

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Армавирская опытная станция
Всероссийского научно-исследовательского института
масличных культур имени В. С. Пустовойта»

На правах рукописи

Агафонов Олег Михайлович

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ
РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА
В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ НЕУСТОЙЧИВОГО УВЛАЖНЕНИЯ
НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ**

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Научный руководитель –
Шабалда Ольга Георгиевна,
доцент,
кандидат сельскохозяйственных наук

Ставрополь, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Симбиотическая деятельность бобовых культур и их роль в биологизации земледелия	10
1.2. Влияние ризобиальных препаратов и стимуляторов роста на рост и развитие растений	16
1.3. Урожайность и качество семян сои при различных способах посева, применении ризобиальных препаратов и стимуляторов роста.....	32
2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ	37
2.1. Почвенно-климатическая характеристика опытного участка	37
2.2. Метеорологические условия в годы проведения исследований.....	39
2.3. Объекты исследований	43
2.4. Методика исследований.....	46
2.5. Агротехника в опытах.....	51
3. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА	53
3.1. Густота стояния и сохранность растений	53
3.2. Фенологические наблюдения	56
3.3. Высота растений	59
4. СИМБИОТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ	63
5. ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ СОИ.....	76
5.1. Формирование фотосинтетического аппарата в зависимости от применения ризобиальных препаратов и стимуляторов роста.....	76
5.2. Накопление сухой массы растениями сои	81
6. ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА	85
6.1. Структура урожая.....	85
6.2. Влияние обработки семян ризобиальными препаратами на продуктивность сои .	88
6.3. Влияние обработки ризобиальным препаратом и стимуляторами роста на продуктивность сои в широкорядном и рядовом посевах.....	92
7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СОИ.....	99
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	103
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	106
ПРИЛОЖЕНИЯ	128

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Соя – ведущая культура среди зерновых бобовых по содержанию в семенах белка. Учитывая высокую потребность населения в белке, она является незаменимой культурой в решении этой проблемы. В настоящее время площади ее выращивания в России увеличиваются, в том числе и в Краснодарском крае. Для успешного выращивания этой культуры необходимо соблюдение агротехнических приемов, одним из которых является инокуляция семян сои ризобиальными препаратами; она обязательна не только при введении этой культуры на новых территориях, но даже на тех участках, где уже возделывалась соя, так как обработка семян специально подобранными высокоактивными штаммами клубеньковых бактерий существенно увеличивает урожайность растений (Адаптивные технологии возделывания масличных культур, 2011).

Возможностью положительно влиять на урожайность и качество семян сои обладают также регуляторы роста и развития растений. Они увеличивают адаптивность культуры к водным, температурным и другим стрессовым условиям. Максимальная эффективность достигается сочетанием обработки семян и некорневых подкормок, с поэтапной стимуляцией обработанных семян и растений биологически активными веществами препаратов (Хохоева Н.Т., 2015).

Наиболее перспективными для условий зоны неустойчивого увлажнения являются скороспелые и раннеспелые сорта сои, поскольку они за счет коротких периодов вегетации в фазы цветения и образования семян не попадают в жесткие условия засухи во второй половине лета. В связи с этим для обоснования увеличения продуктивности растений сои в зависимости от применения ризобиальных препаратов и стимуляторов роста в зоне неустойчивого увлажнения необходимо проведение исследований на примере раннеспелых сортов.

Основной задачей современного растениеводства является получение стабильных урожаев высокого качества.

Анализ состояния сырьевой базы для производства концентрированных кормов свидетельствует, что необходимо резкое увеличение сборов высокобелковых семян бобовых культур как за счет расширения посевных площадей, так и за счет увеличения их урожайности (Баранов В.Ф. и др., 2011).

Одним из элементов технологии возделывания сои является предпосевная инокуляция семян препаратами клубеньковых бактерий.

Для внедрения в производство в зоне неустойчивого увлажнения элементов технологии возделывания сои на зерно, способствующих росту урожайности и улучшению качества семян, таких как обработки семян бактериальными препаратами, а также применение этих препаратов в сочетании со стимуляторами роста необходимо теоретическое и практическое обоснование данных мероприятий в конкретных почвенно-климатических условиях и на определенных сортах (Балакай Г.Т. и др., 2008; Толоконников В.В. и др., 2008; Шабалдас О.Г. и др., 2011).

Поэтому изучение обработки семян ризобияльными препаратами, стимуляторами роста и влияния их совместного применения на продуктивность растений сои является актуальным.

Степень разработанности темы исследования. На современном этапе прогрессивные компании активно используют препараты на основе нитрагина: Nitrofix[®] П (Нитрофикс П) – бразильский инокулянт на стерильном торфе и Nitrofix[®] Ж (Нитрофикс Ж) – аргентинский жидкий инокулянт.

В 1990–1994 гг. Н.Ф. Чайка и О.М. Ширинян создали комплекс препаратов инкрустирования семян (КПИС), имеющий в своем составе специфичный пленкообразователь № 2 (питательный субстрат для бактерий), микроэлементы бора, молибдена, кобальта, а также регулятор роста гумат натрия. Специфичный пленкообразователь № 2 позволяет сохранять жизнеспособность ризобий до 10 дней после обработки семян, а добавление микроэлементов и гумата натрия способствует активизации симбиотического процесса (Ширинян О.М., Чайка Н.Ф., 2000; Баранов В.Ф., 2002).

Многие российские ученые – И.Н. Андреева и др. (1990), В.В. Немченко (2001), О.В. Енкина (2005), Г.Т. Балакай и др. (2008), В.Ф. Баранов и др. (2010), В.М. Пенчуков и др. (2012), М.Т. Мухина (2015) – в своих исследованиях отмечают высокую производительность регуляторов роста растений. Их способность увеличивать адаптивность растений к таким стрессовым факторам, как экстремально высокие температуры и засуха, проявляется в повышении продуктивности сои. В исследованиях, проводимых в 2004–2007 гг. в Краснодарском крае, были испытаны при инкрустировании семян новые синтезированные стимуляторы роста растений – Альбит, Агростимулин, Эмистим С. Наибольшая эффективность препарата за весь период исследований была отмечена в варианте с использованием Альбита. Затраты на применение Альбита многократно окупаются стоимостью прибавки урожая. В опытах ВНИИМК 2004–2006 гг. обработка семян Альбитом при предпосевном инкрустировании семян обеспечивала прибавку урожайности семян сои в среднем 0,43 т/га. По обобщенным сведениям А.К. Злотникова и др. (2010), В.М. Лукомца и др. (2013), средняя прибавка урожая семян от применения Альбита по результатам испытания его в разных зонах страны составила в среднем 0,32 т/га.

Неоднократно подтверждена эффективность комплексного воздействия на растение сои препаратами клубеньковых бактерий, пленкообразователя и стимуляторов роста. Биоорганическое удобрение Nagro (Нагро) испытывается на территории РФ на различных культурах уже свыше 5 лет.

Различия морфофизиологических свойств сортов сои и конкретных условий возделывания этих сортов вносят коррективы в проявление реакций определенного сорта на площадь питания растений, обусловленную способом посева, что при сочетании условий выращивания и определенного сорта позволяет выбрать наиболее рациональный способ посева.

В районах неустойчивого увлажнения значимость широкорядных посевов сои возрастает по сравнению с обычными рядовыми для более рационального использования влаги растениями и повышения засухоустойчивости агроценозов,

поэтому новый сорт сои Дуниза ФГБНУ «АОС ВНИИМК» также требует проверки выращивания различными способами посева для уточнения технологии возделывания.

Цель исследований – установить влияние биопрепаратов и стимуляторов роста при предпосевной обработке семян и некорневых подкормках растений на активизацию симбиотического процесса, урожайность и качество семян сои.

В рамках поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Выявить влияние предпосевной обработки семян бактериальными препаратами на симбиотическую деятельность и развитие растений сои.
2. Изучить влияние применения ризобийных препаратов, регуляторов роста, биоорганического удобрения и способов посева на развитие растений и формирование продуктивности сои.
3. Установить влияние биопрепаратов и способов посева на биохимический состав семян сои.
4. Определить экономическую эффективность возделывания сои при применении биопрепаратов и различных способов посева.

Научная новизна. Впервые для условий зоны неустойчивого увлажнения проведена сравнительная оценка влияния бактериальных препаратов Нитрофикс П и Нитрофикс Ж в сочетании с пленкообразователем, стимуляторами роста при обработке семян и применении некорневых подкормок растений сои сорта Дуниза биоорганическим удобрением на продуктивность культуры.

Показан положительный эффект предпосевной обработки семян бактериальными препаратами совместно с пленкообразователем и стимуляторами роста в сравнении с традиционной инокуляцией на симбиотическую деятельность, фотосинтетическую активность и продуктивность сои. Дано экономическое обоснование эффективности приемов предпосевной обработки семян и вегетирующих растений бактериальными препаратами в комплексе с пленкообразователем и стимуляторами роста.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследований заключается в научном обосновании элементов технологии возделывания сои в условиях неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном. Результаты исследований позволяют рекомендовать производству предпосевную обработку семян препаратами Нитрофикс П и Нитрофикс Ж в сочетании с пленкообразователем и стимуляторами роста (Альбит, Нагро биоэнергетик), обеспечивающую дополнительную прибавку урожая зерна до 15 % и сбора белка до 17,5 %, прибыль при этом увеличивается до 23,0–30 %. В зоне неустойчивого увлажнения посев сои широкорядным способом (ширина междурядий – 70 см) обеспечивает наибольший эффект, урожайность при этом способе увеличивается по сравнению с рядовым посевом на 0,34 т/га.

Методология и методы исследования. При постановке и проведении полевых опытов применялись современные научные методы с использованием научных материалов по технологии выращивания сои, с применением бактериальных препаратов и стимуляторов роста, аналитический, экспериментальный, статистический и экономический анализы, учеты и наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками для полевых исследований.

Положения, выносимые на защиту:

1. Дополнительное применение пленкообразователя при обработке семян ризобиальными препаратами способствует увеличению урожайности и качества семян сои.
2. Рациональное комплексное применение ризобиальных препаратов и стимуляторов роста обеспечивает наибольший экономический эффект при производстве семян сои.
3. Широкорядный способ посева в зоне неустойчивого увлажнения создает наиболее благоприятные условия для роста и развития растений сои раннеспелых сортов и обеспечивает наибольшую продуктивность при сравнении с рядовым посевом.

Степень достоверности подтверждается большим объемом экспериментальных, статистически обработанных данных, полученных в течение четырех лет исследований в полевых условиях с использованием современных методов и оборудования и подтвержденных двумя актами внедрения научно-технологических разработок в производство.

Апробация результатов. Основные результаты диссертационной работы докладывались на ежегодных заседаниях методической комиссии ФГБНУ ВНИИМК (2013–2017 гг.), на научно-практической конференции Ставропольского аграрного университета «Научно обоснованные системы земледелия: теория и практика», приуроченной к 80-летнему юбилею В. М. Пенчукова, 2013 г.; на Международной научно-практической конференции по проблеме «Актуальные вопросы экологии и природопользования», г. Ставрополь, 2014 г.; на IV Международной научной конференции по проблеме «Эволюция и деградация почвенного покрова», г. Ставрополь, 2015 г.; на V Международной научно-практической конференции по проблеме «Аграрная наука, творчество, рост», г. Ставрополь, 2015 г.; на V Международной научной конференции по проблеме «Эволюция и деградация почвенного покрова», г. Ставрополь, 2017 г.

Реализация научных исследований. Производственная проверка результатов исследований проведена в двух хозяйствах Краснодарского края.

В условиях КФХ Денисенко С.Д. с. Отрадо-Ольгинского Гулькевичского района на площади 2 га, при обработке семян ризобияльным препаратом Нитрофикс П в комплексе с пленкообразователем прибавка урожая составляла 12,3 %, прибыль при этом по сравнению с контролем была выше на 4 800 рублей с гектара.

В «ООО Гибрид», г. Армавир, на площади 3 га, при сочетании ризобияльного препарата Нитрофикс Ж с Нагро биоэнергетиком получена прибавка урожая на 14 %, прибыль при этом по сравнению с контролем была выше на 4 200 рублей с гектара.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, заключения, предложений производству, списка использованной научной литературы (229 наименований, в т. ч. 28 – иностранных авторов). Работа изложена на 127 страницах компьютерного текста, проиллюстрирована 29 таблицами и 10 рисунками; кроме того, содержит 30 приложений, включающих 28 таблиц и 2 акта о внедрении результатов НИР (приложения 29 и 30),

Личный вклад автора. Автором определены: направление работы, цели и задачи, разработаны пути их решения и обобщены материалы полученных результатов, сформулированы основные положения по работе, на основании которых сформированы заключение и предложения производству.

Автор выражает глубочайшую признательность коллективу агротехнологического отдела ФГБНУ ВНИИМК: заведующему лабораторией агрохимии доктору с.-х. наук Н.М. Тишкову и заведующему лабораторией агротехники кандидату с.-х. наук А.С. Бушневу за их ценные технологические консультации. Особую благодарность выражаю научному руководителю, кандидату с.-х. наук, доценту О.Г. Шабалдас за ее помощь в научных исследованиях и выполнении работы.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Симбиотическая деятельность бобовых культур и их роль в биологизации земледелия

Биологическая фиксация азота атмосферы имеет большое значение. Об этом свидетельствуют масштабы процесса – до 200 млн т азота в год. Фиксируемый растениями биологический азот экологически безвреден и практически неисчерпаем (Evans I. et al., 1989).

Из существующего разнообразия микроорганизмов наибольший интерес в практическом плане вызывают организмы, фиксирующие атмосферный азот. Биологический азот может служить существенным дополнением азотного фонда почвы, способствуя повышению ее плодородия и обеспечивая тем самым более экономное расходование азота удобрений.

Благодаря биологической фиксации азот переходит в формы, которые могут использовать все растительные, а через них и животные организмы.

Микроорганизмы, усваивающие азот, находящийся в составе атмосферного воздуха, условно классифицируют на три подгруппы:

- симбиотические азотфиксаторы, т.е. микроорганизмы, которые могут усваивать атмосферный азот только при условии сосуществования с высшим растительным организмом;
- асимбиотические азотфиксаторы – микроорганизмы, свободно живущие в почве и усваивающие азот, находящийся в бесчисленном множестве почвенных пор;
- ассоциативные азотфиксаторы – микроорганизмы, населяющие поверхность корневой системы растительных организмов.

Феномен симбиотической фиксации азота воздуха был открыт Ж.Б. Буссенго (1838) и научно обоснован Г. Гельригелем (1886). Глубокие исследования в данном аспекте проводились М.С. Ворониным (1867), М.В. Бейеринком (1888), П.С. Коссовичем (1890), А. Пражмовским (1890), К.А. Тимирязевым (1892),

Н.Н. Виноградским (1894) (цит. по: Гусев М.В., 1992; Колешко О.И., Завезенова Т.В., 1999; Коничев А.С., 2005). В XX столетии изучения в данном направлении проводились Е.Н. Мишустинным (1938), Д.Н. Прянишниковым (1945), А.И. Виртаненом (1945, 1953), З.И. Журбицким (1963), Г.С. Посыпановым (1978, 1979, 1981), Н.И. Мильто (1982) и другими советскими и зарубежными учеными (Мильто Н.И., 1982; Мишустин Е.Н., 1973, 1987). Но и на современном этапе проблема симбиотической фиксации азота воздуха не потеряла своей актуальности.

Фиксация азота – это, по сути, процесс превращения атмосферного азота в ту его форму, которая наиболее используется растением сои, и поэтому является особо важной для получения высокого урожая. Для этого процесса требуется, чтобы азотфиксирующая бактерия в необходимый период развития растения или уже находилась в достаточном количестве и хорошем состоянии в почве вблизи семян, или была нанесена на них, чтобы на корне сформировались клубеньки. При прорастании семян бактерии охватывают корневые волоски, образующиеся на проростке, и начинают размножаться. Клубеньки, представляющие собой скопления бактерий в виде колоний, располагаются на корнях растений (Столяров О.В., 2005).

Концепция симбиоза, предложенная Антоном де Бари 150 лет назад, рассматривает его как длительное сосуществование неродственных организмов, в ходе которого осуществляется широкий спектр взаимовыгодных и паразитарных (антагонистических) взаимодействий (Douglas A.E., 1994).

Наибольшую значимость в фиксации атмосферного азота имеют специфические бактерии из рода *Rhizobium*, обитающие в наростах (клубеньках) на корнях бобовых растений и вступившие в симбиоз с растением-хозяином.

Эти бактерии, называемые клубеньковыми, в виде аэробных палочек были открыты М. Бейеринком в 1888 году. В роде *Rhizobium* виды клубеньковых бактерий подразделяются с учетом названия растения-хозяина, например *Rhizobium loti* в т. 1 «Определителя бактерий Берджи» (Шлегель Г., 1972).

Исследованиями Е.Н. Мишустина и В.К. Шильниковой (1973), М.В. Гусева и Л.А. Минеевой (1992) установлено, что симбиотические отношения клубеньковых бактерий и бобовых растений складываются таким образом: бактерии связывают азот воздуха и в виде легкоусвояемых соединений передают растению, а питательные вещества и энергию получают от него за счет фотосинтетических реакций, происходящих в листьях, и образования легкодоступных питательных веществ в корнях. После уборки урожая бобовых культур почва остается обогащенной доступным азотом не один год

Бактерии-ризобии бобовых культур имеют очень различный внешний вид и строение, потому что в процессе эволюции приспособлялись к различным видам бобовых. Каждый штамм бактерий может заражать только один или несколько видов бобовых растений (Olson E.R. et al., 1985).

П.С. Натмен (1979) сообщает, что клубеньковые бактерии обычно лучше всего растут при нейтральном или слабокислом рН

Различаются распределение и размер клубеньков с ризобиями на корнях разных бобовых культур. Это могут быть малые выпуклости на ответвлениях корней либо большие «бородавки» на главном корне. Очень большие клубеньки у нута – несколько сантиметров, немного меньше у фасоли и сои – около 1 см, поменьше у вики и гороха и очень мелкие у клевера. Форма у большинства клубеньков круглая либо продолговатая (Мишустин Е.Н., Емцев В.Т., 1987; Теппер Е.З. и др., 1994).

Особенные выделения корней привлекают клубеньковые бактерии, которые, накапливаясь около корневых волосков, вызывают их скручивание. Такое движение организмов по направлению к химическим веществам является проявлением хемотаксиса, в данном случае положительным. Так происходит лектин-углеводное распознавание бактериями корней растения (Практикум по микробиологии / под ред. А.И. Нетрусова, 2005; Olson E.R. et al., 1985). Это проявляется так: углевод поверхности ризобий вступает в прочную связь с лектином корневых волосков бобовых растений. После внедрения в корневой волосок бактерии создают плотный тяж из многочисленных своих тел и пронизывают ткань корня.

Вслед за этим клубеньковые бактерии, используя фитогормоны, ускоряют деление клеток корня, с образованием собственно клубеньков. Полученные образования наполняются увеличенными бактериями с большими ядрами, так называемыми бактериоидами (Натмен П.С., 1979; Мишустин Е.Н., Емцев В.Т., 1987).

Внутренняя поверхность клубенька розовеет из-за оттенка пигмента леггемоглобина (аналогичного гемоглобину в животных клетках), производимого клетками корня после их инфицирования. После образования леггемоглобина бактерии начинают фиксировать азот. Как отмечает Г. Шлегель (1972), результаты многих опытов показывают прямую связь количества образовавшегося леггемоглобина и темпа усвоения азота.

Усвоение азота происходит по схеме его восстановления до аммиака под воздействием фермента нитрогеназы. Его эффективность зависит от наличия анаэробных условий, и это происходит в том случае, когда нужнейший для дыхания клеток корня кислород закрепляется в телах бактерий при помощи леггемоглобина (Spaink Н.Р., 1995).

В стимулировании усвоения азота также большую значимость имеют активные химические элементы. Например, Cu, Fe и Co нужны для возникновения леггемоглобина, а Fe и Mo входят в состав нитрогеназы (Кораблева Н.П. и др., 1980).

После восстановления азота до аммиака он вступает в реакцию с α -кетоглутаровой кислотой с промежуточным получением глутаминовой кислоты. В последующих процессах обмена веществ соединения азота представляют уже форму амидов (в том числе аспарагин, глутамин) и в таком виде переправляются в надземные органы растения (Прянишников Д.Н., 1945; Баскакова С.Ю., Измайлов С.Ф., 1981).

Хотя отношения между растениями и бактериями-ризобиями считаются симбиозом, но в начале инфицирования бактерии только питаются за счет растения, не отдавая ничего взамен (как паразит), при этом даже замедляется рост растений. С развитием у ризобий способности усваивать азот он в больших количествах передается растению в виде соединений, в ответ бактерии используют для

своего развития питательные вещества, вырабатываемые растением (симбиотические отношения). Интенсивно развиваясь, растение нуждается в большом количестве азота и в определенный момент начинает паразитировать на бактериальных клетках, отнимая весь фиксированный азот, что приводит к остановке развития и гибели клеток бактерий (Натмен П.С., 1979; Енкина О.В., 2005).

По данным К. Chalifour и L.M. Nelson (1988), в результате симбиотической деятельности некоторое количество связанного азота из корней растений попадает в почву, в цифровом выражении это 100–400 кг/га азота в год, что способствует увеличению ее плодородия. Бобовые культуры, обладая уникальной возможностью усваивать молекулярный азот воздуха в симбиозе с клубеньковыми бактериями, способны формировать высокие урожаи растительного белка без применения азотных удобрений.

Если взять в расчет, что минерального азота в почве мало, а соответствующие удобрения очень дороги, то становится очевидной колоссальная роль симбиотической азотфиксации. Она стимулирует ученых на продолжение исследований в данной области (Доросинский Л.М., 1965; Кандыба Е.В., 2003).

Бывают еще варианты симбиоза, например водный папоротник азолла и азотфиксирующие цианобактерии, облепиха и актиномицеты, мицелий грибов с корнями растений (микориза), лишайники с грибами и водорослями и т.д. (Муромцев Г.С. и др., 1985; Дурынина Е.П. и др., 1990).

Асимбиотические азотфиксаторы обладают значительно меньшими возможностями, чем симбиотические, по усвоению азота. Уже на стыке XIX и XX веков были открыты первые свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы, несколько видов бактерий *Clostridium* и *Azotobacter*. К настоящему времени открыто множество видов асимбиотических азотфиксаторов (бациллы, клебсиеллы, цианобактерии), некоторые лучше функционируют в аэробных условиях, а другие – в анаэробных (Мельник С.И. и др., 2007). И как в случае с симбиотическими бактериями, этим микроорганизмам для усвоения азота также требуются активные химические элементы, такие как железо, кальций, молибден. Но, как говорилось выше, способность к усвоению у несимбиотических азотфиксаторов

невысока, они связывают всего несколько граммов азота на один квадратный метр в год.

Первые представители следующей группы азотфиксаторов – ассоциативные микроорганизмы были выявлены еще в 1976 году при проведении исследований Д. Доберейнером (Бразилия). С тех пор открыты многочисленные ассоциативные микроорганизмы и их отношения с растениями (Paul E.A., Clark F.E., 1996). Подобное взаимодействие, по мнению Y. Hong et al. (1991), выделяет ризосферные микроорганизмы, так как они обретаются на корнях высших растений. Некоторые исследователи не разделяют свободноживущие и ассоциативные азотфиксирующие микроорганизмы. В некоторых моментах отношения ассоциативных фиксаторов азота с корнями растения подобны симбиозу, так как присутствуют хемотаксис, лектин-углеводное взаимодействие и партнерские отношения, кроме формирования клубеньков (Christiansen-Weneger C. et al., 1992). Хотя способности к азотфиксации у этих организмов меньше, чем у симбиотических, но ассоциативные микроорганизмы увеличивают устойчивость к инфекционным заболеваниям, дезактивируют яды, производят фитогормоны, стимулируют развитие растений. Особенно хорошо исследованы взаимодействующие с корнями злаков микроорганизмы азоспириллы, они весьма перспективны для производства специальных препаратов (Андреева И.Н. и др., 1990).

Ассоциативные микроорганизмы заселяют поверхность корней, но не проникают внутрь них и не образуют клубеньков. Все же эти организмы очень полезны для растений, так как усваивают около 50 кг/га азота в год. Они также производят фитогормоны, стимулирующие развитие растения-хозяина (Терехов М.Б., Ежова Л.А., 1997); улучшают растворимость и потребление слаборастворимых фосфорсодержащих веществ (Муромцев Г.С. и др., 1985); способствуют повышению иммунитета и стрессоустойчивости у растений; вырабатывают антибиотики для борьбы с патогенами; препятствуют проникновению токсинов (Тихонович И.А. и др., 2005).

Соя, как и другие виды семейства бобовых, является культурой, улучшающей почвенное плодородие. Благодаря деятельности корневой системы и азот-

фиксирующих клубеньковых бактерий, соя ослабляет уплотнение почвы, а также обогащает почву азотом. Это способствует увеличению проникновения влаги, ее экономному расходованию и получению высоких урожаев следующих за соей культур (Енкен В.Б., 1959; Лавриненко Г.Г. и др., 1978; Мякушко Ю.П., Баранов В.Ф., 1984; Лещенко А.К. и др., 1987; Енкина О.В., 2005; Адаптивные технологии возделывания масличных культур / Коллектив авторов, 2011).

Являясь хорошим предшественником для многих культур, соя выдерживает насыщение в севообороте до 50 %. Она успешно возделывается в специализированных короткоротационных севооборотах, чередуясь с зерновыми культурами, кукурузой, сахарной свеклой, картофелем, рисом. Сою также используют как поукосную или пожнивную культуры (Шпилев Н.Б., 2007).

1.2. Влияние ризобияльных препаратов и стимуляторов роста на рост и развитие растений

Феномен фиксации азота воздуха специфическими микроорганизмами породил возможность производства бактериальных удобрений (ризоторфин, азотобактерин и др.). Они состоят из натуральных микроорганизмов, способствующих увеличению продуктивности сельскохозяйственных культур и уменьшению деградации почв (Доросинский Л.М., 1965).

В современных условиях развития сельского хозяйства существенным дополнением к химическим удобрениям и пестицидам выступают микробиологические препараты. Для их получения широко используется большое количество штаммов известных микроорганизмов, контролируемый мутагенез и селекция (Биотехнология / под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова, 1987).

В многочисленных исследованиях (Кандыба Е.В., 2003; Дряхлов А.А., 2013; Борцова Е.Б., 2015; и др.) отмечено улучшение агрохимических свойств почв и питания растений, увеличение качества почвенного гумуса и других свойств в результате применения микробиологических удобрений, что приводит к увеличению продуктивности растений и повышает качество урожая.

По сведениям Е.Б. Борцовой (2015), бактериальные препараты насыщают растения кроме питательных элементов еще и стимулирующими веществами (витамины, фитогормоны и т.д.).

Чтобы повысить содержание азотфиксирующих бактерий в ризосфере растений и увеличить их урожайность, применяются микробиологические удобрения, содержащие наиболее активные бактериальные штаммы. В результате симбиотических отношений клубеньковых бактерий и растений азотфиксаторы передают растениям большое количество легкоусвояемых соединений азота (замещающих до 80 кг/га азотных туков), что существенно увеличивает урожайность сои (Абаев А.А. и др., 2015).

Этому способствуют и другие выдающиеся свойства клубеньковых бактерий: активирование развития растений за счет создающихся стимулирующих веществ; ослабление и уничтожение различных патогенов; уменьшение восприимчивости растений к водным и температурным стрессам окружающей среды; усиленное извлечение питательных элементов из почвы и удобрений; ослабление воздействия на растение различных вредных веществ (Мильто Н.И., 1982; Енкина О.В., 2005; Асокин О.И., 2007; Балакай Г.Т. и др., 2008; Гракова Т.В., 2011; Тильба В.А., Шабалдас О.Г., 2015; Шабалдас О.Г. и др., 2017).

«Важность процесса фиксации азота воздуха микроорганизмами настолько велика, – отметил G. Hardarson (1993), – что учеными всего мира ведется изучение и поиск факторов, влияющих на эффективность азотфиксации».

Количество азота, фиксируемого клубеньковыми бактериями в симбиозе с растением, зависит от многих причин: эффективности, конкурентоспособности и активности штаммов клубеньковых бактерий, биологических особенностей сорта растения-хозяина, а также от внешних условий (Петибская В.С., 2012).

Для снабжения небобовых культур легкоусвояемыми химическими соединениями создаются бактериальные препараты на основе ассоциативных микроорганизмов: микробные препараты для обеспечения биологической азотфиксации, фосфатмобилизации, ростстимуляции в ризосфере растений и защиты их от пато-

генов и фитофагов (Методологія і практика використання мікробних препаратів ... / В.В. Волкогон и др., 2011).

Классическим микробиологическим удобрением является азотобактерин. Его основу составляет азотфиксирующий свободноживущий аэробный микроорганизм из рода *Azotobacter*. Данным удобрением обрабатываются семена перед посевом, что ускоряет развитие растений, так как азотобактерином вырабатываются специфические стимуляторы, а также антимикотическое вещество, защищающее от патогенных грибов. Но полевая эффективность азотобактерина невелика потому, что микроорганизм препарата требует от почв высокий агрофон и быстро гибнет при низком (Ежова Л.А., 1997; Терехов М.Б., Чевердин Ю.И. и др., 2013; Борцова Е.Б., 2015).

Самым эффективным методом увеличения фиксирования атмосферного азота является предпосевная инокуляция семян (Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / отв. ред. В.В. Игнатов, 2005).

Кроме того, для увеличения азотфиксации необходимо улучшать условия существования микроорганизмов-азотфиксаторов и их партнеров – культурных растений.

Микробиологической промышленностью выпускаются многочисленные биологические препараты. Широко известны Ризоторфин, Агрофил, Флавобактерин, Мизорин, Экстрасол, Псевдобактерин-2, Ризоагрин, Биоплант-К. Препараты предназначены для повышения урожайности сельскохозяйственных культур путем улучшения всхожести семян, усиления фиксации атмосферного азота, синтеза витаминов и ростовых веществ, повышения устойчивости к инфекционным заболеваниям и т.д. Эффективность биопрепаратов подтверждена многими исследователями: А.Н. Ригер, И.С. Пицыков (2013), О.В. Сырмолот (2013), Л.В. Тутуржанс (2014) и другими.

Итак, обработка семян бактериальными препаратами стимулирует увеличение всхожести, сглаживая последствия стрессовых факторов окружающей среды. Развитие растений из обработанных семян идет ускоренным темпом и увеличенным набором массы сухого вещества. На результативность применения препара-

тов влияет выбранный штамм микроорганизмов, подобранный сорт семян растений, количество и доступность питательных веществ в почве, а также климатические условия (Завалин А.А., 2005).

Представителями препаратов нового поколения являются препараты группы экстрасол, на основе бактерий *Bacillus subtilis*. Препараты данной группы обладают биофунгицидными, биоинсектицидными свойствами, а также выступают как микробиологические удобрения. Кроме того, разработаны биоминеральные удобрения, они представляют собой туки, обработанные микробиологическим препаратом. Исследования А.Н. Ригера и И.С. Пицыкова (2013) показали, что эти удобрения полнее (до 30 %) используются растениями, а микроорганизмы, входящие в препарат, тормозят развитие патогенов. Применение биоминеральных удобрений позволяет экономить до 40 % от нормы традиционных.

Очень серьезное внимание в мире издавна уделяется изучению способности микроорганизмов восстанавливать и увеличивать плодородие почв (Hiltner L., 1904).

Благодаря способности усваивать атмосферный азот, соя практически наполовину удовлетворяет свои потребности в нем, а также имеет большое агротехническое значение. По данным М.Т. Мухиной (2015), при обработке семян ризобийными препаратами соя насыщает почву значительным количеством азота – свыше 45 кг/га, и в связи с этим является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур. .

В.Ф. Баранов и Уго Алмиро Торо Корреа (2007) утверждают, что высокий урожай на сое можно получить только в случае эффективного симбиоза с бактериями-азотфиксаторами и активного усвоения связанного ими атмосферного азота. При малом количестве в почве азотфиксирующих бактерий или их слабой активности соя переключается на питание почвенным азотом.

При прохождении симбиотической азотфиксации растениями сои должны присутствовать вблизи корней растений специфические бактерии (*Bradyrhizobium japonicum* Jordan *bv.* *glycinearum*), переводящие азот воздуха в легкоусвояемые

растениями соединения. В результате длительной эволюции соя приспособилась к определенному виду ризобий и не может инфицироваться от бактерий, вступающих в симбиоз с остальными бобовыми (Мильто Н.И., 1982; Баранов В.Ф., 2009).

Для увеличения симбиотической деятельности сои, учитывая фактор потери местными формами бактерий активности при различных неблагоприятных условиях, требуется регулярное внесение активных форм микроорганизмов-азотфиксаторов (Шабалдас О.Г., Агафонов О.М. и др., 2018).

Наблюдения В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца (2005), показывают, что основной объем фиксации азота происходит после начала цветения и до начала налива семян (т.е. 50–70 дней жизни растений). После этого активность клубеньков затухает. В настоящее время для лучшего прилипания бактерий на семена применяют поверхностно активные вещества.

На эффективное функционирование сложного процесса симбиоза влияет окружающая среда симбионтов и специфика генотипов сорта сои и штамма ризобий, поэтому наибольшую продуктивность сои обеспечивают максимально совместимые пары этого симбиоза (Мильто Н.И., 1982).

Серосодержащие удобрения, как сообщают Н.М. Тишков и А.А. Дряхлов (2014), активизируют жизнеспособность клубеньковых бактерий, что усиливает симбиотическую фиксацию атмосферного азота.

В 1991–1994 гг. во ВНИИМК для предотвращения осыпания инокулянта и стимулирования симбиотрофного процесса был проведен поиск надежного пленкообразователя и других компонентов с целью создания композиции для предпосевной обработки семян сои методом инкрустирования. В результате лабораторных опытов за основу был взят эффективный пленкообразующий препарат № 2, созданный отделом защиты растений ВНИИМК, который при соответствующих добавках мог являться питательным субстратом для ризобий. Он позволяет сохранять жизнеспособность бактерий на семенах до 30 суток, при этом титр не уменьшается до 10 дней хранения. Доказана его совместимость с протравителями, микроэлементами и стимуляторами роста.

Ранее в результате проведенных полевых опытов О.М. Шириняном и Н.Ф. Чайка (2000) была подтверждена высокая эффективность найденной композиции, названной комплексом препаратов для предпосевного инкрустирования семян сои на основе бактериального удобрения ризоторфин (КПИС). При применении КПИС стабильно возрастает урожайность зерна и содержание белка в семенах (выше, чем от инокуляции обычным способом и на различных почвах) (Баранов В.Ф., Лукомец В.М, 2005).

По мнению Е.Н. Мишустина и В.Т. Емцева (1987), В.А. Тильба и О.Г. Шабалдас (2015), в зоне неустойчивого увлажнения симбиоз между растениями и клубеньковыми бактериями не всегда достаточно активен. Исследование данного процесса перспективно для создания препаратов, существенно увеличивающих эффективность и стабильность симбиоза в условиях водного дефицита.

На современном этапе развития технологий выращивания сельскохозяйственных культур одним из важнейших их элементов стали химические вещества, способные регулировать рост растений, – так называемые регуляторы роста растений.

Еще в 1880 году Ч. Дарвин предположил, что растения тоже могут иметь гормоны, как и животные (Дарвин Ч., 1941). Он отмечал, что из раздраженных клеток распространяется импульс, стимулирующий деление или растяжение других клеток в виде ответной реакции. Хотя гормоны не относятся к питательным веществам, их значение очень велико: под их влиянием на обмен веществ происходит взаимосвязь клеток, тканей и органов.

Так как гормоны образуются в растениях в ничтожных количествах, в промышленном масштабе их получают методом синтеза. Применение регуляторов роста в соответствии с рекомендациями обеспечивает необходимое и безопасное воздействие на растение. Регуляторы роста в низких дозах стимулируют развитие растений, а в высоких – тормозят (ингибируют). Благодаря открытию фитогормонов возникли такие новые дисциплины растениеводства, как биотехнология и фи-

тотехника (Шевелуха В.С. и др., 1985; Чайлахян М.Х., 1988; Гафуров Р.Г., 2001; Малеванная М.М., 2005).

Фитогормоны подразделяют на восемь групп: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды, силатраны и фузикоцины. Особенность и характер их действия зависит от соотношения и доминирования гормонов в каждый период развития растений (Барабаш И.П., 2008; 2009; Иващенко И.Н., 2010).

Ауксины – это группа гормонов, производных индолил-3-уксусной кислоты (ИУК) – $C_{10}H_9O_2$. Их химический состав определил в 1935 году голландский химик Fritz Kögl (Кёгль Ф., 1936). Ауксины образуются из аминокислоты триптофана (Зединг Г., 1955) в растущих частях растения и, накапливаясь в зоне наибольшего растяжения клеток, усиливают их рост.

При исследованиях Н.Г. Холодного (1928) явления тропизмов растений была доказана определяющая роль ауксинов и сформулирована гормональная теория роста и тропизмов растений. Н.А. Максимов (1946), продолжая исследования механизма действия фитогормонов, уточняет, что, кроме растяжения клеточной оболочки, ауксины в наибольшей степени влияют на протоплазму, которая стимулирует рост новых мицелл целлюлозы.

Ауксины отличаются многофакторным действием на растение. Они влияют на него на клеточном уровне, на уровне органов и систем, и даже на развитие растения в целом (Jacobs W.P., 1985). Многие исследователи – Н.Г. Холодный (1957), Р.Г. Бутенко (1964), Ф.Л. Калинин (1965), К.З. Гамбург (1979), М.Х. Чайлахян (1982) и другие авторы подчеркивают уникальность механизма ускорения роста под воздействием ауксинов, которая заключается в их способности задерживать окисление аскорбиновой кислоты и переход ее в формы, тормозящие рост.

На основании выявленных способностей ауксинов воздействовать на растения были разработаны приемы их производственного применения. В первую очередь (особенно ИМК и ИУК) их стали использовать для ускорения корнеобразования черенков при вегетативном размножении трудноукореняющихся ценных

пород растений (Чайлахян М.Х., 1942; Турецкая Р.Х., 1961; Турецкая Р.Х., Поликарпова Ф.Я., 1968; Катаева Н.В., Бутенко Р.Г., 1983).

В овощеводстве для ускорения и увеличения плодоношения также активно используется возможность ауксинов ингибировать вегетативный рост растений и вследствие чего увеличивать питание плодов и семян. Использование 4-хлорфеноксиуксусной кислоты (4-ХФУ) для обработки завязей томата стимулирует формирование партенокарпических плодов, отличающихся от семенных плодов также более быстрым развитием (Ракитин Ю.В., 1983; Ракитин Ю.В., Карягин В.В., 1984; Мухортов С.Я., 2013).

При уборке урожая средствами механизации очень важен показатель чистоты урожая. Применением ауксинов можно регулировать процессы опадения листьев для увеличения этого показателя. Ауксины также уменьшают опадение плодов до уборки вследствие увеличения стрессоустойчивости растений. Использование ауксинов открывает широкие возможности для регулирования физиологических процессов культурных растений (Addicott F.T., 1965; Муромцев Г.С. и др., 1987; Ивашенко И.Н., 2010).

Гиббереллинами называли группу гормонов в честь открытия их в мицелии гриба *Gibberella fujikuroi*, а вскоре выявили также и в растениях. Они особенно интенсивно синтезируются в надземных органах растений с различной активностью в зависимости от этапа развития растений. Обнаружено более 70 видов гиббереллинов, которые по химическому составу принадлежат к тетрациклическим карбоновым кислотам, несмотря на различия отдельных деталей строения. Однако гиббереллин, выделенный из мицелия гриба *Gibberella fujikuroi* (гиббереллин A_3 или гибберелловая кислота (ГК₃)), обладает наибольшей активностью и используется для изготовления препаратов регуляторов роста (Чайлахян М.Х., 1961; Муромцев Г.С., Пеньков Л.А., 1962; Деева В.П., 1980; Деева В.П., Шеленг З.И., 1985).

Поражает воображение многофакторность влияния гиббереллинов на развитие растений. Наиболее выделяются их способности, такие как увеличивать линейный рост растений, изменять активность ферментов, повышать интенсивность

дыхания, усиливать фотосинтез (Верзилов В.Ф., 1971). На злаковых культурах гиббереллины воздействуют на размеры и форму листьев. А через изменение обмена веществ они управляют ростом и развитием растений. Несмотря на различия в воздействии на растения гиббереллинов и других регуляторов роста (например, ауксинов), они совместно управляют ростом и развитием растений (Ghorbanli M. et al., 1999).

В естественной среде уровня природного гиббереллина не хватает для развития процесса зацветания, растениям необходимы условия длинного дня. А стимуляция гиббереллинами ускоряет цветение растений (Ивашенко И.Н., 2010).

Так же реагируют на обработку гиббереллином, согласно исследованиям M. Suge (1985), и некоторые двулетние овощные культуры, цветущие только после «холодной» обработки.

Однако влияние обработок гиббереллинами на различные растения выражается по-разному.

В некоторых растениях они могут препятствовать уменьшению количества хлорофилла и ослаблять аккумуляцию каротиноидов в плодах, усиливать процессы пазушного ветвления, а у других – угнетать синтез хлорофилла, удлинять стебель и черешки листьев, у карликовых форм растений увеличивать длину междоузлий и задерживать ветвление вторичных побегов (Никелл Дж., 1984; Рубин Б.А., 1976).

По данным Б.А. Рубина (1976), воздействуя на семена гибберелловой кислотой, можно ускорить их прорастание и увеличить всхожесть.

Обработка препаратами гибберелловой кислоты может резко увеличить или уменьшить активность ферментов растения.

Обнаружена прямая зависимость между накоплением естественного гиббереллина и его влиянием на растения риса и их возрастом, а между количествами гибберелловой кислоты в зеленых частях растений и фермента амилазы в семенах такая связь отсутствует.

В случае пониженного содержания в тканях растений ГК увеличивается отзывчивость растений на обработки препаратами гиббереллинов, а также увеличи-

вается активность фермента нитратредуктазы при проведении азотных подкормок (Муромцев Г.С., Агнестикова В.Н., 1971; Алешин Н.Е. и др., 1983).

Гормоны, способные активизировать деление клеток (цитокинез), входят в группу цитокинины (кинины). Первым открытым Ф. Скугом и К. Миллером цитокинином был 6-фурфуриламинопурин ($C_{10}H_9ON_5$). При проведении опытов со злаковыми растениями было выявлено, что цитокинины активизируют растяжение клеток, но не влияют на их образование. В таком случае можно сделать вывод, что цитокинины лишь увеличивают стимуляцию клеточного образования, провоцируемого ауксинами, что в частности выражается в упрочнении стебля (Miller C. et al., 1956).

Цитокинины выявлены в тканях различных растений. Наибольшая их активность проявляется в корнях растений, откуда они транспортируются с пасокой в стебель и листья. Отмечено увеличение количества цитокининов в растущих частях растений по сравнению с находящимися в состоянии покоя (Кулаева О.Н., 1973).

Аналогично другим гормонам, цитокинины регулируют многие процессы жизнедеятельности в растении, но степень и направление воздействия зависят от конкретной ситуации (Brault M., Maldincy R., 1999). Особенно велика заслуга данных фитогормонов в том, что они задерживают деградацию клеточных веществ и даже провоцируют их синтез (Кефели В.И., 1974; Дёрфлинг К., 1985).

При дальнейшем изучении влияния цитокининов на развитие растений выяснилось, что они усиливают первичное воздействие ауксинов на деление клеток (Дмитриева Н.Н., Липский А.Х., 1973). Кроме того, гормоны могут существенно увеличивать всхожесть семенного материала, а также по-разному влиять на рост различных частей растений: усиливать рост надземных органов, а рост корней – сдерживать (Курсанов О.Н. и др., 1963; Кулаева О.Н., Чайлахян М.Х., 1984).

Так же неоднозначно воздействие цитокининов на цветение растений (в том числе в неблагоприятных условиях произрастания): активизировать его у растений короткого дня, а у длиннодневных форм – тормозить (Рубин Б.А., Арциховская

Е.В., 1968; Рубин Б.А., 1975; Радцев Е.Г., Радцев В.С., 1980; Рахимбаев И.Р., Соколова В.Д., 1980).

При внесении препаратов цитокининов возрастает поток питательных веществ в растущих органах растений. Существенное омолаживающее (озеленяющее) влияние оказывают обработки фитогормонами как на целые растения, так и на отделенные от них листья. Цитокинины даже в отделенных от растения листьях, дезактивируя фермент рибонуклеазу, задерживают разложение нуклеиновых кислот и белков (Деева В.П. и др., 1988).

Некоторыми исследователями считается, что цитокинины в обработанных растениях также могут стимулировать синтез белков, хлорофилла и даже усиливать фотосинтез (Баскаков Ю.А., Шаповалов А.А., 1982).

Синтезированы вещества, аналогичные природным цитокининам, – картолин I, картолин II, с возможностью увеличения адаптации зерновых культур к засухе и низким температурам и защищенности синтеза белка (Шевелуха В.С. и др., 1977; Баскаков Ю.А., 1988, 1989).

Из вышеперечисленного следует, что использование цитокининов имеет большое значение для увеличения урожайности культур в растениеводстве.

Исследователи В. Льюи и Х. Карнс в 1961 году из растений хлопчатника выделили вещество с формулой $C_{15}H_{20}O_4$, принадлежащее к сесквитерпеноидам и вызывающее опадение листового аппарата. Оно получило название абсцизовая кислота (АБК), или абсцизин. Основной синтез АБК происходит в листовом аппарате растения. Наибольшее количество абсцизовой кислоты находится в старых листьях, зрелых плодах и семенах, немного – в молодых органах (Петрова В.Н., 1976; Кулаева О.Н., Хохлова В.Н., 1984).

Как доказывают В.А. Пасешниченко и А.Р. Гусева (1970), В.В. Полевой (1982), абсцизовая кислота ослабляет влияние гормонов-стимуляторов, тормозит рост растений. Но периодически (созревание плодов и семян) она сама стимулирует процесс развития.

В.И. Кефели (1981), В.И. Кефели и Л.Д. Прусаковой (1985) выявлено, что при снижении абсцизина в органах растения вновь возобновляется рост.

В других работах установлено, что при выходе клубней картофеля из состояния глубокого покоя и их прорастании соотношение гормонов изменяется (количество АБК снижается, а гиббереллина и этилена растет). Провоцирование листопада вызывается увеличением концентрации абсцизина и уменьшением влияния стимулирующих гормонов в растении (Кораблева Н.П. и др., 1980; Метлицкий Л.В., 1984; Кефели В.И., 1989).

Исследования отдельных ученых выявили возможности абсцизина в регулировании водного обмена растений. В засушливых условиях увеличение содержания абсцизовой кислоты в листьях растений способствует ускоренному запырению устьиц и снижению ими испарения влаги. В то же время повышенная концентрация абсцизина в корневой системе растений, снижая противодействие тканей к водопотреблению, содействует восполнению влаги в листьях (Верзилов В.Ф., 1971; Полевой В.В., 1975).

Д.Н. Нелюбов, изучая геотропические реакции стеблей растений, в 1901 году обнаружил, что растительные ткани, выделяя в малых количествах этилен, ненасыщенный углеводород C_2H_4 , воздействуют на собственный рост. К настоящему времени этилен, как эндогенный регулятор роста растений, остается единственным обнаруженным газообразным фитогормоном (Кулаева О.Н., 1998).

О возможности существования эндогенных гормонов, стимулирующих переход от роста плодов к их созреванию, предполагал также и Ю.В. Ракитин (1955, 1963). Он разработал способ форсированного созревания плодов с помощью этилена, путем обработки им недозревших плодов вплоть до накопления в плодах максимальной концентрации.

Влияние этилена на развитие растений достаточно весомое, в том числе на участие в метаболизме, формировании, созревании и опадении плодов, в реакции на стресс. Для определения его воздействия тщательно изучалось образование и разрушение этилена в растительном организме (Ракитин Ю.В., 1967; Чкаников Д.И., 1981).

Предполагается, что количество выделяемого этилена может соотноситься с наличием несвязанного ауксина. Это подтверждено в исследованиях соотношения содержания индолилуксусной кислоты и этилена в тканях растений. В опытах с пожелтевшими листьями и созревающими плодами была зафиксирована связь изменения выделения этилена и образования абсцизовой кислоты (Гуревич Л.С., 1979).

Воздействие этилена на растения проявляется подобно применению препаратов ауксинов в высоких дозах, с отличием невозможностью этиленом стимулировать растяжение клеток в изолированных тканях. На основе проведенных исследований Н.Н. Мельников при поддержке коллег разработал нетоксичные препараты – гидрел и дигидрел, быстро диффундирующие внутрь растения и при распаде образующие газообразный этилен. Доказано, что использование этих веществ, стимулирует более быстрое созревание помидоров в защищенном грунте с увеличением их продуктивности (цит. по: Салькова Е.Г. и др., 1984).

Представители другой группы фитогормонов – брассиностероиды, находящиеся в любой клетке растения, активируют растяжение клеток, формирование семян, увеличивают стрессоустойчивость и иммунитет растений (Friebe A. et al., 2006). К тем же выводам привели исследования, проведенные в институте физиологии растений им. К.А. Тимирязева по воздействию брассиностероидов на развитие растений и прирост их урожайности (Хрипач В.А. и др., 1993). В растениеводстве с успехом используются возможности эпибрассинолида (ЭБ) и гомобрассинолида (ГБ) уменьшать полегание растений за счет увеличения прочности стебля (Прусакова Л.Д. и др., 1995). Доказано влияние брассиностероидов на образование α -амилазы и всхожесть семян зерновых культур. В опытах по стимуляции препаратами вегетирующих растений выявлено увеличение роста растения в целом и отдельных его органов в частности, упрочнение стебля из-за усиления накопления кальция. Кроме того, данные фитогормоны повышают стрессоустойчивость растений, увеличивают урожай и его качество (Прусакова Л.Д., 1984).

Брассиностероиды увеличивают жароустойчивость синтеза белка у пшеницы в условиях экстремально высоких температур, а при недостатке влаги в почве повышают влагосодержание тканей растений, через стимулирование водоудерживающей способности листьев, что в конечном итоге положительно сказывается на урожайности культуры (Кулаева О.Н. и др., 1989; Балина Н.В., 1992).

При выращивании ячменя на засоленных почвах предпосевная обработка семян эпибрассинолидом повышает прорастание семян снижением тормозящего влияния на них солей (Вокеваева Г.А., 1989).

Группа гормонов, которые содержат кремний, влияющий на толщину стебля, называется силатраны. Данные свойства соединений кремния снижают вероятность полегания растений. Известно, что кремний причастен к формированию гуминовых кислот. Обработка растений препаратами силатранов задерживает развитие растений (Платонова А.Т. и др., 1980).

В исследованиях функциональности грибов была обнаружена стероидная субстанция, называемая фузикокином. По химическому составу он близок к гиббереллинам (принадлежит к дитерпенам) и, подобно этим фитогормонам, увеличивает транспирацию, всхожесть семян и многое другое (Барабаш И.П., 2009).

При возделывании сои в зоне неустойчивого увлажнения важнейшим фактором нормального прохождения биохимических реакций в растениях и гарантирующим достойный урожай является наличие влаги. Ее содержание в клетках растений может достигать до 90 %. При наступлении засухи уменьшается всхожесть высеянных семян, нарушается обмен веществ, а также рост и развитие растений, падает урожайность (Алексеев А.М., Гусев Н.А., 1963; Лебедев С.И., 1988).

В растениеводстве очень значима максимально возможная всхожесть семян. Для ее повышения используют различные стимулирующие вещества, такие как регуляторы роста, химические элементы и удобрения, материалы с активным действующим веществом (Овчаров К.Е., 1969; Toma S., Veliksar S., 1995; Остапенко А.П., 2004; Агафонов О.М. и др., 2015).

Ряд авторов утверждают, что применение растительных гормонов и их синтетических аналогов также влияет на всхожесть семян, рост и развитие растений (Николаева М.Г., 1981; Кузина Л.В., 1985; Вакуленко В.В., Шаповал О.А., 1998; Серегина И.И., 2008).

Отмечено, что семена обладают повышенной восприимчивостью к обработкам их гиббереллином, так как он принимает участие в ускорении прорастания семян. В этом случае гиббереллины действуют совместно с цитокининами таким образом: вначале в процесс прорастания вступают гиббереллины, направляя питательные вещества к месту прорастания, позже подключаются цитокинины, стимулируя образование новых белков и клеток (Овчаров К.Е., 1976).

Синтетические регуляторы роста по степени воздействия на семена не уступают природным фитогормонам, а зачастую и превосходят их (Чайлахян М.Х., 1967; Муромцев Г.С., 1979).

Стимулирующим и положительным влиянием на посевные качества семян озимой пшеницы обладает янтарная кислота и другие активаторы роста на основе фурфурола (Ненько Н.И., 1999). Кроме того определено, что от их воздействия скорость прорастания семян увеличивалась как при благоприятных условиях, так и при засушливых. У проростков пшеницы отмечалось усиление способности удерживать влагу, увеличивать устойчивость растений к засухе и снижать транспирацию.

Всхожесть семян, обработанных ИУК, достигает 100 %, а выросшие из таких семян растения за счет изменения анатомии (размеры, форма листьев и корней и т.д.) обладают повышенной засухоустойчивостью (Третьякова Е.Ю., 2007).

Из исследований Н.А. Максимова (1952), Г. Бергмана с соавт. (1988), В.В. Немченко (2001) и других ученых следует, что применение ауксинов и гиббереллинов на семенном материале и прорастающих семенах способствует получению растений, высоко адаптированных к засушливым условиям. А обработка данными препаратами взрослых растений усиливает приспособляемость, снимает стресс и увеличивает продуктивность.

Доказано, что при использовании регуляторов роста для увеличения адаптации к различным стрессовым ситуациям осуществляется максимально возможная урожайность (Кобыльский Г.И. и др., 2001; Прусакова Л.Д. и др., 2005; Трофимова Т.В., 2012; Алиев-Лещенко Р.М., 2015). Специфика влияния фитогормонов такова, что, ускоряя обмен веществ в растении, они в то же время усиливают адаптивность к стрессовым факторам (Строганов Б.П., 1962; Ермошкин В.В., 2005; Дорожкина Л.А. и др., 2006;).

В работах J.E. Varner (1974), Т.В. Сальниковой и др. (1993) установлено стимулирующее действие гиббереллина на активность амилазы семян ряда культур. При этом ускоряется использование крахмала такими семенами и увеличивается их всхожесть.

Как известно, подавляющий процент от общей массы растения составляет вода. Она выделяется исключительными характеристиками и является необходимым фактором в развитии растений. Применяя регуляторы роста, можно существенно улучшить водообмен растений и увеличить устойчивость к условиям произрастания. В некоторых случаях это приводит к сокращению заболеваний, провоцируемых патогенами, и увеличению адаптации растений к другим неблагоприятным условиям среды (Лисова Р.В., 1989; Логинов О.Н., 2003).

G. Meallengni и E. Orsi (1985), а также В.В. Вакуленко (1998) и О.А. Шаповал (2005) установили, что обработка амбиолом, гуматом натрия, крезацином и другими регуляторами роста семян озимой пшеницы увеличивает устойчивость растений озимой пшеницы к низким температурам и засушливым условиям.

Можно сказать, что фитогормоны – это низкомолекулярные органические соединения, продуцируемые растениями, обладающие свойством перемещаться из места возникновения в орган необходимого влияния, с сильным воздействием при малых концентрациях. При необходимости увеличивают содержание гормонов в растении применением препаратов извне.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что, применяя микробиологические препараты и регуляторы роста, можно влиять на физиологические

процессы и биологические свойства растений в желательном для человека направлении.

1.3. Урожайность и качество семян сои при различных способах посева, применении ризобияльных препаратов и стимуляторов роста

Соя является уникальной и многозначимой культурой. Исключительность ее обусловлена богатым биохимическим составом семян и прежде всего высоким содержанием полноценного по составу белка. При этом его аминокислотный состав отличается высоким качеством, к тому же в сое содержится большое количество углеводов и минеральных веществ (Hawwell R.W., 1963).

Основу производственной безопасности страны составляет достаточное количество белка на душу населения (Vumb V.L., Vaanante C.A., 1996). Выращивание сои помогает в некоторой мере решить проблему пополнения ресурсов дефицитного пищевого и кормового белка.

Соя в основном культивируется в Дальневосточном регионе, ведущем производителе данной сельскохозяйственной культуры в РФ. Однако в последние годы существенно расширились посевы соевых бобов в Южном федеральном округе (Пенчуков В.М., Каппушев А.У., 1984; Пенчуков В.М. и др., 2012).

В различных источниках отмечаются часто противоречивые результаты исследований способов посева сои. Это объяснимо значительными различиями морфофизиологических свойств изучаемых сортов и условий их возделывания.

Из изученных способов посева сои наиболее распространен широкорядный, с междурядьями 45–70 см, что позволяет относить ее к пропашным культурам.

«Большую эффективность широкорядного способа посева перед рядовым констатировали в своих исследованиях А.М. Омаров (1980) в Дагестане; А.У. Каппушев (1986) в Ставропольском крае; В.Л. Махонин (1997) в Краснодарском крае» (цит. по: Баранов В.Ф., Лукомец В.М., 2005).

Широкорядный способ посева дает возможность при помощи сельскохозяйственных орудий эффективно подавить сорняки в посевах сои и ослабить потери

влаги почвой, поэтому он находит сейчас преобладающее применение в производстве. Но неравномерность площади питания растений, приводящая к взаимному затенению растений в рядах, является существенным недостатком этого способа посева.

Широкое использование гербицидов за последние два десятилетия в зарубежных странах привело к превосходству рядовых посевов с междурядьями 15–30 см. Усиленным темпом такие посевы расширяются в США (Сичкарь, 1983). Эффективность рядовых посевов сои фиксировали А.А. Бабич, А.Т. Волощук, Н.З. Дидык (1978); В.И. Заверюхин (1981); О. Sato-Kantanka, N. Zawson (1980); Z.R. Spieldeetal (1980); Хр. Горанов и др. (1981) (цит. по: Баранов В.Ф. и др., 2007).

В опытах Ф.Ф. Адамень (1983), Ю.И. Чевардина (1995), Ю.А. Панкова и А.А. Лапшина (1999) рядовой способ посева сои оказался более эффективным, чем широкорядный (цит. по: Баранов В.Ф., Лукомец В.М., 2005).

Эффективность рядового способа посева также показали многолетние опыты ВНИИМК с раннеспелыми сортами сои Юг-30 и Волна (Баранов В.Ф. и др., 2010).

В современном растениеводстве интенсивно используются бактериальные препараты, повышающие продуктивность сои (Кандыба Е.В., 2003; Борцова Е.Б., 2015; Лукомец В.М., 2015; Мухина М.Т., 2015; Тильба В.А., Шабалдас О.Г., 2015; Хохоева Н.Т., 2015).

Рядом исследований установлено положительное действие всех микроэлементов, в первую очередь молибдена, на азотфиксацию клубеньковых бактерий и урожайность семян сои (Forbes R.B. et al., 1986; Olsen S.R., 1972; Муравин Э.А., 2003; Дзанагов С.Х. и др., 2013; Тишков Н.М., Дряхлов А.А., 2014;).

Влияние инокуляции семян сои различными штаммами ризобий на величину урожая изучалось в опытах ВНИИМК, которые показали, что применение препаратов, содержащих в своем составе бактерии, микроэлементы, стимуляторы роста и пленкообразующие вещества, для инкустирования семян сои перед посевом

способствует увеличению продуктивности растений (Асокин О.И., 2007; Балакай Г.Т. и др., 2008; Щегольков А.В., 2017).

За 45 лет исследований учеными ВНИИМК отмечено, что от обработки семян сои нитрагином урожай увеличивался на 0,06–0,37 т/га (в среднем 0,17 т/га) и повышалось содержание белка в семенах, в среднем на 2,3 % (Баранов В.Ф. и др., 2009; Петибская В.С., 2012).

В однолетнем опыте ВНИИМК и ВНИИ риса, проведенном в 1973 году, была выявлена очень высокая эффективность применения минеральных удобрений и нитрагина. Прибавка урожая от нитрагина составила 22 %, причем в варианте $P_{60}+$ нитрагин урожайность была такой же, как и в варианте $N_{120} P_{120}$ без нитрагина (Махонин В.Л. и др., 2000).

В растительном мире фотосинтез имеет первейшее значение в реализации продуктивности растений. Так как фотосинтез проходит в основном в листьях, то от эффективности работы листового аппарата зависит продуктивность фотосинтеза (Ничипорович А.А., 1955).

Исследованием влияния стимулирующих веществ на изменение количества фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) в листьях занимаются ученые во многих странах (Sheoran I.S. et al., 1993; Ивебор Л.У., 2007).

По мнению многих ученых, величина урожайности имеет прямую взаимосвязь с размерами площади листьев. Использование стимуляторов развития растений позволяет положительно воздействовать на увеличение площади листьев и фотосинтетическую активность (Ничипорович А.А., 1966; Кумаков В.А., 1980; Никитин В.И. и др., 2007).

Например, в исследованиях обработок лариксином рано весной посевов озимой пшеницы, к фазе колошения Е.А. Бельдиева (2007) отмечала существенное увеличение размера площади листьев и фотосинтетического потенциала по отношению к варианту без внесения стимулятора.

Достижения опытов в ООО «Аксайская Нива» Аксайского района Ростовской области показали, что применение торфогуминового препарата «Гумимакс»

для обработки семян и по вегетации сои положительно влияют на полевую всхожесть и выживаемость растений, линейный рост, массу растений и урожайность зерна сои. Результаты исследований показывают, что препарат «Гумимакс» обладает антистрессовыми свойствами и повышает жаростойкость растений. Применение его с ризоторфином для одновременной обработки семян перед посевом позволяет получать прибавку урожая зерна сои порядка 0,3–0,4 т/га (Балакай Г.Т. и др., 2008).

Изучено влияние агрохимикатов для некорневой подкормки растений на этапе получения всходов и повторно в фазе бутонизации Агриносом А + В, Авибифом, Азоленом, биокомплексом БТУ, Геостимом на урожайность семян, содержание масла в семенах, сбор масла и протеина сорта сои Вилана.

Исследования выполнялись на опытных полях центральной экспериментальной базы и в лаборатории агрохимии Всероссийского НИИ масличных культур имени В.С. Пустовойта (г. Краснодар). Внесение препаратов повышало урожайность семян сои в сравнении с контролем на 0,13–0,26 т/га (Дряхлов А.А., 2013).

Доказана высокая эффективность регуляторов роста и развития для увеличения урожайности и повышения качества семян сои. Из исследований ЦЭБ ВНИИМК, проведенных на выщелоченном черноземе в 2004–2006 гг., следует, что вариант инкрустирования семян с использованием препарата Альбит обеспечивал максимальную продуктивность сои в каждом году из трех лет исследований (Ивебор Л.У., 2007; Агафонов О.М. и др., 2014).

Во всем мире ведутся исследования влияния регуляторов роста на урожайность сельскохозяйственных культур (Choe S. et al., 2001).

В настоящее время сельскохозяйственному производству предлагается широкий спектр химических и биологических препаратов. Их применение для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок растений представляет интерес для глубоких научных исследований.

Представленный обзор литературных источников убедительно показывает, что эффективность применения биопрепаратов и стимуляторов роста существенно повышает плодородие почвы, урожайность и качество зерна сои. В связи с этим актуальным является изучение бактериальных препаратов и стимуляторов роста в конкретных агроклиматических условиях. Этому и посвящена данная научная работа.

2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвенно-климатическая характеристика опытного участка

Опытный участок, на котором проводились исследования, расположен на Армавирской опытной станции Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур (ВНИИМК), территория которой относится ко второму агроклиматическому району.

Данная территория характеризуется умеренно континентальным климатом с мягкой зимой и жарким летом. Осадки распределяются неравномерно, часто наблюдаются высокие температурные значения в летний период, а также суховеи и засухи.

По количеству выпадающих осадков территория хозяйства относится к неустойчивой зоне увлажнения, годовая сумма осадков по многолетним данным составляет 576,1 мм), а сумма положительных температур за вегетационный период – 3300...3500 °С.

По среднемноголетним данным среднесуточная температура составляет 10,6 °С. (Почвы Армавирской опытной станции научно-производственного объединения по масличным культурам г. Армавира Краснодарского края и рекомендации по их использованию, 1983). Начало вегетации растений отмечается в конце марта, а период активной вегетации наступает в середине апреля. За вегетационный период осадков выпадает в среднем 343,3 мм, или 60 %.

Преобладающие направления ветров в зоне Армавирского ветрового коридора – восточное и северо-восточное, число дней с сильным ветром (более 15 м/с) в среднем по многолетним данным составляет 101 день.

Сильный ветер зимой способствует вымерзанию посевов, образованию пыльных бурь.

К неблагоприятным факторам относятся сильные ветры и недостаток влаги, что указывает на необходимость применения мероприятий по сохранению и накоплению влаги в почве, разработке и внедрению мероприятий по защите почв от ветровой эрозии.

Несмотря на неблагоприятные климатические факторы, в целом хозяйство расположено в районе, который хорошо обеспечен теплом и приспособлен для выращивания широкого спектра сельскохозяйственных культур.

По природно-сельскохозяйственному районированию территория Армавирской опытной станции относится к степной зоне Приазово-Предкавказской степной провинции, почвы которой в основном представлены черноземами различной степени выщелачивания карбонатов, содержания гумуса и мощности гумусового горизонта.

По степени выщелачивания карбонатов черноземы подразделяются на: обыкновенные (высококарбонатные по всему почвенному профилю), типичные (отличаются от обыкновенных отсутствием карбонатов в горизонте А под воздействием выщелачивания карбонатов осадками, а также более уплотненным сложением), выщелаченные (отсутствуют карбонаты в горизонте А и В с еще более уплотненным сложением) и слитые (имеют наиболее плотное сложение, грубую структуру, неудовлетворительные водно-физические свойства) (Эйсерт Э.К. и др., 1987). По содержанию гумуса черноземы восточной зоны бывают слабогумусными (менее 4 %) и малогумусными (4–6 %).

В условиях зоны, учитывая вышеперечисленные почвенно-климатические условия, сформированы почвы черноземного типа, которые обладают высоким плодородием и большим запасом гумуса в них.

Таким образом, черноземы обыкновенные составляют 75 %, черноземы типичные занимают 24 % от всей пашни (Почвы Армавирской опытной станции научно-производственного объединения по масличным культурам г. Армавира Краснодарского края и рекомендации по их использованию, 1983).

Почвы опытного участка – черноземы обыкновенные малогумусные, мощность гумусового горизонта составляет 105–120 см.

Содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 4,0 до 4,5 %, в подпахотном – от 2,7 до 3,2 %, в горизонте В – от 0,9 до 2,6 % (Эйсерт Э.К. и др., 1987). Характерной особенностью лёссовидных суглинков является высокое содержание карбонатов (0,7–10,4 %) и незначительное количество водорастворимых солей (0,05–0,10 %).

Почва имеет среднюю (15,1–30,0 мг/кг почвы) нитрификационную способность ($N-NO_3$), среднее (16,0–30,0 мг/кг почвы) содержание подвижного фосфора (P_2O_5), повышенное (301–400 мг/кг почвы) содержание обменного калия (K_2O). Сумма поглощенных оснований слоя 0–20 см составляет 30,3–36,5 мг-экв. на 100 г почвы. В основе поглощающего комплекса на долю кальция приходится 77–85 %, что определяет преобладание агрономически ценной структуры почвы.

Верхние слои почвы, пахотный и подпахотный, имеют нейтральную реакцию (рН водной вытяжки 6,5–7,0), а нижние – слабощелочную (рН водной вытяжки 7,2–7,5) (Материалы комплексного агрохимического обследования почв ГНУ АОС ВНИИМК г. Армавира Краснодарского края, 2011).

Плотность почвы в пахотном слое колеблется от 0,97 до 1,14 г/см³, подпахотного – 1,24–1,30 г/см³ (Вальков В.Ф., 1995).

Удельный вес твердой фазы верхних горизонтов – 2,48–2,65, в нижних он увеличивается до 2,75 г/см³. Грунтовые воды залегают глубже 10 м. Влажность устойчивого завядания – 12,0–12,5 %.

2.2. Метеорологические условия в годы проведения исследований

Контроль количества осадков и изменения температуры воздуха ведется метеостанцией WeatherLink, установленной на территории научного учреждения.

За период исследований погодные условия по температурному режиму имели небольшие различия, а по влагообеспеченности значительно отличались. Так, в 2013 году погодные условия для роста и развития растений сои сложились наиболее благоприятно (рис. 1; прилож. 1).

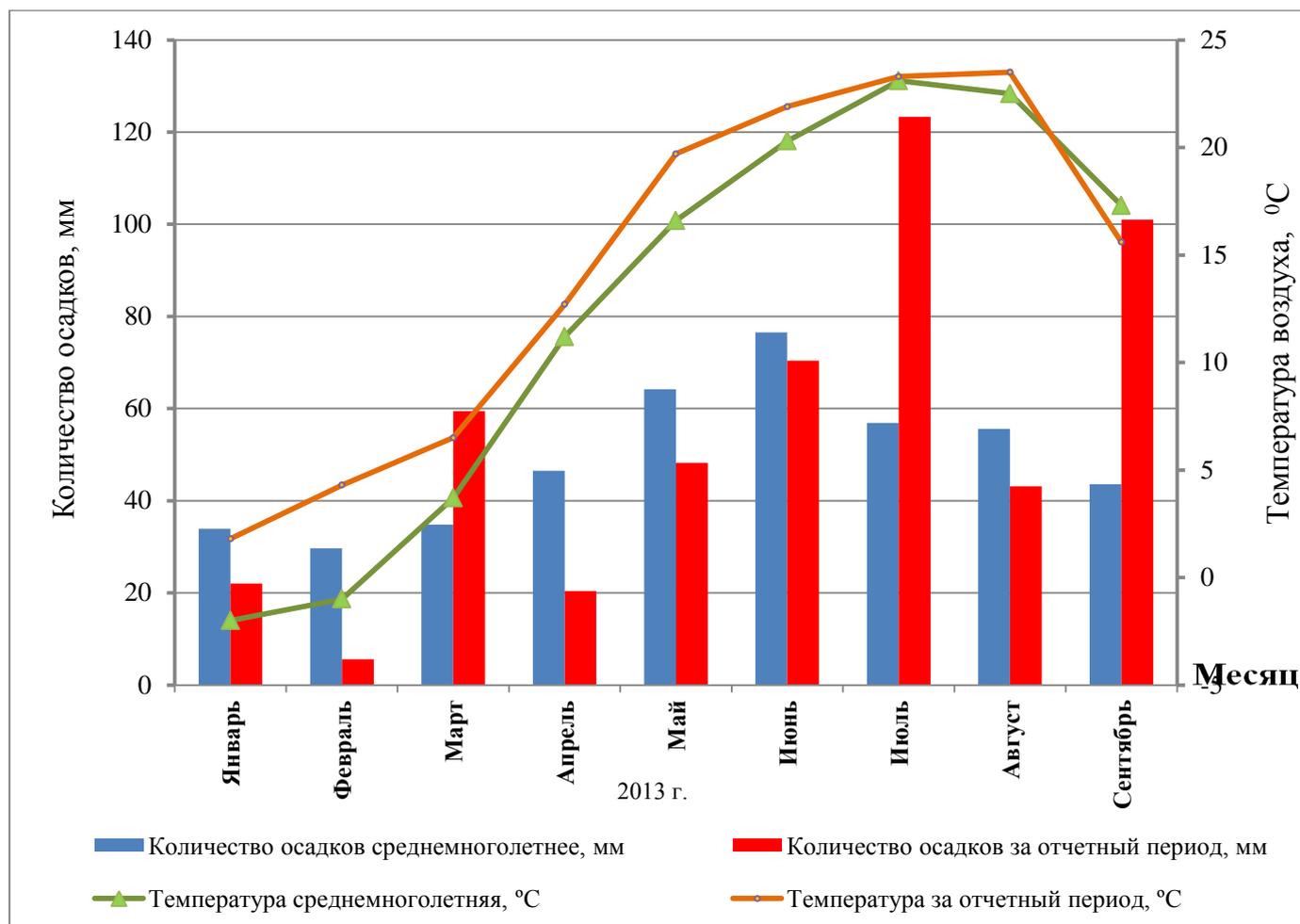


Рисунок 1 – Погодные условия 2013 г. в сравнении со среднегодовыми значениями, ФГБНУ «АОС ВНИИМК», метеостанция WeatherLink

За вегетационный период с апреля по сентябрь выпало 406,4 мм осадков – 118,9 % от среднегодовых данных.

На июль месяц приходилось наибольшее количество осадков, которое составляло 123,3 мм и превышало среднегодовые данные на 67,2 мм, что благоприятно сказалось на растениях сои, которые находились в этот период в фазах бутонизации и цветения. Первая декада августа также характеризовалась достаточным количеством выпавших осадков. В мае и августе был отмечен дефицит влаги, осадков выпало на 25,4 % и 20,8 % соответственно ниже среднегодовых данных.

Среднемесячные температуры 2013 года за вегетационный период сои в среднем превышали среднегодовые значения за соответствующий период,

что в сочетании с влажностью почвы оказывало определенное влияние на развитие растений сои.

В отличие от 2013-го, погодные условия в 2014 году сложились неблагоприятно для растений сои. (рис. 2; прилож. 2).

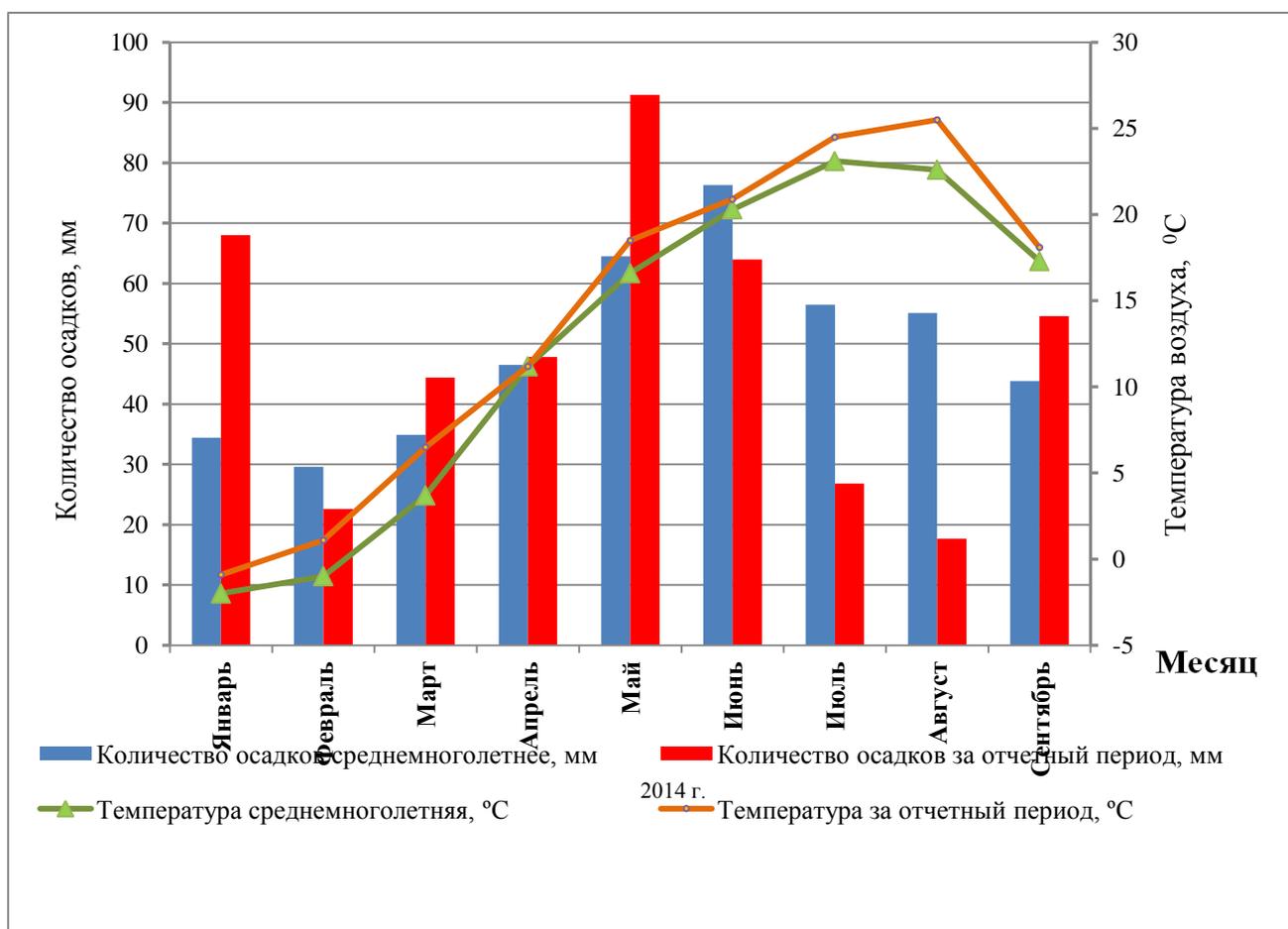


Рисунок 2 – Погодные условия 2014 г. в сравнении со среднегодовыми значениями, ФГБНУ «АОС ВНИИМК», метеостанция WeatherLink

За вегетационный период выпало 302,2 мм осадков, что составляло 88,4 % от среднегодовыих показателей. В июне осадков было меньше на 16,6 %, в июле – на 52,3 % и августе – на 67,5 % по сравнению со среднегодовыми данными, что очень неблагоприятно повлияло на развитие растений сои и в конечном итоге крайне отрицательно сказалось на ее урожайности. Среднемесячные температуры 2014 года за вегетационный период в основном превышали среднегодовыие значения, что в сочетании с дефицитной влажностью почвы отрицательно влияло на развитие растений сои.

Наименьшее количество осадков, приходящееся на вегетационный период, выпало в 2015 году – 277,7 мм. В третьей декаде мая их выпало на 40,5 % меньше среднемноголетних данных (рис. 3; прилож. 3).

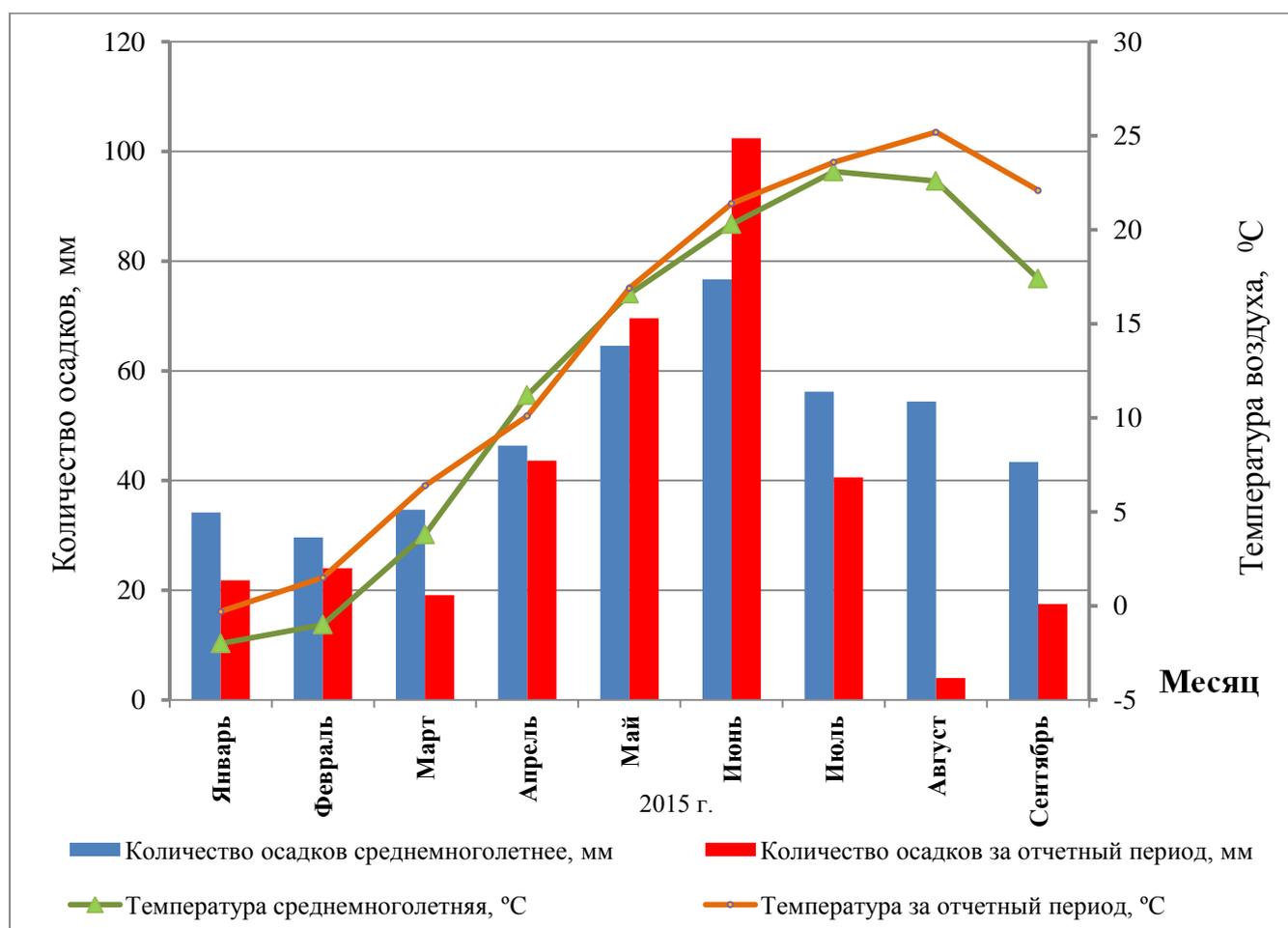


Рисунок 3 – Погодные условия 2015 г. в сравнении со среднемноголетними значениями, ФГБНУ «АОС ВНИИМК», метеостанция WeatherLink

Наибольший дефицит осадков отмечен в июле, августе и сентябре месяцах, то есть их выпало на 27,8 %, 92,6 % и на 59,7 % ниже среднемноголетних данных соответственно.

Высокие температуры в сочетании с дефицитом осадков отрицательно сказались на формировании урожайности сои..

Таким образом, можно сделать выводы, что в 2013 году погодные условия сложились наиболее благоприятно для растений сои. Выпавшие осадки в фазы образования бобов и налива семян позволили сформировать урожай более 2,0 т/га в зависимости от изучаемых вариантов опыта..

В 2014–2015 гг. погодные условия оказались неблагоприятными для роста и развития растений сои. Особенно негативным было сочетание недостаточного количества осадков с высоким температурным режимом в августе месяце, когда шел процесс налива семян. В связи с этим урожайность не превышала 1,5 т/га по изучаемым вариантам опытов.

2.3. Объекты исследований

Сорт сои при проведении исследований – Дуниза:

Дуниза – сорт сои селекции ФГБНУ «АОС ВНИИМК», раннеспелый, предназначен для возделывания в основных и повторных посевах. Сумма активных температур, необходимая для полного развития растений, составляет 2100–2200 °С. Сорт предложен для включения в Государственный реестр селекционных достижений с 2010 года по Северо-Кавказскому региону (6 зона). Вегетационный период составляет 91–99 дней. В Краснодарском крае при посеве в оптимальные сроки уборочная спелость растений в основных посевах наступает во второй-третьей декадах августа, пожнивно – в третьей декаде сентября – первой декаде октября.

Урожайность в основных посевах до 3,2 т/га, в повторных – до 2,0 т/га. Масса 1000 семян 160–180 г, в семенах накапливает 40–43 % белка и 22–23 % масла. Сорт хорошо приспособлен к механизированной уборке. Высота растений 80–90 см, высота прикрепления нижних бобов 12–14 см. Устойчив к полеганию растений и растрескиванию бобов при перестое. Сорт устойчив к бактериозу и фузариозу. Оптимальная густота стояния растений к уборке – 350–400 тыс. растений/га. За счет короткого вегетационного периода способен «уходить» от засухи в годы с дефицитом осадков во второй половине лета.

Ризобиальные препараты:

Нитрофикс II – бразильский инокулянт на сухом, гамма-стерилизованном торфе для обработки семян сои. В состав препарата входят бактерии рода *Bradyrhizobium japonicum* и *Bradyrhizobium elkanii* (единственный в России инокулянт, содержащий два вида клубеньковых бактерий). Титр не менее $5,0 \times 10^9$ КОЕ/1 г. Препаративная форма – сыпучий порошок. Срок хранения – 12 месяцев

при $t +4...+25$ °С в темном сухом помещении. С момента открытия упаковки инокулянт использовать в течение 24 часов. Избегать воздействия прямых солнечных лучей на инокулянт и обработанные семена. Обработку производить в складах или под крышей зернотока, при транспортировке семена укрывать пологом.

Способы применения: стандартное полусухое протравливание (2 кг на 6 л нехлорированной воды / 1 т семян) и инкрустирование семян с использованием специфичного пленкообразователя № 2 на основе фосфатидов сои (6 л/т). При этом жизнеспособность бактерий на обработанных семенах сохраняется 10–15 суток, а норму расхода возможно уменьшить до 150 граммов на 100 кг семян. Посев семян, обработанных инокулянтом без инкрустирования, следует осуществлять в течение 24 часов. Семена обрабатывать химическими протравителями на основе действующего вещества (д. в.) карбоксина и (или) тирама за 5–7 дней до инокуляции. Разрешается совместная обработка в день посева в баковой смеси с химическим протравителем только на основе д.в. беномила, флудиоксонила. При этом дозу инокулянта увеличить на 50 %.

Нитрофикс Ж – аргентинский инокулянт в жидкой форме на основе стабилизированного гелевого субстрата для сои. В состав препарата входят бактерии рода *Bradyrhizobium japonicum*. Титр не менее $2,0 \times 10^9$ КОЕ/1 г. Препаративная форма – жидкость. Срок хранения – 12 месяцев при $t +4...+7$ °С в темном прохладном помещении. Избегать воздействия прямых солнечных лучей на биосостав и обработанные семена. Обработку производить в складах или под крышей зернотока, при транспортировке семена укрывать пологом.

Способы применения: стандартное полусухое протравливание (2,5 л на 6 л нехлорированной воды / 1 т семян) и инкрустирование семян с использованием специфичного пленкообразователя № 2 на основе фосфатидов сои (6 л/т). При этом жизнеспособность бактерий на обработанных семенах сохраняется до 15 суток. С момента открытия упаковки инокулянт использовать в течение 24 часов.

Посев семян, обработанных инокулянтом без обработки пленкообразователем, следует осуществлять в течение 24 часов. Обработку семян химическими протравителями на основе д.в. флудиоксонила, карбоксина и тирама проводят за 5 дней до инокуляции. Разрешается совместная обработка в день посева в баковой

смеси с химическим протравителем только на основе д. в. беномила. При этом дозу инокулянта рекомендуется увеличить на 50 %.

Пленкообразователь:

Специфичный пленкообразователь № 2 (питательный субстрат для бактерий на основе фосфатидов сои), создан в 1990–1994 годах Н.Ф. Чайка и О.М. Шириняном, позволяет сохранять жизнеспособность ризобий до 10 дней после обработки семян.

Стимуляторы роста и развития растений:

Альбит – препарат «Альбит» (производства ООО НПФ «Альбит» г. Пушкино Московской обл.) является препаратом комплексного действия, совмещая в себе свойства регулятора роста, фунгицида и микроудобрения.

Альбит содержит очищенные д. в. из почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*. В естественных природных условиях данные бактерии обитают на корнях растений, стимулируют их рост, защищают от болезней и неблагоприятных условий среды.

Альбит обладает выраженным ростостимулирующим действием, способствует формированию и усиленному росту мощной корневой системы, образованию дополнительных продуктивных стеблей, увеличивает массу 1000 семян. Препарат также способствует повышению засухоустойчивости в течение нескольких месяцев после обработки.

Биоэнергетик всхожести семян (фунгицидного действия) «Нагро» применяется для предпосевной обработки посадочного материала из расчета 0,5 л/1 т посадочного материала.

Биоорганическое комплексное удобрение «Нагро универсальное» применяется для некорневой обработки по вегетации растений (минимальное количество обработок – 2, максимальное – 5, среднее – 3 обработки) = 0,5 л/га + 0,5 л/га + 0,5 л/га.

Препараты Нагро обладают совокупностью свойств («все в одном») по воздействию на обработанные этими препаратами с.-х. культуры: имеют свойства удобрения, поскольку содержат все необходимые для питания и роста растений вещества – микроэлементы, макроэлементы, мезоэлементы, фитогормоны, микро-

гуматы, фульвокислоты, метаболиты, аминокислоты, кремниевые неорганические соединения, витамины, споры бактерий, биорастворители и технологические секреты, стимулируют рост растений, усиливают иммунитет растений, оказывают фунгицидное и бактерицидное действие.

2.4. Методика исследований

В опыте № 1 по изучению влияния обработки семян ризобияльными препаратами на продуктивность сои изучались следующие варианты:

- 1) контроль (без обработки);
- 2) Нитрофикс П (2 кг/т);
- 3) Нитрофикс Ж (2,5 л/т);
- 4) Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь;
- 5) Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь.

Предшественник в опыте – озимая пшеница, повторность 4-кратная, размещение вариантов – рендомизированное, общая площадь делянки – 44,1 м², учетная площадь делянки – 29,4 м².

В опыте № 2 по изучению влияния применения обработки семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж, стимуляторами роста семян и вегетирующих растений в широкорядном и рядовом посевах на урожайность и качество семян сои изучались два фактора:

- фактор А – обработка семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж, стимуляторами роста семян и вегетирующих растений;
- фактор В – способы посева (широкорядный и рядовой с шириной междурядья – 70 и 15 см) .

Опыт включал следующие варианты:

- 1) контроль (без обработки);
- 2) Нитрофикс Ж (2,5 л/т);
- 3) Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т);
- 4) Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т);

5) Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка 0,7 л/га (в фазу 2-3 настоящих тройчатых листа, в период от 3-4 настоящих листьев до начала бутонизации, в фазу налива семян);

6) Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т) + биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка 0,7 л/га (в фазу 2-3 настоящих тройчатых листа, в период от 3-4 настоящих листьев до начала бутонизации, в фазу налива семян, опрыскивание растений в период вегетации проводили с помощью ранцевого аккумуляторного опрыскивателя Grand АО-16).

Предшественник в опыте – озимая пшеница, повторность 4-кратная, размещение вариантов – рендомизированное, общая площадь делянки – 44,1 м², учетная площадь делянки при широкорядном способе посева – 29,4 м², при рядовом способе посева – 29,9 м².

Учеты и наблюдения в опытах:

1. Учет густоты стояния растений. Подсчет густоты стояния растений проведен дважды: в фазе полных всходов и перед уборкой, в четырех повторениях, на четырех стационарных площадках по 1 м² (143 × 70 см в широкорядном посева и 133 × 75 см в рядовом посева) (Доспехов Б.А., 1979; 1985).

2. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений проводились на пробных площадках на 100 этикетированных растениях на каждой делянке. Во время наблюдений отмечали следующие даты: посев, фазы всходов (появление над поверхностью почвы семядольных листьев), ветвления (образование боковых побегов), цветения (начало – раскрытие первых 2-3 цветков на нижних узлах стебля и конец – засыхание цветков на верхнем ярусе растений), образования бобов (на нижних узлах стебля растения образуются бобы размером 10 мм), созревания (бобы приобретают присущую сорту окраску). Фиксировали начало созревания (на нижних узлах растения) и полное созревание (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010).

3. Определение динамики формирования, активности симбиотического аппарата и величины активного симбиотического потенциала (АСП) (в опыте № 1) в

фазы: ветвление, цветение, образование бобов. Учет проводился в четырех повторениях вариантов опыта методом отбора монолита почвы с корнями и надземной биомассой растений с площади $0,1 \text{ м}^2$ посева сои. Объем монолита составил $0,02 \text{ м}^3$. Для этого вдоль выбранного рядка сои с двух его сторон на расстоянии 20 см и на глубину 20 см делали перпендикулярный надрез плоской лопатой. Затем поперек рядка на расстоянии 25 см делали также надрезы строго между соседними и учитываемыми растениями. Затем монолит почвы извлекали вместе с корнями, помещали в мешок, проводили разбор его в полевых условиях, осторожно измельчая почву руками и извлекая клубеньки и корни в отдельные пакеты. Оставшуюся в пакете почву с остатками корней и отдельными клубеньками переносили на сита с ячейками диаметром 1,0 мм. Оставшиеся в образце корни и клубеньки отмывали в проточной воде от почвы и переносили к основному образцу клубеньков и корней.

Расчет полученных показателей приводили на единицу площади посевов – 1 м^2 (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010).

4. Расчет АСП. После промывки клубеньков они подвергались анализу на активность, что подтверждалось наличием леггемоглобина. Взвешивали отобранные крупные розовые или красные клубеньки, свидетельствующие об активной азотфиксации. В серых или зеленых клубеньках леггемоглобин отсутствовал, что говорило об их неактивности

Расчет АСП средней массы розовых клубеньков с леггемоглобином за период t в кг/га проводили по формуле:

$$t (M_1 + M_2)/2, \quad (1)$$

где t – время между двумя анализами, дней;

$(M_1 + M_2)/2$ — средняя масса розовых клубеньков (для АСП).

Расчет АСП за период ветвление – образование бобов делали, суммируя показатели АСП за отдельные периоды (Посыпанов Г.С., 1983).

5. Площадь листьев и чистая продуктивность фотосинтеза определялись по фазам: ветвление, цветение, образование бобов, начало созревания.

Определение площади листьев проводили методом высечек и сухой массы растений. Пробы отбирали на четырех повторениях в двух типичных по густоте стояния растений точках делянки с площадки размером 0,5 м². В лаборатории подсчитывали количество растений, определяли их высоту, количество ветвей, тройчатых листьев и бобов.

Затем листовые пластинки отделяли от черешков (черешки присоединяли к стеблям), взвешивали отдельно листья, стебли и бобы. Из пробы брали 25 листовых пластинок и специальным буром в четырех местах каждой пластинки отбирали 100 высечек. Взвешенные листья, стебли и бобы измельчали, брали на аналитических весах по две навески массой $10 \pm 0,01$ г каждого органа в бюксы и высушивали в сушильном шкафу при температуре 105 °С в течение 4 часов до постоянной массы. Отобранные высечки листовых пластинок также высушивали. После высушивания бюксы взвешивали и рассчитывали величину абсолютно сухого вещества каждого органа и высечек согласно общепринятой методике (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010). По величине абсолютно сухой массы листьев и массы высечек рассчитывали площадь листьев на 1 м² площади посева по общепринятой методике (Ничипорович А.А., 1956).

6. Учет структуры урожая. Для определения структурных элементов урожая в фазе созревания в четырех повторениях варианта опыта в типичных по густоте стояния растений точках делянки отбирали единичные образцы растений с двух площадок по 0,5 м² в исследуемых повторениях. Всего с варианта отбирали 4 снопа, общим количеством 50–60 растений.

В каждом единичном образце определяли показатели:

- массу сырого образца, г;
- массу воздушно-сухого образца, г;
- количество растений в образце, шт.;
- высоту растений – длина от корневой шейки до верхушки центрального стебля, см;
- количество ветвей на одном растении, шт.;

- высоту прикрепления нижнего боба – длина от корневой шейки до места прикрепления самого нижнего боба, см;
- количество бобов на растении, шт.;
- количество семян с растения, шт.;
- массу семян со снопа, г;
- массу 1000 семян.

(Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010).

7. Учет урожая проводился сплошным методом: сразу после уборки урожая семена с учетной площади каждой делянки взвешивали и после взвешивания отбирали единичные пробы семян массой около 0,5 кг для определения влажности и сорности. Урожай приводили к 100 %-й чистоте и к стандартной (14 %) влажности чистых семян по общепринятой методике (Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами, 2010).

8. Определение масличности, содержания белка и ТИА семян сои проводилось в лаборатории биохимии ФГБНУ ВНИИМК на ИК-анализаторе Matrix-I в соответствии с нормативными методами, спектры регистрировались согласно руководству на ПО OPUS в спектральном диапазоне 3 500–12 500 см⁻¹ с разрешением 16 см⁻¹ (Ефименко С.Г. и др., 2016).

9. Экономическая эффективность возделывания сои с применением препаратов, стимулирующих азотфиксирующую деятельность и стимуляторов роста, рассчитана с учетом общепринятых рекомендаций (Кривошлыков К.М., 2017).

Полученные данные обработаны методом дисперсионного и регрессионного анализа (Доспехов Б.А., 1979; 1985).

Оформление текста работы выполнено по ГОСТ 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Список литературы и внутритекстовые ссылки выполнены по ГОСТ 7.1-2003. «Библиографическая запись. Библиографическое описание» и ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

2.5. Агротехника в опытах

Основная обработка почвы под опыты была единообразной, проводилась по типу полупара. Минеральные удобрения не вносились.

Вслед за уборкой предшественника – озимой пшеницы проводилось лушение почвы трактором К-700 с почвообрабатывающим агрегатом БДМ 4х4 на глубину 10–12 см. В августе выполнялась вспашка трактором К-700 с плугом ПЛН-8-40 на глубину 25–27 см. Осенью в октябре зябь выравнивалась трактором Т-150 с культиватором КШУ-8.

Допосевная обработка почвы состояла из ранневесенней культивации (апрель) и предпосевной (конец апреля – май) и проводилась трактором Т-150 с культиватором КШУ-8.

Обработка семян по вариантам опытов проводилась непосредственно перед посевом, вручную, согласно разработанной программе, в условиях безопасных по влиянию ультрафиолетовых лучей на бактериальные препараты (густая тень лесополосы). Вода, используемая для приготовления растворов препаратов, была предварительно отстояна от ионов хлора не менее суток.

Посев механизированный, проводился в оптимальные сроки. В опыте № 1 использовалась сеялка СПЧ-6 (широкорядный способ посева с междурядьями 70 см). В двухфакторном опыте № 2 (изучение способов посева и применение биопрепаратов) применялись сеялки СПЧ-6 (широкорядный способ посева с междурядьями 70 см) и СЗ-5,4 (рядовой способ посева с междурядьями 15 см).

В опыте № 1 по изучению влияния обработки семян ризобиальными препаратами на продуктивность сои норма высева – 500 тысяч растений на 1 гектар, посев – в один срок, сорт – раннеспелый сорт сои Дуниза селекции ФГБНУ «АОС ВНИИМК».

В опыте № 2 по изучению влияния применения обработки семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж, стимуляторами роста семян и вегетирующих растений в широкорядном и рядовом посевах на урожайность и качество семян сои посев – в один срок, сорт – раннеспелый сорт сои Дуниза селекции ФГБНУ

«АОС ВНИИМК». В широкорядном способе посева норма высева 500 тысяч растений на 1 гектар, а в рядовом – 550 тысяч растений на 1 гектар.

Глубина посева семян – 4–6 см. Для улучшения условий прорастания семян проводили прикатывание посевов катками ЗККШ-6.

Общая площадь делянки в опытах – 44,1 м², учетная – 29,4 м² в широкорядном посеве и 29,9 м² в рядовом посеве.

Опрыскивание посевов сои в опытах против комплекса злаковых и двудольных сорняков гербицидом Пульсар, ВР (40 г/л) нормой расхода 1 л/га происходило в ранние фазы развития сорняков (1–3 листа) при наличии у культуры 1–3 настоящих листьев.

В дальнейшем, при возможном появлении злаковых сорняков (особенно многолетних), опрыскивание посевов проводилось гербицидом Фюзилад Форте, КЭ (150 г/л) нормой расхода 1–2 л/га.

Некорневые подкормки растений биопрепаратами, в соответствующих вариантах, осуществлялись согласно разработанной программе.

Отличие по уходу за посевами в вариантах опытов состоит в том, что в вариантах с широкорядным способом посева дополнительно применялись междурядные обработки почвы (до трех).

В случае превышения порога вредоносности вредителей посевы сои в опытах обрабатывались одним из эффективных инсектицидов, рекомендованных по определенным видам.

Урожай в опытах убирался комбайном Сампо-500, приводился к 100 %-й чистоте и к стандартной (14 %) влажности.

3. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

3.1. Густота стояния и сохранность растений

Важными показателями, определяющими состояние посевов культурных растений, являются густота стояния и сохранность растений к уборке. Они зависят в первую очередь от качества семян, агротехники и метеоусловий.

Результаты влияния обработки семян ризобияльными препаратами на густоту стояния и сохранность растений сои к уборке представлены в таблице 1 и приложении 4.

Таблица 1– Густота стояния и сохранность растений сои в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат	Густота всходов растений, шт./м ²	Густота стояния растений в фазу полной спелости, шт./м ²	Сохранность растений, %
Контроль (без обработки)	36,5	33,5	91,8
Нитрофикс П (2 кг/т)	37,8	35,5	93,9
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	38,0	35,2	92,6
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	39,5	38,3	96,9
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	38,5	37,0	94,1
НСР ₀₅	1,0	1,1	2,0

В наших исследованиях показатели густоты всходов в среднем за 2013–2015 гг. при обработке семян ризобияльными препаратами Нитрофикс П и Нитрофикс Ж в чистом виде составляли 38,0–38,5 шт./м².

Наибольшее количество растений было отмечено с применением препарата Нитрофикс в порошкообразной и жидкой формах в комплексе с пленкообразователем – 38,5–38,3 шт./м². Установлено, что обработка семян ризобияльными препаратами без применения пленкообразователя способствовала увеличению густо-

ты стояния растений сои к фазе полной спелости, которая составляла 35,2–35,5 шт./м², что выше контроля на 1,7–2,0 шт./м².

Наиболее высокую сохранность растений – от 94,1 до 96,9 % – обеспечивала комплексная обработка семян ризобияльными препаратами с пленкообразователем: так, по сравнению с контролем она была выше на 2,3–5,1 %.

Физиологические функции растения, такие как фотосинтетическая деятельность, дыхание, водопотребление, минеральное питание и другие факторы тесно связаны с густотой стояния растений.

Способы посева влияют не только на физиологические процессы в растениях, но и в целом на микроклимат в посевах растений: распространение и развитие болезней, вредителей и сорной растительности.

Обработка семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж и стимуляторами роста, а также некорневая подкормка вегетирующих растений биоорганическим удобрением Нагро универсальное в широкорядном и рядовом посевах оказали влияние на густоту всходов и стояния растений сои в фазу полной спелости, увеличение этих показателей от применяемых препаратов было достоверным по всем изучаемым вариантам как в широкорядном, так и рядовом посевах, что подтверждается наименьшей существенной разницей.

В зависимости от применения ризобияльного препарата и стимуляторов роста (фактор А) в контрольном варианте густота всходов составляла в широкорядном посеве 38,6–39,6, а в рядовом – 38,2–39,3 шт./м², к фазе полной спелости она снижалась, в связи с чем сохранность растений составляла 94,3–98,0% в широкорядном и 94,4–96,6% в рядовом. В обоих способах посева обработка ризобияльным препаратом в сочетании со стимулятором роста Нагро биоэнергетик и дополнительная некорневая подкормка биоорганическим удобрением Нагро универсальное способствовали достоверному увеличению сохранности растений к фазе полной спелости, которая была выше по сравнению с контролем на 3,2–3,5 % в широкорядном и на 1,7–2,2 % – в рядовом посеве (табл. 2; прилож. 5 и 6).

Таблица 2 – Густота стояния и сохранность растений сои в зависимости от обработки ризобиальным препаратом и стимуляторами роста в широкорядном и рядовом посевах, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат (фактор А)	Густота всходов растений, шт./м ²	Густота стояния растений в фазу полной спелости, шт./м ²	Сохранность растений, %
Широкорядный посев (фактор В)			
Контроль (без обработки)	38,3	36,2	94,5
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	38,6	36,8	95,3
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	38,9	37,5	96,4
НитрофиксЖ (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	38,5	36,8	95,6
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро уни- версальное (0,7 л/га) – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	39,6	38,7	97,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро уни- версальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	39,3	38,5	98,0
Среднее	38,9	37,4	96,3
Рядовой посев (фактор В)			
Контроль (без обработки)	37,8	35,4	93,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	39,3	37,1	94,4
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	38,6	36,7	95,1
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	39,0	37,0	94,9
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро уни- версальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	38,6	37,1	96,1
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро уни- версальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	38,2	36,9	96,6
Среднее	38,6	36,7	95,1
НСР ₀₅ для фактора А	0,5	0,6	1,4
НСР ₀₅ для фактора В	–	0,4	0,8
НСР ₀₅ для частных средних	0,7	0,9	2,0

В среднем в зависимости от обработки ризобиальным препаратом и стимуляторами роста густота всходов и густота стояния растений в фазу полной спелости составляли 38,6–38,9 и 36,7–37,4 шт./м², что свидетельствует о том, что различные способы посева не оказали существенного влияния на сохранность растений, которая в зависимости от способов посева составляла в среднем 95,1–96,3 %.

3.2. Фенологические наблюдения

Важным фактором, влияющим на показатели урожайности и структуры урожая семян сои, является прохождение вегетационного развития растений – календарные сроки наступления фаз и продолжительность межфазных периодов, которые в большой степени зависят от природно-климатических условий.

В период наших исследований (2013–2015 гг.) складывались различные погодные условия, которые влияли не только на сроки посева сои, но и на продолжительность прохождения фенологических фаз и вегетационный период в целом.

Исследуемые варианты по годам различались незначительно и характеризовались следующим образом.

Появление всходов наступало через 4–6 дней после посева; фаза полных всходов – через 3–5 дней после начала всходов.

До наступления фазы образования бобов значительных различий в продолжительности межфазных периодов по вариантам опыта не отмечено.

Отличия в длительности прохождения фаз развития по вариантам происходили в фазу образования бобов с увеличением периода вегетации на вариантах с применением ризобиальных препаратов в комплексе с пленкообразователем.

Выявлено влияние использования ризобиального препарата в различных препаративных формах, применяемых как в чистом виде, так и в комплексе с пленкообразователем, на продолжительность межфазного периода образования бобов – полная спелость (табл. 3; прилож. 7 и 8).

Таблица 3 – Продолжительность межфазных периодов вегетации растений сои при обработке семян ризобияльными препаратами, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат	Период, дней							
	посев – всходы	всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – образование бобов	образование бобов – налив семян	налив семян – полная спелость	всходы – полная спелость	посев – полная спелость
Контроль (без обработки)	8	25	7	11	25	26	94	102
Нитрофикс П (2 кг/т)	8	25	7	11	26	27	96	104
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	8	25	7	11	26	27	96	104
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	8	25	7	11	27	27	97	105
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	8	25	7	11	27	27	97	105
НСР ₀₅	–	–	–	–	–	–	0,6	2,0

В итоге, общая продолжительность вегетационного периода в вариантах с обработкой семян с применением бактериальных препаратов увеличилась на два дня, а в вариантах для обработки семян с применением бактериальных препаратов совместно с пленкообразователем – на три дня.

Применение стимуляторов роста в сочетании с Нитрофиксом Ж также оказывало влияние на продолжительность вегетационного периода. При изучении влияния способов посева и применения обработки семян бактериальным препаратом в комбинации со стимуляторами роста установлено, что в среднем за 2013–2015 гг. длительность вегетационного периода растений сои в широкорядном посеве увеличивалась от применения ризобияльного препарата Нитрофикс Ж, стимуляторов роста и обработок вегетирующих растений биоорганическим удобрением Нагро универсальное: на 2 дня в варианте с применением ризобияльного препарата Нитрофикс Ж (2,5 л/т), на 3–4 дня в вариантах с применением ризобияльного препарата, стимуляторов роста и некорневых подкормок биоорганическим удобрением (табл. 4; прилож. 9, 10, 11, 12).

В обычном рядовом посеве длительность вегетационного периода растений сои не имеет отличий по сравнению с широкорядным посевом.

Установлено, что в широкорядном и обычном рядовом посевах отмечена тенденция к увеличению вегетационного периода при обработке семян ризобийным препаратом Нитрофикс в жидкой форме на 2 дня, а при совместном применении Нитрофикс Ж со стимуляторами роста Альбит и Нагро биоэнергетик, а также при трехкратной некорневой подкормке вегетирующих растений биоорганическим удобрением Нагро универсальное – на 3–4 дня.

3.3. Высота растений

На развитие растений влияют различные факторы: сортовые особенности, почвенные и погодные условия, технология возделывания.

В наших исследованиях были проведены наблюдения за ростом и развитием растений в фазы: ветвление, цветение и образование бобов.

Отмечена тесная взаимосвязь роста и развития растений с физиолого-биохимическими процессами (Мухина М.Т, 2015). Внутренние изменения происходят под влиянием различных факторов, в частности применение бактериальных препаратов отражается на ростовых процессах.

В результате исследований установлено влияние бактериальных препаратов, Нитрофикс П и Нитрофикс Ж на высоту растений сои, которое различалось в зависимости от фенологической фазы.

Применение бактериального препарата Нитрофикс для обработки семян в разных препаративных формах как самостоятельно, так и в комплексе с пленкообразователями оказало положительное влияние на высоту растений сои (табл. 5; прилож. 13).

При обработке семян бактериальными препаратами высота растений в фазу ветвления составляла 30,1–28,2 см, что выше по сравнению с контролем на 1,9–3,1 см.

Таблица 5 – Высота растений сои по фазам развития в зависимости от обработки семян ризобиальными препаратами, см, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат	Ветвление	Цветение	Образование бобов
Контроль (без обработки)	28,2	46,3	77,2
Нитрофикс П (2 кг/т)	31,3	49,2	80,3
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	30,1	47,3	78,0
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	34,4	52,5	85,4
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	34,0	51,2	83,8
НСР ₀₅	2,5	2,1	2,7

В вариантах с применением ризобиальных препаратов в сочетании с пленкообразователем высота растений в фазу ветвления увеличивалась до 34,0–34,4 см, что является достоверным превышением по сравнению с контролем на 5,8–6,2 см.

В фазы цветения и образования бобов отмечено также существенное увеличение высоты растений: так, при применении бактериальных препаратов самостоятельно – на 1,0–2,9 и 0,8–3,1 см, а в комплексе с пленкообразователем – на 6,6–8,2 см, по отношению к контролю.

Наибольшее увеличение высоты отмечено на варианте Нитрофикс П (2 кг/т) совместно с пленкообразователем: в фазы ветвления и цветения – на 6,2 см, в фазу образования бобов – на 8 см.

Из представленных в таблице 6, а также в приложениях 14 и 15 данных следует, что применение стимуляторов роста в сочетании с ризобиальным препаратом при обоих способах посева положительно влияло на рост растений сои во всех фазах развития.

В фазу ветвления растения сои в опыте были более высокорослыми по сравнению с контрольным вариантом без обработки.

Таблица 6 – Высота растений в зависимости от обработки ризобиальным препаратом и стимуляторами роста в широкорядном и рядовом посевах, см, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат (фактор А)	Способ посева (фактор В)	Фаза развития		
		ветвление	цветение	образо- вание бобов
Контроль (без обработки)	широко- рядный	29,4	44,5	74,5
	рядовой	25,8	43,2	69,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	широко- рядный	31,0	46,3	75,4
	рядовой	26,3	44,7	70,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	широко- рядный	31,7	47,8	76,5
	рядовой	27,2	44,5	71,3
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	широко- рядный	32,6	49,5	77,8
	рядовой	27,8	45,8	71,5
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широко- рядный	33,5	51,2	80,0
	рядовой	29,4	47,3	73,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широко- рядный	34,2	51,8	82,0
	рядовой	29,7	48,2	74,2
НСР ₀₅ для фактора А		0,6	0,8	1,1
НСР ₀₅ для фактора В		0,5	0,7	0,9
НСР ₀₅ для частных средних		1,0	1,3	1,9

При определении влияния применения бактериального препарата Нитрофикс Ж, стимуляторов роста в широкорядном и рядовом посевах на высоту растений сои установлено, что в фазу ветвления увеличение высоты растений по сравнению с контролем в зависимости от вариантов составляло в широкорядном посе-
ве 1,5–4,8, в фазу цветения – 1,8–7,3, образования бобов – 1,0–7,5 см.

В рядовом посеве в фазу ветвления растения превышали контроль на 0,5–3,9; 1,5–5,0 и 1,0–7,5 см. Максимальное увеличение высоты отмечено при сочетании Нитрофикса с биоэнергетиком Нагро и некорневой подкормкой.

Рассматривая влияние способов посева, необходимо отметить, что в фазы ветвления, цветения и образования бобов зафиксированы достоверные превышения высоты растений в широкорядном посеве по отношению к рядовому: в фазе ветвления – на 3,6–4,5, в фазе цветения – на 1,3–3,6, в фазе образования бобов – на 5,5–7,8 сантиметров.

Таким образом, создание благоприятных условий для симбиоза при предпосевной обработке семян бактериальными препаратами в чистом виде и в комплексе с пленкообразователями, а также применение стимуляторов роста улучшает азотное питание растений, что способствует лучшей сохранности растений сои к уборке и увеличению вегетационного периода.

4. СИМБИОТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Соя – бобовая культура, семена которой содержат 37–45 % белка от общей массы (Лукомец В.М. и др., 2013). А так как для образования белка азот является одним из важнейших элементов, то это объясняет потребность сои в значительном количестве доступного азота.

Связанный азот в почве образуется в результате симбиотической и ассоциативной азотфиксации, поступления с осадками или полива и внесения удобрений.

Для активной симбиотической деятельности каждому виду бобовых растений требуются свои определенные бактерии.

Установлено, что если бы не существовало естественных процессов, которые дают возможность повысить содержание связанного азота в почве за счет атмосферного азота, на многих почвах выращивание большинства сельскохозяйственных культур было бы невозможным. Для сои такой бактерией является *Bradyrhizobium japonicum*.

Активность азотфиксации в посевах бобовых культур связана с рядом факторов: почвенно-климатических условий, сортовых особенностей, агротехнических приемов, но прежде всего – от влажности почвы, так как клубеньковые бактерии слабо размножаются при недостатке влаги.

Особенно необходима влага в почве в первой половине вегетации растений сои, когда идет активная жизнедеятельность и передвижение клубеньковых бактерий (Мухина М.Т, 2015).

В наших исследованиях ставилась задача определения образования клубеньков на корнях растений сои в зависимости от предпосевной обработки семян ризобиальными препаратами. В результате исследований установлено, что их применение самостоятельно и в сочетании с пленкообразователем оказали влияние на симбиотический процесс (Зайцев Н.И., Агафонов О.М. и др., 2017).

Наиболее благоприятные условия для симбиотической азотфиксации складывались в 2013 году, что подтверждают высокие показатели количества и массы клубеньков за годы исследований.

Максимальное количество клубеньков в период вегетации во все годы исследования образовывалось в фазу образования бобов в вариантах с применением для обработки семян бактериального препарата различных форм совместно с пленкообразователями. Данные по годам исследований представлены в таблицах 7, 8, 9 и приложении 16.

Таблица 7 – Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на количество сырых клубеньков, 2013 г.

Препарат	Количество клубеньков, шт./м ²		
	ветвление	цветение	образование бобов
Контроль (без обработки)	1 800	2 090	2 260
Нитрофикс П (2 кг/т)	2 490	3 160	3 320
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	1 970	2 410	3 240
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	2 520	3 220	3 650
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2 150	3 080	3 580
НСР ₀₅	75,2	82,6	91,1

В контрольном варианте в 2013 году в фазу ветвления количество клубеньков в результате симбиотической деятельности было достаточно высоким и составляло 1 800 шт./м², к фазе цветения этот показатель увеличивался и составлял 2 090 шт./м², а наиболее активно фиксация азота растениями сои в симбиозе с клубеньковыми бактериями проходила в фазу образования бобов – 2 260 шт./м².

Установлено, что к фазе образования бобов в варианте с применением бактериального препарата Нитрофикс в порошкообразной форме количество клу-

беньков составляло 3 320 шт./м², тогда, как в варианте при обработке семян бактериальным препаратом в жидкой форме их количество было 3 240 шт./м².

При сочетании с пленкообразователем препарата Нитрофикс как в порошкообразной, так и жидкой формах количество клубеньков увеличивалось: так, при комплексном применении Нитрофикса Ж с пленкообразователем этот показатель возрастал до 3 580 шт./м², что выше контрольного варианта на 1 320 шт./м². Обработка семян Нитрофиксом П в комбинации с пленкообразователем способствовала наиболее активному увеличению количества клубеньков – до 3 650 шт./м², что превышает контроль на 1 390 шт./м² и является достоверной прибавкой к нему.

В условиях 2014 года (табл. 8), при менее благоприятно складывающихся погодных условиях, количество клубеньков, образовавшееся в результате симбиоза, было ниже на 10–36% по сравнению с 2013 годом (Зайцев Н.И., Агафонов О.М. и др., 2014).

Таблица 8 – Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на количество сырых клубеньков, 2014 г.

Препарат	Количество клубеньков, шт./м ²		
	ветвление	цветение	образование бобов
Контроль (без обработки)	1 760	1 680	2 050
Нитрофикс П (2 кг/т)	1 792	1 860	2 220
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	1 740	1 800	2 250
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	1 750	1 890	2 280
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	1 730	1 840	2 350
НСР ₀₅	78,1	86,4	96,6

Отмечено существенное превышение количества клубеньков при комплексной обработке ризобияльными препаратами в порошкообразной и жидкой формах с пленкообразователем над количеством клубеньков в контроле без обработки.

Так, по сравнению с применением этих препаратов в чистом виде количество клубеньков увеличивалось на 4 % и на 15 % – по сравнению с контролем. Наибольшее их количество было отмечено при обработке семян Нитрофиксом Ж в сочетании с пленкообразователем – 2 350 шт./м².

В 2015 году так же, как и в 2014-м, складывались менее благоприятные условия для роста и развития растений сои по сравнению с 2013 годом. В связи с этим в целом отмечено снижение азотфиксации по всем вариантам (табл. 9).

Таблица 9 – Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на количество сырых клубеньков, 2015 г.

Препарат	Количество клубеньков, шт./м ²		
	ветвление	цветение	образование бобов
Контроль (без обработки)	830	1 000	1 100
Нитрофикс П (2 кг/т)	868	1 118	1 204
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	910	1 205	1 380
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	860	1 280	1 300
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	1 010	1 205	1 250
НСР ₀₅	38,5	41,9	46,0

Однако в варианте с применением пленкообразователя, особенно в их сочетании с Нитрофиксом П (2 кг/т), так же, как и в предыдущие годы, прослеживалась тенденция увеличения количества клубеньков. В этом варианте оно составляло 1 300 шт./м², что выше контроля на 18,2 %.

Средние значения количества клубеньков за период исследований представлены на рисунке 4.

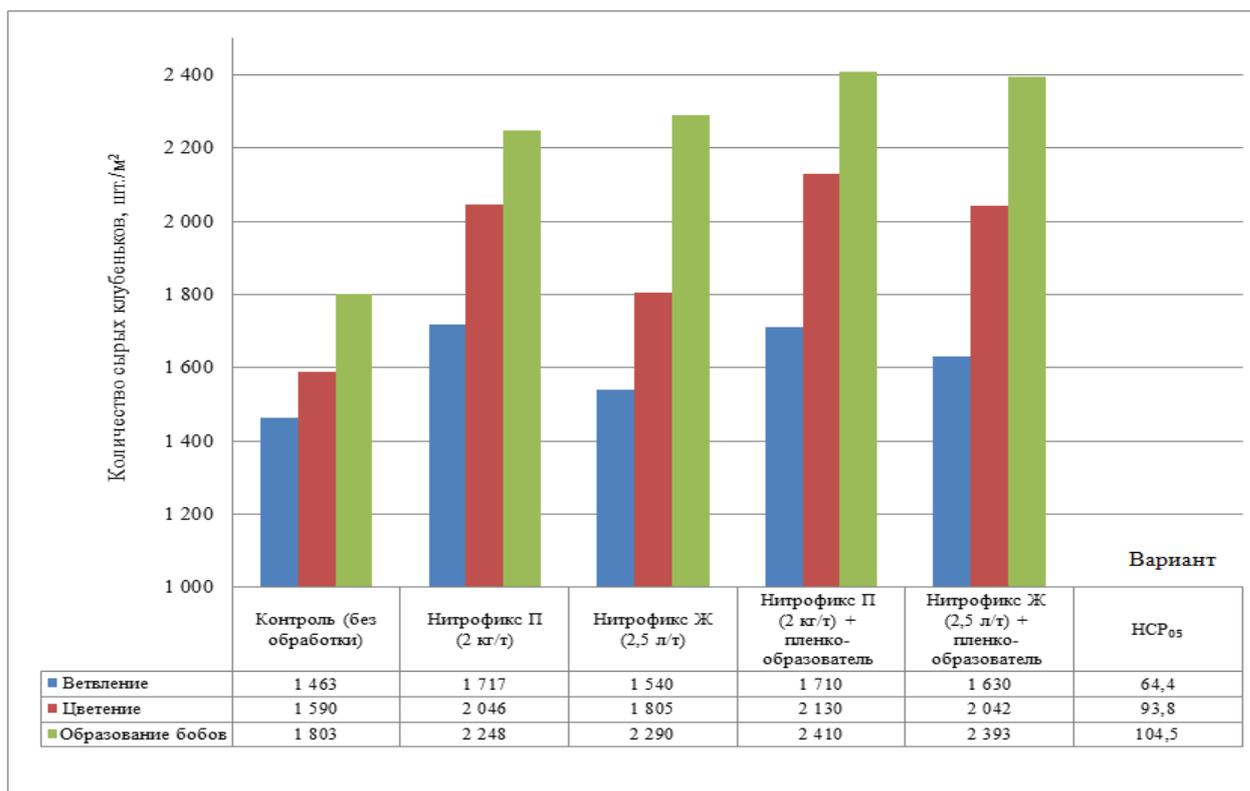


Рисунок 4 – Количество сырых клубеньков в посевах сои в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, 2013–2015 гг.

Таким образом, максимальное количество клубеньков в среднем за годы исследований составило в фазу цветения 2 042–2 130 шт./м², а в фазу образования бобов – 2 393–2 410 шт./м² в вариантах, где бактериальные препараты для обработки семян сои применялись в сочетании с пленкообразователем, что на 28,4–34,0 % и на 32,7–33,7 % соответственно выше по сравнению с вариантом без обработки семян. Показатели количества клубеньков в вариантах с обработкой семян препаратами Нитрофикс П и Нитрофикс Ж при обычном применении без пленкообразователя также были выше на 24,7–27,0 % по сравнению с контролем.

Признаком хорошего качества инокулирования и гарантии эффективности является количество здоровых клубеньков. Округлые, крупные и шероховатые клубеньки, находящиеся преимущественно на основном корне, работают наиболее эффективно, поскольку свидетельствуют о большом количестве живых бактерий, а значит, и производимого азота. Мелкие и гладкие клубеньки на корневых отростках не являются достаточно эффективными (Зайцев Н.И., Агафонов О.М. и др., 2014).

Достаточность клубеньков для активной азотфиксации можно оценить их массой. Данные о влиянии предпосевной обработки семян сои бактериальными препаратами на массу сырых клубеньков по годам исследований представлены в таблицах 10, 11, 12 и приложении 16.

Масса клубеньков, образовавшихся на корнях сои, в значительной степени зависела от условий года. Крупные по размеру и массе клубеньки образовались в 2013 году, при наиболее благоприятных по увлажнению условиях для роста и развития растений сои (табл. 10).

Таблица 10 – Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на массу сырых клубеньков, 2013 г.

Препарат	Масса сырых клубеньков, г/м ²		
	ветвление	цветение	образование бобов
Контроль (без обработки)	7,5	15,7	20,9
Нитрофикс П (2 кг/т)	10,5	22,3	28,6
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	8,8	18,7	24,1
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	12,8	22,0	32,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	9,2	20,8	27,0
НСР ₀₅	0,34	0,64	0,89

Наибольшая масса клубеньков в 2013 году в фазе образования бобов отмечена при применении Нитрофикса П с нормой расхода 2 кг/т в комбинации с пленкообразователем – 32,0 г/м² и в варианте так же с сочетанием Нитрофикса Ж и пленкообразователя – 27,0 г/м². В вариантах с применением для обработки семян бактериальных препаратов без пленкообразователя определена наибольшая масса клубеньков при обработке семян бактериальным препаратом Нитрофикс в виде порошка – 28,6 г/м², ниже она была в варианте с применением жидкой препаративной формы Нитрофикс Ж – 24,1 г/м², а на контроле составляла 20,9 г/м².

Размер и масса клубеньков в 2014 году (табл. 11) были значительно меньшими из-за летней засухи и высоких температур.

Таблица 11 – Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на массу сырых клубеньков, 2014 г.

Препарат	Масса сырых клубеньков, г/м ²		
	ветвление	цветение	образование бобов
Контроль (без обработки)	5,4	12,2	19,0
Нитрофикс П (2 кг/т)	8,4	16,9	24,4
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	5,8	12,6	21,6
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	9,4	20,1	27,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	7,8	15,9	22,3
НСР ₀₅	0,27	0,55	0,77

Высокие среднесуточные температуры воздуха в летний период и недостаточное количество осадков в 2014 году способствовали уменьшению массы клубеньков по всем вариантам в сравнении с 2013 годом. Наибольшая масса клубеньков при обработке семян бактериальными препаратами без пленкообразователя установлена при применении Нитрофикса в порошкообразной форме – 24,4 г/м², что выше по сравнению с использованием Нитрофикса в жидкой форме на 2,8 г/м². Комплексное применение бактериальных препаратов с пленкообразователем способствовало увеличению массы клубеньков, и по сравнению с контрольным вариантом она была выше на 17,4–42,1%.

В 2015 году для жизнедеятельности клубеньков складывались наиболее неблагоприятные условия по сравнению с предыдущими годами исследований, в связи с этим снижалось не только количество, но и масса клубеньков. В контрольном варианте она составляла в фазу образования бобов 9,6 г/м² (табл. 12).

Таблица 12 – Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на массу сырых клубеньков, 2015 г.

Препарат	Масса сырых клубеньков, г/м ²		
	ветвление	цветение	образование бобов
Контроль (без обработки)	3,6	7,0	9,6
Нитрофикс П (2 кг/т)	5,3	12,6	14,8
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	4,6	9,0	11,6
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	6,4	12,0	16,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	6,8	10,0	19,6
НСР ₀₅	0,17	0,36	0,48

Применение Нитрофикса различной препаративной формы увеличивало массу клубеньков на 2,0–5,2 г/м². Дополнительное применение пленкообразователя способствовало значительному сохранению жизнеспособности и соответственно увеличению массы клубеньков, которая была выше контрольного варианта на 6,6–10,0 г/м².

В среднем за три года наиболее высокая масса клубеньков отмечена в вариантах с применением пленкообразователя. Так, в фазу образования бобов она составляла 23,1–25,1 г/м², что выше контроля на 6,6–8,6 г/м².

Средние значения массы клубеньков за период исследования представлены на рисунке 5.

В целом из вышперечисленного следует, что применение для обработки семян инокулянта Нитрофикс П (2 кг/т) увеличивает к фазе образования бобов количество клубеньков на 1 м² на 24,7 %, а массу сырых клубеньков – на 37 % по отношению к контролю. При добавлении к нему пленкообразователя по технологии КПИС количество и масса клубеньков на 1 м² к фазе образования бобов увеличивается по отношению к контролю на 33,7 и 52,1 % соответственно.

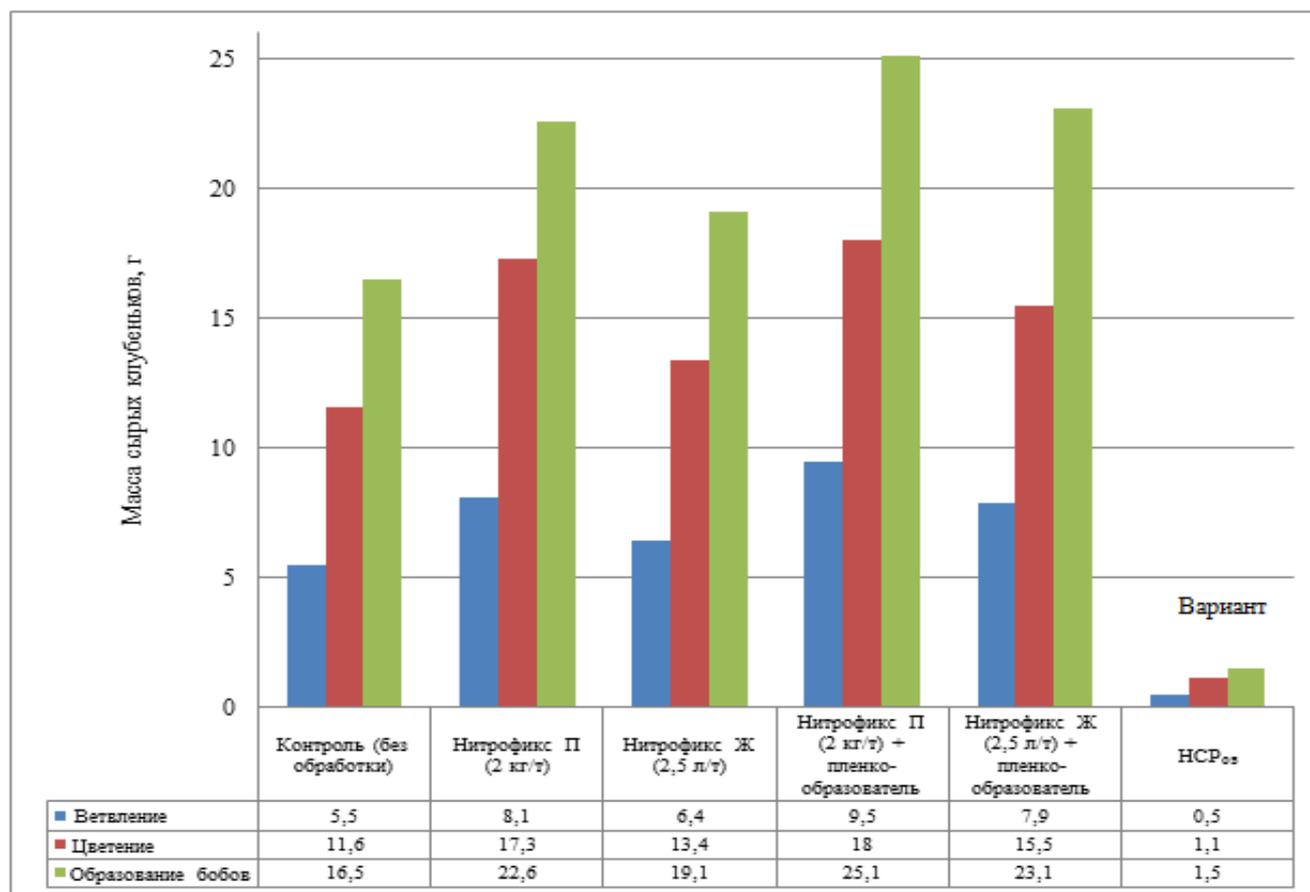


Рисунок 5 – Масса сырых клубеньков в посевах сои в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, 2013–2015 гг.

Установлено, что, несмотря на различия в погодных условиях, складывающихся в вегетационный период сои в годы проведения исследований, инокуляция семян бактериальными препаратами Нитрофикс П (2 кг/т) и Нитрофикс Ж (2,5 л/т) способствует увеличению симбиотической азотфиксации посевов сои.

Добавление пленкообразователя к указанным бактериальным препаратам приводит к увеличению количества и массы клубеньков на корнях сои (Зайцев Н.И., Агафонов О.М. и др., 2014).

Развитие клубеньков сои в фазу образования бобов при различных обработках семян по вариантам опыта проиллюстрировано рисунками 6–10.



Рисунок 6 – Развитие клубеньков: контроль (без обработки семян)



Рисунок 7 – Развитие клубеньков: обработка семян перед посевом Нитрофиксом П (2 кг/т)



Рисунок 8 – Развитие клубеньков: обработка семян перед посевом Нитрофиксом Ж (2,5 л/т)



Рисунок 9 – Развитие клубеньков: обработка семян перед посевом Нитрофиксом П (2 кг/т) + пленкообразователь



Рисунок 10 – Развитие клубеньков: обработка семян перед посевом Нитрофиксом Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь

Показателем, обобщающим величину активности симбиотического аппарата, является активный симбиотический потенциал (АСП).

Метод определения АСП основан на относительном постоянстве массы клубеньков за определенный период развития растений и зависимости активности бобово-ризобиальной системы от массы клубеньков, содержащих леггемоглобин.

АСП учитывает массу клубеньков с леггемоглобином – красным пигментом, обеспечивающим энергетические центры кислородом и способствующим высвобождению энергии для фиксации азота воздуха.

Эффективность влияния предпосевной обработки семян на активность симбиоза во многом зависела от погодных условий. Проведенными исследованиями доказано, что соя в условиях зоны неустойчивого увлажнения Краснодарского края формирует достаточно большой симбиотический потенциал: так, в 2013 году, когда выпадало необходимое для растений количество осадков, за период вегетации ветвление – образование бобов, в который идет наиболее активное формирование клубеньков, АСП составлял 3 008–4 728 кг·дней/га. Однако при снижении влажности почвы, колебаниях температурного режима происходит достаточно значительное снижение активного симбиотического потенциала (табл. 13)

Таблица 13 – Формирование активного симбиотического потенциала растениями сои за период вегетации ветвление – образование бобов в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, кг·дней/га

Препарат	Год исследования			Среднее за 2013–2015 гг.
	2013	2014	2015	
Контроль (без обработки)	3 008	2 176	1 337	2 174
Нитрофикс П (2 кг/т)	4 457	2 950	2 223	3 210
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	3 745	2 354	1 677	2 592
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	4 728	3 388	2 287	3 468
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	4 157	2 740	2 300	3 066
НСР ₀₅	133,2	97,9	60,7	194,0

В среднем за годы исследований активный симбиотический потенциал (АСП) за период вегетации ветвление – образование бобов в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами составлял 2 592–3 468 кг·дней/га, что достоверно превышало контроль на 418–1 294 кг·дней/га.

Наибольший активный симбиотический потенциал в среднем за три года был отмечен в вариантах с сочетанием ризобияльных препаратов в порошкообразной и жидкой формах с пленкообразователем: в сочетании с Нитрофиксом П – 3 468 кг·дней/га, а с Нитрофиксом Ж – 3 066 кг·дней/га, что существенно превышает контрольный вариант.

Установлено, что обработка семян сои бактериальными препаратами увеличивает активность симбиоза растениями сои. Применение инокуляции семян препаратом Нитрофикс в порошкообразной и жидкой формах, особенно в сочетании с пленкообразователем, оказывает влияние не только на количество и массу сырых клубеньков, но и на активность симбиотического аппарата, эти показатели имеют существенное увеличение по сравнению с контролем.

5. ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ СОИ

5.1. Формирование фотосинтетического аппарата в зависимости от применения ризобиальных препаратов и стимуляторов роста

Формирование фотосинтетического аппарата, как указывает А.А. Ничипорвич (цит. по: Натмен П.С., 1979), представляет собой сложный процесс. В начальный период роста растений площадь листьев увеличивается, а в более поздние фазы уменьшается в связи с формированием репродуктивных органов. Формирование урожая тесно связано с фотосинтетической деятельностью растений. Показатели площади листьев, фотосинтетического потенциала, продуктивности фотосинтеза являются основополагающими для характеристики фотосинтетической деятельности растений.

При исследовании влияния обработки семян сои ризобиальными препаратами установлено, что площадь листовой поверхности растений по всем вариантам активно увеличивалась от цветения к образованию бобов, а уменьшение фотосинтетической деятельности происходило от образования бобов к наливу семян (Агафонов О.М. и др., 2015) (табл. 14). Максимальные показатели площади листовой поверхности растений сои приходились на благоприятный по выпадению осадков вегетационный период 2013 года (прилож. 17).

Таблица 14 – Площадь листовой поверхности растений сои в зависимости от обработки семян ризобиальными препаратами, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат	Индекс площади листьев м ² /м ² по фазам вегетации		
	цветение	образование бобов	налив семян
Контроль (без обработки)	2,87	3,55	2,72
Нитрофикс П (2 кг/т)	3,26	3,92	2,93
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	3,15	3,87	2,84
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	3,49	4,42	3,35
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	3,30	4,23	3,18
НСР ₀₅	0,21	0,27	0,21

Как показывают проведенные исследования, обработка семян бактериальными препаратами как в чистом виде, так и при добавлении пленкообразователей оказывала существенное влияние на динамику роста листовой поверхности, которая отмечалась уже в первой половине вегетации растений сои.

В вариантах, где условия симбиотической деятельности были оптимизированы, площадь листовой поверхности достигала наибольших значений. Так, в фазе цветения в среднем по годам исследований в контрольном варианте индекс листовой поверхности был ниже на 0,28–0,62 м²/м², а в фазе образования бобов – на 0,32–0,87 м²/м².

Во все годы изучения ассимиляционная поверхность листьев достигала максимального значения в фазе образования бобов. Наиболее высокие показатели площади листьев отмечены в вариантах, где препараты Нитрофикс П и Нитрофикс Ж применялись для обработки семян в сочетании с пленкообразователем, – 4,23–4,42 м²/м² (в среднем по годам).

Величина урожая сои, как и других сельскохозяйственных культур, находится в тесной зависимости от динамики нарастания площади листьев.

Определение влияния обработки семян ризобияльным препаратом Нитрофикс Ж, стимуляторами роста, а вегетирующих растений – биоорганическим удобрением Нагро универсальное в широкорядном и рядовом посевах на площадь листовой поверхности растений сои при обоих способах посева также указывает на то, что во всех вариантах в первой половине вегетации фотосинтетический аппарат растений работал медленнее, наиболее активно площадь листьев нарастала от цветения к образованию бобов, от образования бобов к наливу семян отмечалось ее уменьшение (прилож. 18 и 19).

В рядовом и широкорядном посевах, в среднем в период исследований 2013–2015 гг., самые высокие показатели листовой поверхности растений сои в фазы цветения, образования бобов и налива семян были отмечены при обработке семян Нитрофиксом в сочетании с биоэнергетиком и некорневой подкормкой биоорганическим удобрением – 2,61–2,89 и 3,66–3,71 м²/м² (табл. 15).

Таблица 15 – Площадь листовой поверхности растений сои в зависимости от обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат (фактор А)	Индекс площади листьев м ² /м ² по фазам вегетации		
	цветение	образование бобов	налив семян
Широкорядный посев (фактор В)			
Контроль (без обработки)	2,93	3,52	2,70
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	3,22	3,85	2,81
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	3,31	3,98	3,04
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	3,47	4,19	3,28
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	3,47	4,18	3,30
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	3,66	4,80	3,71
Среднее	3,34	4,09	3,14
Рядовой посев (фактор В)			
Контроль (без обработки)	1,93	2,26	2,02
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2,04	2,41	2,20
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2,30	2,67	2,36
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2,44	2,89	2,48
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2,50	2,99	2,76
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2,61	3,16	2,89
Среднее	2,30	2,73	2,45
НСР ₀₅ для фактора А	0,4	0,56	0,3
НСР ₀₅ для фактора В	0,23	0,32	0,17
НСР ₀₅ для частных средних	0,57	0,79	0,42

В широкорядном посеве площадь листьев в фазе образования бобов была выше на 1,26–1,64 м²/м², что является достоверным увеличением по сравнению с рядовым посевом.

Выявлено, что в течение трех лет исследований обработка семян препаратами Нитрофикс Ж и Нитрофикс П способствовала достоверному увеличению фотосинтетического потенциала (ФП), который превышал контроль на 118,7–131,7 тыс. м²/га·сут (табл. 16; прилож. 20).

Таблица 16 – Показатели фотосинтетической деятельности растений сои в фазе образования бобов в зависимости от обработки семян ризобиальными препаратами, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² /га·сут	ЧПФ, г/м ² ·сут
Контроль (без обработки)	35,5	887,5	2,69
Нитрофикс П (2 кг/т)	39,2	1 019,2	2,58
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	38,7	1 006,2	2,60
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	44,2	1 193,4	2,49
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	42,3	1 142,1	2,49
НСР ₀₅	2,7	65,7	0,14

Наибольший ФП установлен при обработке семян Нитрофиксом в различных препаративных формах, который применялся в сочетании с пленкообразователем, – 1 142,1 (Нитрофикс Ж) и 1 193,4 (Нитрофикс П) тыс. м²/га·сут. Чистая продуктивность фотосинтеза максимальной величины достигала в фазе образования бобов, но прямой зависимости от ФП не установлено.

Обработка семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж как в чистом виде, так и в сочетании со стимуляторами роста, а также применение некорневой подкормки биоорганическим удобрением растений и стимуляторов роста способствовали активной симбиотической деятельности растений сои (Шабалдас О.Г., Агафонов О.М. и др., 2014).

Показатель ФП увеличивался в этих вариантах на 113,0–456,0 в широкорядном и на 59,0–319,8 тыс. м²/га·сут в рядовом посевах (табл. 17; прилож. 21).

Таблица 17– Показатели фотосинтетической деятельности растений сои в зависимости от обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста в широкорядном и рядовом посевах, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат (фактор А)	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² /га·сут	ЧПФ, г/м ² ·сут
Широкорядный посев (фаза образования бобов) (фактор В)			
Контроль (без обработки)	35,2	880,0	2,67
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	38,5	1 001,0	2,55
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	39,8	1 074,6	2,52
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	41,9	1 131,3	2,51
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	41,8	1 128,6	2,52
Нитрофикс (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	48,0	1 344,0	2,33
Среднее	40,9	1 093,3	2,52
Рядовой посев (фаза образования бобов) (фактор В)			
Контроль (без обработки)	22,6	565,0	3,04
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	24,1	624,0	2,98
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	26,7	720,9	2,78
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	28,9	780,3	2,69
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	29,9	807,3	2,73
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	31,6	884,8	2,66
Среднее	27,3	730,4	2,81
НСР ₀₅ для фактора А	1,9	48,8	–
НСР ₀₅ для фактора В	1,1	28,1	–
НСР ₀₅ для частных средних	2,6	69,0	–

Выявлено, что наибольшее накопление фотосинтетического потенциала отмечено в вариантах с совместным использованием ризобияльного препарата Нитрофикс Ж со стимуляторами роста при обработке семян, а также вегетирующих растений биоорганическим удобрением – 1 344,0 тыс. м²/га·сут в широкорядном посеве и 884,8 тыс. м²/га·сут в обычном рядовом посеве.

Вместе с тем следует отметить, что показатель чистой продуктивности фотосинтеза снижался в тех вариантах, где фотосинтетический потенциал увеличивался.

В целом можно отметить, что при применении бактериальных препаратов в комплексе со стимуляторами роста формируются наибольшая площадь листьев и фотосинтетический потенциал,

5.2. Накопление сухой массы растениями сои

Величина и качество урожая сельскохозяйственных культур в значительной мере зависят от продуктивности фотосинтеза и условий, способствующих интенсификации этого процесса.

Важным показателем, позволяющим выявить причины формирования урожая, является формирование надземной массы растением, интенсивность накопления которой может определяться рядом факторов: погодными условиями, особенностями сорта, минеральным питанием и др.

В связи с этим одной из задач наших исследований являлось определение сухой биомассы в зависимости от применения ризобияльных препаратов и стимуляторов роста.

Наблюдения за накоплением сухой массы растениями сои в период 2013–2014 гг. показали, что интенсивность этого процесса в значительной мере зависит от погодных условий года и применения бактериальных препаратов и стимуляторов роста (табл. 18; прилож. 22).

Таблица 18 – Накопление сухого вещества растениями сои в зависимости от обработки семян ризобиальными препаратами, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат	Накопление сухого вещества растениями сои, кг/га		
	цветение	образование бобов	налив семян
Контроль (без обработки)	4 765	5 782	8 170
Нитрофикс П (2 кг/т)	5 261	6 396	9 025
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	5 270	6 332	8 946
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	5 966	7 243	10 216
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	5 634	6 839	9 678
НСР ₀₅	431,4	530,4	745,3

Увеличение роста листовой поверхности, вызванное предпосевной обработкой семян, стимулировало активность фотосинтеза и накопление сухого вещества растениями сои.

При определении влияния обработки семян ризобиальными препаратами на накопление сухого вещества установлено, что максимальный показатель массы сухого вещества отмечен в фазе налива семян.

Применение бактериальных препаратов способствовало более активному накоплению массы сухого вещества, которая увеличивалась на 776–875 кг/га по сравнению с контролем. Наибольшее ее накопление отмечается при комплексной обработке семян ризобиальными препаратами с пленкообразователем – 9 678–10 216 кг/га, что выше по сравнению с контролем на 18,5–25,0 %.

Результаты влияния обработки семян ризобиальным препаратом, стимуляторами роста и вегетирующих растений биоорганическим удобрением на динамику накопления сухого вещества растениями сои при различных способах посева представлены в таблице 19 и приложении 23.

Максимальное накопление сухого вещества как в широкорядном, так и в рядовом посевах также отмечено в фазе налива семян при сочетании ризобиального препарата со стимуляторами роста при обработке семенного материала и вегетирующих растений.

Таблица 19 – Накопление сухого вещества растениями сои в зависимости от обработки семян ризобияльным препаратом и стимуляторами роста, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат (фактор А)	Накопление сухого вещества растениями сои, кг/га		
	цветение	образование бобов	налив семян
Широкорядный посев (фактор В)			
Контроль (без обработки)	4 686	5 685	8 031
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	5 106	6 199	8 749
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	5 442	6 610	9 322
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	5 689	6 913	9 751
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	5 684	6 902	9 743
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	6 290	7 645	10 783
Среднее	5 482,8	6 659,0	9 396,5
Рядовой посев (фактор В)			
Контроль (без обработки)	3 435	4 168	5 887
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	3 718	4 514	6 374
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	4 009	4 869	6 872
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	4 203	5 104	7 203
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	4 412	5 360	7 563
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	4 728	5 748	8 104
Среднее	4 084,2	4 960,5	7 000,5
НСР ₀₅ для фактора А	215,7	248,1	250,0
НСР ₀₅ для фактора В	186,8	214,9	216,6
НСР ₀₅ для частных средних	373,5	429,8	433,1

Наибольшая масса сухого вещества в широкорядном посеве получена в варианте с обработкой семян Нитрофиксом Ж в сочетании с Нагро биоэнергетиком и 3-кратной некорневой подкормкой в период вегетации биоорганическим удобрением Нагро универсальное – 10 783 кг/га.

Относительно близкие по значению показатели получены при применении Нитрофикса Ж и 3-кратной некорневой подкормки биоорганическим удобрением Нагро универсальное и Нитрофиксом Ж с Нагро биоэнергетиком – 9 743 кг/га и 9 751 кг/га. Еще более низкие результаты показателей массы сухого вещества отмечены в вариантах с применением Нитрофикса Ж – 8 749 кг/га и Нитрофикса Ж с Альбитом – 9 322 кг/га. Минимальные значения массы сухого вещества отмечены в контроле – 8 031 кг/га.

В рядовом посеве по изучаемым вариантам наблюдалась та же тенденция по накоплению сухого вещества, что и в широкорядном посеве.

Таким образом, можно отметить, что в широкорядном посеве накопление сухого вещества проходило более интенсивно, чем в обычном рядовом посеве, – на 28,8–37,3 %.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о тесной взаимосвязи симбиотической и фотосинтетической деятельности растений сои.

Создание благоприятных условий для симбиоза растений сои и клубеньковых бактерий при обработке семян бактериальными препаратами способствует росту индекса листовой поверхности в 1,10–1,24 раза. Добавление пленкообразующих веществ к ризобиальным препаратам увеличивает показатель активного симбиотического потенциала на 8,0–18,3 %.

Применение для обработки семян бактериального препарата в сочетании со стимуляторами роста и некорневых подкормок оказывает существенное влияние на динамику роста листовой поверхности, которая отмечается уже в первой половине вегетации растений сои. Изучаемые приемы обеспечивают увеличение фотосинтетического потенциала на 22,0–52,7 в широкорядном и на 10,4–56,4 % – в рядовом посевах.

6. ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА

6.1. Структура урожая

Определение показателей структуры урожая, таких как густота стояния растений перед уборкой, масса 1000 семян, количество бобов и семян на растении и других, является необходимым для общей биологической характеристики и обоснования полученных результатов.

Итоги учетов структуры урожая сои в зависимости от обработки семян бактериальными препаратами в период исследований 2013–2015 гг. представлены в таблице 20 и приложении 24.

Таблица 20 – Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на формирование элементов структуры урожая сои, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат	Густота стояния растений, шт./м ²	Количество на растении, шт.		Масса 1000 семян, г
		бобов	семян	
Контроль (без обработки)	33,5	22	43	140,6
Нитрофикс П (2 кг/т)	35,5	24	47	140,4
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	35,2	24	46	140,8
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	38,3	27	50	140,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	37,0	25	47	141,0
НСР ₀₅	1,1	–	4,1	–

Анализ показателей структуры урожая позволил выявить, что применение ризобияльных препаратов самостоятельно или в сочетании с пленкообразователем увеличивает сохранность количества растений к уборке на 1,7–4,8 штук растений на один метр квадратный, что является достоверным увеличением по отношению к контролю.

Высота растений, как было указано выше (см. табл. 5), увеличивалась на всех изучаемых вариантах по сравнению с контролем причем максимальное ее увеличение (до 5 см) отмечено в варианте с обработкой семян препаратом Нитрофикс П в сочетании с пленкообразователем.

Показатель количества бобов незначительно увеличивался в зависимости от изучаемых вариантов, но существенного различия не имел.

Установлено, что значимое влияние на увеличение количества семян сои оказали варианты, где ризобияльные препараты применялись в сочетании с пленкообразователем: их количество на одном растении увеличивалось на 4–7 штук, что является достоверной прибавкой.

Масса 1000 семян находилась в пределах 140,4–141,0 граммов, это свидетельствует о том, что обработка семян бактериальными препаратами существенного влияния на этот показатель не оказывает.

Применение бактериального препарата в сочетании со стимуляторами роста (фактор А) оказало влияние на показатели структуры урожая как в широкорядном, так и рядовом посевах.

В широкорядном посеве отмечено, что сохранность количества растений на один гектар ко времени созревания сои лучше всего обеспечивала обработка семян Нитрофиксом в сочетании с некорневой подкормкой биоорганическим удобрением (387 тыс. шт./га), а также сочетание Нитрофикса с биоэнергетиком и некорневой подкормкой биоорганическим удобрением (385 тыс. шт./га).

Достоверное увеличение количества бобов на 2–4 штуки и семян на 3–5 штук на растении установлено на всех изучаемых вариантах. Максимальное количество бобов и семян с одного растения было отмечено при обработке семян Нитрофиксом с биоэнергетиком и в варианте с дополнительной некорневой подкормкой биоорганическим удобрением Нагро универсальное (табл. 21; прилож. 25 и 26). По результатам анализа структуры урожая рядового посева отмечено, что применение биопрепаратов, так же как и в широкорядном посеве, способствует сохранению количества растений на 1 га к уборке.

Таблица 21 – Влияние обработки семян ризобиальным препаратом и стимуляторами роста на формирование элементов структуры урожая сои, среднее за 2013–2015 гг.

Препарат (фактор А)	Густота стояния растений, шт./м ²	Количество на растении, шт.		Масса 1000 семян, г
		бобов	семян	
Широкорядный посев (фактор В)				
Контроль (без обработки)	36,2	21	41	139,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	36,8	23	44	138,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	37,5	23	45	138,6
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	36,8	24	46	140,4
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	38,7	25	44	141,5
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	38,5	25	46	141,2
Среднее	37,4	23,5	44,3	139,8
Рядовой посев (фактор В)				
Контроль (без обработки)	35,4	18	33	135,3
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	37,1	19	36	136,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	36,7	19	37	135,3
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	37,0	20	38	135,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	37,1	20	38	135,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	36,9	21	39	134,0
Среднее	36,7	19,5	36,8	135,2
НСР ₀₅ для фактора А	0,6	0,95	1,7	–
НСР ₀₅ для фактора В	0,4	0,83	1,0	2,1
НСР ₀₅ для частных средних	0,9	1,65	2,4	–

Максимальное количество бобов и семян с одного растения отмечено при сочетании Нитрофикса с Нагро биоэнергетиком и некорневой подкормкой биоорганическим удобрением Нагро универсальное – 21 и 39 штук.

Применение бактериальных препаратов, стимуляторов роста и жидкого биоорганического удобрения в широкорядном и рядовом посевах сои не оказывало существенного влияния на массу 1000 семян.

Установлено (фактор В), что наиболее высокие показатели структуры урожая получены при широкорядном способе посева. Количество бобов на растении по вариантам в широкорядном посеве было выше на 3–4, семян – на 6–8 штук, что является достоверным увеличением по сравнению с рядовым посевом.

6.2. Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на продуктивность сои

При оценке изучаемых элементов технологии, в том числе препаратов для обработки семян и растений сои, урожайность является основным показателем. Анализ урожайности семян сои при применении препаратов показал, что она нестабильна по годам исследований (Агафонов О.М. и др., 2018). Следует отметить, что наибольшая урожайность сои за годы исследований была получена в благоприятный по увлажнению 2013 год – 2,63–2,92 т/га (табл. 22; прилож. 27).

Таблица 22 – Урожайность сои в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, т/га

Препарат	Год			Среднее	Прибавка к контролю
	2013	2014	2015		
Контроль (без обработки)	2,63	1,12	1,04	1,60	–
Нитрофикс П (2 кг/т)	2,73	1,21	1,17	1,70	0,10
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2,82	1,19	1,14	1,72	0,12
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	2,92	1,32	1,24	1,83	0,23
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2,71	1,30	1,22	1,74	0,14
НСР ₀₅	0,17	0,09	0,08	0,06	–

Дефицит осадков 2014 года, который был отмечен с июня по сентябрь, оказал неблагоприятное влияние на развитие растений, что отрицательно сказалось и на урожайности сои.

В 2015 году среднемесячные температуры за вегетационный период, так же как и в 2014 году, в основном превышали среднемноголетние значения, что в сочетании с дефицитом влажности почвы отрицательно влияло на продуктивность сои.

В среднем за годы исследований прибавка урожая в сравнении с контролем была существенна по всем вариантам опыта. Самая высокая урожайность сои отмечена при обработке семян препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) в комплексе с пленкообразователем – 1,83 т/га, прибавка урожайности к контролю составила 0,23 т/га.

Применение пленкообразователя дополнительно к препарату Нитрофикс Ж существенной прибавки урожая по сравнению с обработкой семян только Нитрофиксом Ж не обеспечивало.

В современных условиях увеличение производства полноценного пищевого и кормового белка является одной из ключевых проблем в области интенсификации сельскохозяйственного производства. В связи с этим изучение приемов, повышающих содержание белка в семенах сои, имеет большое значение.

Инкрустирование семян является высокоэффективным и малозатратным агроприемом, окупающимся стоимостью всего 20–30 кг семян товарной сои. Но он позволяет повысить урожай семян на 20–45 % и содержание в них белка на 2–4 %. При этом чем ниже плодородие почвы, тем выше эффективность агроприема. Затраты на проведение инокуляции в 5–10 раз окупаются стоимостью прибавки урожая. В связи с этим в настоящее время широко применяется инкрустация семян (Агафонов О.М. и др., 2015).

Проведенными опытами установлено, что на содержание белка оказали влияние не только метеорологические условия вегетационного периода, но также и применяемые ризобийные препараты отдельно и в сочетании с пленкообразователями (табл. 23).

Таблица 23 – Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на качество семян сои

Препарат	2013			2014			2015			Среднее		
	содержание, %		ТИА, мг/г									
	масла	белка		масла	белка		масла	белка		масла	белка	
Контроль (без обработки)	23,3	40,0	21,5	20,4	43,7	18,3	20,4	42,6	19,4	21,4	42,1	20,9
Нитрофикс П (2 кг/т)	23,6	41,7	25,0	20,6	44,9	18,4	20,8	43,7	19,7	21,7	43,4	21,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	23,4	41,1	24,6	20,5	44,5	18,2	20,4	43,6	19,2	21,4	43,1	20,7
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	23,5	41,9	24,9	20,0	45,7	17,4	20,8	44,0	19,9	21,4	43,9	20,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	23,7	42,0	24,5	20,3	45,3	17,9	20,6	44,2	19,5	21,5	43,8	20,6

Качество урожая – комплексный показатель, который формируется в процессе выращивания культуры. Он зависит от сорта, типа почвы, агротехники, метеорологических условий, и в зависимости от характера их взаимодействия могут меняться его параметры.

Как следует из представленных выше в таблице 23 данных, наибольшее содержание белка в семенах сои наблюдалось в более сухие, с повышенным температурным режимом периоды исследования, и в зависимости от изучаемых вариантов составляло 43,7–45,5 % в 2014 году и 42,6–44,3 % в 2015 году.

Наибольший сбор белка с гектара за годы исследований, с учетом наиболее высокой урожайности составивший 0,9–1,05 т/га, был получен в благоприятный по увлажнению 2013 год (табл. 24).

Таблица 24 – Сбор масла и белка в зависимости от обработки семян ризобияльными препаратами, т/га

Препарат	2013		2014		2015		среднее	
	масло	белок	масло	белок	масло	белок	масло	белок
Контроль (без обработки)	0,52	0,90	0,19	0,43	0,17	0,39	0,29	0,57
Нитрофикс П (2 кг/т)	0,55	0,98	0,21	0,48	0,21	0,45	0,32	0,64
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	0,56	1,00	0,21	0,47	0,19	0,45	0,32	0,64
Нитрофикс П (2 кг/т) + плен- кообразователь	0,59	1,05	0,22	0,52	0,22	0,50	0,34	0,69
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + плен- кообразователь	0,55	0,98	0,22	0,53	0,20	0,44	0,32	0,65
НСР ₀₅	0,03	0,05	–	0,04	0,02	0,03	0,02	0,03

Несмотря на более высокое содержание белка в семенах, в 2014 и 2015 гг. за счет более низкой урожайности семян сои соответственно снижался сбор белка, и в зависимости от изучаемых вариантов он составлял в 2014 году 0,43–0,53 т/га, а в 2015-м – 0,39–0,50 т/га.

Увеличение этого показателя было стабильным в течение трех лет при применении обработки семян Нитрофиксом в различных формах как в чистом виде, так и при сочетании их с пленкообразователем. Максимальный сбор белка отмечен при комплексном применении бактериальных препаратов с пленкообразователем, по сравнению с контролем в этих вариантах в среднем за три года он был выше на 14–21 %.

Сбор масла наиболее высоким стал в благоприятном по увлажнению 2013 году и составлял 0,52–0,59 т/га. В 2014–2015 гг. содержание масла в семенах было ниже, чем в 2013-м, на 2,9–3,3 %, а также, как было указано ранее, снижалась и урожайность семян сои. В среднем за 2013–2015 годы максимальный сбор масла – 0,34 т/га – отмечен в варианте при комплексной инкрустации семян пленкообразователем совместно с препаратом Нитрофикс П.

6.3. Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста на продуктивность сои в широкорядном и рядовом посевах

Анализ формирования урожайности при обработке семян сои ризобияльным препаратом Нитрофикс Ж, стимуляторами роста Альбит и Нагро биоэнергетик, с 3-кратной некорневой подкормкой вегетирующих растений биоорганическим удобрением Нагро универсальное показал, что его величина нестабильна по годам исследований (Агафонов О.М. и др., 2014).

Установлено, что наиболее высокая урожайность сои была получена в 2013 году, когда условия для симбиоза складывались более благоприятно: в зависимости от изучаемых вариантов она составляла при широкорядном посеве 2,58–2,78 т/га, а в рядовом посеве – 2,00–2,23 т/га.

В 2014 году урожайность была ниже по сравнению с 2013-м – 1,06–1,26 т/га при широкорядном способе посева и 0,84–0,97 т/га при рядовом посеве.

В 2015 году получена наименьшая за период исследований урожайность: 1,01–1,22 т/га в широкорядном и 0,81–1,03 т/га в рядовом посевах (табл. 25).

Таблица 25 – Урожайность сои в зависимости от обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста в широкорядном и рядовом посевах, т/га

Препарат (фактор А)	Способ посева (фактор В)	Год			Среднее	Прибавка к контролю
		2013	2014	2015		
Контроль (без обработки)	широко- рядный	2,58	1,06	1,01	1,55	–
	рядовой	2,00	0,84	0,81	1,22	–
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	широко- рядный	2,71	1,14	1,10	1,65	0,10
	рядовой	2,06	0,89	0,87	1,27	0,05
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	широко- рядный	2,75	1,20	1,16	1,70	0,15
	рядовой	2,08	0,91	0,89	1,29	0,07
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	широко- рядный	2,75	1,24	1,20	1,73	0,18
	рядовой	2,08	0,95	0,96	1,33	0,11
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широко- рядный	2,79	1,22	1,18	1,73	0,18
	рядовой	2,16	0,97	0,94	1,36	0,14
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широко- рядный	2,78	1,26	1,22	1,75	0,20
	рядовой	2,23	0,96	1,03	1,41	0,19
НСР ₀₅ для фактора А		0,08	0,06	0,06	0,04	–
НСР ₀₅ для фактора В		0,07	0,05	0,06	0,03	–
НСР ₀₅ для частных средних		0,14	0,10	0,11	0,06	–

В среднем за 2013–2015 гг. исследований установлено, что сочетание бактериального препарата со стимулятором роста Альбит позволило получить прибавку урожая на 9,6 % в широкорядном и на 11,6 % в рядовом посевах, а с Нагро биоэнергетиком – на 5,7 % в широкорядном и 9,0 % в рядовом посевах.

Наибольшая прибавка урожая отмечена в варианте с обработкой семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж в комбинации с Нагро биоэнергетиком,

а также 3-кратной некорневой подкормкой вегетирующих растений биоорганическим удобрением Нагро универсальное. В широкорядном посеве прибавка составляла 0,20 т/га, а в рядовом – 0,19 т/га, что выше на 12,9 % (широкорядный посев) и 15,5 % (рядовой) по сравнению с контролем.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве применяется большое количество биологических препаратов, влияющих на урожайность и качество семян. Отличаются они не только своим составом, но и механизмом действия. Однако всех объединяют одни свойства – стимулирование роста и развития растений, повышение полевой всхожести, устойчивость к вредителям, болезням и неблагоприятным факторам среды (Агафонов О.М., и др., 2016; Шабалдас О.Г. и др., 2017).

Практика возделывания сои на всех типах почв показала высокую эффективность внесения под эту культуру микроудобрений любыми способами – обработка семян, внесение в почву, внекорневые подкормки.

Результаты проведенных исследований влияния обработки семян сои ризобияльным препаратом и стимуляторами роста на качество семян в широкорядном и рядовом посевах, а также на показатели сбора масла и белка представлены в таблицах 26 и 27.

Так, применение стимуляторов роста Альбит (50 мл/т) и Нагро биоэнергетик для обработки семян в сочетании с Нитрофиксом и 3-кратной некорневой подкормкой биоорганическим удобрением Нагро универсальное способствовало увеличению содержания белка в семенах в широкорядном посеве до 42,7 %, а при рядовом посеве – до 43,3 %, что превышает содержание в контроле на 0,3–0,5% соответственно (табл. 26).

На масличность семян и трипсинингибирующую активность (ТИА) сои применение бактериального препарата самостоятельно и в сочетании со стимуляторами роста при различных способах посева влияния не оказало.

Таблица 26 – Влияние обработки семян ризобияльным препаратом и стимуляторами роста в широкорядном и рядовом посевах на качество семян сои

Препарат (фактор А)	Способ посева (фактор В)	2013			2014			2015			Среднее		
		содержание											
		масла, %	белка, %	ТИА, мг/г									
Контроль (без обработки)	широко- рядный	23,5	40,3	24,0	20,4	43,6	18,2	19,8	43,2	18,0	21,2	42,4	20,1
	рядовой	22,8	40,9	23,2	20,6	44,0	17,7	20,6	43,4	19,1	21,3	42,8	20,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	широко- рядный	23,4	40,2	24,1	20,1	44,8	17,7	20,3	44,0	18,5	21,3	43,0	20,1
	рядовой	22,9	41,2	22,7	20,2	44,6	17,7	20,8	43,4	19,3	21,3	43,1	19,9
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	широко- рядный	23,3	40,0	24,6	20,7	44,2	18,8	20,5	43,6	19,2	21,5	42,6	20,9
	рядовой	22,5	41,5	22,4	20,3	44,6	17,8	20,8	43,6	19,3	21,2	43,2	19,8
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	широко- рядный	23,4	39,9	24,7	21,0	44,0	19,0	20,8	43,5	19,1	21,7	42,5	20,9
	рядовой	22,5	41,3	22,5	20,4	44,9	17,7	21,0	43,1	19,8	21,3	43,1	20,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широко- рядный	23,3	40,3	24,2	20,5	44,6	18,2	20,5	43,6	18,9	21,4	42,8	20,4
	рядовой	22,7	41,4	22,6	20,4	44,5	18,1	21,0	43,0	19,9	21,4	43,0	20,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широко- рядный	23,3	40,0	24,4	20,5	45,0	17,8	21,0	43,2	19,8	21,6	42,7	20,7
	рядовой	22,7	41,5	22,7	20,4	44,8	17,6	21,0	43,5	19,4	21,4	43,3	19,9

Таблица 27 – Сбор масла и белка в зависимости от обработки семян ризобияльным препаратом и стимуляторами роста, т/га

Препарат (фактор А)	Способ посева (фактор В)	2013		2014		2015		Среднее	
		масло	белок	масло	белок	масло	белок	масло	белок
Контроль (без обработки)	широкорядный	0,51	0,89	0,18	0,40	0,16	0,38	0,28	0,56
	рядовой	0,41	0,73	0,12	0,32	0,12	0,30	0,22	0,45
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	широкорядный	0,54	0,94	0,19	0,46	0,17	0,44	0,30	0,61
	рядовой	0,42	0,78	0,13	0,33	0,13	0,31	0,23	0,47
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	широкорядный	0,55	0,95	0,20	0,47	0,19	0,45	0,31	0,62
	рядовой	0,43	0,79	0,14	0,33	0,15	0,32	0,24	0,48
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	широкорядный	0,56	0,95	0,21	0,48	0,20	0,46	0,32	0,63
	рядовой	0,43	0,79	0,14	0,35	0,16	0,34	0,24	0,49
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широкорядный	0,57	0,97	0,20	0,48	0,19	0,46	0,32	0,64
	рядовой	0,45	0,82	0,15	0,35	0,16	0,32	0,25	0,50
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	широкорядный	0,57	0,96	0,21	0,49	0,21	0,48	0,33	0,64
	рядовой	0,47	0,86	0,15	0,35	0,17	0,37	0,26	0,53
НСР ₀₅ для фактора А		0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
НСР ₀₅ для фактора В		0,02	0,03	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01
НСР ₀₅ для частных средних		0,03	0,05	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,02

Анализ показателей таблицы 27 показал, что с учетом урожайности наибольший сбор белка с гектара сои за период исследований был получен в благоприятный по увлажнению 2013 год: так, в широкорядном посеве он составлял 0,89–0,97 т/га, а в рядовом – 0,73–0,86 т/га. Несмотря на более высокое содержание белка в семенах, в 2014 и 2015 годах за счет низкой урожайности семян сои соответственно снижался сбор белка. В зависимости от изучаемых вариантов он составлял в 2014 году при широкорядном посеве 0,40–0,49 т/га и при рядовом посеве 0,32–0,35 т/га, а в 2015-м – соответственно 0,38–0,48 т/га и 0,30–0,37 т/га.

По-видимому, это может быть связано с тем, что в рядовом посеве потери влаги с площади без поверхностных обработок почвы существенно выше, чем в широкорядном, что создает более критические условия для растения.

Увеличение этого показателя было стабильным в течение трех лет при применении обработки семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж как в чистом виде, так и при применении его в сочетании со стимуляторами роста, а также некорневыми подкормками биоорганическим удобрением Нагро универсальное. В последнем случае отмечен максимальный сбор белка, по сравнению с контролем в этих вариантах в среднем за три года он был выше на 14,3 % при широкорядном способе посева и на 9,4–15,1 % при обычном рядовом способе посева.

Сбор масла наиболее высоким был в благоприятном по увлажнению 2013 году и составлял при широкорядном способе посева 0,51–0,57 т/га, а при обычном рядовом способе посева – 0,41–0,47 т/га. В 2014–2015 гг. содержание масла в семенах при широкорядном способе посева было ниже, чем в 2013-м, на 2,9 %, при обычном рядовом способе посева – ниже на 2,5 %, а также снижалась и урожайность семян сои. В среднем за 2013–2015 гг. максимальный сбор масла – 0,31–0,33 т/га – отмечен при широкорядном способе посева в вариантах с применением бактериального препарата Нитрофикс Ж, стимуляторами роста и вегетирующих растений биоорганическим удобрением.

На основании проведенных исследований можно утверждать, что симбиотическая деятельность и метеорологические условия года оказывали большое

влияние на показатели структуры урожая, урожайность и качество семян сои, в связи с этим можно сделать выводы: обработка семян бактериальными препаратами, особенно в сочетании с пленкообразователями и в комплексе со стимуляторами роста как при обработке семян, так и вегетирующих растений, являются важными агротехническими приемами, которые обеспечивают повышение урожайности и качества семян.

Таким образом, учитывая короткую продолжительность активного симбиоза, особенно при неблагоприятных условиях, выявление факторов, влияющих на активизацию этого процесса, имеет большое значение в обеспечении интенсивности продукционного процесса сои.

7. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РИЗОБИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ И СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СОИ

Экономическая эффективность – это соотношение между полученными результатами производства и общими затратами на его осуществление. Для поддержания успешности своей деятельности хозяйствующие субъекты должны руководствоваться выгодностью проводимых мероприятий. Соотношение результатов и затрат и называется эффективностью производства. Наиболее наглядно это выражает показатель рентабельности (Кривошлыков К.М., 2017) – как соотношение между полученной прибылью и финансовыми затратами.

Представленные в таблице 28 показатели экономической эффективности применения ризобиальных препаратов (стоимость продукции и производственные затраты взяты по ценам 2015 года) свидетельствуют о том, что в среднем за 2013–2015 гг. производственные затраты, в зависимости от применяемых препаратов, составляли 20 788–20 974 рублей на 1 га, что превышало контрольный вариант на 260–446 рублей. Денежная выручка при применении обработки семян ризобиальным препаратом Нитрофикс в различных формах составляла 39 950–40 420 рублей с гектара, что превышало контроль на 2 350–2 820 рублей. При сочетании ризобиальных препаратов с пленкообразователем денежная выручка с гектара увеличивалась, превышая контроль на 3 290–5 405 рублей.

Наиболее высокая урожайность (1,72–1,83 т/га) и относительно невысокие производственные затраты позволили получить достаточно высокую прибыль (19 472–22 191 руб./га) при комплексной обработке семян сои ризобиальными препаратами с пленкообразователем (Агафонов О.М. и др., 2017).

Максимальная рентабельность при изучении обработки семян ризобиальными препаратами была в вариантах с применением препаратов Нитрофикс П и Нитрофикс Ж в сочетании с пленкообразователем – 95–107 %, что выше по сравнению с применением бактериальных препаратов в чистом виде на 2–15 %, а контролем – на 12–24 %. Наиболее рентабельным (107 %) было применение на сое ризобиального препарата Нитрофикс в порошкообразной форме (2 кг/т) совместно с пленкообразователем.

Таблица 28 – Экономическая эффективность применения ризобиальных препаратов для обработки семян сои, 2013–2015 гг.

Показатели	Биопрепараты				
	контроль (без обработки)	Нитрофикс П (2 кг/т)	Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь
Урожайность с 1 га, т	1,60	1,70	1,72	1,83	1,74
Денежная выручка с 1 га, руб.	37 600	39 950	40 420	43 005	40 890
Затраты труда на 1 га, чел.-ч	12,4	12,5	12,5	12,5	12,5
Затраты труда на 1 т, чел.-ч	7,8	7,4	7,3	6,8	7,2
Производственные затраты на 1 га, руб.	20 528	20 788	20 948	20 814	20 974
Себестоимость 1 т продукции, руб.	12 830	12 228	12 179	11 374	12 054
Прибыль на 1 га, руб.	17 072	19 162	19 472	22 191	19 916
Уровень рентабельности, %	83	92	93	107	95

Таблица 29 – Экономическая эффективность применения обработки семян ризобияльным препаратом, стимуляторами роста и вегетирующих растений биоорганическим удобрением, 2013–2015 гг.

Показатели	Способ посева	Биопрепараты					
		контроль (без обра- ботки)	Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро био- энергетик (0,7 л/т)	Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Нагро универс. – 3-кратная некорневая под- кормка (0,7 л/га)	Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)
Урожайность с 1 га, т	широкорядный	1,55	1,65	1,70	1,73	1,73	1,75
	рядовой	1,22	1,27	1,29	1,33	1,36	1,41
Денежная выручка с 1 га, руб.	широкорядный	36 425	38 775	39 950	40 655	40 655	41 125
	рядовой	28 670	29 845	30 315	31 255	31 960	33 135
Затраты труда на 1 га, чел.-ч	широкорядный	12,4	12,5	12,5	12,5	12,8	12,8
	рядовой	11,5	11,6	11,6	11,6	11,9	11,9
Затраты труда на 1 т, чел.-ч	широкорядный	8,0	7,6	7,4	7,2	7,4	7,3
	рядовой	9,4	9,1	9,0	8,7	8,8	8,4
Производственные затраты на 1 га, руб.	широкорядный	20 528	20 948	20 961	20 987	22 586	22 625
	рядовой	19 519	19 939	19 952	19 978	21 742	21 781
Себестоимость 1 т продукции, руб.	широкорядный	13 244	12 696	12 330	12 131	13 056	12 929
	рядовой	15 999	15 700	15 467	15 021	15 987	15 448
Прибыль на 1 га, руб.	широкорядный	15 897	17 827	18 989	19 668	18 069	18 500
	рядовой	9 151	9 906	10 363	11 277	10 218	11 354
Уровень рентабельности, %	широкорядный	77	85	91	94	80	82
	рядовой	47	50	53	56	47	52

Представленный в таблице 29 расчет экономической эффективности комплексного применения ризобияльного препарата со стимуляторами роста при различных способах посева (стоимость продукции и производственные затраты взяты по ценам 2015 года) свидетельствует о том, что в среднем за 2013–2015 гг. производственные затраты, в зависимости от применяемых препаратов, составляли 20 948–22 625 руб./га в широкорядном посева и 19 939–21 781 – в рядовом посева, что превышало контроль на 420–2 097 и 420–2 262 рублей соответственно. Денежная выручка при применении обработки семян ризобияльным препаратом Нитрофикс Ж при различных способах посева составляла 29 845–38 775 рублей с гектара, при сочетании со стимуляторами роста Альбит и Нагро биоэнергетик – 39 950–40 655 в широкорядном и 30 315–31 255 рублей с гектара в рядовом. Обработка семян Нитрофиксом в сочетании с биоэнергетиком и некорневой подкормкой биоорганическим удобрением Нагро универсальное при широкорядном посева обеспечивала наиболее высокую денежную выручку – 41 125 рублей с гектара.

Полученная урожайность сои – 1,73 т/га при широкорядном способе посева и относительно невысокие производственные затраты при обработке семян ризобияльным препаратом в сочетании со стимулятором роста Нагро биоэнергетик позволили получить наиболее высокую прибыль – 19 668 руб./га. Учитывая показатели себестоимости продукции и прибыли с одного гектара, наиболее высокий уровень рентабельности получен при применении обработки семян ризобияльным препаратом Нитрофикс Ж в комплексе со стимуляторами роста Альбит и Нагро биоэнергетик: 91–94 % – при широкорядном и 53–56 % – при рядовом способе посева.

Наиболее высокая прибыль в зависимости от применяемых препаратов, в среднем за 2013–2015 гг., получена при широкорядном способе посева – 17 827–19 668 руб./га, что превышает прибыль при рядовом способе на 7 921–8 314 руб./га.

Таким образом, установлено, что применение бактериальных препаратов для обработки семян в сочетании с пленкообразователем и стимуляторами роста обеспечивает высокую прибыль и повышает уровень рентабельности возделывания сои.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты научных исследований по изучению ризобияльных препаратов и стимуляторов роста, применяемых при выращивании сои, которые проведены в 2013–2015 годах в зоне неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном, позволили сделать следующие выводы:

1. Применение ризобияльных препаратов Нитрофикс Ж (2,5 л/т) и Нитрофикс П (2 кг/т) увеличивает симбиотическую деятельность растений сои, особенно в сочетании с пленкообразователем, что обеспечивает максимальную величину массы сырых клубеньков – 22,6–25,1 г/м² (на 6,1–8,6 г/м² больше контроля).

2. Обработка семян ризобияльным препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) в сочетании с пленкообразователем обеспечивает максимальный активный симбиотический потенциал – 3 468 кг·сутки/га.

3. Под влиянием обработки семян ризобияльным препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) в сочетании с пленкообразователем получены максимальные значения площади листьев – 44,2 тыс. м²/га, ФП – 1 193,4 тыс. м²/га·сут и массы сухого вещества – 10 216 кг/га.

4. Урожайность сои при обработке семян ризобияльным препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) в сочетании с пленкообразователем была наибольшей и составила 1,83 т/га, что на 0,23 т/га выше, чем в контроле. Здесь также получен максимальный сбор растительного белка – 0,69 т/га и масла – 0,34 т/га.

5. В широкорядном и рядовом посевах сочетание обработок семян ризобияльным препаратом Нитрофикс Ж (2,5 л/т) со стимуляторами роста Альбит (50 мл/т) и Нагро биоэнергетик (0,7 л/т), а также 3-кратной некорневой подкормкой биоорганическим удобрением Нагро универсальное (0,7 л/га) способствует увеличению фотосинтетической деятельности растений сои, обеспечивая максимальные значения площади листьев – 48,0 тыс. м²/га, ФП – 1 344,0 тыс. м²/га·сут., массы сухого вещества – 10 783 кг/га.

6. При широкорядном и рядовом способах посева комплексное использование ризобияльных препаратов, пленкообразователя, стимуляторов роста и биоорганического удобрения способствует формированию большего количества семян на одно растение (на 3–7 шт.) по отношению к контролю.

7. Урожайность сои при широкорядном способе посева выше по сравнению с рядовым на 24–27 %, а применение стимуляторов роста Альбит (50 мл/т) и Нагро биоэнергетик (0,7 л/т) для обработки семян в сочетании с Нитрофиксом Ж (2,5 л/т) и 3-кратная некорневая подкормка биоорганическим удобрением Нагро универсальное (0,7 л/га) при обоих способах посева позволяет повысить урожайность культуры на 6–16 %, сбор масла – на 0,02–0,05 т/га и сбор белка – на 0,03–0,08 т/га.

8. При обработке семян сои перед посевом ризобияльным препаратом Нитрофикс в жидкой и порошкообразной формах в сочетании с пленкообразователем достигается оптимизация затрат и получение прибавки урожая, при которых отмечается наиболее высокая прибыль – 19 472–22 191 руб./га.

9. Обработка семян ризобияльным препаратом Нитрофикс Ж в комплексе со стимулятором роста Нагро биоэнергетик при широкорядном и рядовом способах посева обеспечивает высокий уровень рентабельности – 56–94 %. Наиболее высокая прибыль, в среднем за 2013–2015 гг., получена при широкорядном способе посева – 15 897–19 668 руб./га, что превышает этот показатель при рядовом способе посева на 6 746–8 314 руб./га.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности и качества семян раннеспелых сортов сои в зоне неустойчивого увлажнения на черноземе обыкновенном рекомендуется применять следующие способы обработки семян:

– сухой ризобиальный препарат Нитрофикс П (2 кг/т) в сочетании со специфическим пленкообразователем № 2 на основе фосфатидов сои (6 л/т);

– жидкий ризобиальный препарат Нитрофикс Ж (2,5 л/т) в сочетании с регуляторами роста Нагро биоэнергетик (0,7 л/т) или Альбит (50 мл/т).

Для обеспечения наибольшего агрономического и экономического эффекта от применения ризобиальных препаратов и регуляторов роста посев сои осуществлять широкорядным способом, при котором достигается максимальное увеличение показателей эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаев, А.А. Формирование симбиотического аппарата сои / А.А. Абаев, А.А. Тедеева, Д.М. Мамиев, Н.Т. Хохоева // Научное обозрение. – 2015. – № 15. – С. 18–22.
2. Агафонов, О.М. Эффективность применения бактериальных препаратов в посевах сои в зоне неустойчивого увлажнения / О.М. Агафонов, О.Г. Шабалдас, Н.И. Зайцев, П.Е. Степин // Актуальные вопросы экологии и природопользования / сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2014. – С. 167–171.
3. Агафонов, О.М. Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на формирование фотосинтетического аппарата растениями сои / О.М. Агафонов, А.С. Голубь, Р.Б. Бекмурзаева // Аграрная наука, творчество, рост / сб. науч. тр. по матер. V Междунар. науч.-практ. конф. – Ставрополь, 2015. – С. 16–18.
4. Агафонов, О.М. Эффективность обработки семян бактериальным препаратом, стимулятором роста и внекорневой подкормки растений сои органическим удобрением / О.М. Агафонов, О.Г. Шабалдас, О.В. Мухина // Сб. науч. ст. по матер. науч.-практ. конф. «Питательные зерна устойчивого будущего – международный год зернобобовых (МГЗ) 2016». – Ставрополь: Секвойя, 2016. – С. 9–12.
5. Агафонов, О.М. Экономическая эффективность применения микробиологических препаратов для обработки семян сои / О.М. Агафонов, О.Г. Шабалдас, О.В. Мухина, В.В. Киц // Сб. науч. ст. по матер. V Междунар. науч. конф. «Эволюция и деградация почвенного покрова». – Ставрополь, 2017. – С. 214–215.
6. Адаптивные технологии возделывания масличных культур : Руководство / Коллектив авторов. – Краснодар, 2011. – 186 с.
7. Алексеев, А.М. Водный режим растений и влияние на него засухи / А.М. Алексеев, Н.А. Гусев // Известия Казан. филиала АН СССР, 1963. – Вып. 8. – № 5. – С. 3–16.
8. Алешин, Н.Е. К вопросу о действии гибберелевой кислоты на нитроредуктазную активность риса / Н.Е. Алешин, Э.Р. Авакян, Е.П. Алешин // Сельскохозяйственная биология. – 1983. – № 6. – С. 55–57.

9. Алиев-Лещенко, Р.М. Влияние регуляторов роста растений на урожайность и качество подсолнечника при разных дозах минеральных удобрений : Автореф. ... канд. с.-х. наук / Р.М. Алиев-Лещенко. – Москва, 2015. – 26 с.

10. Андреева, И.Н. Стимулирующее действие *Azospirillum brasilense* на бобово-ризобиальный симбиоз и продуктивность растений / И.Н. Андреева, Т.В. Редькина, К.И. Мандхан, Г.И. Козлова, С.Ф. Измайлов // Докл. АН СССР. – 1990. – Т. 314. – С. 1511–1514.

11. Асокин, О.И. Влияние инокулирования ризоторфином и инкрустирования семян микроэлементами на продуктивность сои / О.И. Асокин // Сб. матер. 4-й Междунар. конф. молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур», посв. 95-летию со дня основания ВНИИМК, 27–29 марта 2007 г. / Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур. – Краснодар, 2007. – С. 13–16.

12. Балакай, Г.Т. Влияние инокуляции на урожайность сортов сои различных групп спелости / Г.Т. Балакай, Н.И. Балакай, Л.С. Гутриц // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои / Сб. ст. 2-й Междунар. конф. по сое; Россия, Краснодар, 9–10 сентября 2008 г. – Краснодар, 2008. – С. 266–269.

13. Балакай, Г.Т. Влияние торфогуминового препарата «Гумимакс» на рост, развитие и продуктивность сои / Г.Т. Балакай, Н.И. Балакай, Ю.Г. Круглый // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои / Сб. ст. 2-й Междунар. конф. по сое. – Краснодар, 2008. – С. 269–272.

14. Балакай, Г.Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – С. 69–70.

15. Балина, Н.В. Действие брассиностероидов на устойчивость растений ячменя в условиях водного дефицита / Н.В. Балина, В.Н. Жолкевич, О.Н. Кулаева // II съезд ВОУР.: тез. докл. – М., 1992. – Ч. 2. – С. 20.

16. Барабаш, И.П. Фитогормоны, регуляторы роста растений (классификация, теория, практика) : монография / И.П. Барабаш. – Ставрополь: ООО «Бюро новостей», 2009. – 384 с.

17. Барабаш, И.П. Фитогормоны (эндогенные регуляторы) растений / И.П. Барабаш // Садоводство и виноградарство. – 2008. – № 4. – С. 22–23.
18. Баранов, В.Ф. Добрая культура. Научно-популярный очерк о сое / В.Ф. Баранов // Дайджест-издание «На ниве Кубанской». – Краснодар, 2002. – С. 28–31.
19. Баранов, В.Ф. Соя. Биология и технология возделывания / В.Ф. Баранов, В.М. Лукомец // ГНУ ВНИИ маслич. культур им. В.С. Пустовойта Рос. акад. с.-х. наук, Фонд им. А.Т. Болотова; под ред. д-ров с.-х. наук В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца. – Краснодар: Советская Кубань, 2005. – С. 231–236.
20. Баранов, В.Ф. Реакция сортов сои Альба и Славия на способ посева / В.Ф. Баранов, В.Л. Махонин, Уго Аламиро Торо Корреа // Масличные культуры / Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – Вып. № 1 (146–147). – 2011. – С. 67–72.
21. Баранов, В.Ф. Соя в кормопроизводстве / В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, С.И. Кононенко, А.Н. Ригер; под ред. В. М. Лукомца, чл.-кор. РАСХН, д-ра с.-х. наук, ВНИИМК, Л. Г. Горковенко, д-ра с.-х. наук, СКНИИЖ. – Краснодар, 2010. – С. 76, 102–103, 107–118.
22. Баранов, В.Ф. Соя на Кубани / В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец. – Краснодар, 2009. – 317 с.
23. Баранов, В.Ф. Сортовая специфика возделывания сои / В.Ф. Баранов, Уго Алмиро Торо Корреа. – Краснодар, 2007. – 183 с.
24. Баскакова, С.Ю. Ферменты ассимиляции аммиака у растений с различным типом азотного питания / С.Ю. Баскакова, С.Ф. Измайлов // Тез. докл. II Междунар. симп. молодых ученых по регуляции метаболизма растений. – Варна, Болгария, 1981. – С. 51.
25. Баскаков, Ю.А. Новые синтетические гербициды и регуляторы роста растений / Ю.А. Баскаков // Журн. Всерос. хим. о-ва им. Д.И. Менделеева. – 1988. – Т. XXV. – № 6. – С. 631–640.
26. Баскаков, Ю.А. Новый антистрессовый препарат цитокининового типа действия / Ю.А. Баскаков // Регуляторы роста растений. – Л.: ВИР, 1989. – С. 42–45.
27. Баскаков, Ю.А. Регуляторы роста растений / Ю.А. Баскаков, А.А. Шаповалов. – М.: Знание, 1982. – 64 с.

28. Бельдиева, Е.А. Влияние азотных подкормок и фунгицидов на формирование урожая и качества зерна озимой пшеницы : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е.А. Бельдиева. – Ставрополь, 2007. – 25 с.

29. Бергман, Г. Повышение засухоустойчивости сельскохозяйственных культур биологически активными веществами / Г. Бергман, Г. Эккерт, К. Вебер и др. // Международный с.-х. журнал. –1988. – № 6. – С. 34–37.

30. Биотехнология : учеб. пособие для вузов. В 8-ми кн. / под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. Кн. 6: Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В.А. Быков, И.А. Крылов, М.Н. Манаков и др. – М.: Высшая школа, 1987. – 143 с.

31. Борцова, Е.Б. Влияние стимуляторов роста и бактериального удобрения на продуктивность посевов сои сорта Светлая в условиях Костромской области / Е.Б. Борцова. // Агрэкологические основы применения удобрений в современном земледелии / Матер. 49-й Междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов. – М.: ВНИИА, 2015. – С. 33–35.

32. Бутенко, Р.Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений / Р.Г. Бутенко. – М.: Наука, 1964 – 264 с.

33. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста для предпосевной обработки семян зерновых культур / В.В. Вакуленко, О.А. Шаповал // Защита и карантин растений. – 1998. – № 4. – С. 44.

34. Вальков, В.Ф. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, И.Т. Трубилин. – Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 1995. – 192 с.

35. Верзилов, В.Ф. Регуляторы роста и их применение в растениеводстве / В.Ф. Верзилов. – М.: Наука, 1971. – 144 с.

36. Вокеваева, Г.А. Защитное действие брассиностероидов на листья ячменя при солевом стрессе / Г.А. Вокеваева // Тр. 20-й науч. конф. молодых ученых «Проблемы современной биологии». – М., 1989. – С. 52.

37. Гамбург, К.З. Регуляторы роста растений / К.З. Гамбург (и др.) – Колос, 1979. – 264 с.

38. Гафуров, Р.Г. Стратегия направленного химического синтеза фиторегуляторов и стресспротекторов нового поколения и результаты их исследований в биотехнологиях / Р.Г. Гафуров // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях : тез. IV Междунар. конф. – Москва, 2001. – С. 87–88.

39. ГОСТ 7.1-2003 СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 134 с.

40. ГОСТ Р 7.0.5-2008 СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – М.: Стандартинформ, 2008; ЗАО «Кодекс». – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-7-0-5-2008>.

41. ГОСТ 7.0.11-2011. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления. – М.: Стандартинформ, 2012. – 14 с.

42. Гракова, Т.В. Применение бактериальных препаратов и регуляторов роста в посевах сои / Т.В. Гракова // Матер. VI Междунар. конф. молодых ученых и специалистов / ВНИИМК. – Краснодар, 2011. – С. 70–72.

43. Гулаев, В.М. Влияние основной обработки почвы на урожайность сои в степи Среднего Поволжья / В. М. Гулаев, С.Н. Зудилин // Актуальные проблемы аграрной науки и пути их решения : сб. науч. тр. – Кинель : РИЦ СГСХА, 2016. – С. 14–17.

44. Гуревич, Л.С. Роль гормонального баланса ауксина и этилена в адаптационных реакциях высших растений / Л.С. Гуревич // Ботанический журнал. – 1979. – Т. 64. – № 11. – С. 1600–1614.

45. Гусев, М.В. Микробиология: Учеб. / М.В. Гусев, Л.А. Минеева. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 448 с.

46. Дарвин, Ч. Способность к движению у растений / Ч. Дарвин. – М.-Л., 1941. – Т. 8. – С. 161–517.

47. Деева, В.П. Избирательное действие химических регуляторов роста на растения: физиологические основы / В.П. Деева, З.И. Шеленг, Н.В. Санько. – Минск: Наука и техника, 1988. – 255 с.

48. Деева, В.П. Регуляторы роста и урожай / В.П. Деева, З.И. Шеленг. – Минск: Наука и техника, 1985. – 63 с.

49. Деева, В.П. Ретарданты – регуляторы роста / В.П. Деева. – Минск: Наука и техника, 1980. – 174 с.
50. Дёрфлинг, К. Гормоны растений. Системный подход : монография; пер. с нем. / К. Дёрфлинг. – М.: Мир, 1985. – 303 с.
51. Дзанагов, С.Х. Эффективность некорневой подкормки сои микроэлементами / С.Х. Дзанагов, А.Ю. Хадиков, Т.К. Лазаров, А.Е. Басиев, З.Т. Кануков // Научно обоснованные системы земледелия: теория и практика / матер. Междунар. науч.-практич. конф. – Ставрополь: Ставропольское изд-во «Параграф», 2013. – С. 72–75.
52. Дмитриева, Н.Н. О роли ауксинов и кинетина при индукции делений в сердцевинной паренхиме стебля табака / Н.Н. Дмитриева, А.Х. Липский // Физиология растений. – 1973. – Т. 20. – Вып. № 2. – С. 339–346.
53. Дорожкина, Л.А. Применение регуляторов роста позволит снизить пестицидную нагрузку / Л.А. Дорожкина, П.Е. Пузырьков, В.Н. Зейрук, О.В. Абашкин. Защита растений. – 2006. – № 7. – С. 30–31.
54. Доросинский, Л.М. Бактериальные удобрения – дополнительное средство повышения урожая / Л.М. Доросинский. – М., 1965. – 176 с.
55. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: (С основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
56. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
57. Дряхлов, А.А. Эффективность применения агрохимикатов в посевах сои на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / А.А. Дряхлов // Сб. матер. 7-й Междунар. конф. молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных культур» / Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур. – Краснодар, 2013. – С. 82–86.
58. Дурынина, Е.П. Продуктивность растений при их микоризации эндомикоризными грибами / Е.П. Дурынина, П.К. Чилаппагари, И.А. Егорова, Л.Е. Морозова // Вестн. Моск. ун-та. – 1990. – Сер. 17. – Т. 1. – С. 42–48.
59. Енкен, В.Б. Соя. / В.Б. Енкен. – М.: Гос. изд-во с.-х. лит-ры, 1959. – 653 с.

60. Енкина, О.В. Симбиотическая азотфиксация / О.В. Енкина // Соя: Биология и технология возделывания / под. ред. В.Ф. Баранова и В.М. Лукомца. – Краснодар, 2005. – С. 56–64.

61. Ермошкин, В.В. Формирование урожайности и пивоваренных свойств ярового ячменя под действием регуляторов роста и микроэлементов : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В.В. Ермошкин. – Ульяновск, 2005. – 21 с.

62. Ефименко, С.Г. Оценка основных показателей качества семян сои с помощью ИК-спектроскопии / С.Г. Ефименко, Л.А. Кучеренко, С.К. Ефименко, Я.А. Нагалева // Масличные культуры. Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2016. – Вып. № 3 (167). – С. 33.

63. Завалин, А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: Изд-во ВНИИА, 2005. – 302 с.

64. Зайцев, Н.И. Образование клубеньков в зависимости от предпосевной обработки семян сои бактериальными препаратами / Н.И. Зайцев, О.М. Агафонов, О.Г. Шабалда, О.И. Власова // Масличные культуры. Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2017. – Вып. 1 (169). – С. 64–68.

65. Зединг, Г. Ростовые вещества растений / Г. Зединг. – М., 1955. – 387 с.

66. Злотников, А.К. Альбит как антидот при сочетании с послевсходовыми гербицидами на сое / А.К. Злотников, К.М. Злотников, А.Т. Подварко, В.Е. Болахоненков, Е.И. Хрюкина // Земледелие. – 2010. – № 3. – С. 40–41.

67. Иващенко, И.Н. Влияние регуляторов роста на устойчивость к стрессовым факторам, урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе выщелоченном : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.01 / И.Н. Иващенко. – Ставрополь, 2010. – 26 с.

68. Ивебор, Л.У. Влияние новых стимуляторов роста растений на содержание фотосинтетических пигментов в листьях сои / Лоуренс Уче Ивебор // Сб. матер. 4-й Междунар. конф. молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур» / Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур. – Краснодар, 2007. – С. 115–120.

69. Ивебор, Л.У. Экономическая эффективность применения стимуляторов роста растений на сое / Лоуренс Уче Ивебор // Сб. матер. 4-й Междунар. конф.

молодых ученых и специалистов «Актуальные вопросы селекции, технологии и переработки масличных культур» / Всерос. науч.-исслед. ин-т маслич. культур. – Краснодар, 2007. – С. 121–124.

70. Исайчев, В.А. Действие регуляторов роста и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.М. Кинжалиева, А.Р. Абдулмянов, Е.В. Ракова // Сб. тр. XI Междунар. науч.-практич. конф. – Пенза, 2015. – С. 59–62.

71. Калинин, Ф.Л. Регуляторы роста растений. Биохимия действия и применения / Ф.Л. Калинин – Киев: Наукова думка, 1965. – 407 с.

72. Кандыба, Е.В. Бактериальные удобрения и урожай / Е.В. Кандыба // Агрехимический вестник. – 2003. – № 3. – С. 23–24.

73. Катаева, Н.В. Клональное микроразмножение растений / Н.В. Катаева, Р.Г. Бутенко. – М.: Наука, 1983. – 96 с.

74. Кефели, В.И. Природный ингибитор роста – абсцизовая кислота / В.И. Кефели [и др.] – М.: Наука, 1989. – 184 с.

75. Кефели, В.И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны / В.И. Кефели. – М.: Наука, 1974. – 253 с.

76. Кефели, В.И. Физиологические функции абсцизовой кислоты и ее аналогов / В.И. Кефели // Тез. докл. I Всесоюз. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М.: Наука, 1981. – С. 14.

77. Кефели, В.И. Химические регуляторы растений / В.И. Кефели, Л.Д. Прусакова. – М.: Знание, 1985. – № 7. – 64 с.

78. Кёгль, Ф. Исследования над растительными ростовыми веществами / Ф. Кёгль // Успехи химии. – 1936. – Т. 5. – № 6. – С. 897–905.

79. Кобыльский, Г.И. Регуляторы роста защищают зерновые культуры от болезней / Г.И. Кобыльский, В.П. Кратенко, М.Н. Васецкая, В.В. Чекмарев // Агро XXI. – 2001. – № 1. – С. 12–13.

80. Колешко, О. И. Микробиология с основами вирусологии / О. И. Колешко, Т.В. Завезенова. – Иркутск: Изд-во Иркутского университета, 1999. – 452 с.

81. Коницев, А.С. Молекулярная биология / А.С. Коницев, Г.А. Севостьянова. – М., 2005. – 400 с.

82. Кораблева, Н.П. Изменение соединений абсцизовой кислоты в тканях клубней картофеля во время глубокого покоя и при прорастании / Н.П. Кораблева, К.А. Короваева, Л.В. Метлицкий // Физиология растений. – 1980. – Т. 27. – Вып. № 3. – С. 583–591.

83. Кривошлыков, К.М. Методические рекомендации по оценке экономической эффективности производства масличных культур в производственных посевах и полевых опытах / К. М. Кривошлыков. – Краснодар, 2017. – 19 с.

84. Кузина, Л.В. Локализация фитогормонов в зерновке пшеницы и динамика их прорастания / Л.В. Кузина // Тез. докл. I Всесоюз. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М.: Наука, 1985. – С. 113–114.

85. Кулаева, О.Н. Абсцизовая кислота – регулятор роста и процессов внутриклеточной дифференцировки / О.Н. Кулаева, В.Н. Хохлова // Гормональная регуляция онтогенеза растений. – М.: Наука, 1984. – С. 83–86.

86. Кулаева, О.Н. Брассиностероиды в регуляции синтеза белка в листьях пшеницы / О.Н. Кулаева, Э.А. Бурханова, А.Б. Федина (и др.) // Докл. Ан СССР. – 1989. – Т. 305. – С. 1277.

87. Кулаева, О.Н. Достижения и перспективы в исследовании фитогормонов / О.Н. Кулаева, М.Х. Чайлахян // Матер. XI Междунар. конф. по ростовым веществам. – Агрехимия. – 1984. – № 1. – С. 106–128.

88. Кулаева, О.Н. Цитокинины, их структура и функции / О.Н. Кулаева. – М.: Наука, 1973. – 263 с.

89. Кулаева, О.Н. Этилен в жизни растений / О.Н. Кулаева // Соросовский образовательный журнал. – № 11 – 1998. – С. 78–84.

90. Кумаков, В.А. Корреляционные отношения между органами растений в процессе формирования урожая / В.А. Кумаков // Физиология растений. – 1980. – Т. 27. – Вып. № 5. – С. 975–985.

91. Курсанов, О.Н. О возможности использования кининов для активации созревания и прорастания семян / О.Н. Курсанов, Ю.В. Кулаева, Б.И. Коновалов // Агрехимия. – 1963. – № 4. – С. 107.

92. Лавриненко, Г.Г. Соя. / Г.Г. Лавриненко, А.А. Бабич и др. – М.: Россельхозиздат, 1978. – 189 с.
93. Лебедев, С.И. Физиология растений / С.И. Лебедев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 544 с.
94. Лещенко, А.К. Соя. (Генетика, селекция, семеноводство) // А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.Г. Михайлов, В.Ф. Марьюшкин – Киев: Наукова думка, 1987. – 256 с.
95. Лисова, Р.В. Влияние кампозана и его смесей с фунгицидами на проявление болезней озимой ржи / Р.В. Лисова // Защита растений и охрана природы / Тез. докл. науч.-произв. конф., ч. II. – Вильнюс, 1989. – С. 42–43.
96. Логинов, О.Н. Биологические средства защиты картофеля от болезней / О.Н. Логинов // Аграрная наука. – 2003. – № 7. – С. 24.
97. Лукомец, В.М. Соя в России – действительность и возможность / В.М. Лукомец, А.В. Кочегура, В.Ф. Баранов, В.Л. Махонин. – Краснодар, 2013. – 99 с.
98. Лукомец, В.М. Совершенствование технологии возделывания сои / В.М. Лукомец, В.М. Пенчуков, В.А. Тильба, Н.И. Зайцев, О.Г. Шабалдас, А.С. Бушнев // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – С. 88–95.
99. Максименко, О.Д. Продуктивность растений сои в зависимости от способа использования пшеничной соломы и обработки почвы на черноземе типичном Западного Предкавказья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.09 / О.Д. Максименко. – Краснодар, 2008. – 26 с.
100. Максимов, Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений / Н.А. Максимов. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – Т. 1–2. – С. 575.
101. Максимов, Н.А. Ростовые вещества, природа их действия, и практическое применение / Н.А. Максимов // Успехи современной биологии. – 1946. – № 2. – С. 161–180.
102. Малеванная, М.М. Регуляторы роста растений на природной основе с использованием последних достижений российской науки / М.М. Малеванная // Главный агроном. – 2005. – № 12. – С. 23–27.

103. Материалы комплексного агрохимического обследования почв ГНУ АОС ВНИИМК г. Армавира Краснодарского края / Гулькевичи: ФГУ станция агрохимической службы «Кавказская», 2011. – 13 с.

104. Махонин, В.Л. Агротехника сои в рисовых севооборотах Кубани / В.Л. Махонин, С.М. Березовская, О.Л. Пасишниченко // Повышение продуктивности сои / сб. науч. тр. ВНИИМК; под общ. ред. д-ра с.-х. наук В.Ф. Баранова. – Краснодар, 2000. – С. 148–154.

105. Метлицкий, Л.В. Биохимия иммунитета, покоя, старение растений / Л.В. Метлицкий, Н.П. Кораблева. – М.: Наука, 1984. – 94 с.

106. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / под общ. ред. В.М. Лукомца – Краснодар: ООО РИА «Алви-Дизайн», 2010. – 328 с.

107. Мильто, Н.И. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений / Н.И. Мильто. – Минск, 1982. – 296 с.

108. Мишустин Е.Н. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е.Н. Мишустин, В.К. Шильникова. – М., 1973. – 288 с.

109. Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 368 с.

110. Молекулярные основы взаимоотношений ассоциативных микроорганизмов с растениями / отв. ред. В.В. Игнатов. – М.: Наука, 2005. – 262 с.

111. Муравин, Э.А. Агрохимия / Э.А. Муравин. – М.: КолосС, 2003. – 384 с.

112. Муромцев, Г.С. Гиббереллины / Г.С. Муромцев, Л.А. Пеньков. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 231 с.

113. Муромцев, Г.С. Гиббереллины и урожай / Г.С. Муромцев, В.Н. Агнестикова. – М.: Колос, 1971. – 121 с.

114. Муромцев, Г.С. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Г.С. Муромцев (и др.) – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.

115. Муромцев, Г.С. Повышение урожая овса и содержание в нем фосфора под действием эндомикоризных грибов / Г.С. Муромцев, Л.М. Якоби, Г.Н. Маршунова и др. // Доклады ВАСХНИЛ. – 1985. – № 3. – С. 14–17.

116. Муромцев, Г.С. Роль почвенных микроорганизмов в фосфорном питании растений / Г.С. Муромцев, Г.Н. Маршунова, В.Ф. Павлова, Н.В. Зольникова // Успехи микробиологии. – 1985. Т. 20. – С. 174–198.

117. Муромцев, Г.С. Сельскохозяйственная биотехнология: состояние и перспективы развития / Г.С. Муромцев // Научно-технический прогресс в аграрно-промышленном комплексе. – Агропромиздат, 1979. – 272 с.

118. Мухина, М.Т. Применение регуляторов роста комплексного действия на урожайность и качество сои сорта Вилана / М.Т. Мухина // «Агроэкологические основы применения удобрений в современной земледелии» / матер. 49-й Междунар. науч. конф. молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов (ВНИИА). – М.: ВНИИА, 2015. – С. 149–152.

119. Мухортов, С.Я. Регуляторы роста в овощеводстве Центрально-Черноземного региона России (теория и практика применения) : монография / С.Я. Мухортов. – Воронеж : Воронежский ГАУ, 2013. – 159 с.

120. Мякушко, Ю.П. Соя. / Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранов. – М.: Колос, 1984. – 332 с.

121. Натмен, П.С. Клубеньковые бактерии в почве / П.С. Натмен // Почвенная микробиология; пер. с англ. В.В. Новикова; под ред. и с предисл. Д. И. Никитина. – М.: Колос, 1979. – С. 141–162.

122. Немченко, В.В. Применение регуляторов роста для повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям произрастания / В.В. Немченко // Тез. докл. IV Междунар. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М.: Изд-во ТСХА, 2001. – С. 263.

123. Ненько, Н.И. Действие на растения регуляторов роста, синтезированных на основе Фурфурола : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / Н.И. Ненько. – Краснодар, 1999. – 47 с.

124. Никелл, Дж. Регуляторы роста растений. Применение в сельском хозяйстве / Дж. Никелл / под ред. В.И. Кефели. – М.: Колос, 1984. – 192 с.

125. Никитин, В.И. Формирование ассимиляционного аппарата и продуктивность фотосинтеза растений в различных условиях минерального питания / В.И. Никитин, Л.М. Терехова, В.И. Личко // Агрохимия. – 2007. – № 8. – С. 35–43.

126. Николаева, М.Г. Гормональная регуляция процессов покоя и прорастания семян / М.Г. Николаева // Тез. докл. I Всесоюз. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М: Наука, 1981. – С. 94.

127. Ничипорович, А.А. Световое и углеродное питание растений – фотосинтез / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 286 с.

128. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А. Ничипорович. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 94 с.

129. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и урожай / А.А. Ничипорович. – М.: Знание, 1966. – 48 с.

130. Овчаров, К.Е. Физиологические основы всхожести семян / К.Е. Овчаров. – Наука, 1969. – 280 с.

131. Овчаров, К.Е. Физиология формирования и прорастания семян / К.Е. Овчаров. – М.: Колос, 1976. – 255 с.

132. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. – Т. 1 / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса. – М.: Мир, 1997. – 432 с.

133. Остапенко, А.П. Обработка семян регуляторами роста повышает урожай / А.П. Остапенко // Земледелие. – 2004. – № 1. – С. 38–39.

134. Пасешниченко, В.А. Абсцидовая кислота – гормон покоя и регуляции роста растений / В.А. Пасешниченко, А.Р. Гусева // Успехи совр. биологии, 1970. – Т. 70. – Вып. 2 (5). – С. 182–191.

135. Пенчуков, В.М. Новые сорта сои для условий неустойчивого увлажнения / В.М. Пенчуков, Н.И. Зайцев, Н.З. Дудка, Н.А. Мацола // Аграрная наука. – 2012. – № 3. – С. 4–6.

136. Пенчуков, В.М. Культура больших возможностей / В.М. Пенчуков, А.У. Каппушев. – Ставрополь, 1984. – 278 с.

137. Петибская, В.С. Соя: химический состав и использование / В.С. Петибская; под ред. В.М. Лукомца, акад. РАСХН, д-ра с.-х. наук. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2012. – 432 с.

138. Петрова, В.Н. Абсцизовая кислота – гормон растений / В.Н. Петрова // Ботан. журнал. – 1976. – Т. 61. – № 7. – С. 1004–1016.

139. Платонова, А.Т. Биологически активные соединения кремния, германия, олова и свинца / А.Т. Платонова, Л.В. Оргильякова, М.Г. Воронков // Тез. докл. III Всесоюз. конф. – Иркутск, 1980. – С. 135.

140. Полевой, В.В. Регуляторные системы организмов / В.В. Полевой // Вестник Ленингр. ун-та. – 1975. – № 15. – С. 104–108.

141. Полевой, В.В. Фитогормоны / В.В. Полевой. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. – 248 с.

142. Посыпанов, Г. С. Белковая продуктивность бобовых культур при симбиотрофном и автотрофном типах питания азотом : дис... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Посыпанов Георгий Сергеевич. – Москва; Ленинград, 1983. – 62 с.

143. Почвы Армавирской опытной станции научно-производственного объединения по масличным культурам г. Армавира Краснодарского края и рекомендации по их использованию. – Краснодар, 1983. – С. 7, 13.

144. Практикум по микробиологии: Учеб. пособие для студ. вузов / под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 608 с.

145. Прусакова, Л.Д. Регуляторы роста в растениеводстве / Л.Д. Прусакова // С.-х. биология. – 1984. – № 4. – С. 3–11.

146. Прусакова, Л.Д. Регуляторы роста с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами / Л.Д. Прусакова (и др.) // Агрохимия. – 2005 – № 11. – С. 76–86.

147. Прусакова, Л.Д. Устойчивость к полеганию и продуктивность ярового ячменя и многолетней пшеницы под влиянием брассиностероидов / Л.Д. Прусакова, С.И. Чижова, В.А. Хрипач // Сельскохозяйственная биология. – 1995. – № 1. – С. 93

148. Прянишников, Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Акад. Д.Н. Прянишников; АН СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1945. – 200 с.

149. Радцев, Е.Г. Физиологические аспекты действия регуляторов роста на растения / Е.Г. Радцев, В.С. Радцев. – М.: Наука, 1980. – 147 с.

150. Ракитин, Ю.В. Биологически активные вещества как средства управления жизненными процессами растений / Ю.В. Ракитин // Научные основы защиты урожая. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 7–42.

151. Ракитин, Ю.В. Газохроматографическое определение 4-хлорфеноксиуксусной кислоты – стимулятора плодообразования у томатов / Ю.В. Ракитин, В.В. Карягин // Физиология растений. – 1984. – Т. 31. – Вып. 6. – С. 1191.
152. Ракитин, Ю.В. Химические регуляторы жизнедеятельности растений // Избранные труды / Ю.В. Ракитин. – М.: Наука, 1983. – 259 с.
153. Ракитин, Ю.В. Ускорение созревания плодов / Ю.В. Ракитин. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 168 с.
154. Ракитин, Ю.В. Этилен как высокоинтенсивный дефолиант / Ю.В. Ракитин // Физиология растений, 1967 – Т. 14. – Вып. № 5. – С. 936–951.
155. Рахимбаев, И.Р. Природные цитокинины растений: распространение и физиологические функции / И.Р. Рахимбаев, В.Д. Соломина // Фитогормоны – регуляторы роста растений. – М.: Наука, 1980. – С. 10–22.
156. Рекомендации по применению микробиологических препаратов и регуляторов роста при возделывании сои в зоне неустойчивого увлажнения Краснодарского края / О.Г. Шабалдас, О.М. Агафонов. – Армавир: ООО «Редакция газеты «Армавирский собеседник», 2016. – 44 с.
157. Ригер, А.Н. Эффективность микробиологических препаратов группы экстрасол / А.Н. Ригер, И.С. Пицыков // Научно обоснованные системы земледелия: теория и практика / матер. Междунар. науч.-практич. конф. – Ставрополь: Ставропольское изд-во «Параграф», 2013. – С. 192–195.
158. Рубин, Б.А. Биохимия и физиология иммунитета: учеб. пособие для биол. спец. / Б.А. Рубин. – М.: Высшая школа, 1975. – 320 с.
159. Рубин, Б.А. Биохимия и физиология иммунитета растений / Б.А. Рубин, Е.В. Арциховская. – М.: Высшая школа, 1968. – 411 с.
160. Рубин, Б.А. Курс физиологии растений / Б. А. Рубин. – М.: Высшая школа, 1976. – 576 с.
161. Салькова, Е.Г. Гидрел и дигидрел как ускорители созревания томатов в теплицах / Е.Г. Салькова (и др.) // Химия в сельском хозяйстве. – 1984. – Т. XXII. – № 2. – С. 40–43.

162. Сальникова, Т.В. Амилазная активность прорастающего зерна у морфологических мутантов озимой пшеницы / Т.В. Сальникова, С.С. Дегтярева, Т.А. Котова // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 1993. – Вып. № 3. – С. 79–84.

163. Серегина, И.И. Изменение продуктивности яровой пшеницы при использовании регуляторов роста / И.И. Серегина // Доклады РАСХН. – 2008. – № 1 – С. 9–11.

164. Столяров, О.В. Нут, соя и кормовые бобы в Центральном Черноземье (Вопросы теории и практики повышения азотфиксации, величины и качества урожая семян): автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / О.В. Столяров. – Воронеж, 2005. – 47 с.

165. Строганов, Б.П. Физиологические основы солеустойчивости растений / Б.П. Строганов. – М., 1962. – 366 с.

166. Сырмолот, О.В. Экстрасол и продуктивность сои в Приморском крае / О.В. Сырмолот // Земледелие. – 2013. – № 3. – С. 47–48.

167. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, К.И. Переверзева. – М.: Колос, 1994. – 256 с.

168. Терехов, М.Б. Использование ассоциативной азотфиксации в современной земледелии / М.Б. Терехов, Л.А. Ежова // Системы земледелия Нечерноземной зоны и пути их совершенствования / Сб. науч. статей. – Н.-Новгород, 1997. – С. 167–169.

169. Тильба, В.А. Использование биологического азота как средства биологизации системы земледелия / В.А. Тильба, О.Г. Шабалдас // Вестник АПК Ставрополя, 2015. – С. 96–101.

170. Тихонович, И.А. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве / И.А. Тихонович, А.П. Кожемяков, В.К. Чеботарь и др. – М.: Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.

171. Тишков, Н.М. Применение серосодержащих удобрений под масличные культуры на черноземах выщелоченных / Н.М. Тишков, А.А. Дряхлов // Масличные культуры / Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2014. – Вып. № 2 (159-160). – С. 124–130.

172. Тишков, Н.М. Эффективность некорневой подкормки сои микроудобрениями на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья / Н.М. Тишков, А.А. Дряхлов // Масличные культуры / Науч.-техн. бюл. ВНИИМК. – 2014. – Вып. № 1 (157-158). – С. 55–59.

173. Толоконников, В.В. Совершенствование предпосевной обработки семян орошаемой сои ризоторфином и регуляторами роста растений / В.В. Толоконников, В.И. Толочек, Т.В. Фролова // Современные проблемы селекции и технологии возделывания сои : Сб. ст. 2-й Междунар. конф. по сое. – Краснодар, 2008. – С. 280–288.

174. Трофимова, Т.Ф. Влияние бактериальных препаратов и стимуляторов роста на продуктивность сои в условиях Кузнецкой лесостепи : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Т.Ф. Трофимова. – Новосибирск, 2012. – 16 с.

175. Третьякова, Е.Ю. Перспектива использования индол-3-уксусной кислоты для повышения засухоустойчивости *Zea mays*, *Hordeum distichon* Z., *Triticum durum* Desf, *Phaseolus vulgaris* L. / Е. Ю. Третьякова // Матер. XIX Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов». – Москва: СП «Мысль», 2007. – Т. 1. – С. 158–159.

176. Турецкая, Р.Х. Вегетативное размножение растений с применением регуляторов роста / Р.Х. Турецкая, Ф.Я. Поликарпова. – М.: Наука, 1968. – 94 с.

177. Турецкая, Р.Х. Физиология корнеобразования у черенков и стимуляторы роста / Р.Х. Турецкая. – М.: Изд-во. АН СССР, 1961. – 280 с.

178. Тутуржанс, Л.В. Урожайность семян эспарцета и поражаемость фитопатогенами в зависимости от инокуляции семян биопрепаратами / Л.В. Тутуржанс // Актуальные вопросы экологии и природопользования / сб. матер. Междунар. науч.-практич. конф. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского ГАУ, 2014. – С. 137–140.

179. Холодный, Н.Г. Новые данные к обоснованию теории тропизмов / Н.Г. Холодный // Журн. Русск. ботан. о-ва. – 1928. – № 13 – С. 191.

180. Холодный, Н.Г. Фитогормоны / Н.Г. Холодный // Избр. тр. – Киев, 1957. – Т. 2. – С. 153.

181. Хохоева, Н.Т. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на продуктивность посевов сои / Н.Т. Хохоева // Научная жизнь. – 2015. – № 2. – С. 32–37.
182. Хрипач, В.А. Брассиностероиды / В.А. Хрипач, В.А. Лахвич, В.Н. Жабинский. – Минск: Наука и техника, 1993. – С. 254.
183. Чайлахян, М.Х. Гиббереллины растений: инструкция по испытанию и применению гиббереллинов на культурных растениях / М.Х. Чайлахян. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 64 с.
184. Чайлахян, М.Х. Действие ретардантов на растения / М.Х. Чайлахян // Химия в сел. хоз-ве. – 1967. – Т. 5. – № 9. – С. 26–30.
185. Чайлахян, М.Х. Краткие методические указания по применению синтетических ростовых веществ при укоренении черешков / М.Х. Чайлахян. – Л.: Изд-во АН СССР, 1942. – 16 с.
186. Чайлахян, М.Х. Регуляторы роста в жизни растений и в практике сельского хозяйства / М.Х. Чайлахян // Вестник АН СССР. – 1982. – № 1. – С. 11–26.
187. Чайлахян, М.Х. Регуляция цветения высших растений / М.Х. Чайлахян // Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева. – М.: Наука, 1988. – 560 с.
188. Чевердин, Ю.И. Регулирование эффективного плодородия почвы ассоциативными азотфиксаторами / Ю.И. Чевердин, М.Ю. Сауткина, А.Н. Рябцев // Научно обоснованные системы земледелия: теория и практика / Матер. междунар. науч.-практич. конф. – Ставрополь: изд-во «Параграф», 2013. – С. 240–242.
189. Чкаников, Д.И. Роль этилена в регуляции физиологических процессов у растений / Д.И. Чкаников // Тез. докл. 1-й Всесоюз. конф. «Регуляторы роста и развития растений». – М.: Наука, 1981. – С. 15–16.
190. Шабалдас, О.Г. Влияние обработки семян бактериальными препаратами на азотфиксирующую деятельность растений сои / О.Г. Шабалдас, И.И. Киц, А.В. Остриков // Современные ресурсосберегающие технологии возделывания с/х культур в Северо-Кавказском федеральном округе / матер. науч.-практич. конф. – Ставрополь: ФГБОУ ВПО СтГАУ, 2011. – С. 186–187.

191. Шабалдас, О.Г. Влияние обработки семян ризобиальным препаратом, стимуляторами роста и вегетирующих растений органическим удобрением на продуктивность сои / О.Г. Шабалдас, Н.С. Чухлебова, О.В. Мухина, В.В. Цыбулин, О.М. Агафонов // Эволюция и деградация почвенного покрова / сб. науч. статей по матер. V Междунар. науч. конф. – Ставрополь, 2017. – С. 314–315.

192. Шабалдас, О.Г. Влияние применения обработки семян бактериальным препаратом Нитрофикс Ж, регулятором роста и внекорневых подкормок на урожайность сои сорта Дуниза / О.Г. Шабалдас, О.М. Агафонов, Н.И. Зайцев, И.А. Донец, А.С. Енюшина // Сб. науч. тр. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука, творчество, рост». – Ставрополь, 2014. – С. 215–219.

193. Шабалдас, О.Г., Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои в зависимости от активности симбиоза / О.Г. Шабалдас, О.М. Агафонов, А.С. Голубь, О.И. Власова, И.А. Донец // Теоретические и прикладные проблемы АПК. – 2018. – № 1. – С. 7–11.

194. Шаповал, О.А. Роль регуляторов роста в повышении зимо- и морозостойкости озимой пшеницы / О.А. Шаповал // Главный агроном. – 2005. – № 10. – С. 38–41.

195. Шевелуха, В.С. Морозостойкость озимой пшеницы при формировании семян картолином // В.С. Шевелуха, М.А. Бочарова, Т.И. Трунова // С.-х. биология. – 1977. – № 3. – С. 17–20.

196. Шевелуха, В.С. Регуляторы роста растений в сельском хозяйстве / В.С. Шевелуха, В.М. Ковалев, Л.Г. Груздев (и др.) // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 9. – С. 57–65.

197. Ширинян, О.М. Эффективность инкрустирования семян сои / О.М. Ширинян, Н.Ф. Чайка // Повышение продуктивности сои / сб. науч. тр. ВНИИМК / под общ. ред. д-ра с.-х. наук В.Ф. Баранова. – Краснодар, 2000. – С. 137–141.

198. Шлегель, Г. Общая микробиология / Г. Шлегель / под ред. и с предисл. д-ра биол. наук Е.Л. Рубан. – М.: Мир, 1972. – 476 с.

199. Шпилев, Н.Б. Фотосинтетическая деятельность и продуктивность сои в зависимости от использования агротехнических приемов в условиях Приамурья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : / Н.Б. Шпилев. – Благовещенск, 2007. – 21 с.

200. Щегольков, А.В. Эффективность некорневых подкормок сои серным, молибденовым и борным удобрениями на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Щегольков. – Ставрополь, 2017. – 21 с.

201. Эйсерт, Э.К. Справочник агрохимика Кубани / Э.К. Эйсерт, А.Я. Ачканов, Н.Г. Дургарьян и др. / под ред. Э.К. Эйсерта. – Краснодар: Кн. изд-во, 1987. – 256 с.

202. Addicott, F.T. Physiology of abscission / F.T. Addicott // Zn. Encyclopedia of Plant Physiology. – Berlin, 1965. – V. 15. – Pt. 2. – P. 1094–1126.

203. Brault, M. Mechanism of cytokinin action / M. Brault, R. Maldincy // Plant Physiol. Biochem. – 1999. – V. 37 (6). – P. 403–412.

204. Bumb, B.L. The Role of Fertilizer in Sustaining Food Security and Protecting the Environment to 2020 / B.L. Bumb, C.A. Baanante // Food, Agriculture and the Environment Discussion // International Food Policy Research Institute, Washington, DC. – 1996. – 54 p.

205. Chalifour, K. Effect of nitrate application on nitrate reductase and symbiotic dinitrogen fixation in bean and pea / K. Chalifour, L.M. Nelson // Can. J. Bot. – 1988. – V. 66. – № 8. – P. 1646–1652.

206. Choe, S. Over expression of DWA RF4 in the brassinosteroid biosynthetic pathway results in increased vegetative growth and seed yield in Arabidopsis / S. Choe, S. Fujioka, T. Nogucgi, S. Takatuto, S. Yoshido, K. Feldmann // Plant J. – 2001. – V. 26. – P. 573–582.

207. Christiansen-Weneger, C. Associativ N. fixation and root exudation of organic acids from wheat cultivars of different aluminium tolerance / C. Christiansen-Weneger, A. F. Groneman, J.A. Van Vee // Plant and Soil. – 1992. – V. 139. – P. 167–174.

208. Douglas, A.E. Symbiotic Interactions. Oxford / A.E. Douglas. – New York; Toronto: Oxford Univ. Press, 1994. – 148 p.

209. Evans, I. N₂-fixation and its value to soil N increase Lipini, field and other legumes in south-eastern Australia / I. Evans, G.E. O'Connor, G.L. Turnen et al // Aust. J. Agr. – 1989. – Res. 40. – P. 791–805.

210. Forbes, R.B. Responses of soybean to molybdenum, lime and sulphur flatwoods soils / R.B. Forbes, J.J. Street, N. Gammon // Soil Crop Sci. Soc. Florida, 1986. – V. 45. – P. 33–36.

211. Friebe, A. Brassinosteroids in induced resistance and induction of tolerances to abiotic stress in plant / A. Friebe, A.M. Rimando, O.M. Duke // Natural Products for Pest Management, ACS Sump. Ser. Washington D.C., 2006. – V. 927. – P. 233–242.

212. Ghorbanli, M. Effect of cadmium and gibberellin on growth and photosynthesis of *Glicine max* / M. Ghorbanli, H. Kaven, F. Sepehr // Photosynthetica. – 1999. – V. 37. – P. 627–631.

213. Hardarson, G. Methods for enhancing symbiotic nitrogen fixation / G. Hardarson // Plant and Soil. – 1993. – V. 152. – P. 1–18.

214. Hawwell, R.W. The soybean / R.W. Hawwell. – New York, 1963. – 109 p.

215. Hiltner, L. Über, neuere Erfahrungen und Problem auf dem Gebiet der Bödenbakteriologie und unter besonderer Berücksichtigung der Grundungung und Brache / L. Hiltner // Arb Dtsch. Landwirt. Ges. – 1904. – V. 98. – P. 59–78.

216. Hong, Y. Biological consequences; of plasmid transformation of the plant growth promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR 12-2 / Y. Hong, J.J. Pasternak, B R. Glick // Can. J. Microbiol. – 1991. – V. 37. – P. 796–799.

217. Jacobs, W.P. The role of auxin in inductive phenomena / W.P. Jacobs // Biol. Plant. – 1985. – V. 27. – P. 303–309.

218. Meallengni, G. Chlormequat (CCC) per la concia dei cereal / G. Meallengni, E. Orsi. – Sementi Ellette. – 1985. – T. 31. – № 1-2. – P. 43–47.

219. Мельник, С.І. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / С.І. Мельник, В.А. Жилкін, М.М. Гаврилюк и др. – Киев, 2007. – 54 с.

220. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Волкогон, А.С. Заришняк, І.В. Гриник, О.М. Бердніков, Л.В. Центилю. – Киев: Аграрна наука, 2011. – 156 с.

221. Miller, C. Isolation, structure and synthesis of kinetin, a substance promoting cell division / C. Miller, F. Skoog, F. Okumura. – J. Amer. Chem. Soc. – 1956. – V. 78. – P. 1375.

222. Olsen, S.R. Micronutrient interaction / S.R. Olsen // Micronutrients in agriculture / Soil Sci. of America. Madison. Wis. – 1972. – P. 243.

223. Olson, E.R. Biotechnology / E.R. Olson, M.J. Sadowsky, D.P.S. Verma. – 1985. – V. 3. – P. 143–149.

224. Paul, E.A. Soil microbiology and biochemistry / E.A. Paul, F.E. Clark // Academic Press, San Diego, Calif., 1996. – 236 p.

225. Sheoran, I.S. Effect of Heavy metals on photosynthesis in higher plant / I.S. Sheoran, R. Singh, Y.P. Abrol, P. Mohanty // Photosynthesis. Photoreaction to plant productivity. – 1993. – P. 453–468.

226. Spaink, H.P. The molecular basis of infection and nodulation by rhizobia: the ins and outs of symbiogenesis / H.P. Spaink // Annu. Rev. Phytopathol. – 1995. – V. 33. – P. 345–368.

227. Suge, M. Ethylene and gibberellins, regulation of intermodal elongation and model root development in floating rice / M. Suge // Plant and cell physiol. – 1985. – V. 26. – № 4. – P. 607–614.

228. Toma, S. The microelements role in optimization of mineral nutrition and plant adaptation to unfavorable environment condition / S. Toma, S. Veliksar // Изв. АН Респ. Молдова / Биохим. и хим. науки. – 1995. – № 5. – P. 3–8.

229. Varner, J.E. Gibberellin control of secretory tissues / J.E. Varner // The chemistry and biochemistry of plant hormones. – New York. London: Academic Press, 1974. – P. 125–130.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Погодные условия 2012–2013 гг. в сравнении со среднемноголетними значениями,
метеостанция WeatherLink, 2012–2013 гг.

Месяц	Количество осадков, мм		Температура, °С	
	среднемного- летнее	за отчет- ный год	среднемного- летняя	за отчет- ный год
Октябрь	59,8	3,0	11,9	15,5
Ноябрь	55,9	0,0	5,3	7,8
Декабрь	40,4	20,0	0,5	0,9
Январь	33,9	22,0	-2,0	1,8
Февраль	29,7	5,6	-1,0	4,3
Март	34,8	59,4	3,7	6,5
Октябрь-март: сумма среднее	254,5	110,0	3,1	6,1
Апрель	46,5	20,4	11,2	12,7
Май	64,2	48,2	16,6	19,7
Июнь	76,5	70,4	20,3	21,9
Июль	56,9	123,3	23,1	23,3
Август	55,6	43,1	22,5	23,5
Сентябрь	43,6	101,0	17,3	15,6
Апрель-сентябрь: сумма среднее	343,3	406,4	18,5	19,4
Итого: сумма среднее	597,8	516,4	10,8	12,8

Погодные условия 2013–2014 гг. в сравнении со среднемноголетними значениями,
метеостанция WeatherLink, 2013–2014 гг.

Месяц	Количество осадков, мм		Температура, °С	
	среднемного- летнее	за отчет- ный год	среднемного- летняя	за отчет- ный год
Октябрь	51,2	28,4	10,9	10,7
Ноябрь	45,0	33,6	5,1	7,5
Декабрь	40,8	37,0	0,2	-1,9
Январь	34,4	68,0	-2,0	-0,9
Февраль	29,6	22,6	-1,0	1,1
Март	34,9	44,4	3,7	6,5
Октябрь-март: сумма среднее	235,9	234,0	2,8	3,8
Апрель	46,5	47,8	11,2	11,2
Май	64,5	91,3	16,6	18,5
Июнь	76,3	64,0	20,3	20,9
Июль	56,5	26,8	23,1	24,5
Август	55,1	17,7	22,6	25,5
Сентябрь	43,8	54,6	17,3	18,1
Апрель-сентябрь: сумма среднее	342,7	302,2	18,5	19,8
Итого: сумма среднее	578,6	536,2	10,7	11,8

Погодные условия 2014–2015 гг. в сравнении со среднемноголетними значениями,
метеостанция WeatherLink, 2014–2015 гг.

Месяц	Количество осадков, мм		Температура, °С	
	среднемного- летнее	за отчет- ный год	среднемного- летняя	за отчет- ный год
Октябрь	50,9	27,8	10,8	9,7
Ноябрь	44,6	12,2	5,1	4,0
Декабрь	40,4	12,4	0,2	2,9
Январь	34,2	21,8	-2,0	-0,3
Февраль	29,6	24,0	-1,0	1,5
Март	34,7	19,1	3,8	6,4
Октябрь-март: сумма среднее	234,4	117,3	2,8	4,0
Апрель	46,4	43,6	11,2	10,1
Май	64,6	69,6	16,6	16,9
Июнь	76,7	102,4	20,3	21,4
Июль	56,2	40,6	23,1	23,6
Август	54,4	4,0	22,6	25,2
Сентябрь	43,4	17,5	17,4	22,1
Апрель-сентябрь: сумма среднее	341,7	277,7	18,5	19,9
Итого: сумма среднее	576,1	395,0	10,6	12,0

Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на густоту стояния и сохранность растений сои к уборке,
2013–2015 гг.

Препарат	Густота всходов растений, шт./м ²			Густота стояния растений, шт./м ²			Сохранность растений, %		
	год исследований								
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Контроль (без обработки)	40,0	46,3	23,1	37,5	42,2	20,8	93,8	91,1	90,0
Нитрофикс П (2 кг/т)	41,1	47,3	24,9	39,5	44,0	23,0	96,1	93,0	92,4
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	43,3	46,9	23,7	40,9	43,1	21,5	94,5	91,9	90,7
НитрофиксП (2 кг/т) + пленкооб- разователь	43,8	49,6	25,2	43,5	47,6	23,9	99,3	96,0	94,8
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкооб- разователь	44,4	49,5	23,5	41,5	47,9	21,7	93,5	96,8	92,3

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в широкорядном посеве на густоту стояния и сохранность растений сои к уборке,
2013–2015 гг.

Препарат	Густота всходов растений, шт./м ²			Густота стояния растений, шт./м ²			Сохранность растений, %		
	год исследований								
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Контроль (без обработки)	45,0	46,7	23,1	43,1	43,8	21,6	95,8	93,8	93,5
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	45,1	46,8	23,9	43,5	44,2	22,6	96,5	94,4	94,6
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	44,3	47,9	24,5	43,1	46,0	23,4	97,3	96,0	95,5
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	42,5	47,7	25,3	41,0	45,4	24,0	96,5	95,2	94,9
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка(0,7 л/га)	46,1	48,2	24,6	45,3	47,0	23,8	98,3	97,5	96,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	45,5	47,5	24,9	45,0	46,4	24,2	98,9	97,7	97,2

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в рядовом посеве на густоту стояния и сохранность растений сои к уборке, 2013–2015 гг.

Препарат	Густота всходов растений, шт./м ²			Густота стояния растений, шт./м ²			Сохранность растений, %		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Контроль (без обработки)	44,7	46,2	22,5	42,4	43,0	20,8	94,9	93,1	92,4
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	45,2	49,2	23,5	43,1	46,2	21,9	95,4	93,9	93,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	42,9	48,8	24,2	41,2	46,2	22,8	96,0	94,7	94,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	42,3	49,6	25,0	40,3	47,6	23,2	95,3	96,0	92,8
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	45,8	45,4	24,6	44,4	43,6	23,4	96,9	96,0	95,1
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка(0,7 л/га)	44,6	44,9	25,0	43,7	43,2	23,8	97,9	96,2	95,2

Даты наступления основных фаз вегетации растений сои
при обработке семян ризобияльными препаратами, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Даты, ДД.ММ					
		всходы	ветвление	цветение	образование бобов	налив семян	полная спелость
Контроль (без обработки)	2013	15.05	09.06	16.06	28.06	27.07	26.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	30.07	26.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	27.07	17.08
Нитрофикс П (2 кг/т)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	29.07	30.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	31.07	28.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	28.07	19.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	29.07	30.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	31.07	28.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	28.07	19.08
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	30.07	31.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	01.08	29.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	29.07	20.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	30.07	31.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	01.08	29.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	29.07	20.08

Продолжительность межфазных периодов вегетации растений сои при обработке семян ризобияльными препаратами, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Период, дней							
		посев – всходы	всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – образование бобов	образование бобов – налив семян	налив семян – полная спелость	всходы – полная спелость	посев – полная спелость
Контроль (без обработки)	2013	9	25	7	12	29	30	99	108
	2014	7	24	7	10	26	27	93	100
	2015	8	26	8	11	20	21	91	99
НитрофиксП (2 кг/т)	2013	9	25	7	13	30	31	101	110
	2014	7	24	7	10	27	28	95	102
	2015	8	26	8	11	21	22	93	101
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	9	25	7	13	30	31	101	110
	2014	7	24	7	10	27	28	95	102
	2015	8	26	8	11	21	22	93	101
НитрофиксП (2 кг/т) + пленкообразователь	2013	9	25	7	13	31	31	102	111
	2014	7	24	7	10	28	28	96	103
	2015	8	26	8	11	22	22	94	102
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2013	9	25	7	13	31	31	102	111
	2014	7	24	7	10	28	28	96	103
	2015	8	26	8	11	22	22	94	102

Даты наступления основных фаз вегетации растений сои при обработке
ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в широкорядном посеве,
2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Даты, ДД.ММ					
		всходы	ветвление	цветение	образование бобов	налив семян	полная спелость
Контроль (без обработки)	2013	15.05	09.06	16.06	28.06	27.07	26.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	30.07	26.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	27.07	17.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	29.07	30.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	31.07	28.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	28.07	19.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	29.07	30.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	31.07	28.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	28.07	19.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	30.07	31.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	01.08	29.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	29.07	20.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	30.07	31.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	01.08	29.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	29.07	20.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	31.07	01.09
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	02.08	30.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	30.07	21.08

Продолжительность межфазных периодов вегетации растений сои
при обработке ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в широкорядном посеве, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Период, дней							
		посев – всходы	всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – образование бобов	образование бобов – налив семян	налив семян – полная спелость	всходы – полная спелость	посев – полная спелость
Контроль (без обработки)	2013	9	25	7	12	29	30	99	108
	2014	7	24	7	10	26	27	93	100
	2015	8	26	8	11	20	21	91	99
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	9	25	7	13	30	31	101	110
	2014	7	24	7	10	27	28	95	102
	2015	8	26	8	11	21	22	93	101
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	9	25	7	13	31	31	102	111
	2014	7	24	7	10	28	28	96	103
	2015	8	26	8	11	22	22	94	102
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	9	25	7	13	31	31	102	111
	2014	7	24	7	10	28	28	96	103
	2015	8	26	8	11	22	22	94	102
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	9	25	7	13	31	31	102	111
	2014	7	24	7	10	28	28	96	103
	2015	8	26	8	11	22	22	94	102
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	9	25	7	13	32	31	103	112
	2014	7	24	7	10	29	28	96	103
	2015	8	26	8	11	23	22	94	102

Даты наступления основных фаз вегетации растений сои при обработке
ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в рядовом посеве, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Даты, ДД.ММ					
		всходы	ветвление	цветение	образование бобов	налив семян	полная спелость
Контроль (без обработки)	2013	15.05	09.06	16.06	28.06	27.07	26.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	30.07	26.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	27.07	17.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	29.07	30.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	31.07	28.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	28.07	19.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	29.07	30.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	31.07	28.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	28.07	19.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	30.07	31.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	01.08	29.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	29.07	20.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	30.07	31.08
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	01.08	29.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	29.07	20.08
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	15.05	09.06	16.06	29.06	31.07	01.09
	2014	24.05	17.06	24.06	04.07	02.08	30.08
	2015	23.05	18.06	26.06	07.07	30.07	21.08

Продолжительность межфазных периодов вегетации растений сои
при обработке ризобиальным препаратом и стимуляторами роста
в рядовом посеве,
2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Период, дней							
		посев – всходы	всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – образование бобов	образование бобов – налив семян	налив семян – полная спелость	всходы – полная спелость	посев – полная спелость
Контроль (без обработки)	2013	9	25	7	12	29	30	99	108
	2014	7	24	7	10	26	27	93	100
	2015	8	26	8	11	20	21	91	99
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	9	25	7	13	30	31	101	110
	2014	7	24	7	10	27	28	95	102
	2015	8	26	8	11	21	22	93	101
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	9	25	7	13	31	31	102	111
	2014	7	24	7	10	28	28	96	103
	2015	8	26	8	11	22	22	94	102
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	9	25	7	13	31	31	102	111
	2014	7	24	7	10	28	28	96	103
	2015	8	26	8	11	22	22	94	102
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удоб- рение Нагро универ- сальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	9	25	7	13	31	31	102	111
	2014	7	24	7	10	28	28	96	103
	2015	8	26	8	11	22	22	94	102
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удоб- рение Нагро универ- сальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	9	25	7	13	32	31	103	112
	2014	7	24	7	10	29	28	96	103
	2015	8	26	8	11	23	22	94	102

**Влияние обработки семян ризобияльными препаратами
на динамику высоты растений сои, 2013–2015 гг.**

Препарат	Год исследований	Фазы развития растений					
		ветвление		цветение		образование бобов	
		высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см	высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см	высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см
Контроль (без обработки)	2013	32	1,3	55	3,3	82	2,3
	2014	21	0,9	34	1,9	70	3,6
	2015	30	1,2	50	2,5	80	2,7
Нитрофикс П (2 кг/т)	2013	38	1,5	59	3,0	86	2,1
	2014	23	1,0	37	2,0	71	3,4
	2015	37	1,4	53	1,5	86	3,0
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	38	1,5	58	2,9	85	2,1
	2014	22	0,9	35	1,9	70	3,5
	2015	37	1,4	52	1,9	83	2,8
НитрофиксП (2 кг/т) + пленкообразователь	2013	38	1,5	61	3,3	93	2,5
	2014	24	1,0	39	2,1	73	3,4
	2015	39	1,5	55	2,0	90	3,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2013	39	1,6	61	3,1	92	2,4
	2014	23	1,0	39	2,3	69	3,0
	2015	39	1,5	54	1,9	88	3,1

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в широкорядном посеве на динамику высоты растений сои, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Фазы развития растений					
		ветвление		цветение		образование бобов	
		высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см	высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см	высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см
Контроль (без обработки)	2013	32	1,3	53	3,0	78	2,1
	2014	20	0,8	34	2,0	65	3,1
	2015	31	1,2	50	2,4	74	2,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	32	1,3	54	3,1	79	1,9
	2014	22	0,9	34	1,7	66	3,2
	2015	32	1,2	58,2	2,5	76	2,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	32	1,3	54	3,1	80	2,0
	2014	22	0,9	34	1,7	68	3,4
	2015	33	1,3	53	2,5	76	2,1
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	33	1,3	56	3,3	80	1,8
	2014	22	0,9	34	1,7	70	3,6
	2015	33	1,3	54	2,6	79	2,3
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	34	1,4	56	3,1	80	1,8
	2014	22	0,9	36	2,0	69	3,3
	2015	33	1,3	54	2,6	80	2,4
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	35	1,4	58	3,3	82	1,9
	2014	22	0,9	36	2,0	69	3,3
	2015	34	1,3	55	2,6	81	2,4

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в рядовом посеве на динамику высоты растений сои, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Фазы развития растений					
		ветвление		цветение		образование бобов	
		высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см	высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см	высота растений, см	среднесуточный прирост высоты, см
Контроль (без обработки)	2013	24	1,0	42	2,6	61	1,6
	2014	20	0,8	34	2,0	67	3,3
	2015	28	1,1	45	2,1	64	1,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	24	1,0	42	2,6	61	1,5
	2014	20	0,8	36	2,3	68	3,2
	2015	28	1,1	45	2,1	64	1,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	24	1,0	42	2,6	61	1,5
	2014	20	0,8	36	2,3	69	3,3
	2015	28	1,1	45	2,1	64	1,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	24	1,0	41	2,4	62	1,6
	2014	20	0,8	39	2,7	70	3,1
	2015	29	1,1	46	2,1	65	1,7
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	24	1,0	41	2,4	63	1,7
	2014	20	0,8	36	2,3	71	3,5
	2015	28	1,1	45	2,1	66	1,9
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	24	1,0	42	2,6	64	1,7
	2014	20	0,8	37	2,4	72	3,5
	2015	29	1,1	46	2,1	67	1,9

Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на динамику образования количества и массы сырых клубеньков растениями сои, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Количество клубеньков, шт./м ²			Масса сырых клубеньков, г/м ²		
		фаза развития			фаза развития		
		ветвление	цветение	образование бобов	ветвление	цветение	образование бобов
Контроль (без обработки)	2013	1 800	2 090	2 260	7,5	15,7	20,9
	2014	1 760	1 680	2 050	5,4	12,2	19,0
	2015	830	1 000	1 100	3,6	7,0	9,6
Нитрофикс П (2 кг/т)	2013	2 490	3 160	3 320	10,5	22,3	28,6
	2014	1 792	1 860	2 220	8,4	16,9	24,4
	2015	868	1 118	1 204	5,3	12,6	14,8
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	1 970	2 410	3 240	8,8	18,7	24,1
	2014	1 740	1 800	2 250	5,8	12,6	21,6
	2015	910	1 205	1 380	4,6	9,0	11,6
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	2013	2 520	3 220	3 650	12,8	22,0	32,0
	2014	1 750	1 890	2 280	9,4	20,1	27,0
	2015	860	1 280	1 300	6,4	12,0	16,2
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2013	2 150	3 080	3 580	9,2	20,8	27,0
	2014	1 730	1 840	2 350	7,8	15,9	22,3
	2015	1 010	1 205	1 250	6,8	10,0	19,6

Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на динамику
нарастания листовой поверхности растениями сои,
(м² площади листа/м² площади посева), 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследо- ваний	Индекс площади листьев м ² /м ² по фазам вегетации		
		цветение	образование бобов	налив семян
Контроль (без обработки)	2013	3,92	4,30	3,22
	2014	3,20	3,56	2,63
	2015	1,48	2,79	2,32
Нитрофикс П (2 кг/т)	2013	4,03	4,56	3,47
	2014	3,66	4,18	2,74
	2015	2,09	3,03	2,58
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	3,96	4,48	3,32
	2014	3,48	4,02	2,80
	2015	2,00	3,10	2,40
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкооб- разователь	2013	4,24	4,94	3,81
	2014	3,84	4,88	3,25
	2015	2,38	3,43	3,00
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкооб- разователь	2013	4,09	4,72	3,63
	2014	3,78	4,64	3,14
	2015	2,02	3,34	2,78

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в широкорядном посеве на динамику нарастания листовой поверхности
растений сои, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследо- ваний	Индекс площади листьев м ² /м ² по фазам вегетации		
		цветение	образование бобов	налив семян
Контроль (без обработки)	2013	3,90	4,27	3,20
	2014	3,40	3,63	2,64
	2015	1,50	2,66	2,26
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	3,95	4,48	3,31
	2014	3,61	4,12	2,83
	2015	2,10	2,95	2,30
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	4,10	4,70	3,64
	2014	3,65	4,23	3,05
	2015	2,18	3,00	2,43
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	4,12	4,71	3,62
	2014	4,02	4,64	3,43
	2015	2,28	3,23	2,80
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	4,30	4,64	3,58
	2014	3,70	4,36	3,28
	2015	2,40	3,55	3,05
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	4,28	5,40	3,92
	2014	4,21	5,25	3,64
	2015	2,50	3,74	3,58

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в рядовом посеве на динамику нарастания листовой поверхности
растений сои, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Индекс площади листьев м ² /м ² по фазам вегетации		
		цветение	образование бобов	налив семян
Контроль (без обработки)	2013	2,35	2,53	2,14
	2014	2,05	2,15	1,91
	2015	1,38	2,10	2,00
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	2,52	2,75	2,38
	2014	2,20	2,34	2,12
	2015	1,40	2,15	2,10
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	2,78	2,95	2,63
	2014	2,43	2,51	2,34
	2015	1,69	2,56	2,10
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	2,80	3,00	2,66
	2014	2,53	2,64	2,42
	2015	2,00	3,03	2,35
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	2,84	3,05	3,06
	2014	2,55	2,69	2,49
	2015	2,10	3,23	2,73
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	3,00	3,24	3,92
	2014	2,57	2,68	2,48
	2015	2,25	3,56	3,28

Показатели фотосинтетической деятельности растений сои
при обработке семян ризобияльными препаратами, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, тыс. м ² /га·сут	ЧПФ, г/м ² ·сут
Контроль (без обработки)	2013	43,0	949,4	4,26
	2014	35,6	786,0	2,25
	2015	27,9	616,0	2,65
Нитрофикс П (2 кг/т)	2013	45,6	1 033,5	4,24
	2014	41,8	949,6	2,04
	2015	30,3	688,3	2,57
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	44,8	1 012,2	4,35
	2014	40,2	906,1	2,11
	2015	31,0	698,7	2,53
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	2013	49,4	1 174,8	4,22
	2014	48,8	1 158,2	1,85
	2015	34,3	814,0	2,43
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2013	47,2	1 113,9	4,25
	2014	46,4	1 097,4	1,87
	2015	33,4	789,9	2,39

Показатели фотосинтетической деятельности растений сои при обработке
семян ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в широкорядном и рядовом посевах, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Максимальная площадь листьев, тыс. м ² /га		ФП, тыс. м ² /га·сут		ЧПФ, г/м ² ·сут	
		способы посева					
		широко-рядный	рядовой	широко-рядный	рядовой	широко-рядный	рядовой
Контроль (без обработки)	2013	42,7	25,3	943,2	598,9	4,24	4,82
	2014	36,3	21,5	801,8	509,0	2,10	2,44
	2015	26,6	21,0	587,5	497,1	2,70	2,39
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	44,8	27,5	1 007,5	681,4	4,29	4,59
	2014	41,2	23,4	926,5	581,9	1,96	2,31
	2015	29,5	21,5	663,4	534,6	2,59	2,40
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	47,0	29,5	1 121,5	747,9	4,08	4,48
	2014	42,3	25,1	1 007,2	638,4	1,89	2,24
	2015	30,0	25,6	714,3	651,1	2,64	2,11
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	47,1	30,0	1 131,3	752,6	4,23	4,62
	2014	46,4	26,4	1 116,8	662,3	1,78	2,22
	2015	32,3	30,3	777,4	760,1	2,43	1,86
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	46,4	30,5	1 118,5	791,9	4,31	4,59
	2014	43,6	26,9	1 053,3	698,4	1,92	2,19
	2015	35,5	32,3	857,6	838,6	2,24	1,75
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	54,0	32,4	1 342,7	868,4	3,95	4,44
	2014	52,5	26,8	1 303,1	718,3	1,70	2,25
	2015	37,4	35,6	928,3	954,2	2,27	1,62

Влияние обработки семян ризобияльными препаратами
на динамику накопления сухого вещества растениями сои, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Накопление сухого вещества растениями сои, кг/га		
		цветение	образование бобов	налив семян
Контроль (без обработки)	2013	7 851	9 525	13 459
	2014	3 342	4 056	5 730
	2015	3 103	3 764	5 321
Нитрофикс П (2 кг/т)	2013	8 665	10 536	14 868
	2014	3 693	4 486	6 330
	2015	3 426	4 165	5 878
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	8 682	10 431	14 738
	2014	3 696	4 440	6 274
	2015	3 431	4 124	5 827
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	2013	9 828	11 933	16 830
	2014	4 184	5 080	7 165
	2015	3 886	4 717	6 653
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2013	9 281	11 266	15 940
	2014	3 952	4 796	6 789
	2015	3 669	4 454	6 305

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
в широкорядном и рядовом посевах
на динамику накопления сухого вещества растениями сои, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Накопление сухого вещества растениями сои, кг/га					
		цветение		образование бобов		налив семян	
		способы посева					
		широкорядный	рядовой	широкорядный	рядовой	широкорядный	рядовой
Контроль (без обработки)	2013	7803	5651	9466	6859	13372	9685
	2014	3198	2379	3880	2886	5482	4077
	2015	3058	2276	3709	2760	5239	3900
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	8502	6116	10322	7426	14567	10485
	2014	3485	2574	4231	3126	5971	4414
	2015	3331	2463	4044	2990	5708	4222
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	9061	6595	11006	8009	15522	11305
	2014	3715	2776	4512	3372	6362	4759
	2015	3550	2655	4313	3226	6082	4553
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	9473	6914	11511	8397	16235	11849
	2014	3883	2911	4718	3535	6655	4988
	2015	3712	2784	4510	3381	6362	4772
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро уни- версальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	9464	7259	11492	8817	16222	12441
	2014	3879	3055	4710	3712	6649	5237
	2015	3709	2923	4503	3551	6357	5010
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удоб- рение Нагро универ- сальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	10473	7778	12729	9456	17954	13332
	2014	4293	3274	5218	3980	7359	5612
	2015	4104	3132	4987	3808	7036	5369

Влияние обработки семян ризобияльными препаратами
на структуру урожая растений сои, 2013–2015 гг.

Препарат	Год исследований	Густота стояния растений, шт./м ²	Количество на растении, шт.		Масса 1000 семян, г
			бобов	семян	
Контроль (без обработки)	2013	37,5	24	45	184
	2014	42,2	14	26	134
	2015	20,8	28	58	104
Нитрофикс П (2 кг/т)	2013	39,5	28	50	181
	2014	44,0	16	27	132
	2015	23,0	28	64	108
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	40,9	27	49	184
	2014	43,2	15	26	134
	2015	21,5	29	62	104
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	2013	43,5	26	51	184
	2014	47,5	17	28	135
	2015	23,9	37	72	103
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	2013	41,5	24	48	186
	2014	47,8	16	27	135
	2015	21,7	34	67	106

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
на структуру урожая растений сои в широкорядном посеве,
2013–2015 гг.

Препарат	Год исследования	Густота стояния растений, шт./м ²	Количество на растении, шт.		Масса 1000 семян, г
			бобов	семян	
Контроль (без обработки)	2013	43,1	23	44	181
	2014	43,8	13	25	131
	2015	21,6	26	54	105
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	43,5	26	47	176
	2014	44,2	15	26	133
	2015	22,6	29	58	107
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	43,1	26	48	179
	2014	46,0	14	27	130
	2015	23,4	30	60	107
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	41,0	27	50	179
	2014	45,4	16	28	132
	2015	24,0	30	61	110
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая под- кормка (0,7 л/га)	2013	45,3	28	47	180
	2014	47,0	17	26	134
	2015	23,8	31	60	110
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая под- кормка (0,7 л/га)	2013	45,0	28	47	180
	2014	46,4	18	28	137
	2015	24,2	30	62	107

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
на структуру урожая растений сои в рядовом посеве,
2013–2015 гг.

Препарат	Год исследования	Густота стояния растений, шт./м ²	Количество на растении, шт.		Масса 1000 семян, г
			бобов	семян	
Контроль (без обработки)	2013	42,4	20	35	170
	2014	43,0	11	18	132
	2015	20,8	23	46	104
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	2013	43,1	20	38	168
	2014	46,2	12	20	136
	2015	21,9	24	50	103
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	2013	41,2	21	39	169
	2014	46,2	13	21	133
	2015	22,8	23	51	104
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	2013	40,3	22	41	168
	2014	47,6	13	22	132
	2015	23,2	25	52	105
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	44,4	22	40	169
	2014	43,6	14	24	133
	2015	23,4	24	51	105
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	2013	43,7	23	40	169
	2014	43,2	15	24	129
	2015	23,8	26	52	104

Влияние обработки семян ризобияльными препаратами на урожайность сои,
т/га, 2013–2015 гг.

Препарат	Повторность	Год исследования		
		2013	2014	2015
Контроль (без обработки)	I	2,59	1,10	0,98
	II	2,92	1,06	1,21
	III	2,44	1,17	1,10
	IV	2,56	1,13	0,85
Нитрофикс П (2 кг/т)	I	2,63	1,31	1,31
	II	3,04	1,11	1,20
	III	2,45	1,20	1,17
	IV	2,81	1,23	1,01
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	I	2,90	1,10	1,14
	II	2,95	1,25	1,17
	III	2,68	1,27	1,19
	IV	2,74	1,15	1,04
Нитрофикс П (2 кг/т) + пленкообразователь	I	2,94	1,31	1,30
	II	3,05	1,35	1,30
	III	2,86	1,30	1,27
	IV	2,83	1,33	1,10
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + пленкообразователь	I	2,74	1,26	1,25
	II	2,70	1,30	1,28
	III	2,67	1,37	1,29
	IV	2,72	1,28	1,07

Влияние обработки ризобияльным препаратом и стимуляторами роста
на урожайность сои, т/га, 2013–2015 гг.

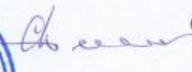
Препарат	Повторность	Год исследования					
		2013		2014		2015	
		способ посева					
		широкорядный	рядовой	широкорядный	рядовой	широкорядный	рядовой
Контроль (без обработки)	I	2,68	2,01	1,05	0,78	0,99	0,72
	II	2,55	2,17	1,00	0,82	0,83	0,79
	III	2,49	1,93	1,16	0,90	1,15	0,86
	IV	2,60	1,88	1,04	0,86	1,08	0,87
Нитрофикс Ж (2,5 л/т)	I	2,76	1,99	1,09	0,85	1,06	0,79
	II	2,85	2,36	1,12	0,85	1,02	0,82
	III	2,56	1,99	1,25	0,94	1,19	0,94
	IV	2,66	1,91	1,10	0,92	1,15	0,92
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Альбит (50 мл/т)	I	2,69	1,98	1,30	0,88	1,12	0,85
	II	2,86	2,38	1,12	0,87	1,08	0,90
	III	2,55	2,01	1,14	0,93	1,25	0,88
	IV	2,90	1,96	1,24	0,95	1,20	0,93
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т)	I	2,67	2,16	1,38	1,02	1,27	0,84
	II	2,78	2,15	1,18	0,96	1,15	1,06
	III	2,80	2,04	1,14	0,89	1,12	1,03
	IV	2,76	1,96	1,26	0,94	1,26	0,92
Нитрофикс Ж (2,5 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	I	2,79	2,19	1,26	0,90	1,24	0,87
	II	2,88	2,15	1,14	1,08	1,16	1,03
	III	2,79	2,21	1,16	0,93	1,14	0,85
	IV	2,71	2,08	1,30	0,98	1,18	1,01
Нитрофикс Ж (2,5 л/т) + Нагро биоэнергетик (0,7 л/т); Биоорганическое удобрение Нагро универсальное – 3-кратная некорневая подкормка (0,7 л/га)	I	2,77	2,24	1,19	0,92	1,25	0,95
	II	2,87	2,29	1,28	1,00	1,20	1,07
	III	2,79	2,24	1,26	0,95	1,14	1,11
	IV	2,70	2,16	1,30	0,97	1,28	1,00

Акт внедрения научно-технологических разработок в КФХ Денисенко С.Д.
с. Отрадо-Ольгинского Гулькевичского района Краснодарского края

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Настоящий акт подтверждает, что под научным руководством кандидата с.-х. наук Шабалдас О.Г., сотрудника ФГБНУ ВНИИМК, при непосредственном участии младшего научного сотрудника лаборатории агротехнологий ФГБНУ «АОС ВНИИМК», аспиранта – заочника ФГБНУ ВНИИМК Агафонова О.М. в условиях КФХ Денисенко С.Д., Краснодарского края, Гулькевичского района, с. Отрадо-Ольгинского в период 2014-2016 гг. на площади 2 га проводилось внедрение агроприема – предпосевной обработки семян сои ризобияльными препаратами, направленной на повышение урожайности семян, с последующим севом семян.

В результате применения обработки семян ризобияльным препаратом Нитрофикс П (2 кг/т) совместно с пленкообразующим комплексом препаратов инкрустирования семян (КПИС) была получена прибавка урожая к контролю (в среднем за исследуемый период) - 12,9 %.

ИП, глава КФХ Денисенко  С.Д. Денисенко



Акт внедрения научно-технологических разработок в «ООО Гибрид»,
г. Армавир Краснодарского края

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

Настоящий акт подтверждает, что под научным руководством кандидата с.-х. наук Шабалдас О.Г., сотрудника ФГБНУ ВНИИМК, при непосредственном участии младшего научного сотрудника лаборатории агротехнологий ФГБНУ «АОС ВНИИМК», аспиранта – заочника ФГБНУ ВНИИМК Агафонова О.М. в условиях «ООО Гибрид» г. Армавир в 2014-2016 гг. на площади 3 га проводилось внедрение агроприема – предпосевной обработки семян сои ризобияльным препаратом Нитрофикс Ж совместно со стимуляторами роста с последующим севом семян, направленных на повышение урожайности семян сои.

В результате применения обработки семян ризобияльным препаратом «Нитрофикс Ж» (2,5 л/т) совместно с регулятором роста «Nagro биоэнергетик» (0,7 л/т) была получена прибавка урожая к контролю (в среднем за исследуемый период) – 14%.

Директор



Р.Н. Зайцев