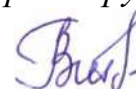


*На правах рукописи*



**Грицина Виталий Геннадьевич**

**ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО И ПРОДУКТИВНОСТЬ  
СОРТОВ СОИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ  
В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЦЧР**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Воронеж  
2022

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина».

**Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
**Котлярова Екатерина Геннадьевна.**

Официальные оппоненты: **Солодовников Анатолий Петрович**,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
федеральное государственное бюджетное образова-  
тельное учреждение высшего образования «Саратов-  
ский государственный аграрный университет имени  
Н.И. Вавилова», кафедра земледелия, мелиорации и  
агрохимии, профессор;

**Бельшкіна Марина Евгеньевна**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, федеральное  
государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный агроинженерный центр  
ВИМ», лаборатория прогнозирования развития  
систем машин и технологий в АПК, старший науч-  
ный сотрудник.

**Ведущая организация:** федеральное государственное бюджетное научное  
учреждение «Воронежский федеральный аграрный  
научный центр имени В.В. Докучаева».

Защита диссертации состоится 8 сентября 2022 г. в 12:00 на заседании  
диссертационного совета Д 220.010.03, созданного на базе федерального госу-  
дарственного бюджетного образовательного учреждения высшего образова-  
ния «Воронежский государственный аграрный университет имени императора  
Петра I» по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ауд. 268;

Тел./факс: 8(473) 253-86-51; E-mail: d220.010.03@mail.ru.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библио-  
теке ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ и на сайтах: ВАК Министерства науки и  
высшего образования РФ – <http://vak3.ed/gov.ru> и ФГБОУ ВО Воронежский  
ГАУ – <http://ds.vsau.ru>.

Автореферат размещён на сайтах и разослан 6 июля 2022 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета



Т.Г. Ващенко

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Стремительный рост производства сои в мире и России обусловлен тем, что культура является источником белка, гораздо более дешёвого, чем животный, большим спросом в странах её исторического потребления, высокой доходностью и востребованностью различными отраслями промышленности. Соя занимает преобладающую долю общего объёма производства масличных культур – 61 %. В Белгородской области необходимость производства сои вызвана масштабным развитием животноводства. С этим связана задача экологически безопасной утилизации большого количества органического сырья (более 15 млн т в год), 30 % из которого приходится на птичий помёт. На фоне значительного удорожания минеральных удобрений в последнее время при рациональном использовании органические удобрения могут стать эффективной альтернативой.

Решение задачи расширения производства сои в Центральном Черноземье связана не столько с увеличением посевных площадей (доля культуры в структуре в настоящий момент значительна – часто достигает 30 %), сколько с повышением её продуктивности. Соя обладает высоким продукционным потенциалом, который в производственных условиях не реализуется и наполовину. Получение высоких и устойчивых урожаев семян сои основано на изучении сортовых особенностей её продукционного процесса, способов его регулирования, в том числе путём оптимизации питательного режима.

В настоящее время задача, стоящая перед сельхозтоваропроизводителями сои, заключается в максимально полном удовлетворении потребностей культуры в элементах питания, усилении симбиотической фиксации азота, вовлечении этого дефицитного элемента питания растений в биологический круговорот. При этом важнейшим условием является повышение продуктивности культуры при обязательном сохранении плодородия почвы.

**Степень разработанности темы исследования.** Значительный вклад в решение проблемы повышения продуктивности сои внесли В.Б. Енкен (1959), Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранов (1984), С.В. Кадыров, В.А. Федотов (1998, 2004), О.В. Столяров (2002), Н.С. Шевченко с соавт. (2008), А.В. Амелин с соавт. (2011), А.Ю. Некрасов (2020). Оценке характера (стимулирующего или ингибирующего) влияния видов и доз различных удобрений на симбиотическую активность и эффективность использования биологического азота посвящены работы М.Л. Таова (2001), А.А. Абаева (2011), В.Ю. Сыромятникова (2011), Х.А. Хамкова (2018), Р.Г. Гаджиумарова (2019), О.Г. Шабалдас и др. (2020). Вопросы влияния органических удобрений, в том числе и птичьего помёта, на урожайность сои и плодородие почв рассмотрены в работах L.C. Purcell et al. (1996), А.Ю. Трифонова (2001), В.И. Титовой и др. (2004, 2009), С.Т. Талыбова, А.Ф. Ахмедова (2018), С.Д. Лицукова с соавт. (2019). Предпочтение минеральным удобрениям при выращивании сои отдают Т.В. Мухортова (2001), С.С. Барсуков, А.С. Барсуков (2005), А.Р. Gaspar et al. (2017). Анализ эффективности микроэлементных удобрений посвящены исследования Н.М. Тишкова с соавт. (2007,

2014, 2017), В.А. Воронцова с соавт. (2013), А.В. Щеголькова (2015), М.Е. Бельшикиной (2021) и многих других. Однако опытов по сравнительному изучению эффективности различных видов удобрений и их сочетаний на продуктивность сои и плодородие почв до сих пор не проводилось.

**Цель диссертационного исследования** заключается в повышении плодородия чернозема типичного, продуктивности сои и экономической эффективности её производства на основе сравнительного анализа действия и взаимодействия органического, минерального и микроудобрения при выращивании сортов разных групп спелости в юго-западной части Центрального Черноземья.

Для достижения заявленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

- выявить эффективность действия и взаимодействия органического и минеральных удобрений на агрофизические, биологические и агрохимические свойства чернозёма типичного;

- оценить динамику формирования симбиотического аппарата сортов сои разных групп спелости в течение вегетации в зависимости от варианта использования удобрений;

- определить показатели фотосинтетической активности растений сои раннеспелого и среднеспелого сортов при применении удобрений;

- сравнить агрономическую, экономическую и биоэнергетическую эффективность выращивания сои в зависимости от применения предлагаемых элементов технологии её выращивания.

**Научная новизна диссертационного исследования.** В результате сравнительного изучения действия и взаимодействия соломопомётного компоста, аммиачной селитры и некорневой подкормки препаратом Азосол 36 Экстра при выращивании сортов сои разных групп спелости установлено положительное влияние повышения уровня удобренности на свойства чернозема типичного и активизацию симбиотической и фотосинтетической деятельности растений сои, что обусловило планомерный рост её урожайности.

Удобрения способствовали повышению эффективности водопотребления посевами сои на 8–18 %, в большей степени при применении органического удобрения, особенно при максимальном уровне удобренности (750 м<sup>3</sup>/т). При этом отмечалось усиление интенсивности разложения клетчатки (51,5 %), увеличение содержания в почве подвижного фосфора (на 36–47 мг/кг), обменного калия (на 5,4–42,6 мг/кг), легкогидролизуемого азота (на 3,3–8,2 мг/кг) и органического вещества (на 0,52–0,68 %<sub>абс</sub>). Происходило существенное увеличение количества клубеньков на корнях сои и их массы – соответственно в 1,8–4,2 и 1,7–3,4 раза, интенсивности накопления сухого вещества – на 30–41 %, площади ассимиляционного аппарата – на 38 % и фотосинтетического потенциала – на 44 %, что, как подтвердил корреляционный анализ ( $r = 0,74–0,96^*$ ), обусловило получение максимальной урожайности.

При комплексном применении удобрений «компост + аммиачная селитра + Азосол» получена максимальная урожайность семян сои – 3,9–4,2 т/га (2015 г.) и

в среднем за три года – 3,01–3,04 т/га (+18–22 % к контролю), отмечено повышение содержания белка на 3,9–5,3 ‰<sub>абс</sub> и его сбора до 1,2 т/га. По содержанию жира явные преимущества имел раннеспелый сорт Ланцетная – выше на 1,4 ‰<sub>абс</sub>, что способствовало увеличению сбора масла на 30 кг/га.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Анализ всей совокупности эффектов, полученных в результате действия и взаимодействия изучаемых факторов, показал, что фактор удобрения являлся определяющим в регулировании режимов почвы и биопродукционного процесса. Различия в скороспелости изучаемых сортов обусловили эффективность потребления влаги, засорённость посевов и особенности использования элементов питания на создание урожая.

Растения сои среднеспелого сорта Белгородская 48 более экономично расходовали влагу на производство единицы продукции, при этом посеvy засорялись в большей степени. Сортвые различия также проявились в предпочтительном использовании для формирования урожая соей раннеспелого сорта Ланцетная азота минеральных удобрений, тогда как соя среднеспелого сорта Белгородская 48 была более отзывчивой на применение компоста. Тем не менее достоверных различий урожайности сортов в среднем за три года не выявлено. Характерная для района исследований нестабильность погодных условий, давая преимущество в отдельные годы то раннеспелому сорту Ланцетная (2014–2015 гг.), то среднеспелому сорту Белгородская 48 (2016 г.), определяет необходимость наличия в хозяйствах сортов сои разных сроков созревания. Это позволит независимо от погодных факторов стабилизировать производство семян сои, которая может обеспечить чистый доход 21–26 тыс. руб./га при уровне рентабельности 70–107 % и значительном коэффициенте энергетической эффективности – на уровне 1,6.

Практическая значимость рекомендаций подтверждается результатами производственной проверки в ООО «Агрохолдинг Корочанский» Корочанского района Белгородской области, где выращивание на площади 90 га сои раннеспелого сорта Ланцетная при применении соломопомётного компоста (20 т/га), аммиачной селитры (N<sub>30</sub>) и препарата Азосол 36 Экстра обеспечило прибавку 0,53 т/га, чистый доход с площади внедрения – 2,2 млн руб., уровень рентабельности – 84 %.

Полученные в результате исследования новые знания могут служить основой для совершенствования элементов технологии выращивания ценной зернобобовой культуры в юго-западной части Центрального Черноземья.

Основные положения и результаты диссертационного исследования могут использоваться в учебном процессе агрономических факультетов вузов при изучении таких дисциплин, как «Земледелие», «Растениеводство» и др.

**Методология и методы исследования.** Методологической основой является системный подход к оценке действия и взаимодействия изучаемых факторов (удобрение, сорт) в течение трёх лет в условиях погодной нестабильности юго-запада ЦЧР. Наблюдения, анализы и учёты проводились согласно общепринятым методам полевых и лабораторных исследований по земледелию.

### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Применение в качестве основного удобрения соломопомётного компоста (20 т/га), аммиачной селитры (30 кг/га д. в.) под предпосевную культивацию и препарата Азосол 36 Экстра для некорневой подкормки, сбалансировано распределённых в пространстве и времени периода вегетации сои, способствует повышению плодородия чернозёма типичного и реализации продукционного потенциала культуры.

2. Сочетание в производстве сортов разных групп спелости (раннеспелого Ланцетная и среднеспелого Белгородская 48) обеспечивает стабилизацию высокопродуктивного и экономически эффективного производства сои в условиях негарантированных влаго- и теплообеспеченности критических периодов развития растений в юго-западной части Центрального Черноземья.

**Степень достоверности результатов исследования** подтверждается данными проведённого анализа значительного количества опубликованных источников информации, обобщением теоретических достижений российских и зарубежных исследователей, собственных экспериментальных данных, полученных в полевых и лабораторных условиях в соответствии с обоснованной схемой опыта, использованием апробированных методик, необходимого количества наблюдений, учётов и анализов, статистической обработкой результатов исследований с помощью методов дисперсионного и корреляционного анализов и внедрением их в производство.

**Апробация результатов исследования.** Основные положения и результаты диссертационного исследования опубликованы в периодических изданиях и доложены на заседаниях ученого совета агрономического факультета и кафедры земледелия, агрохимии, землеустройства, экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (2014–2017), конференциях различного уровня, проходивших в ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ (Белгород, 2016, 2021), ФГБОУ ВО Донской ГАУ (п. Персиановский, 2021), ФГБНУ «ВНИИСПК» (Орёл, 2021), ФГБНУ «Курский ФАНЦ РАН» (Курск, 2021).

Автор диссертационной работы по заявленной теме является получателем гранта на выполнение научно-исследовательских работ по заказу Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (2015 г.).

**Личный вклад соискателя.** Автор принимал личное участие в планировании и проведении экспериментов, обобщении данных, опубликованных в российских и зарубежных литературных источниках, анализе и обработке результатов собственных исследований, подготовке научных публикаций и оформлении диссертационной работы (доля участия автора 85 %).

**Публикация результатов исследования.** Основные результаты диссертационного исследования нашли отражение в 15 опубликованных работах (общий объём – 11,74 п.л., из них подготовлено самостоятельно – 6,13 п.л.), при этом 9 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях.

**Структура и объём диссертации.** Работа состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений производству, списка литературы (включает 217 источников, в том числе 17 – на иностранных языках). Изложена на 146 страницах компьютерного текста, содержит 25 таблиц, 12 рисунков и 1 приложение.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

**В первой главе представлен обзор литературных источников** по агроэкономическому значению сои в мире и стране, необходимости и возможности расширения её производства в Центральном Черноземье и Белгородской области; приводятся научные сведения о роли сорта в повышении продуктивности культуры; даётся сравнительная оценка особенностей сортов сои разных групп спелости; детально анализируются результаты научных исследований о влиянии органических, минеральных и микроэлементных удобрений на показатели продуктивности культуры, а также активизацию симбиотического процесса.

**Во второй главе описаны условия и методика проведения исследования.** Полевые исследования проводили на базе УНИЦ «Агротехнопарк» Белгородского ГАУ в 2014–2016 гг. в зерновом севообороте: соя – озимая пшеница – гречиха – просо. Почва опытного участка – чернозём типичный тяжелосуглинистый с содержанием гумуса – 5,1 %, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – соответственно 125–167 и 128–133 мг/кг почвы,  $pH_{\text{сол}}$  6,0.

Двухфакторный опыт включал:

- две градации фактора А (сорт) – раннеспелый сорт Ланцетная (оригинаторы – ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, ФГБНУ «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», г. Орёл) и среднеспелый сорт Белгородская 48 (оригинатор – ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ);

- восемь градаций фактора В (удобрение):

- 1) контроль – без применения удобрений;
- 2) соломопомётный компост (далее компост);
- 3) компост + аммиачная селитра;
- 4) компост + аммиачная селитра + Азосол 36 Экстра;
- 5) компост + Азосол 36 Экстра;
- 6) Азосол 36 Экстра;
- 7) аммиачная селитра + Азосол 36 Экстра;
- 8) аммиачная селитра.

Компост (20 т/га) вносили осенью под основную обработку почвы, которую выполняли дисковой бороной БДТ-5,4 на глубину 10–12 см. Аммиачную селитру в дозе 30 кг/га д.в. вносили весной под предпосевную культивацию. Обработку микроудобрением Азосол 36 Экстра в дозе 2 л/га проводили 2 раза по вегетации в фазы третьего тройчатого листа и бутонизации.

Общая площадь делянок составляла 37 м<sup>2</sup>, учётная площадь – 25 м<sup>2</sup>, повторность – трёхкратная, размещение делянок систематическое методом организованных повторений.

Сев проводился сеялкой СЗ-3,6 на глубину 4–5 см с нормой высева 0,6 млн шт./га. Уход за посевами включал первую химическую обработку в фазе формирования первого тройчатого листа препаратами Квикстеп 0,8 л/га + Хармони 6 г/га + Тренд 90 + Вантекс 60 мл/га; вторую химическую обработку проводили в фазе 3–4 тройчатого листа препаратом Фюзилад Форте, норма – 1 л/га.

Урожай убирали комбайном Сампо-250 поделяночно однофазным способом в период полного созревания семян сои. Урожайность определяли методом сплошного учёта с последующим пересчётом на стандартную влажность (12 %) и 100 % чистоту. Расчёт экономической и биоэнергетической эффективности проводили на основе технологических карт возделывания сои. Достоверность различий оценивали по результатам статистической обработки результатов исследований методами дисперсионного и корреляционного анализов (Доспехов Б.А., 1985) с помощью пакета программ MS Excel и Statistica. Годы исследований характеризовались различием вегетационных периодов по теплоты и влагообеспеченности, что позволило в полной мере изучить влияние факторов на урожайность и качество семян сортов сои.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**В третьей главе представлены результаты исследования по определению влияния изучаемых удобрений на агрофизические, биологические и агрохимические свойства чернозёма типичного в посевах сои сортов разных групп спелости.**

Применение соломопомётного компоста приводило к достоверному увеличению запасов влаги на 9,3 мм/га в период сева (Таблица 1).

Таблица 1 – Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм/га (2014–2016 гг.)

Удобрение (фактор В)	Сорт (фактор А)				Среднее по фактору В	
	Ланцетная		Белгородская 48			
	Посев	Уборка	Посев	Уборка	Посев	Уборка
Контроль (без удобрений)	132,7	46,7	134,5	50,1	133,6	48,4
Компост	143,4	58,1	142,4	51,7	142,9	54,9
Компост + Наа	140,3	44,1	136,6	45,3	138,5	44,7
Компост + Наа + Азосол	140,3	45,4	136,9	37,9	138,6	41,7
Компост + Азосол	141,2	53,9	135,8	49,6	138,5	51,8
Наа + Азосол	135,0	51,3	135,5	40,1	135,3	45,7
Наа	132,1	54,0	133,3	45,7	132,7	49,9
Азосол	136,4	50,3	133,7	46,4	135,1	48,4
Среднее по фактору А	137,7	50,5	136,1	45,9	–	–
НСР <sub>05</sub> А	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	3,92			–	–
НСР <sub>05</sub> В	–	–			5,58	7,84
НСР <sub>05</sub> АВ	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	$F_{\text{факт}} < F_{\text{теор}}$	–	–	–	–
НСР для частн. различий	7,73	10,87			–	–

К уборке отмечены существенные различия между показателями варианта применения компоста, где содержание влаги в почве было наибольшим – 54,9 мм/га, и вариантами применения аммиачной селитры в двух- и трёхкомпонентных удобрениях, где запасы продуктивной влаги в период роста и развития культуры снижались на 90–97 мм/га.

Влияние удобрений, а именно внесение компоста, на запасы продуктивной влаги в весенний период сравнимо с влиянием погодных условий, доля которых составила соответственно 29,3 и 31,5 % (Рисунок 1).



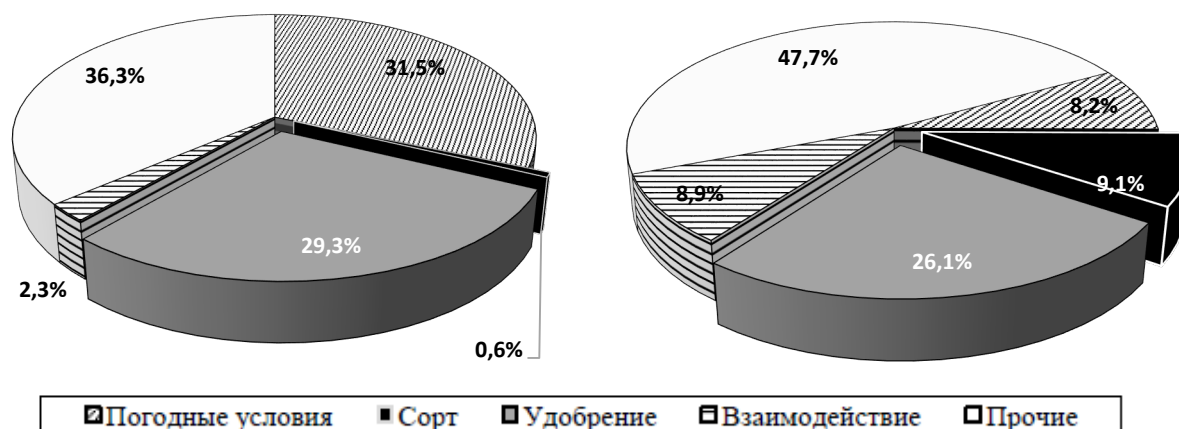


Рисунок 1 – Доля участия факторов в изменчивости запасов продуктивной влаги в период сева (а) и уборки (б) сои, % (2014–2016 гг.)

Это подчеркивает положительное значение органического удобрения в накоплении и сохранении влаги осенне-зимнего периода. К уборке культуры произошло заметное снижение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы – в среднем на 89 мм/га. Достоверно ниже они были в посевах сои сорта Белгородская 48 – в среднем на 4,60 мм/га ( $НСР_{05} = 3,92$  мм/га). Доля влияния сортовых различий в данный период составила 9,1 %. Фактор удобрения сохранил влияние к уборке на высоком уровне – 26,1 %.

В целом удобрения способствовали повышению эффективности водопотребления посевами сои на 8–18 % (Рисунок 2).

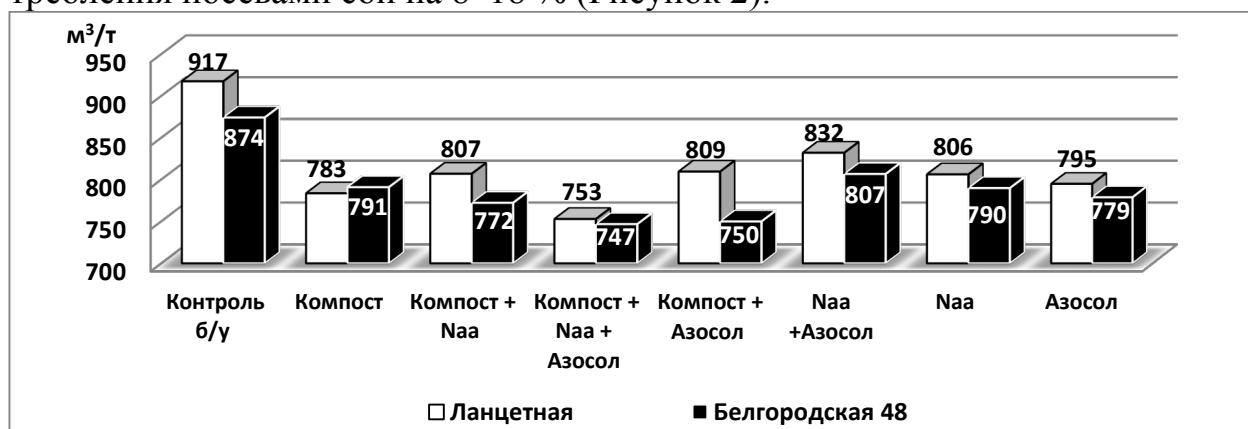


Рисунок 2 – Коэффициент водопотребления, м³/т (2014–2016 гг.)

В большей степени коэффициент водопотребления снижался при применении органического удобрения, особенно при повышении уровня удобренности, достигая минимального значения на варианте трёхкомпонентного удобрения – 750 м³/т в среднем. Растения среднеспелого сорта Белгородская 48 более экономично расходовали влагу на производство единицы продукции.

В течение периода вегетации сои не отмечено существенных различий в плотности почвы в зависимости от изучаемых факторов. В целом показатель был благоприятным для роста и развития культуры. Небольшое превышение над оптимальной величиной отмечено в нижнем (20–40 см) слое почвы.

Повышение биологической активности чернозёма типичного происхо-

дило при внесении соломопомётного компоста и аммиачной селитры. В следующей последовательности вариантов: «компост + Азосол» и «компост», «компост + аммиачная селитра», «Компост + аммиачная селитра + Азосол» идёт существенное на 5 % уровне значимости нарастание степени разложения льняного полотна (Рисунок 3).

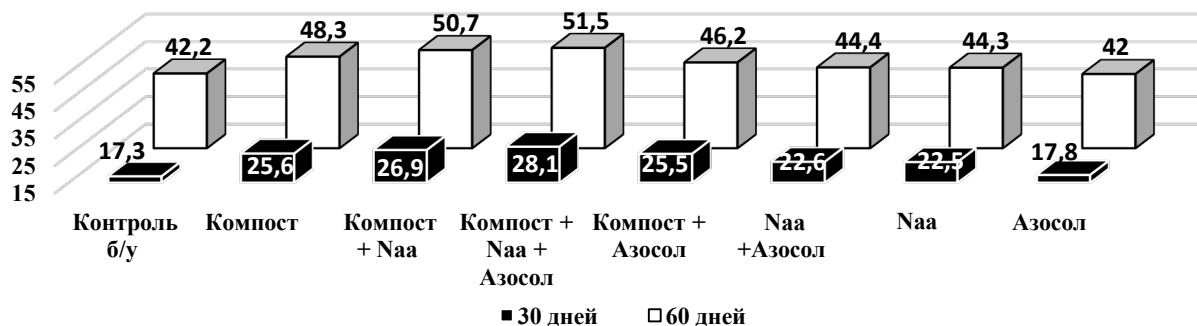


Рисунок 3 – Интенсивность разложения клетчатки в слое 0–30 см, % (2014–2016 гг.)

Последний вариант (полное трёхкомпонентное удобрение) характеризуется максимальными показателями биологической активности почвы: через 30 дней увеличение по сравнению с контрольным вариантом составило 10,8 % в среднем за 3 года, через 60 дней – 9,3 % и достигло 51,5 % (сильная интенсивность разложения клетчатки) в среднем в слое 0–30 см.

При использовании удобрений и по мере насыщения фона питания в период посева культуры значимо увеличивалось количество и малолетних (на 14–36 %), и многолетних (в 1,2–2,4 раза) сорняков в посевах сои, в большей степени при совместном использовании компоста и аммиачной селитры. К уборке, несмотря на общее снижение количества малолетних сорняков в 9–10 раз, многолетних – в 2–3 раза, направленность влияния удобрений сохранялась, однако в этот период достоверно больше засорились посева сои сорта Белгородская 48. Отмеченная тенденция в основном характерна и для сухой массы сорняков: сильно выраженное отрицательное влияние удобрений, ухудшающих по мере их насыщения фитосанитарное состояние посевов. Очевидно, удобрения способствовали повышению конкурентоспособности сорняков, особенно в начальные фазы развития сои. Влияние сорта проявлялось лишь на отдельных вариантах внесения удобрения с общей тенденцией большей засорённости посевов сои среднеспелого сорта Белгородская 48. По-видимому, принадлежность сои сорта Ланцетная к раннеспелой группе обуславливает его лучшие конкурентные возможности.

Повышение уровня удобрённости посевов сои на основе использования соломопомётного компоста способствовало положительной динамике органического вещества и элементов питания (NPK) в чернозёме типичном. В результате трёхлетних исследований установлено, что без внесения удобрений в почву на контрольном варианте и при применении некорневой подкормки отмечался отрицательный баланс органического вещества – соответственно  $-0,94\%_{абс}$  и  $-0,22\%_{абс}$  (Таблица 2).

Таблица 2 – Динамика содержания органического вещества и легкогидролизуемого азота в почве в зависимости от уровня удобренности сои (2014–2016 гг.)

Удобрение (фактор В)	Сорт (фактор А)						В среднем по фактору В
	Ланцетная			Белгородская 48			
	перед внесением компоста	в период уборки	баланс	перед внесением компоста	в период уборки	баланс	
Содержание органического вещества, %							
Контроль (без удобрений)	5,31	4,23	-1,08	5,51	4,70	-0,80	-0,94
Компост	5,38	5,68	0,30	5,53	5,79	0,25	0,28
Компост + Наа	5,31	5,84	0,53	5,43	6,25	0,82	0,68
Компост + Наа + Азосол	5,34	5,73	0,39	5,37	6,01	0,65	0,52
Компост + Азосол	5,35	5,96	0,60	5,42	5,30	-0,12	0,24
Наа + Азосол	5,07	5,53	0,46	5,56	5,25	-0,31	0,07
Наа	5,17	5,67	0,50	5,61	5,43	-0,17	0,17
Азосол	5,33	5,16	-0,17	5,26	4,99	-0,27	-0,22
Содержание легкогидролизуемого азота, мг/кг							
Контроль (без удобрений)	146,2	142,0	-4,3	154,2	146,9	-7,3	-5,8
Компост	154,2	145,8	-8,4	152,7	147,4	-5,3	-6,8
Компост + Наа	148,9	155,0	6,1	162,2	162,7	0,6	3,3
Компост + Наа + Азосол	150,2	159,4	9,2	156,6	163,8	7,2	8,2
Компост + Азосол	158,8	143,5	-15,4	145,5	159,6	14,1	-0,6
Наа + Азосол	146,2	144,1	-2,2	148,3	157,4	9,1	3,5
Наа	148,7	141,3	-7,4	153,4	147,0	-6,4	-6,9
Азосол	145,7	138,0	-7,7	140,3	138,3	-2,0	-4,9

Максимальная величина прироста органического вещества в почве была отмечена на вариантах совместного применения компоста и аммиачной селитры – 0,52–0,68%<sub>абс</sub>, на варианте применения препарата Азосол наблюдалось некоторое снижение. Можно предположить, что микроэлементное удобрение способствовало дополнительной мобилизации элементов питания из органического вещества почвы. Это могло быть следствием и возросшей урожайности сои, и усилением активности симбиотического аппарата, которые отмечались на вариантах применения препарата Азосол (см. Таблицу 4, Рисунок 6).

Сортовая специфичность в отношении баланса органического вещества почвы проявлялась в том, что его положительная величина при возделывании сои среднеспелого сорта Белгородская 48 сохранялась только на вариантах применения компоста и его совместного использования с аммиачной селитрой в двух- и трёхкомпонентном удобрении – 0,25–0,82 %<sub>абс</sub>. Как уже отмечалось, Азосол способствовал снижению эффективности компоста, в данном случае – до отрицательного баланса (-0,12 %<sub>абс</sub>), который также отмечался при применении минеральных удобрений. Очевидно, прирост коревой системы и микробиологического пула не компенсирует недостаток органических удобрений.

В посевах сои раннеспелого сорта Ланцетная отмечен положительный баланс органического вещества на всех вариантах внесения удобрений в почву. Можно предположить, что формирование урожая сорта с более коротким периодом вегетации идёт в большей степени за счёт минерального азота удобрений.

ний и почвы. Подтверждением этому является отрицательный баланс по содержанию легкогидролизуемого азота в почве в посевах сои раннеспелого сорта, кроме вариантов совместного применения компоста и аммиачной селитры. Эти варианты внесения удобрений способствовали переводу почвы в другой класс обеспеченности – из низкого в средний, а также сохранению такого статуса до конца вегетации на уровне 155,0–159,4 мг/кг почвы. Это обусловлено максимальным поступлением азота в почву за счёт внесения данных удобрений.

Сопоставление показателей баланса органического вещества и азота в почве посевов сои среднеспелого сорта Белгородская 48, особенно на вариантах «компост + Азосол» и «аммиачная селитра + Азосол», подтверждает предположение, что для формирования фитомассы и урожая семян данный сорт преимущественно использует азот органического вещества почвы. При применении этих вариантов удобрений динамика данного элемента положительная – 9,1–14,1 мг/кг почвы, а органического вещества – отрицательная.

В целом можно предположить, что при формировании урожая сои применение органического и минеральных удобрений по отдельности не компенсировало потребность культуры в азоте. На этих вариантах и на контроле наблюдалась отрицательная динамика содержания легкогидролизуемого азота – –4,9–6,9 мг/кг почвы. Совместное внесение в почву компоста и аммиачной селитры, а также комплексное применение минеральных удобрений способствовало поддержанию положительного баланса азота в почве, величина которого в двухкомпонентных удобрениях с аммиачной селитрой составила 3,3–3,5 мг/кг, при применении всех удобрений – 8,2 мг/кг. При этом формировалась и наибольшая урожайность сои – 3,0 т/га (см. Таблицу 4).

Положительная динамика содержания легкогидролизуемого азота в почве может свидетельствовать о достаточном обеспечении (об отсутствии недостатка) растений сои этим элементом питания, определяющим накопление белка в семенах. Косвенным подтверждением этому является наибольшее содержание белка в семенах сои и раннеспелого, и среднеспелого сортов на вариантах применения компоста и аммиачной селитры – 38,8–39,2 %. Очевидно именно органический компонент удобрения обеспечил оптимальный режим продуцирования и запасания белков, поскольку при совместном применении аммиачной селитры и препарата Азосол, несмотря на положительную динамику содержания легкогидролизуемого азота, содержание белка в семенах обоих сортов было минимальным, превосходя только контрольный вариант – 34,6–36,0 %. Оптимальная обеспеченность азотом растений сои зависит не только от количества его доступных для растений форм в почве, но и от сбалансированного поступления подвижного фосфора и обменного калия.

Динамика содержания подвижного фосфора в почве под посевами изучаемых сортов в основном была сходной и не зависела от сортовой принадлежности. Отмечался отрицательный баланс на контрольном варианте без удобрений и при применении минеральных удобрений, что вполне справедливо, поскольку на этих вариантах фосфор не вносился в почву, а рост и развитие растений происходило за счёт потенциального плодородия чернозёма типичного. Прирост фосфора в почве связан с внесением компоста и составил от 36,2 до

47,1 мг/кг, очевидно, всецело обеспечив биопродукционный процесс этим элементом питания (Рисунок 4). Это способствовало переводу почвы по группировке на градацию выше – в высокий класс обеспеченности (163–196 мг/кг). Величина отрицательного баланса содержания подвижного фосфора в чернозёме типичном при применении минеральных удобрений (от –7 до –37 мг/кг), вероятно, обусловлена уровнем азотного питания и, в конечном итоге, продуктивностью культуры.

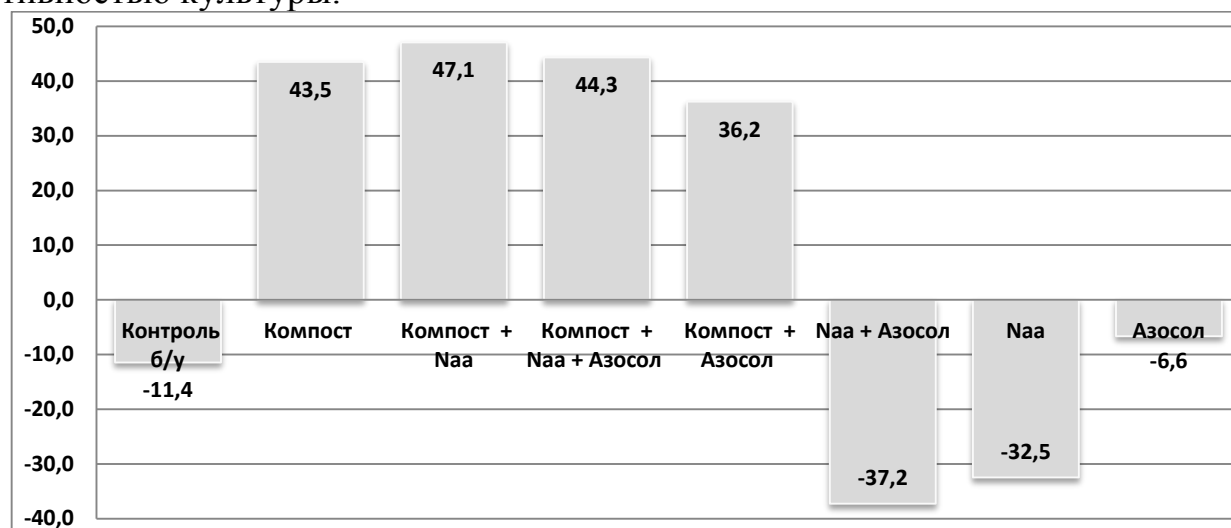


Рисунок 4 – Баланс содержания подвижного фосфора в почве, мг/кг (2014–2016 гг.)

Динамика содержания в почве обменного калия имела принципиальное сходство с балансом подвижного фосфора, очевидно, вследствие сопряжённости их потребления растениями сои в зависимости от вносимых удобрений. Положительный баланс содержания обменного калия также отмечался на всех вариантах с внесением соломопомётного компоста: от 5,4 мг/кг в случае однокомпонентного удобрения до 20,5–42,6 мг/кг – при совместном применении компоста с минеральными удобрениями (Рисунок 5).

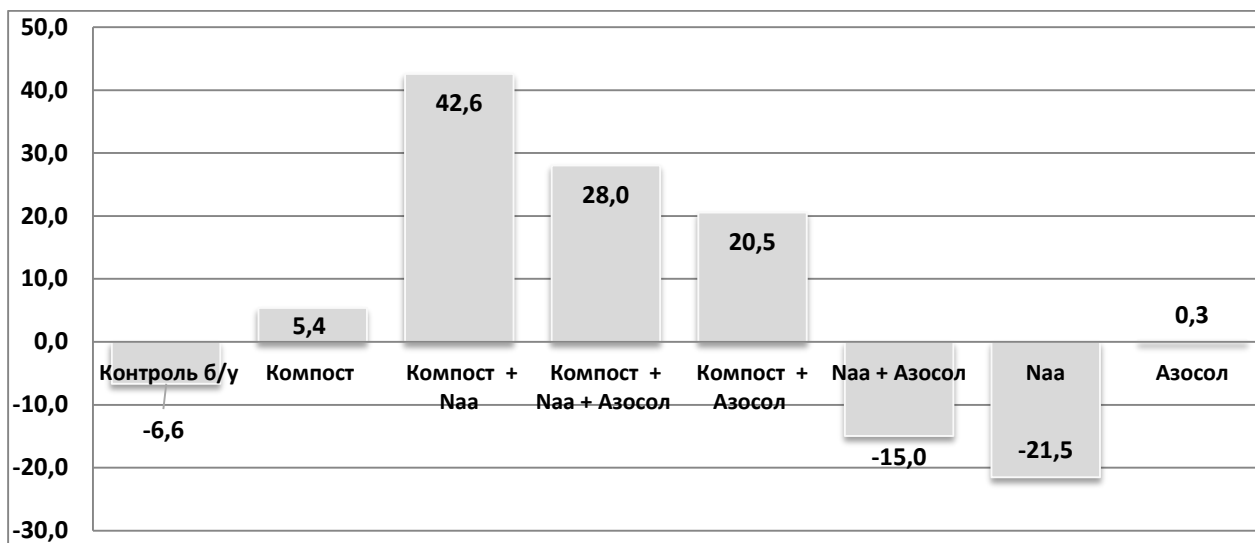


Рисунок 5 – Баланс содержания обменного калия в почве, мг/кг (2014–2016 гг.)

Содержание обменного калия в почве повысилось до 125–168 мг/кг, за счёт чего почва стала относиться к высокому классу обеспеченности по этому элементу.

В четвёртой главе представлены данные об уровне симбиотической и фотосинтетической активности сортов сои в зависимости от удобрений.

Симбиотическая и фотосинтетическая активность посевов сои во многом обусловлена действием и взаимодействием изучаемых органического и минеральных удобрений. Сорта сои разных групп спелости не проявили заметных особенностей формирования симбиотического аппарата, тогда как определённая специфика в отношении процесса фотосинтеза в течение вегетации у скороспелого и среднеспелого сортов была выявлена.

Увеличение количества клубеньков при внесении только компоста было недостоверным, тогда как на всех остальных вариантах внесения удобрений наблюдалось существенное повышение данного показателя в 1,8–4,2 раза (Рисунок 6).

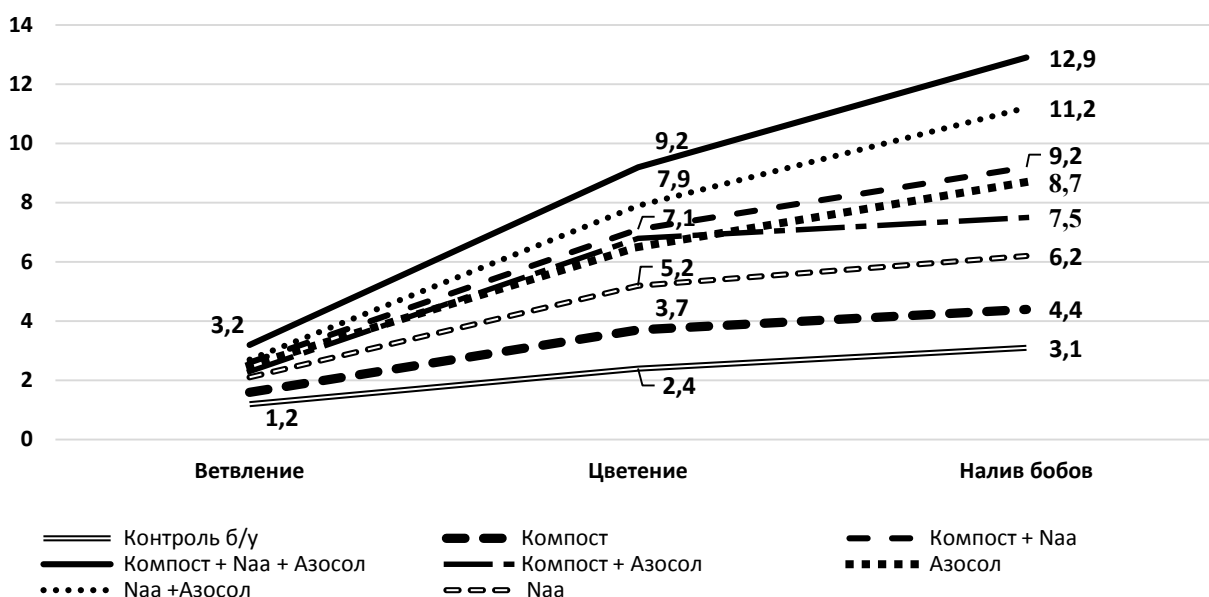


Рисунок 6 – Число активных клубеньков на корнях растений сои, шт./раст. (2015–2016 гг.)

Максимальный эффект отмечен на вариантах внесения полного трёхкомпонентного удобрения – 12,9 шт./раст. Следует отметить, что компост и аммиачная селитра при их совместном применении значительно усиливали действие друг друга – в 1,5–2,1 раза, причём на этих вариантах наблюдались и более высокие темпы увеличения числа клубеньков – на 40–60 % по сравнению с контролем. Масса активных клубеньков находилась в прямой зависимости от их количества и по мере насыщения фона удобренности возрастала в 1,7–3,4 раза. При этом темпы увеличения данного показателя на вариантах использования некорневой подкормки были выше по сравнению с остальными вариантами в 1,5 раза.

Общее количество клубеньков на единице площади зависит как от их числа на одном растении, так и от густоты стояния растений сои. Учитывая отсутствие влияния сорта на плотность посевов и аналогичное влияние удобрений на этот показатель, применяемые удобрения оказывали воздействие на общее количество клубеньков в той же мере, как и на их количество на одном

растении. Максимальное положительное влияние оказывало применение полного трёхкомпонентного удобрения – 6,2–6,5 млн шт./га, несколько меньшее – совместное применение аммиачной селитры и препарата Азосол, а также совместное применение аммиачной селитры с компостом – соответственно 5,2–5,0 и 4,1–4,3 млн шт./га (Рисунок 7).

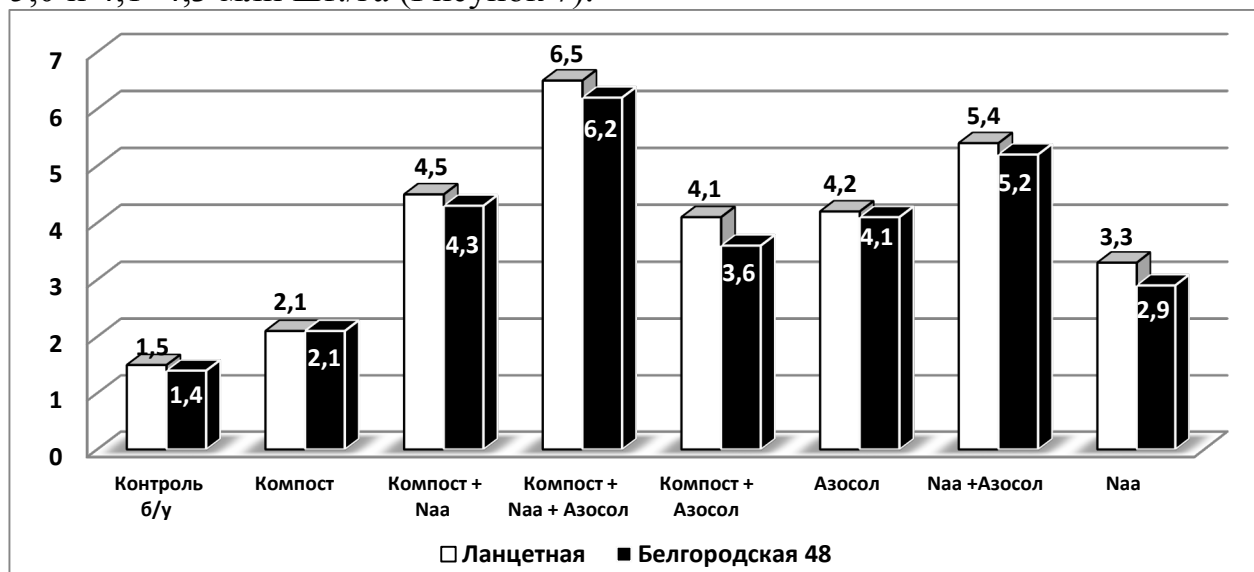


Рисунок 7 – Количество клубеньков на корнях растений сои, млн. шт./га (2015–2016 гг.)

Проведённое исследование не подтвердило преобладающее мнение, что удобрения ингибируют симбиотическую активность. Более того, учитывая, что в год, когда не происходило формирования клубеньков с азотфиксирующими бактериями на корнях растений сои (2014 г.), уровень урожайности был достаточно высоким (см. Таблицу 4), а порой превосходил показатели года, когда урожай формировался при их участии, из чего следует, что соя – это культура альтруист, то есть заботится о состоянии других посевов, которые будут произрастать на данной территории позже, о плодородии почвы и о будущем урожае.

Применяемые удобрения в значительной степени способствовали повышению симбиотической активности сои. Учитывая, что формирование клубеньков идет за счёт оттока углеводов от надземной части к корням, энергетических затрат сои, возникает необходимость «запуска генератора» в начальный период роста растений, с чем по-видимому, связано положительное влияние комплексного применения всех удобрений сбалансировано распределённых в пространстве и времени периода вегетации культуры. Чем лучшие условия созданы для развития растений сои, тем эффективнее формируется симбиотический аппарат.

Высота растений во многом определялась уровнем удобрения и достоверно возрастала с его насыщением, достигая максимума на варианте «компост + аммиачная селитра + Азосол» – 106,5 см. Растения сои сорта Белгородская 48 были выше, хотя значимые различия были отмечены только в фазе ветвления.

Накопление массы сухого вещества растениями сои сорта Белгородская 48 в

среднем происходило более интенсивно во все фазы развития по сравнению с сортом Ланцетная. В фазах бутонизации и цветения преимущество среднеспелого сорта было достоверным на 5 % уровне значимости. Удобрения способствовали увеличению интенсивности накопления массы сухого вещества на 30–41 %.

При увеличении уровня удобренности повышалась фотосинтетическая активность посевов сои, достигая максимума при применении трёхкомпонентного комплекса, состоящего из компоста, аммиачной селитры и микроэлементного удобрения Азосол 36 Экстра. Это создало благоприятные условия для роста и развития растений, интенсивности фотосинтеза и оттока синтезируемых веществ в семена. Применение органоминерального удобрения способствовало увеличению по сравнению с контролем площади ассимиляционного аппарата на 38 % и фотосинтетического потенциала на 44 %, что, как подтвердил корреляционный анализ ( $r = 0,74-0,96^*$ ), обусловило получение более высоких показателей урожайности (Таблица 3).

Таблица 3 – Показатели фотосинтетической продуктивности сортов сои в зависимости от уровня удобренности (2014–2016 гг.)

Удобрение (фактор В)	Максимальная площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	ФП за вегетацию, тыс. м <sup>2</sup> × сут./га	Максимальное накопление абсолютно сухого вещества, кг/га	ЧПФ за вегетацию, г/м <sup>2</sup> ·сут.
Ланцетная (раннеспелый сорт)				
Контроль (без удобрений)	26,8	1041	5379	5,40
Компост	32,5	1241	7194	6,31
Компост + Наа	32,1	1258	6685	5,51
Компост + Наа + Азосол	35,2	1359	7419	5,72
Компост + Азосол	32,0	1245	6845	5,83
Наа + Азосол	35,5	1355	7038	5,41
Наа	33,9	1277	7355	6,10
Азосол	32,1	1216	7739	7,10
r	0,74*	0,75*	0,84*	0,40
Белгородская 48 (среднеспелый сорт)				
Контроль (без удобрений)	29,4	1154	5533	4,88
Компост	34,9	1376	7023	5,19
Компост + Наа	40,1	1565	7713	4,94
Компост + Наа + Азосол	42,2	1643	8031	4,92
Компост + Азосол	40,3	1526	7822	5,20
Наа + Азосол	39,2	1572	7114	4,52
Наа	36,4	1487	7161	4,87
Азосол	34,3	1308	7281	5,77
r	0,96*	0,92*	0,96*	-0,05

Примечание: r – коэффициент корреляции между урожайностью и показателями фотосинтетической деятельности, \* – достоверный на 5 % уровне значимости.

Сортовая специфичность проявлялась в том, что среднеспелый сорт Белгородская 48 эффективнее использовал пролонгированное действие компоста, то-



гда как раннеспелый сорт Ланцетная предпочитал удобрение на основе аммиачной селитры.

### **В пятой главе дана оценка агроэкономической и биоэнергетической эффективности возделывания сои.**

В результате исследований установлено, что поведение сортов, принадлежащих к разным группам спелости, во многом определялось метеоусловиями года. Период исследований включал в себя благоприятные по погодным условиям годы (2014–2015 гг.), в которые значимую прибавку урожайности показал раннеспелый сорт Ланцетная – в среднем на 3–7 % (Таблица 4). Более жёсткие гидротермические условия 2016 г. выявили преимущество пластичного среднеспелого сорта Белгородская 48: на 0,57 т/га, или 32 %. Это привело к отсутствию достоверных различий между этими сортами в среднем за три года.

Характерная для региона проведения исследования (юго-западная часть ЦЧР) нестабильность погодных условий по годам, от которых в значительной степени зависит поведение сортов разных групп спелости, давая преимущество то раннеспелым, то среднеспелым сортотипам, определяет необходимость наличия в хозяйствах сортов сои разных сроков созревания, что позволит стабилизировать производство семян сои независимо от погодных факторов.

Погодные условия также оказывали влияние и на эффективность вносимых удобрений. В среднем за три года достоверное повышение урожайности семян сои сорта Белгородская 48 на 0,35–0,46 т/га отмечено на вариантах применения двух- и трёхкомпонентных удобрений на основе компоста; урожайность сои сорта Ланцетная была выше на всех вариантах с удобрениями, кроме отдельного использования некорневой подкормки препаратом Азосол – на 0,33–0,55 т/га. Независимо от сорта максимальная урожайность семян сои отмечена на варианте использования полного удобрения «компост + аммиачная селитра + Азосол» – 3,01–3,04 т/га, что на 18–22 % выше показателя контрольного варианта без удобрений.

В среднем за три года изучаемые сорта сои не имели достоверных различий по содержанию белка в семенах, уровень которого составлял 36,5–37,5 %. Лишь на контроле и на двух вариантах применения удобрений (с некорневой подкормкой отдельно и совместно с аммиачной селитрой) содержание белка в семенах сои сорта Ланцетная превышало показатели сои сорта Белгородская 48 на 1,4–1,8 %<sub>абс</sub> (Таблица 5). Это свидетельствует, во-первых, о том, что применение компоста в посевах сои среднеспелого сорта способствовало выравниванию сортовых отличий по сравнению с соей более «белкового» раннеспелого сорта, а также ещё раз подчеркивает отзывчивость раннеспелого сорта на внесение минеральных азотных удобрений и в отношении накопления белка. Применение удобрений на основе компоста с насыщением фона удобренности приводило к увеличению содержания в семенах сои белка на 3,9–5,3%<sub>абс.</sub>, подтверждая мнение, что лучшие для формирования высоких урожаев условия способствуют и увеличению данного показателя. По содержанию жира явные преимущества имел раннеспелый сорт Ланцетная – выше на 1,4 %<sub>абс</sub> в среднем за три года, что способствовало получению большего сбора масла – на 30 кг/га.

Таблица 4 – Урожайность семян сои, т/га

Удобрение (фактор В)	Сорт (фактор А)								В среднем по фактору В
	Ланцетная				Белгородская 48				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	В среднем за три года	2014 г.	2015 г.	2016 г.	В среднем за три года	
Контроль (без удобрений)	2,43	3,56	1,40	2,46	2,41	3,50	1,84	2,58	2,52
Компост	2,90	3,68	2,06	2,88	2,64	3,54	2,41	2,86	2,87
Компост + Наа	3,00	3,84	1,60	2,81	2,61	3,64	2,53	2,93	2,87
Компост + Наа + Азосол	3,04	4,19	1,80	3,01	2,47	3,90	2,76	3,04	3,03
Компост + Азосол	2,65	3,85	1,86	2,79	2,62	3,88	2,53	3,01	2,90
Наа + Азосол	2,54	4,01	1,98	2,84	2,50	3,77	2,43	2,90	2,87
Наа	2,62	3,84	1,92	2,79	2,58	3,82	2,19	2,86	2,83
Азосол	2,65	3,96	1,52	2,71	2,54	3,87	2,01	2,81	2,76
Среднее по фактору А	2,73	3,87	1,77	2,79	2,55	3,74	2,34	2,88	–
НСР <sub>05</sub> А	0,18	0,11	0,21	–	–	–	–	–	–
НСР <sub>05</sub> В и АВ	0,37	0,22	0,42	–	–	–	–	–	–

Таблица 5 – Влияние удобрений на показатели качества семян сои (2014–2016 гг.)

Удобрение	Содержание, %		Сбор, т/га	
	белок	жир	белок	жир
Ланцетная (раннеспелый сорт)				
Контроль (без удобрений)	35,3	23,3	0,89	0,57
Компост	37,6	22,3	1,09	0,63
Компост + Наа	39,1	21,1	1,12	0,58
Компост + Наа + Азосол	39,2	21,2	1,20	0,62
Компост + Азосол	37,6	21,9	1,06	0,60
Наа + Азосол	36,0	23,1	1,04	0,65
Наа	36,7	22,6	1,04	0,62
Азосол	38,1	21,7	1,05	0,58
В среднем	37,5	22,2	1,06	0,61
Белгородская 48 (среднеспелый сорт)				
Контроль (без удобрений)	33,7	22,1	0,90	0,55
Компост	36,9	20,4	1,07	0,57
Компост + Наа	38,8	19,4	1,14	0,56
Компост + Наа + Азосол	39,0	19,4	1,19	0,58
Компост + Азосол	36,8	20,6	1,13	0,61
Наа + Азосол	34,6	21,7	1,03	0,61
Наа	36,1	22,1	1,06	0,63
Азосол	36,3	20,7	1,05	0,56
В среднем	36,5	20,8	1,07	0,58
НСР <sub>05</sub> А	1,21	0,84		
НСР <sub>05</sub> В (АВ)	2,42	1,68		

Рассчитанные показатели экономической эффективности характеризуют сою как высокодоходную культуру, выращивание которой может значительно повысить рентабельность отрасли растениеводства. В современных экономических условиях выращивание сои может обеспечить получение чистого дохода на уровне 21–26 тыс. руб./га при рентабельности 70–107 % (Таблица 6).

Таблица 6 – Показатели экономической эффективности применения удобрений в среднем за 2014–2016 гг.

Сорт (фактор А)	Удобрение (фактор В)	Урожайность, т/га	Выручка от реализации, руб./ га	Общие затраты, руб./ га	Себестоимость продукции, руб./т	Чистый доход, руб./ га	Уровень рентабельности, %
Ланцетная	Контроль (без удобрений)	2,46	44 280	23 583	9 586	20 697	88
	Компост	2,88	51 840	27 783	9 646	24 057	87
	Компост + Naa	2,81	50 580	29 783	10 598	20 797	70
	Компост + Naa + Азосол	3,01	54 180	30 633	10 177	23 547	77
	Компост + Азосол	2,79	50 220	28 633	10 262	21 587	75
	Naa + Азосол	2,84	51 120	26 433	9 307	24 687	93
	Naa	2,79	50 220	25 583	9 169	24 637	96
	Азосол	2,71	48 780	24 433	9 015	24 347	100
Белгородская 48	Контроль (без удобрений)	2,58	46 440	23 583	9 140	22 857	97
	Компост	2,86	51 480	27 783	9 714	23 697	85
	Компост + Naa	2,93	52 740	29 783	10 164	22 957	77
	Компост + Naa + Азосол	3,04	54 720	30 633	10 076	24 087	79
	Компост + Азосол	3,01	54 180	28 633	9 512	25 547	89
	Naa	2,90	52 200	26 433	9 114	25 767	97
	Naa + Азосол	2,86	51 480	25 583	8 945	25 897	101
	Азосол	2,81	50 580	24 433	8 695	26 147	107

Лучшим сочетанием изучаемых факторов было применение некорневой подкормки препаратом Азосол Экстра 36 на посевах сои сорта Белгородская 48. Несмотря на значительную разницу в затратах, органические удобрения на основе компоста ненамного уступали минеральным, с возможностью получения чистого дохода 23,5–25,5 тыс. руб./га.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате изучения влияния соломопомётного компоста, аммиачной селитры и некорневой подкормки препаратом Азосол 36 Экстра при выращивании сортов сои разных групп спелости установлено, что фактор удобрения являлся определяющим в регулировании режимов почвы, её агрофизических, агрохимических и биологических свойств, симбиотической и фотосинтетической активности посевов сои. Различия в скороспелости изучаемых сортов обусловили эффективность потребления влаги, засорённость посевов и особенности использования элементов питания на создание урожая семян.

1. Применение компоста приводило к достоверному увеличению запасов влаги на 9,3 мм/га в период сева культуры. К уборке его преимущество сохранялось, обеспечив наибольшее содержание влаги в почве 54,9 мм/га. В целом удобрения способствовали повышению эффективности водопотребления посевами сои на 8–18%. В большей степени коэффициент водопотребления снижался при применении органического удобрения, особенно при повышении уровня насыщенности посевов удобрениями, достигая минимального значения

на варианте трёхкомпонентного удобрения – 750 м<sup>3</sup>/т. Растения сои среднеспелого сорта Белгородская 48 более экономично расходовали влагу на производство единицы продукции.

2. Не отмечено существенных различий в плотности почвы в зависимости от изучаемых факторов. В целом показатель был благоприятным для роста и развития культуры – 1,12–1,15 г/см<sup>3</sup>.

3. Повышение биологической активности чернозёма типичного происходило при внесении компоста и аммиачной селитры. Эффективность подкормки препаратом Азосол 36 Экстра установлена только на варианте применения полного трёхкомпонентного удобрения, на фоне которого отмечена сильная интенсивность разложения клетчатки – 51,5%.

4. По мере повышения уровня удобренности значимо увеличивалось количество и малолетних (на 14–36%), и многолетних (в 1,2–2,4 раза) сорняков в посевах сои, в большей степени при совместном использовании компоста и аммиачной селитры. К уборке, несмотря на общее снижение количества сорняков, отмеченная тенденция сохранялась, при этом достоверно сильнее были засорены посевы сои сорта Белгородская 48.

5. Внесение соломопомётного компоста обусловило увеличение содержания в почве подвижного фосфора на 36–47 мг/кг и обменного калия на 5,4–42,6 мг/кг. Наибольшая величина прироста органического вещества в почве была отмечена на вариантах совместного применения компоста и аммиачной селитры – 0,52–0,68 %. Сочетание соломопомётного компоста и аммиачной селитры, а также комплексное применение минеральных удобрений способствовали поддержанию положительного баланса легкогидролизуемого азота в почве – от 3,3 до 8,2 мг/кг. Сортные различия проявились в предпочтительном использовании для формирования урожая раннеспелым сортом Ланцетная азота минеральных удобрений, тогда как среднеспелый сорт Белгородская 48 был более отзывчив на применение компоста.

6. Применение удобрений (кроме варианта отдельного внесения соломопомётного компоста) способствовало существенному увеличению количества клубеньков на корнях сои – в 1,8–4,2 раза. Максимальный эффект достигался при применении полного трёхкомпонентного удобрения – 12,9 шт. на одном растении. Компост и аммиачная селитра при их совместном применении значительно усиливали действие друг друга – в 1,5–2,1 раза. Масса активных клубеньков по мере повышения уровня насыщенности посевов сои удобрениями увеличивалась в 1,7–3,4 раза.

7. Высота растений достоверно возрастала с повышением уровня удобренности, достигая максимума на варианте «компост + аммиачная селитра + Азосол» – 106,5 см. Растения сои сорта Белгородская 48 были выше, хотя значимыми различия были только в фазе ветвления. Накопление массы сухого вещества растениями сои сорта Белгородская 48 происходило более интенсивно во все фазы развития, в фазах бутонизации и цветения преимущество было достоверным. Удобрения способствовали увеличению интенсивности накопления сухого вещества на 30–41 %.

8. При увеличении уровня удобренности повышалась фотосинтетическая активность посевов сои, в наибольшей степени при применении полного трёхкомпонентного комплекса. Это способствовало увеличению площади ассимиляционного аппарата на 38 % и фотосинтетического потенциала – на 44 %, что, как подтвердил корреляционный анализ ( $r = 0,74-0,96^*$ ), обеспечило получение максимальной урожайности семян.

9. Положительное влияние повышения уровня удобренности на свойства чернозёма типичного и активизацию симбиотической и фотосинтетической деятельности сортов сои обусловило планомерный рост урожайности, максимальная величина которой достигалась при комплексном применении удобрений на варианте «компост + аммиачная селитра + Азосол» – 3,01–3,04 т/га (+18–22 % к контролю), и содержания в семенах сои белка на 3,9–5,3 %<sub>абс.</sub>. По содержанию жира явные преимущества показал раннеспелый сорт Ланцетная – выше на 1,4%<sub>абс.</sub>, что способствовало увеличению сбора масла на 30 кг/га. Достоверных различий урожайности между сортами в среднем за три года не установлено.

10. Наличие в хозяйствах сортов сои разных сроков созревания позволит независимо от погодных условий стабилизировать производство семян этой культуры, которая может обеспечить чистый доход на уровне 21–26 тыс. руб./га при уровне рентабельности 70–107 % и высоком коэффициенте энергетической эффективности – до 1,6.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

Для повышения плодородия чернозёма типичного, стабилизации выращивания сои в условиях негарантированных влаго- и теплообеспеченности критических периодов вегетации сои в юго-западной части Центрального Черноземья рекомендуется сочетать сорта разных групп спелости (скороспелый сорт Ланцетная и среднеспелый сорт Белгородская 48), практиковать комплексное применение соломопомётного компоста (20 т/га) осенью под основную обработку почвы, аммиачной селитры (30 кг/га д. в.) весной под предпосевную культивацию и некорневой подкормки Азосол 36 Экстра (по 2 л/га) в фазы третьего тройчатого листа и бутонизации.

## **Перспективы дальнейшей разработки темы исследования**

В дальнейшем развитие темы предполагается за счёт привлечения новых сортов сои, сочетающих высокую продуктивность и адаптивность, других местных органических удобрений и способов их заделки в почву, а также инновационных продуктов: перспективных удобрений и биопрепаратов с учётом предшественника, обработки почвы и элементов технологии возделывания.

Результаты экспериментальных исследований имеют принципиальное значение для совершенствования элементов технологии выращивания сои, направленной на максимально полное удовлетворение потребностей культуры в элементах питания, усиление симбиотической фиксации азота, вовлечение этого дефицитного элемента питания растений в биологический круговорот.

## Список работ, опубликованных по теме диссертации

### *Публикации в рецензируемых научных изданиях*

1. **Грицина, В.Г.** Динамика гумуса и макроэлементов в почве в зависимости от удобрения сои / В.Г. Грицина, Е.Г. Котлярова, Е.В. Ковалева // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 5. – С. 4–9. DOI: 10.28983/asj.y2022i5pp4-9 (0,75 / 0,25 п. л.).

2. Котлярова, Е.Г. Показатели водного режима в посевах сои в зависимости от сочетания органических и минеральных удобрений / Е.Г. Котлярова, **В.Г. Грицина** // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2021. – № 1 (29). – С. 108–116 (1,15 / 0,65 п. л.).

3. Котлярова, Е.Г. Фотосинтетическая деятельность сортов сои в зависимости от уровня удобренности / Е.Г. Котлярова, **В.Г. Грицина** // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 2. – С. 25–32. DOI: 10.28983/asj.y2021i2pp25-32 (1,25 / 0,75 п. л.).

4. The Balance of Organic Matter and Soil Nutrients, Depending on Fertilization Level of Soybean Varieties / E. Kotlyarova, **V. Gritsina**, S. Litsukov, A. Stupakov // E3S WEB OF CONFERENCES. «International Scientific and Practical Conference «Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture, Current Issues, Achievements and Innovations», FABRA 2021. – Orel: EDP Sciences, 2021. – Vol. 254. – No. 05006. DOI: 10.1051/e3sconf/202125405006 (1,0 / 0,5 п. л.).

5. **Грицина, В.Г.** Урожайность, качество семян и доходность сортов сои в зависимости от уровня удобренности / В.Г. Грицина, Е.Г. Котлярова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2017. – № 4(16). – С. 52–63 (1,55 / 0,85 п. л.).

6. Kotlyarova, E.G. Formation of the Symbiotic Apparatus and Yield of Soy Varieties Depending On the Level of Fertilization / E.G. Kotlyarova, **V.G. Gritsina**, A.I. Titovskaya, S.D. Litsukov // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2017. – Vol. 8. – Issue 4. – Pp. 1156–1164 (1,15 / 0,6 п. л.).

7. Kotlyarova, E.G. Productivity and Economic Efficiency of Soybean Varieties Cultivation Upon Application of Organic and Mineral Fertilizers / E.G. Kotlyarova, **V.G. Gritsina** // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. – No. 2S. – Pp. 1582–1602 (2,25 / 1,1 п. л.).

8. Котлярова Е.Г. Засоренность посевов сои разной сортовой принадлежности в зависимости от удобрений / Е.Г. Котлярова, **В.Г. Грицина**, Л.Н. Кузнецова // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 3. – С. 74–78 (0,65 / 0,33 п. л.).

9. Котлярова Е.Г. Влияние удобрений на агрономическую и экономическую эффективность возделывания сортов сои / Е.Г. Котлярова, **В.Г. Грицина**, Л.Н. Кузнецова // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2016. – № 2. – С. 59–65 (0,87 / 0,4 п. л.).

### *В сборниках и других научных изданиях*

10. **Грицина, В.Г.** Эффективность использования водных ресурсов почвы сортами сои в зависимости от удобрений / Грицина В.Г., Котлярова Е.Г. // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сборник докладов XVI международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева», посвященной 175-летию со дня рождения В.В. Докучаева (Курск, 28–29 апреля 2021 г.). – Курск: ФГБНУ «Курский ФАНЦ», 2021. – С. 95–99 (0,32 / 0,16 п. л.).

11. **Грицина, В.Г.** Микробиологическая активность чернозема типичного в зависимости от уровня удобренности / В.Г. Грицина, Е.Г. Котлярова // Современные

научноёмкие технологии – основа модернизации агропромышленного комплекса: матер. международной науч.-практ. конф. (п. Персиановский, 10 февраля 2021 г.). – п. Персиановский : ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2021. – С. 50–54 (0,32 / 0,16 п. л.).

12. **Грицина В.Г.** Влияние удобрений на динамику органического вещества в черноземе типичном под соей / В.Г. Грицина // Роль науки в удвоении валового регионального продукта: матер. XXV Международной научно-производственной конф. (п. Майский, 26–27 мая 2021 г.): в 2 т. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2021. – Т. 1. – С. 7–8 (0,13 п. л.).

13. **Грицина В.Г.** Влияние органических и минеральных удобрений на симбиотическую активность сортов сои / В.Г. Грицина // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сборник докладов международной науч.-практ. конф. (Курск, 21 апреля 2017 г.). – Курск: Изд-во ООО «ТОП», 2017. – С. 115–117 (0,13 п. л.).

14. Котлярова Е.Г. Влияние удобрений на засоренность посевов ранне- и среднеспелых сортов сои / Е.Г. Котлярова, **В.Г. Грицина** // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: материалы XX Международной научно-производственной конференции (п. Майский, 23–25 мая 2016 г.): в 2 т. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – Т. 1. – С. 19–20 (0,11 / 0,06 п. л.).

15. **Грицина, В.Г.** Динамика формирования основных показателей симбиотического аппарата сои. / В.Г. Грицина, Е.Г. Котлярова // Доклад на национальной научно-производственной конференции (п. Майский, 26 мая 2016 г.). – Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – С. 3–5 (0,11 / 0,06 п. л.).

Подписано в печать 06.07.2022 г. Формат 60x80<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага кн.-журн.

П.л. 1,0. Гарнитура Таймс. Тираж 100 экз. Заказ № \_\_\_\_\_

Типография ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ.

308503, Белгородская область, Белгородский район, п. Майский, ул. Мичурина, 1