксайский усатый 5 – при двукратных обработках, у сорта Альянс – во всех вариантах, кроме ОР₁ и ОР₂, у сорта Атаман – только в варианте ОР₁+ОР₂. Под действием ОРМИСС Cu/Мо у данных сортов отмечено превышение контроля во всех вариантах, за исключением ОР₁ и ОР₂ у сорта Аксайский усатый 5, когда превышение контроля было несущественным.

Таблица 2 – Выживаемость растений гороха, % (2015–2017 гг.)

Вариант обработки (фактор В)	Сорт (фактор А)					
	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu/B			ОРМИСС Cu/Мо		
Контроль	84,4	85,4	85,8	84,4	85,4	85,8
ОС ₁	86,9	91,2	86,7	88,5	89,9	90,0
ОС ₁ +ОР ₁	90,8	92,4	87,7	89,5	91,5	91,4
ОС ₁ +ОР ₂	88,8	91,9	88,7	90,7	90,2	91,0
ОР ₁	85,6	87,0	86,6	85,1	89,5	89,5
ОР ₂	86,2	86,9	84,7	86,2	89,5	89,8
ОР ₁ +ОР ₂	91,2	92,7	94,2	92,4	91,7	93,6
—	HCP ₀₅ =4,08 HCP _{05 (A)} =2,18 HCP _{05 (B,AB)} =3,33			HCP ₀₅ =3,40 HCP _{05 (A)} =1,82 HCP _{05 (B,AB)} =2,77		

Максимальный эффект по всем сортам гороха был получен независимо от выбора препарата в варианте ОР₁+ОР₂ (6,3–8,4 %), а у сорта Альянс еще и в варианте ОС₁+ОР₁ (6,1–7,0 %), что способствовало получению более высокого урожая семян в данных вариантах опыта.

3.2. Посевные качества семян первого года пересева

В результате анализа посевных качеств семян полученного урожая было установлено, что семена исследуемых сортов гороха первого года пересева, выращенные в контрольных и опытных условиях, также характеризовались чистотой 100%, признаки повреждения вредителями, поражения их аскохитозом и другими болезнями отсутствовали, что соответствовало требованиям, предъявляемым к оригинальным семенам.

Энергия прорастания полученных семян в среднем за годы исследований варьировала по сортам на контроле от 72,9 до 74,6 % (таблица 3). Значимый модификационный эффект от применения микроудобрений наблюдался во всех вариантах обработки и составил под действием ОРМИСС Cu/B 2,1–8,4 %, под действием ОРМИСС Cu/Мо – 4,2–8,8 %. Более эффективными были обработки составом с Cu/Мо, повышающие энергию прорастания до 80% и выше во всех вариантах, за исключением предпосевной обработки семян (ОС₁). Наибольший эффект по трем сортам (8,5–8,8 %) был получен при двукратной внекорневой подкормке с применением ОРМИСС Cu/Мо.

Лабораторная всхожесть семян первого года пересева также возрастала под действием используемых препаратов. В условиях контроля она варьировала по сортам от 94,0 до 95,6, под действием ОРМИСС Cu/В от 95,4 до 98,0, ОРМИСС Cu/Мо – от 95,6 до 97,8 % (таблица 4). При этом модификационный эффект составил, соответственно, 0,5–4,0 и 0,2–3,6 %. Максимальным он был у сорта Аксайский усатый 5, минимальным у сорта Атаман.

Таблица 3 – Энергия прорастания семян гороха первого года пересева, % (2015–2017 гг.)

Вариант обработки (фактор В)	Сорт (фактор А)					
	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu/В			ОРМИСС Cu/Мо		
Контроль	72,9	73,0	74,6	72,9	73,0	74,6
ОС ₁	77,7	75,1	81,2	78,8	77,2	79,6
ОС ₁ +ОР ₁	80,7	79,7	82,0	81,0	80,4	82,5
ОС ₁ +ОР ₂	81,4	80,6	82,0	81,1	81,0	82,8
ОР ₁	80,5	77,2	80,2	81,5	80,9	81,6
ОР ₂	79,7	78,4	79,9	81,0	80,0	80,6
ОР ₁ +ОР ₂	81,3	80,2	82,2	81,7	81,5	83,3
—	HCP ₀₅ =2,01 HCP _{05 (A)} =1,07 HCP _{05 (B, AB)} =1,64			HCP ₀₅ =2,09 HCP _{05 (A)} =1,12 HCP _{05 (B, AB)} =1,71		

Таблица 4 – Лабораторная всхожесть семян гороха первого года пересева, % (2015–2017 гг.)

Вариант обработки (фактор В)	Сорт (фактор А)					
	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu/В			ОРМИСС Cu/Мо		
Контроль	94,0	95,6	95,4	94,0	95,6	95,4
ОС ₁	95,4	96,1	95,9	95,6	96,4	95,6
ОС ₁ +ОР ₁	96,9	97,1	97,3	95,9	97,3	96,8
ОС ₁ +ОР ₂	96,8	97,2	96,9	96,4	97,8	96,8
ОР ₁	96,9	96,8	96,9	96,8	97,4	97,1
ОР ₂	96,6	96,0	96,7	97,1	97,3	96,8
ОР ₁ +ОР ₂	98,0	98,0	97,3	97,6	97,8	97,2
$\bar{x}$	96,4	96,7	96,6	96,2	97,1	96,5
—	HCP ₀₅ =1,14 HCP _{05 (A)} =0,61 HCP _{05 (B, AB)} =0,93			HCP ₀₅ =1,11 HCP _{05 (A)} =0,60 HCP _{05 (B, AB)} =0,93		

Двукратными внекорневыми подкормками удалось повысить лабораторную всхожесть семян по всем сортам, применяя ОРМИСС Cu/В до 97,3–98,0 % или ОРМИСС Cu/Мо – до 97,2–97,8 %.

Масса 1000 семян – это один из важнейших показателей качества семенного материала и продуктивности сортов. Крупные семена, как правило, более тяжелые, имеют большой запас питательных веществ, дают более мощные всходы при прорастании и в дальнейшем обеспечивают высокий урожай.

В годы исследований масса 1000 семян имела оптимальные для гороха значения (170–250 г). В среднем за три года она варьировала по сортам в условиях контроля от 175,2 до 204,7 г, под действием ОРМИСС Cu/V – от 175,6 до 216,2, под действием ОРМИСС Cu/Mo – от 181,3 до 216,7%. Сорта Альянс и Атаман достоверно превышали стандартный сорт на контроле и по всем вариантам обработки. Формирование более крупных семян у трех сортов обеспечили оба препарата при двукратных обработках (таблица 5).

Таблица 5 – Масса 1000 семян первого года посева, г (2015–2017 гг.)

Вариант обработки* (фактор В)	Сорт (фактор А)					
	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu/V			ОРМИСС Cu/Mo		
Контроль	175,2	183,5	204,7	175,2	183,5	204,7
ОС ₁ +ОР ₁	179,1	192,0	213,3	183,0	194,6	216,3
ОС ₁ +ОР ₂	180,5	194,8	216,2	188,0	190,5	215,9
ОР ₁ +ОР ₂	180,6	194,0	214,6	189,0	195,3	216,7
—	НСП ₀₅ = 2,98 НСП _{05 (А)} = 1,07 НСП _{05 (В, АВ)} = 2,26			НСП ₀₅ = 3,04 НСП _{05 (А)} = 1,10 НСП _{05 (В, АВ)} = 2,29		

*все варианты опыта представлены в диссертационной работе

Однако, изменчивость данного признака была максимальной и составила 11,8–13,8 г в результате двукратной внекорневой подкормки (ОР₁+ОР₂) с применением ОРМИСС Cu/Mo.

3.3. Признаки, определяющие развитие растений и урожайность сортов

Симбиотическая активность. Симбиотическую активность сортов гороха оценивали по числу азотфиксирующих клубеньков, их массе и проценту жизнеспособных клубеньков в фазы 3–5 листьев и цветения. Изменчивость этих признаков в фазу 3–5 листьев была незначительной, в отдельных вариантах отмечен отрицательный эффект, что подтверждало сведения ряда исследователей (Наумкина Т.С. и др., 2001, 2006; Литвинцев П.А. 2007; Гурьев Г.П., 2015 и другие).

Учет клубеньков в фазу цветения показал, что обработки семян и растений ОРМИСС способствовали увеличению числа клубеньков и повышению их сохранности. Применение ОРМИСС Cu/Mo обеспечило достоверный положительный эффект во всех вариантах, в большей степени в варианте ОР₁+ОР₂, когда их число возрастало на 2,9–3,7 шт./растение при увеличении процента живых клубеньков – на 3,2–10,1 по отношению к контролю.

Высота растений и стеблестоя. Проведенные обработки составом с Cu/Mo обеспечили достоверные прибавки относительно контроля по высоте растений по трем сортам во всех вариантах на 3,8–12,4 см. Технологичность возделывания сортов гороха под действием ОРМИСС Cu/Mo не ухудшалась: высота стеблестоя при этом возрастала на 4,2–12,1 см или оставалась на уровне контроля, а коэффициент устойчивости сортов к полеганию составлял 0,4–0,6.

Масса корней и надземной части. В фазу 3–5 листьев закономерности изменчивости формирования биомассы под действием ОРМИСС Cu/B не установлена. Под действием ОРМИСС Cu/Mo существенная модификация массы надземной части была отмечена при двукратной обработке ОС₁+ОР₁. В результате анализа растений в фазу цветения выявлен максимальный эффект у всех сортов при двукратной внекорневой подкормке: обработка ОРМИСС Cu/B привела к увеличению массы корней на 0,05–0,09 и надземной части – на 4,5–7,7 г, применение ОРМИСС Cu/Mo – соответственно, на 0,06–0,09 и 5,7–10,0 г.

Элементы структуры урожая. Анализ признаков, характеризующих структуру урожая гороха и их изменчивость показал, что обработки семян и растений органоминеральными составами влияли на них положительно в большинстве вариантов, но в разной степени. Изменчивость числа продуктивных узлов на растение была незначительной, как по сортам, так и по вариантам опыта. Применение ОРМИСС способствовало увеличению числа продуктивных узлов и бобов на растение у всех сортов независимо от выбора препарата во всех вариантах двукратных обработок. Наибольшее число бобов, сохранившихся к созреванию, формировал сорт Альянс (5,8 шт. на растение) после двукратной внекорневой подкормки с применением ОРМИСС Cu/B – на 1,4 шт. выше, чем на контроле (таблица 6).

Таблица 6 – Число бобов на растение, шт. (2015–2017 гг.)

Вариант обработки* (фактор В)	Сорт (фактор А)					
	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu/B			ОРМИСС Cu/Mo		
Контроль	4,0	4,4	4,0	4,0	4,4	4,0
ОС ₁ +ОР ₁	5,0	5,5	4,6	4,6	5,6	4,5
ОС ₁ +ОР ₂	4,9	5,3	4,6	4,7	5,4	4,7
ОР ₁ +ОР ₂	5,3	5,8	5,1	5,2	5,6	5,2
—	HCP ₀₅ = 0,56 HCP _{05(A)} = 0,30 HCP _{0(B, AB)} = 0,46			HCP ₀₅ = 0,49 HCP _{05(A)} = 0,26 HCP _{05(B, AB)} = 0,40		

*все варианты опыта представлены в диссертационной работе

Признак «число семян на боб» относится к слабо варьирующим под влиянием факторов среды. Под действием препаратов ОРМИСС изменялось не общее число семян в бобе, а выполненность боба, то есть число сформированных семян на 1 боб.

Среднее число семян в бобе варьировало по сортам в условиях контроля от 4,5 до 4,7 шт., под действием ОРМИСС Cu/B – от 4,8 до 5,9, под действием ОРМИСС Cu/Mo – от 4,7 до 5,8 шт. (таблица 7). Высокая положительная модификация по данному признаку (0,8–1,2 шт.) была получена в результате применения ОРМИСС Cu/B у сортов Аксайский усатый 5 и Атаман в варианте OP_1+OP_2 , а у сорта Альянс – в вариантах OC_1+OP_1 и OP_1+OP_2 . В остальных вариантах значения признака были на уровне контроля или эффект был более слабым. Максимальное число семян в бобе (5,8–5,9 шт.) было установлено у сорта Аксайский усатый 5 под действием ОРМИСС, как с Cu/B, так и с Cu/Mo при двукратной внекорневой подкормке.

Таблица 7 – Число семян в бобе и на 1 растение, шт. (2015–2017 гг.)

Вариант обработки* (фактор В)	Сорт (фактор А)					
	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu/В			ОРМИСС Cu/Mo		
Число семян на 1 боб						
Контроль	4,7	4,5	4,7	4,7	4,5	4,7
ОС ₁ +ОР ₁	5,6	5,5	5,0	5,4	5,3	5,0
ОС ₁ +ОР ₂	5,3	5,2	5,1	5,6	4,9	5,0
ОР ₁ +ОР ₂	5,9	5,4	5,5	5,8	5,3	5,2
—	НСР ₀₅ = 0,59 НСР _{05 (А)} =0,31 НСР _{05 (В, АВ)} = 0,48			НСР ₀₅ = 0,63 НСР _{05 (А)} =0,33 НСР _{05 (В, АВ)} = 0,51		
Число семян на 1 растение						
Контроль	21,8	20,6	19,4	21,8	20,6	19,4
ОС ₁ +ОР ₁	28,6	30,0	23,5	24,9	30,8	23,9
ОС ₁ +ОР ₂	26,9	27,4	23,8	26,4	27,5	22,7
ОР ₁ +ОР ₂	31,1	31,4	28,1	30,6	30,0	27,1
—	НСР ₀₅ =1,06 НСР _{05(А)} =0,56 НСР _{05(В, АВ)} =0,86			НСР ₀₅ =1,00 НСР _{05(А)} =0,54 НСР _{05(В, АВ)} =0,82		

*все варианты опыта представлены в диссертационной работе

Число семян на 1 растение, в среднем за три годы составляло у изучаемых сортов в условиях контроля 19,4–21,8 шт., под действием ОРМИСС Cu/B – 22,1–31,4, состава с Cu/Mo – 22,7–30,8 шт. Обработки препаратами, и с бором (HCP_{05(B)}=0,86), и с молибденом (HCP_{05(B)}=0,82) обеспечивали у них достоверный положительный эффект во всех вариантах опыта. Наибольшим он был (8,7–10,8 шт./растение) при использовании микроудобрения с Cu/B в варианте OP_1+OP_2 , когда число семян на растение возросло до 28,1–31,4 шт.

Масса семян на растение варьировала по сортам в условиях контроля от 3,8 до 4,2 г, под действием ОРМИСС, содержащего Cu/B – от 4,4 до 5,8 г, Cu/Mo – от 4,5 до 5,7 г. Во всех вариантах обработки также наблюдалась значимая положительная модификация. Наибольшую массу семян при использовании ОРМИСС и с бором, и с молибденом сорта Атаман и Аксайский усатый 5 имели в варианте OP_1+OP_2 (5,2–5,6 г), сорт Альянс – в варианте OC_1+OP_1 (5,7–5,8 г) и, кроме этого, сорт Альянс под действием ОРМИСС

Сu/Мо в варианте OP_1+OP_2 (5,7 г). Превышение над контролем составляло при этом 1–2,0 г на растение. Среди сортов самый высокий эффект был установлен у сорта гороха Альянс.

Емкость и продуктивность агрофитоценоза. В среднем за три года, емкость агрофитоценоза варьировала у изучаемых сортов гороха на контроле от 1,57 до 1,77, по вариантам обработок – от 1,65 до 2,86 тыс. шт./м². Варьирование значений в зависимости от вариантов обработки по каждому сорту и препарату было среднее, коэффициент вариации составлял 12,1–15,0 %.

У сорта Альянс оба препарата по всем вариантам обработок семян и растений давали значимый положительный эффект. У сорта Аксайский усатый 5 действие ОРМИСС Сu/В обеспечило достоверное превышение контроля во всех вариантах, за исключением варианта OC_1 , у сорта Атаман все варианты были эффективными ($HCP_{05(B)}=0,24$ тыс. шт./м²). Под действием ОРМИСС Сu/Мо достоверное превышение контроля установлено у сорта Аксайский усатый 5 во всех вариантах, а у сорта Атаман – во всех вариантах, кроме варианта OC_1 , когда значения признака были на уровне контроля ($HCP_{05(B)}=0,22$ тыс. шт./м²).

Высокая емкость агрофитоценоза была получена под действием состава как с Сu/В, так и с Сu/Мо у сортов Атаман (2,35–2,44 тыс. шт./м²) и Аксайский усатый 5 (2,56–2,67 тыс. шт./м²) в варианте OP_1+OP_2 , а у сорта Альянс – в вариантах OC_1+OP_1 и OP_1+OP_2 (соответственно, 2,75–2,86 и 2,72–2,85 тыс. шт./м²). Наибольшие ее значения имел сорт Альянс в указанных вариантах обработки препаратом ОРМИСС Сu/В (таблица 8).

Таблица 8 – Емкость и продуктивность агрофитоценоза сортов гороха (2015–2017 гг.)

Вариант обработки* (фактор В)	Сорт (фактор А)					
	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман	Аксайский усатый 5, st	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu/В			ОРМИСС Cu/Mo		
Емкость агрофитоценоза, тыс. шт./м ²						
Контроль	1,71	1,77	1,57	1,71	1,77	1,57
ОС ₁ +ОР ₁	2,37	2,86	1,89	2,23	2,75	1,90
ОС ₁ +ОР ₂	2,22	2,50	2,05	2,20	2,48	1,98
ОР ₁ +ОР ₂	2,67	2,85	2,44	2,56	2,72	2,35
—	НСР ₀₅ =0,30 НСР _{05 (А)} =0,16 НСР _{05(В, АВ)} =0,24			НСР ₀₅ =0,26 НСР _{05(А)} =0,14 НСР _{05(В, АВ)} =0,22		
Продуктивность агрофитоценоза, г/м ²						
Контроль	340,7	338,1	338,9	340,7	338,1	338,9
ОС ₁ +ОР ₁	393,4	442,7	393,5	381,0	407,6	381,3
ОС ₁ +ОР ₂	378,7	399,9	369,8	380,3	404,6	387,7
ОР ₁ +ОР ₂	421,3	440,0	418,4	409,6	418,6	418,0
—	НСР ₀₅ =41,5 НСР _{05 (А)} =22,2 НСР _{05 (В, АВ)} =33,9			НСР ₀₅ =38,4 НСР _{05(А)} =20,2 НСР _{05(В, АВ)} =31,8		

*все варианты опыта представлены в диссертационной работе

В результате двухфакторного дисперсионного анализа было установлено, что влияние факторов А и В на формирование емкости агрофитоценоза гороха различалось по годам и по препаратам. Так, под действием ОРМИСС Cu/В в 2015 г. доля вклада сорта составила 8,6 %, вариантов обработки – 45,0%, в 2016 г. – 1,3 и 35,5%, а в 2017 г. – 21 и 19%, соответственно. Под действием ОРМИСС Cu/Мо в 2015 г. влияние сорта составило 7,4 %, вариантов обработки – 18,0 %, в 2016 г. – 4,1 и 40,0%, а в 2017 г. – 31,5 и 14,9%, соответственно.

Продуктивность агрофитоценоза в среднем за годы исследований составляла на контроле 338,1–340,7 г/м². Под действием ОРМИСС Cu/В она изменялась от 351,4 до 442,7 г/м², при обработке ОРМИСС Cu/Мо – от 338,8 до 418,6 г/м². Варьирование значений в зависимости от вариантов обработки было слабое, коэффициент вариации составлял 6,5–9,5 %.

Максимальная биологическая урожайность была получена в варианте ОР₁+ОР₂ при обработке ОРМИСС как с бором, так и с молибденом у сортов Аксайский усатый 5 (421,3 и 409,6 г/м², соответственно) и Атаман (418,0–418,4 г/м²). Сорт Альянс формировал агрофитоценоз с наибольшей продуктивностью под действием ОРМИСС Cu/В – в вариантах ОС₁+ОР₁ и ОР₁+ОР₂ (440,0–442,7 г/м²), а также с применением ОРМИСС Cu/Мо – в варианте ОР₁+ОР₂ (418,6 г/м²). У сорта Атаман наибольшее значение данного признака было получено под действием состава с Cu/В в варианте ОР₁+ОР₂ (410,4 г/м²), а а состава Cu/Мо – в варианте ОС₁+ОР₁ (375,1 г/м²). Максимальный эффект достигнут в результате применения состава с Cu/В при двукратных обработках в вариантах ОС₁+ОР₁ и ОР₁+ОР₂ – 101,9–104,6 г/м².

Оценка доли влияния изучаемых факторов на формирование биологической урожайности у данных сортов гороха показала, что ее величина в большей степени зависела от вариантов обработки, чем от генотипа. Так, под действием ОРМИСС Cu/В в 2015 г. вклад сорта составил 7,9 %, вариантов обработки – 41,5 %, в 2016 г. – 2,4 и 33,7%, а в 2017 г. – 14,7 и 40,2%, соответственно. Под действием ОРМИСС Cu/Мо в 2015 г. влияние сорта составило 31,0 %, вариантов обработки – 2,4 %, в 2016 г. – 3,9 и 38,7%, а в 2017 г. – 19,5 и 32,8%, соответственно.

3.4. Урожайность семян сортов гороха

Урожай – это самый главный показатель оценки сортов и зависит от генетических особенностей, погодных условий, агротехнических приемов и других причин.

Урожайность семян гороха по всем сортам в 2017 г. была выше, чем в 2015 и 2016 гг. (таблица 9). Обработка семян перед посевом и растений с применением микроудобрений ОРМИСС, как с бором, так и с молибденом, в большинстве случаев приводила к увеличению урожайности семян.

Так, у сорта Аксайский усатый 5 при обработке ОРМИСС Cu/В существенный положительный модификационный эффект наблюдался в 2015 и 2016 гг. во всех вариантах, в 2017 г. – во всех вариантах, кроме ОС₁+ОР₂ и ОР₁. При обработке ОРМИСС Cu/Мо достоверное превышение контроля бы-

ло установлено в 2015 и 2017 гг. – во всех вариантах, в 2016 г. – только в вариантах двукратных обработках.

Таблица 9 – Урожайность семян сортов гороха, т/га (2015–2017 гг.)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	ОРМИСС Cu/В				ОРМИСС Cu/Мо			
		2015	2016	2017	$\bar{x}$	2015	2016	2017	$\bar{x}$
Аксайский усатый 5, st	К	2,16	2,12	3,34	2,54	2,16	2,12	3,34	2,54
	ОС ₁	2,83	2,55	3,71	3,03	2,61	2,19	4,05	2,95
	ОС ₁ +ОР ₁	2,89	2,84	4,17	3,30	2,79	2,80	4,22	3,27
	ОС ₁ +ОР ₂	3,00	3,30	3,60	3,30	2,66	3,01	4,21	3,29
	ОР ₁	3,00	3,10	3,35	3,15	3,18	2,21	4,13	3,17
	ОР ₂	2,63	2,78	3,70	3,04	3,25	2,17	4,12	3,18
	ОР ₁ +ОР ₂	3,00	2,99	4,34	3,44	3,36	3,13	4,30	3,60
	$\bar{x}$	2,79	2,81	3,74	3,11	2,86	2,52	4,05	3,14
	V, %	11,5	15,0	11,5	9,0	15,9	18,9	8,0	10,5
Альянс	К	2,80	1,71	3,26	2,59	2,80	1,71	3,26	2,59
	ОС ₁	3,12	2,32	3,85	3,10	3,03	2,41	3,63	3,02
	ОС ₁ +ОР ₁	3,14	3,34	3,86	3,45	3,05	3,29	4,13	3,49
	ОС ₁ +ОР ₂	3,12	2,55	3,80	3,16	3,04	2,65	3,99	3,23
	ОР ₁	3,17	3,30	3,16	3,21	3,24	2,02	4,16	3,14
	ОР ₂	2,90	3,30	3,01	3,07	3,23	2,19	4,07	3,16
	ОР ₁ +ОР ₂	3,22	2,56	3,91	3,23	3,24	2,85	4,22	3,44
	$\bar{x}$	3,07	2,73	3,55	3,11	3,09	2,45	3,92	3,15
	V, %	4,2	23,8	11,0	8,4	4,3	22,9	8,9	9,5
Атаман	К	2,87	1,72	3,60	2,73	2,87	1,72	3,60	2,73
	ОС ₁	3,08	2,26	3,77	3,04	2,82	2,43	3,93	3,06
	ОС ₁ +ОР ₁	3,10	3,01	3,79	3,30	2,75	3,12	4,16	3,34
	ОС ₁ +ОР ₂	3,08	2,48	3,92	3,16	2,74	2,91	4,09	3,25
	ОР ₁	3,17	2,39	4,01	3,19	3,10	2,54	3,88	3,17
	ОР ₂	3,09	2,84	3,77	3,23	3,18	2,51	3,94	3,21
	ОР ₁ +ОР ₂	3,21	3,57	4,27	3,68	3,21	2,49	4,24	3,31
	$\bar{x}$	3,09	2,61	3,88	3,19	2,95	2,53	3,98	3,15
	V, %	3,5	22,7	5,6	9,0	6,9	17,4	5,4	6,6
—	2015	HCP ₀₅ =0,22 HCP _{05(A)} =0,12 HCP _{05(B, AB)} =0,18				HCP ₀₅ =0,17 HCP _{05(A)} =0,10 HCP _{05(B, AB)} =0,18			
	2016	HCP ₀₅ =0,32 HCP _{05(A)} =0,17 HCP _{05(B, AB)} =0,26				HCP ₀₅ =0,35 HCP _{05(A)} =0,19 HCP _{05(B, AB)} =0,29			
	2017	HCP ₀₅ =0,36 HCP _{05(A)} =0,19 HCP _{05(B, AB)} =0,29				HCP ₀₅ =0,38 HCP _{05(A)} =0,21 HCP _{05(B, AB)} =0,31			

Урожайность семян гороха у сорта Аксайский усатый 5 при обработке ОРМИСС Cu/В в 2015 году была наибольшей в вариантах ОС₁+ОР₂, ОР₁ и ОР₁+ОР₂ (3,00 т/га), в 2016 году – в вариантах ОС₁+ОР₂ (3,30 т/га), в 2017 го-

ду – в варианте OP_1+OP_2 (4,34 т/га). Под действием ОРМИСС Cu/Мо урожайность данного сорта ежегодно было максимальной в варианте OP_1+OP_2 (3,13–4,30 т/га).

У сорта Альянс применение ОРМИСС с молибденом обеспечивало ежегодно достоверное превышение значений признака относительно контроля по всем вариантам. При обработке составом с бором значимое превышение контроля было установлено в 2015 г. во всех вариантах, кроме OP_2 , в 2016 г. – во всех вариантах, а в 2017 г. – во всех вариантах, кроме OP_1 и OP_2 .

Урожайность данного сорта была более высокой при обработке ОРМИСС Cu/В в 2015 и 2017 гг. в варианте опыта OP_1+OP_2 (3,22 и 3,91 т/га, соответственно), в 2016 г. – в варианте OC_1+OP_1 (3,34 т/га). Под действием ОРМИСС Cu/Мо урожайность была максимальной в 2015 г. в вариантах опыта OP_1 и OP_1+OP_2 (3,24 т/га), в 2016 г. – в варианте OC_1+OP_1 (3,29 т/га), в 2017 г. – в варианте OP_1+OP_2 (4,22 т/га).

У сорта Атаман обработки изучаемыми микроудобрениями обеспечивали достоверную изменчивость урожайности относительно контроля по всем вариантам с применением ОРМИСС Cu/В – в 2015–2016 гг., состава с Cu/Мо – только в 2016 г. Под действием ОРМИСС Cu/В в 2017 г. значения признака превышали контроль в вариантах OC_1+OP_2 , OP_1 и OP_1+OP_2 . Под действием ОРМИСС Cu/Мо в 2015 г. значимый положительный эффект был получен только при проведении однократных и двукратных внекорневых подкормок, в 2017 г. – во всех вариантах, кроме OP_1 .

Урожайность у данного сорта была наибольшей ежегодно при обработке ОРМИСС Cu/В в варианте OP_1+OP_2 (3,21–4,27 т/га). При обработке ОРМИСС Cu/Мо у сорта Атаман в 2015 и 2017 гг. урожайность была наибольшей в варианте OP_1+OP_2 (3,21 и 4,24 т/га, соответственно), а в 2016 г. – в варианте OC_1+OP_1 (3,12 т/га).

В среднем за годы исследований урожайность у изучаемых сортов в контрольных условиях изменялась от 2,54 до 2,73 т/га; под действием ОРМИСС Cu/В она варьировала от 3,03 до 3,68 т/га, под действием ОРМИСС Cu/Мо от 2,95 до 3,60 т/га. Варьирование урожайности в зависимости от препаратов ОРМИСС, как с бором, так и с молибденом было слабое, коэффициент вариации составил 6,6–10,0 %.

В условиях контроля урожайность у всех трех сортов была практически одинаковой. Под действием ОРМИСС Cu/В значения признака у сорта Альянс были на уровне стандартного сорта во всех вариантах обработки, кроме варианта OP_1+OP_2 , когда сорт уступал стандарту ($НСР_{05(A)}=0,19$ т/га). Сорт Атаман по урожайности достоверно превышал стандарт в варианте OP_1+OP_2 , в остальных вариантах формировал урожайность на уровне стандарта. Под действием ОРМИСС Cu/Мо сорт Альянс достоверно превышал стандарт в варианте OC_1+OP_1 , а Атаман уступал стандарту в варианте OP_1+OP_2 ($НСР_{05(A)}=0,21$ т/га). В остальных вариантах оба сорта имели урожайность на уровне стандартного сорта.

Применение ОРМИСС обеспечивало достоверное превышение контроля у этих сортов по всем вариантам обработки: состава с Cu/B – на 0,31–0,95 т/га ($НСР_{05(B)}=0,29$ т/га), с Cu/Mo – на 0,33–1,06 т/га ($НСР_{05(B)}=0,31$ т/га).

Максимальное значение признака у сорта Аксайский усатый 5 установлено в варианте опыта $ОР_1+ОР_2$ как при обработке ОРМИСС Cu/B (3,34 т/га), так и ОРМИСС Cu/Mo (3,60 т/га). Модификационный эффект составил, соответственно, 0,90 и 1,06 т/га. У сорта Альянс под действием ОРМИСС Cu/B урожайность была максимальной в варианте $ОС_1+ОР_1$ (3,45 т/га), эффект составил 0,86 т/га, а при обработке ОРМИСС Cu/Mo – в вариантах $ОС_1+ОР_1$ и $ОР_1+ОР_2$ (3,44–3,49 т/га), прибавка к контролю составила 0,85–0,90 т/га. Сорт Атаман при обработке ОРМИСС Cu/B формировал наибольшую урожайность в варианте опыта $ОР_1+ОР_2$ (3,68 т/га), превышение контроля составило 0,95 т/га, а под действием состава с Cu/Mo – в вариантах $ОС_1+ОР_1$ и $ОР_1+ОР_2$ (3,31–3,34 т/га), превышая контроль на 0,58–0,61 т/га. Таким образом, максимальный модификационный эффект был достигнут в результате двукратной подкормки растений сорта Аксайский усатый 5 препаратом ОРМИСС Cu/Mo, сорта Атаман – ОРМИСС Cu/B, а также в результате предпосевной обработки в сочетании с внекорневой подкормкой растений в фазу 3-5 листьев сорта Альянс препаратом ОРМИСС Cu/Mo.

В результате двухфакторного дисперсионного анализа было установлено, что при формировании урожайности доля вкладов факторов А и В различалась в зависимости от используемого препарата. Так, под действием ОРМИСС Cu/B в 2015 г. вклад генотипа составил 18,9 %, вариантов обработки – 25,1 %, в 2016 г. – 9,0 и 33,8%, а в 2017 г. – 15,9 и 20,8%, соответственно. Под действием ОРМИСС Cu/Mo в 2015 г. влияние сорта составило 8,3 %, вариантов обработки – 23,8 %, в 2016 г. – 3,9 и 33,1%, а в 2017 г. – 9,9 и 33,2%, соответственно.

3.5. Коэффициент размножения семян гороха

В семеноводстве для ускорения размножения новых сортов и с целью производства дефицитного семенного материала необходимы знания коэффициента размножения каждого отдельного сорта.

Анализ экспериментальных данных показал, что у изучаемых сортов гороха в 2017 г. значения коэффициента были самыми высокими по сравнению с показателями 2015 и 2016 гг.

В среднем за три года коэффициент размножения семян у сорта Аксайский усатый на контроле составил 12,1, у Альянса он был ниже, у Атамана на уровне стандартного сорта (таблица 10). Под действием ОРМИСС Cu/B его значения варьировали от 12,8 до 17,2, под действием ОРМИСС Cu/Mo – от 12,9 до 17,1. В опытных вариантах оба сорта были на уровне стандарта или уступали ему.

Применение ОРМИСС, как с бором ($НСР_{05(B)}=1,22$), так и с молибденом ($НСР_{05(B)}=1,28$) обеспечивало у данных сортов достоверный модификационный эффект ($НСР_{05(B)}=1,22–1,28$) по всем опытным вариантам, за исключением сорта Атаман в варианте $ОС_1$ под действием ОРМИСС Cu/B.

Таблица 10 – Коэффициент размножения семян гороха, (2015 – 2017 гг.)

Вариант обработки (фактор В)	Сорт (фактор А)					
	Аксацкий усатый 5, st	Альянс	Атаман	Аксацкий усатый 5, st	Альянс	Атаман
	ОРМИСС Cu/B			ОРМИСС Cu/Mo		
Контроль	12,1	11,2	11,6	12,1	11,2	11,6
ОС ₁	14,5	13,5	12,8	14,0	13,2	12,9
ОС ₁ +ОР ₁	15,7	15,2	13,8	14,8	15,2	14,2
ОС ₁ +ОР ₂	16,1	13,8	13,4	15,3	14,1	13,8
ОР ₁	15,0	14,0	13,6	15,6	13,7	13,4
ОР ₂	14,4	13,4	13,7	15,6	13,8	14,1
ОР ₁ +ОР ₂	17,2	14,0	15,7	17,1	15,0	14,8
$\bar{x}$	15,0	13,6	13,5	14,9	13,7	13,5
—	HCP ₀₅ = 1,34 HCP _{05 (A)} = 0,74 HCP _{05 (B, AB)} = 1,12			HCP ₀₅ = 1,34 HCP _{05 (A)} = 0,72 HCP _{05 (B, AB)} = 1,10		

Значения коэффициента размножения семян были наибольшими у сорта Атаман – в варианте ОР₁+ОР₂ при обработке препаратом, содержащим Cu/B (15,7), у сорта Аксацкий усатый 5 – в этом же варианте с применением как состава с Cu/B, так и с Cu/Mo (17,1–17,2), у сорта Альянс – в варианте ОС₁+ОР₁ (15,2) независимо от выбора препарата.

3.6. Взаимосвязь урожайности с другими ценными признаками

В результате проведенного корреляционного анализа у сорта Аксацкий усатый 5 были установлены высокие положительные связи между урожайностью семян и следующими признаками: число семян в бобе ($r=0,79\pm0,14$), число семян с одного растения ($r=0,75\pm0,15$), продуктивность агрофитоценоза ($r=0,78\pm0,14$) (таблица 11). Сорт Альянс характеризовался наличием сильных положительных связей между урожайностью и числом семян в бобе ($r=0,84\pm0,12$), а также продуктивностью агрофитоценоза ($r=0,80\pm0,13$). У сорта Атаман урожайность тесно положительно коррелировала с такими признаками, как число продуктивных узлов на растение ($r=0,79\pm0,14$), число бобов на растение ($r=0,94\pm0,07$), число семян в бобе ($r=0,87\pm0,11$), число семян с растения ($r=0,93\pm0,08$), масса семян с растения ($r=0,84\pm0,12$) и продуктивность агрофитоценоза ($r=0,75\pm0,15$). Остальные связи были средними положительными, коэффициент корреляции варьировал от 0,46 до 0,68.

Установленные нами коэффициенты детерминации между урожайностью и перечисленными выше признаками указывали на то, что урожайность у сорта Аксацкий усатый 5 в большей степени зависела от числа семян в бобе ($r^2 = 0,62$) и от биологической урожайности ($r^2 = 0,61$). Это означало, что формирование двух признаков в 61–62 % случаев зависело от их генотипа и в 38–39 % случаев от года, вариантов обработки и других условий среды

Таблица 11 – Взаимосвязь урожайности с другими ценными признаками

Сорт, признак	Аксацкий усатый 5	Альянс	Атаман
Коэффициент корреляции			
Число продуктивных узлов	0,63±0,18	0,46±0,22	0,79±0,14
Число бобов на растение	0,65±0,18	0,68±0,17	0,94±0,07
Число семян в бобе	0,79±0,14	0,84±0,12	0,87±0,11
Число семян на растение	0,75±0,15	0,65±0,18	0,93±0,08
Масса семян на растение	0,67±0,17	0,68±0,17	0,84±0,12
Масса 1000 семян	0,51±0,21	0,57±0,19	0,52±0,21
Продуктивность агрофитоценоза	0,78±0,14	0,80±0,13	0,75±0,15
Коэффициент детерминации			
Число продуктивных узлов	0,40	0,21	0,62
Число бобов на растение	0,42	0,46	0,88
Число семян в бобе	0,62	0,71	0,76
Число семян на растение	0,56	0,42	0,86
Масса семян на растение	0,45	0,46	0,71
Масса 1000 семян	0,26	0,32	0,27
Продуктивность агрофитоценоза	0,61	0,64	0,56

У сорта Альянс наибольший коэффициент детерминации был получен между урожайностью и числом семян в бобе ($r^2 = 0,71$), у сорта Атаман – между урожайностью и числом продуктивных узлов, бобов и семян на растение, числом семян в бобе и массой семян на растение ($r^2 = 0,62 \dots 0,88$).

3.7. Биохимические свойства семян

Поскольку горох посевной является пищевой и кормовой культурой, важной характеристикой качества семян гороха является содержание в семенах протеина. Поэтому помимо оценки посевных качеств мы проанализировали изменчивость содержания в семенах сырого протеина и сбор сырого протеина с единицы площади под действием ОРМИСС.

В среднем за годы исследований содержание сырого протеина у изучаемых сортов гороха на контроле составило 21,5–23,1 %. Под действием ОРМИСС Cu/V данный признак варьировал от 21,6 до 24,3 %, под действием ОРМИСС Cu/Mo от 22,0 до 24,3 %.

Применение ОРМИСС Cu/V ($НСР_{05(B)}=0,14$ %) и ОРМИСС Cu/Mo ($НСР_{05(B)}=0,13$ %) у трех сортов обеспечивало достоверные прибавки относительно контроля по всем опытным вариантам, кроме вариантов ОР₁ и ОР₂ у сорта Альянс – при применении ОРМИСС Cu/V. Все изучаемые сорта имели наибольшее содержание сырого протеина при обработке ОРМИСС, как с бором, так и с молибденом, в варианте опыта ОР₁+ОР₂. У сорта Аксацкий усатый 5 он составил 24,2–24,3 %, у сорта Альянс – 22,2– 22,7 %, у сорта Атаман – 24,3 % (таблица 12).

Таблица 12 – Содержание и сбор сырого протеина в семенах сортов гороха, (2015–2017 гг.)

Вариант опыта	Аксайский усатый 5		Альянс		Атаман	
	%	сбор, кг/га	%	сбор, кг/га	%	сбор, кг/га
К	23,1	590,9	21,5	559,0	22,9	630,8
ОРМИСС Cu/B						
ОС ₁ +ОР ₁	23,5	781,9	22,0	759,2	23,5	779,7
ОС ₁ +ОР ₂	23,5	777,1	22,0	696,2	23,4	746,0
ОР ₁ +ОР ₂	24,2	836,0	22,2	722,2	24,3	896,5
ОРМИСС Cu/Mo						
ОС ₁ +ОР ₁	23,6	778,3	22,0	768,9	23,4	787,8
ОС ₁ +ОР ₂	23,5	777,3	22,0	711,0	23,5	767,5
ОР ₁ +ОР ₂	24,3	879,0	22,7	783,2	24,3	812,1

В среднем за три года сбор протеина на контроле у сорта Аксайский усатый 5 составил 590,9, у сорта Альянс – 559,0, у сорта Атаман – 630,8 кг/га.

Наибольший сбор сырого протеина был получен в варианте двукратной внекорневой подкормки растений: у сортов Аксайский усатый 5 и Альянс при использовании ОРМИСС Cu/Mo – 879,0 и 783,2 кг/га, а у сорта Атаман под действием состава с Cu/B – 896,5 кг/га.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОРТОВ ГОРОХА НА СЕМЕНА

Экономическая эффективность. Расчет экономической эффективности проводили с использованием применяемых в Ростовской области нормативов. Дополнительные затраты, связанные с уборкой урожая, обработкой семян и растений микроэлементами рассчитывали по действующим нормативам (2015–2017 гг.).

Для определения стоимости продукции использовали цену в среднем за 2015–2017 гг. на элитные семена гороха – 34000 руб./т и на репродукционные семена, предназначенные для производства товарной продукции – 15000 руб./т

Затраты по производству семян сорта Аксайский усатый 5 составили от 20005 до 21735 руб./га, сорта Альянс – от 20050 до 21680 руб./га, сорта Атаман (21158 до 21615 руб./га) за счет урожайности и дополнительных затрат на уборку, перевозку и очистку семян.

Себестоимость 1 т семян на контроле была самая высокая относительно себестоимости вариантов обработки: у сорта Аксайский усатый 5 – 7876, у сорта Альянс – 7741, у сорта Атаман – 7750 руб./т. Наибольшее влияние на снижение себестоимости оказали двукратные обработки препаратами. Самая низкая себестоимость у сорта Аксайский усатый 5 была зафиксирована при применении ОРМИСС, как с бором, так и с молибденом в варианте ОР₁+ОР₂ (соответственно, 6228 и 6038 руб./т). Сорт Альянс имел меньшую себестои-

мость при применении ОРМИСС, как с бором, так и с молибденом в варианте $ОС_1+ОР_1$ (соответственно, 6033 и 6218 руб./т). У сорта Атаман самая низкая себестоимость была получена при применении ОРМИСС $Сu/V$ в варианте $ОР_1+ОР_2$ (5874 руб./т).

По сорту Аксайский усатый 5 наибольший экономический эффект, превышавший контроль на 34310 руб./га, был получен при применении ОРМИСС $Сu/Mo$ в варианте $ОР_1+ОР_2$, при этом составил 100665 руб./га. По сорту Альянс максимальный экономический эффект при условно-чистом доходе 96960 руб./га, полученный в результате обработки составом с $Сu/Mo$ в варианте $ОС_1+ОР_1$, превышал контрольный вариант на 28950 руб./га. Самые высокие показатели условно-чистого дохода (103505 руб./га) и экономического эффекта, который превышал контроль на 31843 руб./га, получены по сорту Атаман под действием ОРМИСС $Сu/V$ в варианте $ОР_1+ОР_2$.

Энергетическая эффективность. Анализ биоэнергетической оценки показал, что в среднем за 2015–2017 годы максимальное содержание энергии в урожае по сорту гороха Аксайский усатый 5 было получено в варианте $ОР_1+ОР_1$ при использовании ОРМИСС $Сu/Mo$ – 63685 МДж/га, когда КЭЭ составил 3,8 при наименьшей энергоёмкости продукции – 4598 МДж/т. Величина чистого энергетического дохода при этом была наибольшей и составила 47133 МДж/га.

По сорту Альянс при использовании ОРМИСС $Сu/Mo$ наивысшее содержание энергии в урожае было получено в варианте $ОС_1+ОР_1$ (61739 МДж/га). КЭЭ составил 3,6 при наименьшей энергоёмкостью продукции – 4973 МДж/т и наибольшем чистом энергетическом доходе – 44382 МДж/га.

Максимальное содержание энергии в урожае по сорту гороха Атаман было получено при обработке ОРМИСС $Сu/V$ в варианте $ОР_1+ОР_2$ (65100 МДж/га). Коэффициент энергетической эффективности составил 3,9, при наименьшей энергоёмкости продукции – 4499 МДж/т и максимальной величине чистого энергетического дохода – 48544 МДж/га.

В результате проведенной оценки было установлено, что коэффициент энергетической эффективности, полученный по сорту гороха Атаман при двукратной внекорневой подкормке с применением ОРМИСС $Сu/V$, был наибольшим среди сортов и вариантов обработки, так как энергии с урожаем получено в 3,9 раз больше, чем затрачено на его производство, при самой низкой энергоёмкости продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение органоминеральных стимулирующих составов с медью, бором и молибденом при производстве семян высших репродукций сортов гороха в условиях южной зоны Ростовской области позволяет повысить эффективность их семеноводства за счет повышения урожайности семян, а также улучшения их посевных качеств; в среднем за годы исследований установлено, что:

1. Предпосевная обработка семян, используемых для посева изучаемых сортов, препаратами ОРМИСС повышала их посевные качества:

– увеличивалась энергия прорастания семян относительно контроля: под действием ОРМИСС Cu/V на 5,8–11,9, под действием ОРМИСС Cu/Mo – на 7,9–12,1%;

– лабораторная всхожесть семян всех сортов была высокой, как на контроле (96,9–97,7 %), так и при использовании ОРМИСС (97,9–98,5%), семена отвечали требованиям стандарта на кондиционные семена данной категории.

– полевая всхожесть возрастала под действием ОРМИСС Cu/V на 2,7–4,6 %, под действием ОРМИСС Cu/Mo – на 3,2–4,7 %; наибольшее ее значение отмечено у сорта Альянс (93,4 %) при обработке семян ОРМИСС Cu/Mo;

– установлен модификационный эффект по выживаемости растений к уборке по всем сортам независимо от выбора препарата в варианте OP_1+OP_2 (6,3–8,4 %), у сорта Альянс еще и в варианте OC_1+OP_1 (6,1–7,0 %); максимальный их процент получен у сорта Атаман в варианте двукратных внекорневых подкормок ОРМИСС Cu/V (93,6 %).

2. В результате обработок семян и растений препаратами ОРМИСС были улучшены посевные качества семян первого года пересева:

– их энергия прорастания возрастала под действием ОРМИСС Cu/V на 2,1–8,4 %, ОРМИСС Cu/Mo – на 4,2–8,8 %; наибольший эффект по всем сортам (8,5–8,8 %) был получен при использовании ОРМИСС Cu/Mo в варианте OP_1+OP_2 ;

– лабораторная всхожесть семян первого года пересева возрастала 0,2–4,0; двукратными внекорневыми подкормками удалось повысить ее значения по всем сортам в варианте с ОРМИСС Cu/V до 97,3–98,0, с ОРМИСС Cu/Mo – до 97,2–97,8 %;

– наиболее крупные семена все три сорта сформировали при двукратных обработках хелатными микроудобрениями; максимальная изменчивость признака получена в результате двукратной внекорневой подкормки (OP_1+OP_2) ОРМИСС Cu/Mo – 11,8–13,8 г.

3. Двукратная внекорневая подкормка ОРМИСС Cu/Mo приводила к увеличению числа клубеньков в фазу цветения на 2,9–3,7 шт./растение, процента живых клубеньков на 3,2–10,1 %, массы корней на 0,05–0,09 г, надземной части – 5,7–10,0 г, что способствовало повышению урожайности семян.

4. В результате двукратной внекорневой подкормки ОРМИСС Cu/V увеличивалось число бобов на растение на 1,1–1,4 шт., число семян в бобе – на 0,8–1,2 шт., число семян на растение до 22,1–31,4 шт. и их масса на 1,0–1,9 г.

5. Самая высокая емкость агрофитоценоза выявлена у сорта Альянс под действием ОРМИСС, как с бором, так и с молибденом (2,85 и 2,75 тыс. шт./м², соответственно) в варианте OP_1+OP_2 , а продуктивность агрофитоценоза в варианте OC_1+OP_1 (466,9 г/м² и 459,6 г/м², соответственно).

6. Модификационный эффект по урожайности был максимальным в варианте OP_1+OP_2 : с препаратом ОРМИСС Cu/Mo – у сорта Аксайский усатый 5 (1,16 т/га), ОРМИСС Cu/V – у сорта Атаман (0,95 т/га), в варианте OC_1+OP_1 при обработке ОРМИСС как с бором, так и с молибденом у сорта Альянс (0,86–0,9 т/га).

7. Коэффициент размножения семян был наибольшими у сорта Атаман – в варианте ОР₁+ОР₂ при обработке препаратом, содержащим Cu/B (15,7), у сорта Аксайский усатый 5 – в этом же варианте с применением как состава с Cu/B, так и с Cu/Mo (17,1–17,2), у сорта Альянс – в варианте ОС₁+ОР₁ (15,2) независимо от выбора препарата.
8. Высокая положительная корреляционная связь ($r=0,75\pm0,15\dots0,94\pm0,07$) установлена между урожайностью и следующими признаками: у сорта Аксайский усатый 5 – числом семян в бобе, числом семян с одного растения и продуктивностью агрофитоценоза; у сорта Альянс – числом семян в бобе, и продуктивностью агрофитоценоза; у сорта Атаман – числом продуктивных узлов на растение, числом бобов на растение, числом семян в бобе, числом семян на растение, массой семян с растения и продуктивностью агрофитоценоза.
9. Максимальное содержание сырого протеина в семенах – 22,24–24,31 % и наибольший сбор сырого протеина были получены в варианте двукратной внекорневой подкормки растений: у сортов Аксайский усатый 5 и Альянс при использовании ОРМИСС Cu/Mo – 879,0 и 783,2 кг/га, а у сорта Атаман под действием ОРМИСС Cu/B – 896,5 кг/га.
10. Самую высокую прибыль при производстве элитных семян обеспечил сорт гороха Атаман (103505 руб./га) при двукратной внекорневой подкормке препаратом ОРМИСС Cu/B.
11. Наибольшая энергетическая эффективность установлена у сорта гороха Атаман при двукратной внекорневой подкормке с применением ОРМИСС Cu/B, когда энергии с урожаем получено в 3,9 раз больше (65100 МДж/га), чем затрачено на его производство, при наименьшей энергоёмкости продукции – 4499 МДж/т и максимальной величине чистого энергетического дохода – 48544 МДж/га.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ СЕМЕНОВОДСТВУ И ПРОИЗВОДСТВУ

1. В семеноводстве сортов Аксайский усатый 5 и Атаман для достижения высоких урожаев и увеличения коэффициента размножения семян вышших репродукций, а также улучшения их посевных качеств предлагаем применять двукратные внекорневые подкормки ОРМИСС, содержащих Cu/B или Cu/Mo.

2. В семеноводстве сорта Альянс при ускоренном размножении оригинальных семян для достижения высоких урожаев и увеличения коэффициента, а также улучшения их посевных качеств предлагаем применять ОРМИСС с бором или с молибденом для обработки семян в сочетании с обработкой растений в фазу 3–5 листьев.

3. При выборе сортов гороха для внедрения в производство наряду с сортом Аксайский усатый 5 следует отдать предпочтение сортам Альянс и Атаман, как высокоурожайным и экономически выгодным.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Жогалева, О.С.** Влияние хелатных микроудобрений на элементы структуры урожая гороха / О.С. Жогалева, Л.Г. Стрельцова // *Зерновое хозяйство России*. – 2019. – № 4. – С. 66–71.
2. Стрельцова, Л.Г. Изменчивость показателей качества сортов гороха донской селекции под действием органоминеральных микроудобрений / Л.Г. Стрельцова, **О.С. Жогалева** // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2021. – № 5 (199). – С. 49–54.
3. **Жогалева, О.С.** Высота растений и устойчивость к полеганию сортов гороха под влиянием хелатных микроудобрений / О.С. Жогалева, Л.Г. Стрельцова // *Аграрный вестник Урала*. – 2021. – № 05 (208). – С. 31–39.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу цитирования Scopus:

1. Streltsova, L.G. Yield and cost-effectiveness of ORMIS–responsive pea varieties / L.G. Streltsova, **O.S. Zhogaleva** // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – № 659. P. – 1103.

Публикации в других изданиях:

1. **Жогалева, О.С.** Влияние микроудобрений ОРМИСС на показатели симбиотической азотфиксации у сортов гороха / О.С. Жогалева, Л.Г. Стрельцова // *Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственных ландшафтах и урбанизированных территориях: материалы всероссийской научно-практической конференции*. – пос. Персиановский: Донской ГАУ, 2017. – С. 148–152.
2. **Жогалева, О.С.** Анализ биомассы усатых сортов гороха в зависимости от применяемых микроудобрений / О.С. Жогалева // *Активная честолубивая интеллектуальная молодёжь сельскому хозяйству*, 2017. – Т. 1. № 2. – С. 93–98.
3. **Жогалева, О.С.** Влияние хелатных микроудобрений с медью, бором и молибденом на посевные качества семян гороха / О.С. Жогалева // *Фундаментальные и прикладные научные исследования: вопросы и перспективы развития: материалы II Международной научно-практической конференции*. – Томск, 2019. – С. 10–18.