

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ АГРАРНЫЙ ЦЕНТР»

На правах рукописи

УДК: 633.34:631.5:631.445.4 (470.62/.67)

Гаджиумаров Расул Гаджиумарович

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НА ЧЕРНОЗЕМЕ
ОБЫКНОВЕННОМ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

06.01.01. – общее земледелие, растениеводство

Диссертация

на соискание учёной степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор с.-х. наук, профессор
Дридигер В.К.

Ставрополь 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ (обзор литературы).....	8
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	33
2.1. Почвы зоны и опытного участка	33
2.2. Климатическая характеристика зоны	35
2.3. Метеорологические условия проведения исследований.....	37
2.4. Методика исследований.....	40
3. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ЗАВИСИ- МОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ И УДОБРЕНИЙ	45
3.1. Влияние растительных остатков на снегозадержание, температуру почвы и наличие дождевых червей	45
3.2. Обеспеченность растений влагой	53
3.3. Плотность почвы	60
3.4. Обеспеченность растений основными элементами питания	64
4. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ И УДОБРЕНИЙ.....	72
4.1. Полевая всхожесть и сохранность растений.....	72
4.2. Рост и развитие растений.....	75
4.3. Фотосинтетическая деятельность посевов.....	81
4.4. Развитие симбиотического аппарата растений сои.....	87
4.5. Засорённость посевов	89
5. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УДОБРЕНИЙ НА УРО- ЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОЕВЫХ БОБОВ	95
5.1. Урожайность	95
5.2. Структура урожая	99
5.3. Качество соевых бобов	101

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ И УДОБРЕНИЙ	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	113
ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ	116
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	117
ПРИЛОЖЕНИЯ	135

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Соя является ценной сельскохозяйственной культурой, содержащей большое количество богатого по аминокислотному составу белка, жира, углеводов и витаминов. Продукты её переработки широко используются в пищу и на корм сельскохозяйственным животным, а также в фармакологии и других важных отраслях. Значение сои и её спрос на мировом рынке во всём мире непрерывно возрастает, поскольку она представляет собой питательную и экономически выгодную культуру.

В Ставропольском крае сою без орошения возделывают в основном в зоне неустойчивого и недостаточного увлажнения с годовым количеством осадков 500-600 мм. Однако площадь её посева в крае многие годы не возрастает и составляет не более 30-35 тыс. га при довольно низкой урожайности – 0,8-1,0 т/га.

Степень научной разработанности темы. Большой вклад в разработку и совершенствование технологии возделывания сои в Ставропольском крае внесли В.М. Пенчуков, В.В. Агеев, А.У. Каппушев, П.В. Ключин, Н.В. Медяников, Н.Ф. Гринёв и другие учёные. Ими изучены сорта сои и определены их группы спелости, установлены лучшие предшественники и способы основной и предпосевной обработки почвы, определены оптимальные сроки, способы посева и нормы высева семян, разработаны системы удобрений и защиты посевов от сорняков, вредителей и болезней.

Однако существующая технология возделывания сои с обязательной обработкой почвы довольно затратна, когда только на подготовку почвы к посеву расходуется до 30 % и более общих затрат и большая часть из них приходится на приобретение горюче-смазочных материалов, которые с каждым годом возрастают в цене.

В новых экономических условиях одним из важнейших направлений в структурной перестройке методов ведения сельскохозяйственного производства является ресурсосбережение. Возрастание топливно-энергетических затрат в структуре себестоимости продукции сельского хозяйства вызвало необходимость перехода к менее трудоемким энергосберегающим технологиям возделывания

сельскохозяйственных культур, в том числе и сои. Одной из таких технологий является возделывание полевых культур без обработки почвы (система No-till), при которой сев проводится по растительным остаткам предшествующей культуры в борозды или ленты на достаточную для заделки семян глубину. Эта технология получила широкое распространение за рубежом, особенно в Аргентине, США и Бразилии.

Поэтому большой научный и практический интерес вызывает возможность и эффективность возделывания сои без обработки почвы на чернозёме обыкновенном Центрального Предкавказья в сравнении с рекомендованной технологией с применением различных доз минеральных удобрений. Однако до настоящего времени таких научных исследований не проводилось.

Цель исследований – установить влияние рекомендованной научными учреждениями технологии и технологии возделывания сои без обработки почвы с внесением различных доз минеральных удобрений на её урожайность и агрофизические свойства чернозема обыкновенного зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

Задачи исследований:

- установить изменение агрофизических, химических и биологических свойств почвы в зависимости от технологии возделывания сои и удобрений на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

- изучить влияние удобрений на рост, развитие и урожайность сои при ее возделывании по рекомендованной технологии и технологии без обработки почвы.

- определить экономическую эффективность рекомендованной технологии и технологии возделывания сои без обработки почвы в зависимости от доз внесения минеральных удобрений.

Научная новизна и теоретическая значимость работы состоит в том, что впервые в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья изучено

влияние технологии возделывания сои без обработки почвы в зависимости от доз внесения минеральных удобрений на её рост, развитие, урожайность и агрофизические, химические и биологические свойства чернозема обыкновенного, а также дана экономическая оценка изученных агроприемов.

Практическая значимость. В результате полевых и лабораторных исследований производству рекомендована наиболее эффективная технология возделывания сои в зависимости от применения удобрений на черноземе обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья.

Результаты исследований внедрены в ООО «Кавказ» Кировского района Ставропольского края на площади 200 га с годовым экономическим эффектом 722 тыс. руб.

Методология и методы исследований основаны на обзоре отечественной и иностранной научной литературы, проведении полевых опытов, наблюдений, лабораторных исследований, статистической обработке экспериментальных данных, анализа полученных результатов и их интерпретации. При проведении исследований применялись общепринятые методики и ГОСТы.

Основные положения, выносимые на защиту:

- при возделывании сои без обработки почвы в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья не происходит переуплотнения чернозёма обыкновенного, в почве накапливается большее количество продуктивной влаги;

- на чернозёме обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья внесение минеральных удобрений перед посевом и совместно с семенами при посеве сои приводит к достоверному снижению её урожайности по обеим технологиям;

- при возделывании сои на чернозёме обыкновенном экономически более выгодным является технология без обработки почвы без внесения минеральных удобрений.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается экспериментальными данными, полученными в многолетних полевых опытах и лабораторных анализах с использованием методов корреляционной и дисперсион-

ной обработки результатов исследований и положительным эффектом внедрения в производство.

Апробация работы. Материалы диссертации доложены на международных научно-практических конференциях «Эволюция и деградация почвенного покрова» (Ставрополь, 2015); «Приоритетные направления развития современной науки молодых учёных аграриев» (Солёное Займище, 2016); «Перспективы развития аграрной науки в современных экономических условиях» (Волгоград, 2016); «Инновационные разработки молодых учёных – развитию агропромышленного комплекса» (Ставрополь, 2018); всероссийских научно-практических конференциях «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных и других технических культур» (Краснодар, 2017), «Ландшафтное планирование и управление агробиоценозами» (Анапа, 2018). По материалам исследований опубликовано 13 научных работ, в том числе 1 статья, входящая в базу данных Web of Science, 4 в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объём работы. Диссертация изложена на 164 страницах машинописного текста и состоит из введения, шести глав, заключения, предложений производству и приложений. Иллюстрационный материал включает 50 таблиц, 7 рисунков и графиков и 27 приложений. Список литературы содержит 180 наименования, в том числе 4 иностранных.

1. Биологические особенности и технология возделывания сои (обзор литературы)

Соя – ценнейшая продовольственная, кормовая и техническая культура. Ее семена содержат 37-45 % белка, 18-25 % жира и свыше 30 % углеводов. Благодаря исключительному химическому составу семян и вегетативной массы, экономичности производства, универсальности применения в пищевых, кормовых, технических и медицинских целях соя является самой распространенной зернобобовой культурой в мире (Пенчуков В.М., 2011). В мировом производстве пищевого масла это растение занимает лидирующие позиции. Удельный вес соевого масла составляет 40 %, а подсолнечника – 17 % (Лукомец В.М. и др., 2017). В странах Юго-Восточной Азии (Китай, Япония и др.) соя издавна широко используется в пищу, заменяя мясо, молоко, рыбу и является основным источником белка (Устюгов А.Д. и др., 2012). По сообщению А.П. Устюжанина (2006) себестоимость соевого белка в 20-25 раз ниже, чем животных белков, по аминокислотному составу он близок к говядине высшей категории, а по лечебно-оздоровительным качествам ему нет равных, что по его мнению способствует США, Японии, Великобритании и другим странам с развитым рынком соевых продуктов обеспечению наибольшей продолжительности жизни населения

В настоящее время в мире происходит стабильное расширение площадей (до 112 млн. га) и наращивание производства сои, которое за последние годы достигло 276,4 млн. т. соевых бобов. В России посевные площади под соей увеличились до 1,9 млн. га, что составляет 55,1 % в структуре зернобобовых культур. Валовой сбор соевых бобов вырос до 2,7 млн. т. при урожайности 1,39 т/га (Фадеева М.Ф., Воробьева Л.В., 2017).

Северный Кавказ является вторым после Дальнего Востока производителем сои в нашей стране, но ее посевы здесь составляют около 150 тыс. га. На Ставрополье сою возделывают на площади 40-50 тыс. га, что составляет всего лишь 1-1,25% от площади пашни. Возделывание сои сдерживалось отсутствием перерабатывающей промышленности, однако в последнее время организована перера-

ботка сои на пищевые и кормовые цели, особенно в Краснодарском крае. Она пользуется большим спросом при достаточно высоких ценах (Гринёв Н.Ф., 2012). Стимулирующим условием для развития соеводства в новых экономических условиях и при ограниченных ресурсах является стабильный спрос на соевое сырьё и сравнительно высокие, установившиеся за последние годы, цены, причем с постепенным их повышением (Вельмякина О.М., 2000).

Для получения высоких и стабильных урожаев сои необходимо знать её биологические особенности. Соя культурная (*Glycine max*) – травянистое однолетнее растение, относящееся к семейству бобовых. От других бобовых отличается формой куста (сжатый пирамидальный), облиственностью (тройчатые листья), корневой системой (мощный корень проникает до 2 м в глубину, большое количество придаточных корней), особенностями строения и развития генеративных органов (соцветие – кисть, расположенное в пазухах каждого листа), отношением к условиям внешней среды. По своему происхождению соя – растение тёплого муссонного климата, поэтому требовательна к наличию тепла и влаги (Балакай Г.Т., Безуглова О.С., 2003). Отрицательное влияние на цветение и завязываемость бобов и зерен в бобах оказывают засуха, суховеи, затяжные дожди и высокая влажность воздуха, а также недостаточная освещенность, создающаяся при повышенной и продолжительной облачности (Кирсанова Е.В., Алфеева Е.Л., Колодова Е.Ю., 2014). Повышение температуры воздуха в сочетании с недостатком влаги в воздухе ведет к опаданию генеративных органов и снижению урожайности. При наступлении засухи во время цветения урожай сои снижается на 14-58 %, а в период налива семян – на 41-75% (Инновационная технология возделывания сои в хозяйствах Центрального района Нечерноземной зоны: Методическое пособие, 2008).

В условиях Ставропольского края у большинства сортов цветение и налив зерна сои совпадают с засушливым периодом. Поэтому В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова с коллегами (2013) считают, что высокие и устойчивые по годам урожаи сои без орошения в крае можно получать только в зонах неустойчивого и достаточного увлажнения.

Для сои оптимальная аэрация почвы создается при некапиллярной пористости 20-22 % и общей пористости около 50 %. Клубеньковые бактерии также требуют хорошей аэрации почвы, в противном случае их развитие подавлено или они совсем не образуются на корнях сои (Гамзиков Г.П. и др., 2007). По наблюдениям А.Н. Гайдученко, М.В. Толмачёва, В.Т. Синеговской (2014) оптимальной плотностью почвы для сои является $1,05 \text{ г/см}^3$, но соя хорошо растёт и развивается при плотности почвы от $0,90$ до $1,29 \text{ г/см}^3$. При увеличении плотности более $1,30 \text{ г/см}^3$ её урожайность снижается.

Соя как бобовая азотфиксирующая, улучшающая плодородие почвы культура играет положительную средообразующую роль в севооборотах, способствуя формированию экологически устойчивых агроландшафтов (Баранов В.Ф., Кочегура А.В., Лукомец В.М., 2009). Лучшими предшественниками под сою являются озимые и яровые колосовые культуры, кукуруза на зерно и силос (Кулинцев В.В. и др., 2013). В исследованиях Т.П. Андреева и Г.Т. Балакай (2004) наиболее благоприятные фитосанитарные условия для сои создаются после озимой пшеницы и кукурузы на зерно, при условии соблюдения химических и агротехнических приемов борьбы с сорняками в их посевах. По сообщению А.Х. Занилова и Е.П. Шиловой (2016) в Кабардино-Балкарской республике урожайность сои сорта Вилана после кукурузы на зерно составила от $2,80$ т/га до $3,45$ т/га. Авторы предполагают, что высокие урожаи сои после кукурузы обусловлены высокой способностью корневой системы кукурузы трансформировать органические соединения посредством их расщепления, высвобождая при этом не только минеральные вещества, но и стимулируя обогащение почвы метаболитами микроорганизмов.

При размещении сои в севообороте необходимо учитывать её слабую конкурентоспособность с сорняками и низкое прикрепление нижних бобов, что обуславливает необходимость иметь ровную поверхность почвы (Посыпанов Г.С. и др., 1999). По мнению В.Ф. Баранова (2010) выбор правильной системы обработки почвы под сою в севообороте зависит от ландшафтных, рельефных, почвенных и погодных условий каждой зоны, района и даже севооборотного участка пашни.

В условиях Северного Кавказа важным технологическим приёмом при под-

готовке почвы под посев сои является лущение стерни, которое проводится вслед за уборкой предшественника (Ярославская П.Н., Ригер А.Н., 1984). В исследованиях В.Ф. Баранова (2010) лущение стерни в 1,5-2,0 раза сокращало потери влаги на физическое испарение и способствовало лучшей аккумуляции выпадающих осадков, что обеспечивало в 3-4 раза больше провоцировать прорастание семян сорняков по сравнению с необработанной почвой. Е.В. Кирсанова (2014) предлагает на полях, засоренных многолетними сорняками, основную обработку почвы проводить по следующей схеме: лущение стерни, опрыскивание хорошо отросших сорняков (розетки в 5-6 листьев) гербицидами сплошного действия, затем глубокая отвальная или безотвальная обработка почвы.

Для предотвращения водной эрозии следует применять почвозащитную безотвальную или чередующуюся с отвальной обработку почвы на глубину 30-40 см. В степных районах с сильной ветровой эрозией первостепенное значение имеет сохранение растительных остатков на поверхности поля для защиты от выдувания почвенных частиц. Глубокая вспашка целесообразна на слабо оструктуренных уплотняющихся почвах. Но на хорошо оструктуренных почвах и слабо засоренных полях глубина вспашки не имеет для сои существенного значения (Гаркуша С.В., Лукомец В.М., Бочкарёв Н.И., 2011).

На Ставрополье система обработки почвы под сою включает лущение стерни предшественника дисковой бороной или дисковыми лущильниками на глубину 8 см, повторное лущение на 10-12 см, зяблевую вспашку во второй половине сентября – октябре плугом с предплужником на глубину до 28-30 см (Пенчуков В.М., 1981). Если поля были засорены корнеотпрысковыми сорняками, то второе лущение проводить после отрастания сорных растений лемешными лущильниками на глубину 12-14 см или тяжелыми культиваторами (Кузыченко Ю.А., 2005).

В зависимости от предшественника, степени потенциальной засоренности, эрозионной опасности систему обработки почвы под сою в Ставропольском крае В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.Н. Желнакова с коллегами (2013) рекомендуют строить по типу полупара, улучшенной зяби, а на эрозионно-опасных участках она должна быть почвозащитной. При этом рекомендуется немедленное лущение

стерни предшественника и вспашка в июле – начале августа.

Однако Н.Ф. Гринев (2012) отмечает, что это может привести к значительным потерям воды и в результате весь пахотный слой может быть пересушенным. Поэтому автор в этих условиях предлагает вспашку переместить на более поздние сроки, т.е. на октябрь – ноябрь. В некоторых случаях можно проводить вспашку летом, но автор рекомендует это делать после значительного дождя, когда увлажненный верхний слой почвы укладывается вниз, а менее увлажненный перемещается вверх.

По сообщению О.И. Власовой (2011) под яровые культуры после пропашных предшественников вспашку следует проводить на глубину 20-22 см. А для лучшей заделки пожнивных остатков до вспашки провести дискование.

Допосевная обработка почвы под сою направлена на более полное очищение верхнего слоя от запасов всхожих семян сорняков и создание оптимальных условий для заделки семян и их прорастания. По рекомендации Ю.А. Панкова (1981) предпосевную культивацию под сою следует проводить на глубину 6-7 см, при этом очень важно не допускать разрыва во времени между предпосевной обработкой и севом, т.к. в противном случае иссушается верхний слой почвы.

Главное требование к качеству проведения весенних обработок под сою – это обеспечение мелкокомковатого сложения посевного слоя и создание семенного ложа на оптимальной глубине заделки семян – 6-8 см (Гаркуша С.В., Лукомец В.М., Бочкарёв Н.И., 2011). Не менее важным является сохранение почвенной влаги в допосевной период, так как для прорастания семян сои требуется воды в 5-6 раз больше, чем для озимой пшеницы. Чтобы оно шло дружно, запасы доступной влаги в пахотном горизонте по мнению В.М. Пенчукова (1981) должны составлять 35-40 мм.

Наблюдениями В.Ф. Баранова (2010) за влажностью почвы установлено, что в первые 20 дней с начала полевых работ расход воды на испарение с 1 га по необработанной зяби составляет 10,6 т/га в сутки, по боронованной – 12,1 и прокультивированной – 13,3 т/га. В опытах Д. Гассен (2007) при каждой механической обработке теряется 10-20 мм почвенной влаги, а также увеличивается опас-

ность проявления эрозии. Когда механическая обработка осуществляется по влажной поверхности почвы, то после неё прорастает больше сорняков, что требует произвести повторную обработку, чтобы уничтожить их. Эта обработка, в свою очередь, приведёт к появлению новых сорняков и так далее. Такая рекреационная обработка, по мнению Б. Кребтри (2012), неизбежно приводит к разрушению структуры почвы.

Большое внимание при возделывании сои уделяют системе питания. Соя по своим биологическим особенностям нуждается, прежде всего, в бактериальном удобрении, содержащем жизнеспособные активные штаммы клубеньковых бактерий-азотфиксаторов (ризобий), специфичных для этой культуры (Гаркуша С.В. и др., 2011). Значительную часть потребности в азоте (до 50-70 %) соя обеспечивает за счет фиксации азота воздуха (Гукова М.М., 1971). А.У. Каппушев (1996) считает, что по своему действию на урожайность семян сои инокуляция равноценна эффективности внесения 60-70 кг/га д.в. азотных удобрений. В благоприятных условиях урожайность семян от нитрагинизации повышается до 0,80 т/га. Поэтому в расчётах потребности сои в минеральном азоте из почвы и удобрений Г.В. Голов (1988) рекомендует принимать 60-75 % общей её величины.

В связи со способностью сои фиксировать азот из воздуха и тем самым обеспечивать потребности растений в этом элементе питания, в литературе очень противоречивые мнения о необходимости применения под сою азотных удобрений. Некоторые исследователи (Доросинский Л.М., 1985; Каппушев А.У., 1996) считают, что при создании благоприятных для процесса азотфиксации условий в различных почвенно-климатических условиях, соя способна полностью обеспечить свои потребности в азотном питании за счет усвоения азота из воздуха. В случае, если концентрация азота в почве превышает определенный уровень, то прекращается образование клубеньков, и растение переходит на питание минеральным азотом почвы. Другие исследователи (Бабаяров М.Х., 1991; Трепачев Е.П., 1973; Губанов П.Е., 1989; Мякушко Ю.П., 1984) утверждают, что высокая эффективность азотных удобрений наблюдается даже на фоне инокуляции семян активными штаммами клубеньковых бактерий.

Однако в литературе чаще встречаются результаты исследований, указывающие на то, что минеральный азот в почве не оказывает большого влияния на прибавку урожая, а его избыток подавляет азотфиксацию. По данным А.П. Панжиева и В.Л. Добродомова (1992), внесение азота при посеве сои способствует уменьшению количества клубеньков и их массы.

По данным Г.П. Гурьева (2016) внесение N_{60} обеспечивает прибавку урожая 2,2-9,0 % (в зависимости от сорта), тогда как прибавка от инокуляции составляет в среднем от 1,6 до 5,1 %. При этом все прибавки были либо в пределах ошибки опыта, либо незначительно превышали её, то есть соя практически не реагировала на удобрения. Автор утверждает, что азотфиксация во все годы исследований проходила при недостатке влаги, поэтому прибавка от инокуляции могла быть гораздо больше. По данным Г.Т. Балакай и О.С. Безуглова (2003), снижение влажности почвы в период цветения до 60 % НВ приводит к уменьшению количества клубеньков на 37-59 %, а их массы снижается на 50 %.

По данным Х.А. Хамокова (2017) формирование симбиотического аппарата и его деятельность у сои лучше проходит при повышенном содержании фосфора в почве. Поэтому при низком и среднем содержании фосфора в почве на фоне нитрагина В.М. Пенчуков, Н.В. Медяников и А.У. Каппушев (1984) рекомендуют вносить фосфорные удобрения в дозе P_{60-90} . При невозможности создания условий для фиксации азота клубеньковыми бактериями авторы рекомендуют применять азотно-фосфорные удобрения в дозе $N_{30-60}P_{60-90}$.

В исследованиях Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова (2003) в Дагестане и Ингушетии при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}$ прибавка урожая семян сои составила 30 %, совместное применение $N_{60}P_{60}$ + инокуляция увеличило прибавку до 40 и 37 % соответственно. При этом большую часть прибавки урожая (65-75 %) обеспечивают минеральные и 25-35 % — бактериальные удобрения. По данным В.С. Бойко, А.Ю. Тимохина (2017) на лугово-чернозёмных орошаемых почвах Омского Прииртышья для получения максимального урожая сои необходимо создать благоприятные условия азотно-фосфорного питания. Это, по мнению авторов, возможно при использовании фосфорных удобрений (P_{60}) или по-

следствия агрофонов с повышенным и высоким содержанием фосфора в сочетании с допосевным внесением N_{30} .

По мнению В.М. Пенчукова с коллегами (1984) эффективность минеральных удобрений в посевах сои зависит от условий возделывания, симбиоза с клубеньковыми бактериями, планируемого урожая, сорта и других факторов. При среднем и низком содержании в почве подвижного фосфора и минерального азота В.В. Агеев (2011) рекомендует вносить $N_{30}P_{40-60}$. По его мнению, эффективно также припосевное внесение $N_{30}P_{50}$ и дополнительно N_{30} в подкормку при последней междурядной обработке.

С.В. Гаркуша с коллегами (2009) также рекомендуют минеральные удобрения применять при среднем и низком содержании в почве фосфора и азота в дозе $N_{30-40}P_{40-60}$, которые вносить при посеве локально-ленточным способом, чем достигается более полное использование из них питательных элементов.

Результаты полевых опытов В.Е. Зинченко и его коллег (2017), проведённых на обыкновенном чернозёме Приазовской зоны Ростовской области, показали, что самый высокий выход дополнительной продукции на 1 кг внесённых удобрений обеспечивался при внесении $N_{40}P_{40}K_{40}$. При увеличении дозы в два раза ($N_{80}P_{80}K_{80}$) эффективность использования удобрений снижается. Следует отметить, что относительно контроля, эти дозы удобрений не обеспечили большую прибавку, она составила в среднем по вариантам опыта 0,17-0,26 т/га.

По рекомендациям А.А. Георгица и В.А. Коробко (1990), минеральные удобрения под сою следует вносить при севе из расчёта: фосфорных – 60, калийных – 40, азотных – 30 кг д.в. на 1 га. Удобрения заделывают на небольшом расстоянии от рядка сои и глубже семян. По мнению Е.В. Кирсановой (2014) смешивать минеральные удобрения, особенно азотные, с семенами сои или вносить в один рядок недопустимо, так как снижается полевая всхожесть семян.

Получение высокого урожая соя обеспечивает при её посеве в оптимальные сроки, которые по мнению В.И. Трухачева и П.В. Ключина (2007) определяются температурой воздуха и влажностью почвы. Исследованиями А.У. Каппушева (1996) установлено, что в условиях зоны неустойчивого увлажнения Ставрополь-

ского края оптимальным сроком посева для среднеспелых сортов является первая декада мая, среднераннеспелые возможно высевать до 20 мая, среднепозднеспелые – в третьей декаде апреля. При этих сроках в предпосевной период в значительной мере уничтожаются сорняки; соя, более полно использует агроклиматические ресурсы региона, имеет большую фотосинтетическую продуктивность и формирует высокий урожай.

Соя неприхотлива к способу посева, поэтому его выбор зависит от условий влагообеспеченности, биологических особенностей сорта, степени и характера засорённости поля, технической оснащённости хозяйства. Она может высеваться широкорядно с междурядьями 70, 60 или 45 см пропашными сеялками и при наличии пропашных культиваторов или обычным рядовым способом (7,5; 15 или 22,5 см междурядья) зерновыми или стерневыми сеялками, имеющимися в хозяйстве (Лукомец В.М., Кочегура А.В. и др., 2013). Однако на Ставрополье наиболее приемлемым В.М. Пенчуков (2005) считает сплошной рядовой или широкорядный посев сои с междурядьями 45 см.

Оптимальной нормой высева, обеспечивающей получение высоких урожаев сои, А.У. Каппушев (1996) считает такую, которая обеспечивает к уборке густоту стояния растений среднераннеспелых сортов – 500; среднеспелых – 400; среднепозднеспелых – 300 тыс. растений на 1 га. Поэтому В.М. Пенчуков (2005) рекомендует в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края на 1 га высевать 600 тыс. всхожих семян скороспелых и среднеспелых сортов, 500 – среднеспелых и 400 тыс./га – среднепозднеспелых. Однако в опытах Донского зонального НИИ СХ (Зинченко В.Е. и др., 2017) наибольшая урожайность сои получена при посеве 700 тыс. шт./га всхожих семян.

По мнению В.Б. Енкена (1959) на Северном Кавказе глубина заделки семян, в зависимости от погодных условий, находится в пределах 4-7 см: при достаточной влажности 4-5, недостаточной – 5-7 см. В любом случае С.В. Гаркуша с коллегами (2011) рекомендует заделывать семена во влажную почву, что обеспечит получение дружных всходов и интенсивный рост растений в начале вегетации.

Обязательным приемом агротехники возделывания сои является прикаты-

вание почвы вслед за посевом (Кирсанова Е.В., 2014). После посева поле прикапывают кольчатыми катками. Этот агроприем повышает полевую всхожесть семян, выравнивает поверхность почвы и стимулирует к прорастанию большего количества сорняков, в борьбе с которыми Н.Ф. Гринев (2012) предлагает применять агротехнические и химические меры борьбы, особенно в течение 3-4-х недель после всходов.

Из агротехнических мер борьбы с сорняками высокоэффективным является довсходовое и послевсходовое боронование. До всходов почву боронуют через четыре-пять дней после сева, когда сорняки находятся в фазе белых нитей. По наблюдениям Ю.А. Кузыченко (2005) лучшие результаты при этом достигаются при использовании мотыг ротационных типа МРШ-16 или МРН-8,4. Главным условием высокой эффективности боронования является выбор оптимальной скорости (4-6 км/ч) и времени (10-16 часов дня) проведения этого приема, что необходимо для максимального вычесывания проростков и всходов сорняков (до 90%) и минимального – всходов культурных растений (до 3%).

По наблюдениям Н.В. Парахина (2017) засорённость агроценозов сои изменяется в зависимости от условий выращивания, когда, например, вспашка, по сравнению с дискованием, снижает засорённость посевов сои на 30 %. Из гербицидов применяют почвенные до посева или до появления всходов, гербициды по вегетации применяются в фазе одного-трех листьев (Пенчуков В.М., 2011).

Таким образом, при возделывании сои по рекомендованной научными учреждениями технологии самыми лучшими предшественниками для сои являются зерновые колосовые культуры и кукуруза. Неотъемлемым элементом этой технологии является обработка почвы, которая направлена на уничтожение сорной растительности, выравнивание поверхности поля и создание к посеву рыхлого мелкокомковатого верхнего слоя. Обязательным элементом технологии возделывания сои является предпосевная инокуляция семян клубеньковыми бактериями и внесение минеральных удобрений, дозы которых зависят от содержания элементов питания в почве. Оптимальным сроком сева раннеспелых сортов сои в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края является вторая декада мая, норма

высева 600-650 тыс. всхожих семян на 1 га. Уход за посевами состоит в проведении до- и послеуборочного боронования в борьбе с сорняками, а также обработка посевов гербицидами и инсектицидами в борьбе с двудольными, однодольными сорняками и вредителями.

Однако, по мнению В. Батурина (2007) обязательная в рекомендованной технологии обработка почвы приводит к негативным для нее последствиям, вызывая гибель почвенных микроорганизмов, насекомых энтомофагов, а также дождевых червей, что в конечном итоге, приводит к деградации почвы, вплоть до полной потери плодородия и вывода земель из сельскохозяйственного оборота. По сообщению Р. Воивин (2013) из-за быстрой минерализации органического вещества, вызванной обработкой почвы, 45 % европейских почв обеднены органическим веществом, а в США и Аргентине черноземы в результате 100-летней интенсивной обработки потеряли 50 % своего верхнего слоя почвы.

При использовании рекомендованной технологии с обработкой почвы каждый гектар пашни в среднем за год не менее 2-5 раз подвергается действию ходовых систем тяжёлых тракторов и транспортных средств. В результате чрезмерного переуплотнения почвы (до 10-15 проходов по полю тяжёлой техники) ухудшаются физические свойства и, как следствие, урожайность по наблюдениям А.А. Жученко (2011) снижается на 30-40 %. Плюс к этому на обработку почвы приходится от 20 до 40 % прямого расхода топлива, что приводит не только к ухудшению почвенного плодородия, но и к снижению экономической эффективности возделываемых культур.

По мнению Р.П. Ибатуллиной с коллегами (2018) в результате обработки почвы, способствующей проявлению ветровой и водной эрозии, которые являются главными факторами дегумификации почв, более 60 % сельскохозяйственных угодий в России эродировано, что неизбежно ведёт к потере урожая, а значит к снижению рентабельности сельскохозяйственной отрасли. По данным В.С. Цховребова (2011) в Ставропольском крае площадь эродированных земель составляет 31,7 % от площади сельскохозяйственных угодий, так как на склонах от 2 до 5 градусов расположено 27 % территории края, на особо опасных участках с крутизной склона от 5

до 10 градусов находится 4,5 % территории. Поэтому в различных зонах края наблюдаются катастрофические темпы потерь органического вещества и разрушения всего гумусного слоя. По его расчётам Е.И. Рябова (1996) среднегодовые потери почвы в Ставропольском крае составляют от 89 до 258 т/га. При таких темпах разрушения почвенного плодородия автор прогнозирует полное разрушение гумусного слоя в период с 2014 по 2096 гг.

В связи с разрушающим воздействием на почву отвальной обработки в науке и практике возникла идея минимизации обработки почвы или полного отказа от таковой. В мировом земледелии в различных географических и почвенно-климатических условиях широко стала внедряться альтернативная эколого-энергосберегающая мало затратная технология возделывания полевых культур без применения какой-либо обработки почвы, называемая по-разному: посев по стерне, нулевая технология, прямой посев, технология No-till (не пахать), позволяющая стабильно получать высокие экономически оправданные урожаи (Роэн В., 2004; Держи Р., 2009; Макарова Л., 2009). Одним из важнейших аргументов в пользу применения технологий без обработки почвы по мнению В.И. Беляева (2015) является снижение плодородия почв, вследствие интенсивной распашки земель. По утверждению Г.Р. Дорожко (2014) прямой посев исключает все механические обработки почвы, на которые тратится огромное количество горюче-смазочных материалов, трудовых затрат, амортизации машинно-тракторного парка, сельскохозяйственной техники и т.д. Все это, в конечном итоге, обеспечивает производство продукции более низкой себестоимости при более высокой доходности и рентабельности предприятия. При этом предотвращаются эрозия и дефляция, накапливается в почве большее количество влаги, что очень важно, особенно в условиях засушливого климата.

Идея этой технологии возникла еще в 1871 году, когда нашим соотечественником Иваном Евгеньевичем Овсинским были начаты опыты по выращиванию сельскохозяйственных культур без применения глубокой вспашки. В 1898 г. на X съезде естествоиспытателей в Киеве И.Е. Овсинский на основании обобщения своего многолетнего практического опыта выступил с докладом о сущности

безпахотного земледелия, дав первое обоснование преимуществам поверхностной безотвальной обработки почвы (Овсинский И.Е., 1911).

В 30-х годах прошлого столетия интерес к этой технологии возник на Северо-Американском континенте, когда американский фермер Эдвард Фолкнер, автор книги «Безумие пахаря», после катастрофических пыльных бурь 1934 года в США в условиях жаркого штата Огайо, добился хороших результатов, отказавшись от применения обычной зяблевой вспашки (Фолькнер Э.Х., 1959).

В середине 60-ых годов прошлого столетия идею безотвальных основных обработок почвы с оставлением стерни на поверхности поля в Советском Союзе развивали и продвигали Бараев Александр Иванович и Мальцев Терентий Семенович, которыми была разработана почвозащитная система земледелия, включающая систему безотвальной обработки почвы в севообороте (Мальцев Т.С., 1971; Бараев А.И., 1975).

Тем не менее, эрозия почвы оставалась серьёзной экологической и экономической проблемой, как в США, так и во всём мире (Pimentel et al., 1995). В 1964 году беспокойство по поводу эрозии привели к тому, что фермеры Австралии и исследователи из Департамента сельского хозяйства страны стали высевать культуры непосредственно в пожнивные остатки прошлогодних культур. Результаты были не слишком впечатляющими, так как в то время не было необходимых гербицидов избирательного и сплошного действия и соответствующего посевного оборудования (Брайен Меррет, 1994).

Появление гербицидов на основе изопропиламинной соли глифосата в 70-х годах дало своеобразный толчок для развития этой технологии. А резкий скачок цен на энергоносители в 90-ые годы побудил сельхозтоваропроизводителей, особенно в странах Латинской Америки переходить на технологию прямого посева (Сарычев А.Н., 2017).

После расширения площадей земель, занятых под сберегающим земледелием, в том числе No-till, а также разработки государственной программы сохранения и восстановления природных ресурсов, поверхностная и ручейковая эрозии в США снизились на 30%, эрозия за счёт ветра – на 35%, в среднем уровень всех

видов эрозии снизился на 32,1% (USDA NRCS, 1995, R. Lal и др., 1998).

В 1999 году технология без обработки почвы применялась в мире на площади 45 млн. га, в 2003 году на 72 млн. га, а в 2009 году на 105 млн. га (Фридрих Дерпш, 2010). В 2015 году по технологии прямого посева в мире возделывалось более 125 млн га. Максимальные площади находились в Бразилии, Аргентине, Австралии, США и Канаде, которые являются ведущими экспортёрами сельхозпродукции в мире (Сафиулин М.С., 2016). На долю Южной Америки приходилось 47 %, США и Канады 40 %, Австралии 9 % и остальных стран 4 % от площади распространения технологии No-till в мире (Зайцева Н.И. и др., 2014). В.К. Дриггер (2013) отмечает, что в Аргентине за 15 лет площади прямого посева возросли на 72 % и в 2009 году составили 33,0 млн. га. За эти же годы производство продукции возросло в 1,35 раза и составило 2309 кг зерна на душу населения. Широкое распространение системы земледелия без обработки почвы по мнению С.А. Архипова (2014) обусловлено тем, что использование этой системы на протяжении длительного периода времени позволяет получать стабильно высокие урожаи в условиях дефицита влаги, обеспечивать благоприятную фитосанитарную обстановку на поле, улучшить структуру почвы и ее плодородие.

По наблюдениям Фридриха Дерпша (2010) в меньшей степени технология без обработки почвы получила распространение в Европе. На 2010 год в Испании технология No-till применялась на площади 650 тыс. га, во Франции и Финляндии по 200 тыс. га, в Украине 100, в Швейцарии 12,5, в Германии около 5 тыс. га, что составляет 3,5 % от общей площади обрабатываемых в странах почв.

По расчётам И.В. Кокуновой и Е.Г. Котова (2017) в 2017 году технологию No-till в мире применяли на площади около 150 млн. га, в основном на территории государств, занимающих лидирующие позиции в области производства сельскохозяйственной продукции (Канада, США, Бразилия, Аргентина, Новая Зеландия, Австралия и др.). По их же наблюдениям более 60% посевных площадей Аргентины, Бразилии и Парагвая обрабатываются по технологии No-Till, а в ближайшее время планируется их увеличить до 90 %.

В России технология No-till не получила широкого распространения. По

мнению Х.М. Сафина (2013) она используется на площади около 1 млн. га, что составляет менее 1 % площади пашни в стране. Тем не менее, во многих регионах Российской Федерации эта технология осваивается коллективными и фермерскими хозяйствами и получает всё большее распространение.

По сообщению С.Д. Гилева (2014) в последние десять-пятнадцать лет в Зауралье произошел ускоренный переход от традиционной (отвальной) системы обработки почвы к технологиям, в которых применяют минимальные или вообще почву не обрабатывают. В Новосибирской области в хозяйствах «Рубин» и «Новомайское» Краснозерского района, «Степное» Искитимского района, применяя No-till на десятках тысяч гектаров, ежегодно получают высокие и стабильные урожаи (Власенко А.Н., 2014). В Орловской области агрофирма «Юность» уже более 10 лет при возделывании сельскохозяйственных культур, в том числе и сои, применяет прямой посев. В 2011 году урожайность сои здесь в среднем составила 2,00 т/га (Сафиулин М.С., 2011).

В Алтайском крае ООО «Вирт» на протяжении 7 лет используется технология No-till, которая позволила существенно расширить ассортимент возделываемых культур и изменить структуру посевных площадей. Яровая пшеница в хозяйстве занимает около 20 %, озимая – 14, яровой рапс – 11, гречиха – 15 %. В пределах 8 % имеются посевы овса, ячменя, гороха, сои, кукурузы (Беляев В.И., 2015).

По сообщению В.В. Кулинцева и В.К. Дридигера (2013) ООО «Красносельское» Грачевского, ООО «Добровольное» и ООО СХП «Урожайное» Ипатовского районов Ставропольского края более семи лет применяют технологию выращивания полевых культур без обработки почвы. При её применении урожайность возделываемых культур в сравнении с традиционной технологией в отдельные годы несколько ниже, однако обеспечивается она при значительно меньшими энерго- и трудозатратами.

В.К. Дридигер (2014) отмечает, что переход на систему земледелия без обработки почвы ООО «Добровольное» Ипатовского района Ставропольского края, находящееся в засушливой зоне (среднегодовая сумма осадков 370-450 мм), позволил существенно расширить ассортимент возделывания культур и изменить

структуру использования пашни. Хозяйство полностью отказалось от чистого пара, но значительно увеличило площади посева гороха, зерновой кукурузы, начало возделывать сорго, пожнивное просо, а также сою.

Положительный опыт применения технологии прямого посева накоплен в ряде других регионов Российской Федерации. Тем не менее, в настоящее время в отечественной науке и практике сложилось неоднозначное отношение к этой технологии. Одни исследователи считают её прогрессивной, обеспечивающей надёжную защиту почв от дефляции и эрозии и способствующей сохранению и улучшению плодородия почвы при одновременном росте урожайности возделываемых культур и повышении экономической эффективности растениеводства. Другие считают её неприемлемой для условий нашей страны, так как она, по их мнению, вызывает уплотнение почвы, увеличение засорённости посевов, распространение вредителей и болезней, загрязнение окружающей среды и получаемой продукции пестицидами и т.д.

По сообщению А.Н. Есаулко, В.Г. Сычѳв, М.С. Сигида с коллегами (2017) длительное применение технологии без обработки почвы в ООО «Добровольное» Ставропольского края способствовало неуклонному увеличению гумуса в слое почвы 0-10 см. Переход хозяйства ПСК «Предгорье Кавказа» Северского района Краснодарского края на технологию минимальной и «нулевой обработки» почвы не только стабилизировал запасы гумуса в почве, но и показал тенденцию к их росту (с 3,33 % в 1989 г. до 3,50 % в 2001 г.). Если в целом по району за 12 лет повысилась кислотность почвы, то по хозяйству она практически не изменилась (Небавский В.С., 2003, 2011).

Несмотря на положительный опыт применения системы No-till в хозяйствах нашей страны, И.Г. Пыхтин (2017) считает, что при внедрении этой технологии не избежать повышения плотности почвы и развития процессов водной эрозии, загрязнения дренажных вод и окружающих водоѳмов остатками гербицидов и удобрений, усиления поражения возделываемых культур болезнями и вредителями, снижения урожайности и сильного её варьирования по годам.

Однако, по мнению В. Розн, Р. Рѳйнбоу, В. Дѳнис (2004) степень уплотне-

ния почвы во многом зависит от количества проездов по полю технических средств. По их исследованиям при возделывании культур по методу No-till происходит уплотнение половины площади, тогда как при традиционном возделывании со вспашкой – это происходит на всей, а при минимальной обработке на 85 % площади. Поэтому, делают они заключение, в технологии No-till почва уплотняется значительно меньше, чем в технологиях с обработкой почвы.

В США проведены исследования о влиянии движителей техники с нагрузкой на ось машины от 4,5 до 20 тонн на урожайность сои. Урожай сои при уплотнённом верхнем слое почвы по сравнению с контролем снизился на 15%. Кроме того, анализировалась возможность спада урожайности вследствие уплотнения нижних слоёв почвы. В результате опыты показали, что одноразовая обработка почвы с осевой нагрузкой 9 или 18 т в начале экспериментов привела к снижению урожайности в следующем году. А в следующие 9 из 14 лет на данных полях получали также более низкий урожай, чего не было на контроле, где почву не обрабатывали (Сергеев К.А., 2016).

Поэтому С.Д. Арабаджаев, (1981) и О.И. Власова (2011) считают, что высокая плотность почвы является признаком плохих физико-химических и агрофизических свойств почв и нарушения при её обработке и уходе. В связи с этим В.И. Беляев (2015) утверждает, что при применении No-till происходит снижение переуплотнения почвы и улучшение роста корней, а происходит это за счёт улучшение качества почвы, обусловленное снижением эрозионных процессов.

По наблюдениям Брайен Меррет (1994) как только на поле начинают внедрять метод No-till, отмечается существенное улучшение структуры почвы. Происходит это потому, что ненарушенный мульчированный поверхностный слой и не разрушенная сеть корневых систем на поле, возделываемом по No-till, лучше всего способны выдержать нагрузку сельскохозяйственной техники.

По мнению В.К. Целовальникова (2014) нет ясности, позволит ли система земледелия без обработки почвы решить главный проблемный вопрос о экологической безопасности продукции, полученной по этой технологии, особенно. Но до настоящего времени в научной литературе отсутствовали данные, подтверждаю-

щие отрицательные экологические последствия применения технологии No-till. Наоборот, результаты исследований показали незначительное содержание глифосатов в почвенных и растительных образцах, что значительно меньше предельно допустимых концентраций в зерне и почве (Есаулко А.Н., Сычёв В.Г., Сигида М.С. и др., 2017). Больше того, после всестороннего и тщательного изучения всех новых научных доказательств Федеральная служба защиты прав потребителей и безопасности пищевой продукции Германии (BVL) вынесла вердикт, который гласит: действующее вещество глифосат не создаёт угрозы здоровью людей (Райнхард Ю., Зайцева И., 2015).

Кроме того, при правильном освоении метода No-till в севооборотах с применением промежуточных, поукосных, пожнивных посевов на сидерат, по мере накопления органического мульчирующего слоя на поверхности поля, искоренения многолетних сорняков, потребность в гербицидах снижается либо полностью исчезает, улучшается фитосанитарное состояние, в том числе и за счёт увеличения микрофлоры. В. Батуриным (2007) установлено, что в течение 2-3 ротаций севооборота засорённость практически исчезает, а после третьего года применения технологии на 20-30 % снижается расход средств защиты растений, минеральных удобрений и гербицидов.

Исследования, проведённые в ООО «Донская Нива» Ростовской области, которое более 10 лет почву не обрабатывают, показали, что валовое содержание тяжёлых металлов в почвах, в целом, соответствует значениям, характерным для почв данной зоны. Все металлы содержатся в дозах, не превышающих опасного уровня. Исключением является хром, содержание которого в некоторых случаях превышает ПДК (100 мг/кг), но это характерно для почв степной зоны (Мокриков Г.В., Шерстнев А.К., Казеев Д.К., 2017).

По мнению И.В. Кокуновой и Е.Г. Котова (2017) технологию No-till необходимо прерывать обработкой почвы через определённый промежуток времени. Они обосновывают это тем, что в ряде сельскохозяйственных предприятий Псковской области применение технологии No-till при возделывании зерновых культур даёт хороший экономический эффект в первые годы применения, однако

через 3-4 года ее целесообразно чередовать с традиционной обработкой. Однако этот вопрос следует изучить, для чего провести научные исследования в разных регионах почвенных и климатических условиях.

Особенно большую озабоченность у отечественных агрохимиков вызывает внесение в почву на оптимальную глубину минеральных удобрений при отсутствии её обработки, особенно фосфорных, питательные вещества которых плохо передвигаются в почве и малодоступны для растений при поверхностном внесении (Цирулёв А.П., 2010). Однако исследования А.М. Медведева с коллегами (2017), проведённые в производственных посевах ЗАО «им. Кирова» Ростовской области показали, что многолетнее использование технологии No-till позволяет стабилизировать потенциальные запасы фосфатов в гумусовых горизонтах чернозёма обыкновенного карбонатного. При этом наибольшее накопление валовых фосфатов наблюдается в слое 0-10 см (0,18-0,19 %) без особых изменений в ниже-расположенных слоях. При этом в нижних слоях почвы при технологии No-till меньше фосфатов, чем при использовании вспашки. Авторами выявлено, что такое распределение фосфатов в почве не оказывает отрицательного влияния на урожайность возделываемых культур, так как урожайность озимой пшеницы в хозяйстве при размещении по непаровым предшественникам в 2016 году составила 73,2, в 2017 году – 74,4 ц/га, являясь по этому показателю лидером в Ростовской области, где много озимой пшеницы возделывается по чистому пару.

Поэтому А. Мартин (2007) считает, что концентрация фосфора в верхнем слое почвы – не повод для беспокойства, поскольку корни развиваются именно в этой среде при наличии объемного слоя пожнивных остатков на поверхности. К тому же в последнее время появляются технические решения этого вопроса, когда удобрения можно вносить внутрпочвенно с помощью мультиинжектора. Об этом свидетельствуют исследования А.Н. Есаулко, Е.А. Саленко, Н.В. Громова с коллегами (2017), проведённые в КФХ «Водопьянов С.С.» Ставропольского края.

По наблюдениям А. Червет с коллегами (2010) при прямом посеве появляются и образуют большую популяцию дождевые черви, которые создают множество стабильных каналов, проникающих на большую глубину. Ходы дождевых

червей в системе прямого посева после проезда техники сохраняют свою форму и функцию, поэтому вода осадков беспрепятственно просачивается в слои почвы, защищённые от испарения, и накапливается в них. Поэтому вода просачивается в три раза быстрее, чем в системе с применением вспашки, в результате чего во время интенсивных осадков обработанная почва теряет больше воды в результате поверхностного стока. Кроме того, при применении метода No-till не наблюдается впадин и эрозии почвы, встречающихся на полях фермеров, придерживающихся традиционной обработки почвы.

Важную роль в технологии без обработки почвы играют пожнивные остатки возделываемых культур, остающиеся на поверхности почвы. Они снижают ветровую эрозию и предотвращают измельчение почвы до пылеобразного состояния, что зачастую имеет место при традиционной земледелии на сухих почвах. Пожнивные остатки уменьшают сток и минимизируют перенос частиц. Температурный режим почвы смягчается, она длительное время прохладна весной, меньше прогревается летом, а зимой она более теплая (Мартин А., 2009)

Растительные остатки, которые остаются на поверхности почвы, изменяют состояние и свойства верхнего слоя почвы (температура, влажность, освещенность), что, в свою очередь, влияет на интенсивность прорастания, рост и развитие всходов сорняков. Кроме того, на прорастание сорняков свое влияние оказывают продукты разложения растительных остатков. Одновременно сами остатки служат физической преградой для проростков сорняков. Каждые 1000 кг/га растительных остатков соломы озимой пшеницы, которые остались на поле, уменьшают количество всходов сорняков на 14 % (Вашингтон К., 2007).

Поэтому, по мнению М. Роберт (2007), работа с растительными остатками является ключевым фактором успешного применения системы No-till. Растительные остатки необходимо во время уборки сельскохозяйственных культур равномерно распределять по поверхности поля, что обеспечит эффективную борьбу с сорняками, сохранение влаги, препятствие водной и ветровой эрозии, а также создание микроклимата (Турин Е.Н., Женченко К.Г., Гонгало А.А., 2017). По мнению Карлоса Кроветто (2010), для обеспечения надёжной защиты почвы от эрозии ми-

нимальная потребность почвы в растительных остатках составляет 1 т/га. По расчётам М.П. Косолап (2011), чтобы обеспечить хороший контроль сорняков, сохранить почвенную влагу и держать под контролем эрозию почвы, необходимо на поверхности поля равномерно распределить от 3 до 5 т/га растительных остатков.

В технологии No-till снижается скорость минерализации гумуса и как следствие уменьшается содержание азота в почве. Как показывает мировой опыт, наиболее эффективный путь повышения урожайности сельскохозяйственных культур – внесение минеральных удобрений (Бледных В.В. и др., 2015). При этом наиболее распространённым является внесение удобрений, в том числе азотных, в посевное ложе, что исключает лишний проход по полю и использование дополнительной тяговой силы, следовательно, уменьшается воздействие на почву (Лион Д., 2007).

Особенно остро эта проблема проявляется в первые годы освоения No-till, когда количество азота в почвенном органическом веществе увеличивается, а азота доступного растениям снижается. Поэтому в начале применения No-till нужно компенсировать его недостаток, увеличив норму внесения удобрений. По мнению С. Грант (2007) азот лучше вносить с осени при температуре почвы 5-10 °С.

Но после нескольких лет применения No-till и накопления слоя пожнивных остатков на поверхности почвы устанавливается равновесие между потребностями в азоте и его высвобождением. Этот процесс переработки азота происходит непрерывно, как это и бывает в природе. Поэтому, по мнению Д. Гассен (2007) потребность во внесении азотных удобрений снижается, а при хорошей обеспеченности растений азотом от удобрений можно отказаться.

Согласно исследованиям В.Г. Холмова (1981), при минимализации обработки происходит неравномерное распределение растительных остатков в корнеобитаемом слое. Это приводит к сокращению прихода в нижнюю часть пахотного и подпахотного слоёв почвы пищи для микрофлоры, что отрицательно отражается на её численности и интенсивности биогенных процессов. Однако, по утверждению А.Г. Харченко (2011) при отказе от пахоты и освоении технологии без обработки почвы начинается процесс восстановления биологической активности поч-

вы, основным условием которого, по его мнению, является накопление в почве углерода (углеродистых соединений – продуктов распада растительных остатков), который является источником питания почвенных микроорганизмов.

Мировой опыт показывает, что по технологии No-till можно успешно возделывать различные полевые культуры (кроме овощей, корнеплодов, садов и виноградников), в том числе сою. По сообщению В.Ф. Баранова (2010) в США широко практикуется прямой способ сева сои в стерню пшеницы, особенно на почвах, подверженных ветровой и водной эрозиями. Это оправдано необходимостью сохранения плодородия почвы и возможностью применения эффективных гербицидов широкого спектра действия.

В Аргентине установлено большое преимущество по урожайности сои на полях, где применялся прямой посев по сравнению с технологией, применяющей обработку почвы (Пейретти Р.А., 2016). Поэтому в этой стране уже много лет сою возделывают без какой-либо обработки почвы, и в структуре посевных площадей она занимает до 50 %, а средние урожаи сои варьируют от 2,50 до 4,00 т/га (Пинегин В.А., 2011). Бразилия по технологии прямого посева возделывает сою на площади 23,5 млн. га, экспорт соевых бобов составляет 29,1 млн. тонн (Пименов А.В., 2011).

В основных производящих сою странах её размещают относительно компактными зонами в наиболее благоприятных агроклиматических регионах. Например, в США свыше 60 % валового сбора сои получают в зоне знаменитого по своим благоприятным условиям кукурузного пояса; в Бразилии свыше 61 % – в трёх штатах: Рио-Гранди-ду-Сул, Парана и Мето-Гроссу-Сул; в Аргентине 93 % – в провинциях Санта-Фе, Буэнос-Айрес, Кордоба. В Канаде производство сои сосредоточено в основном в провинции Онтарио; в Италии – в пяти областях северной части страны (Поздняков В.Г., 1991). По мнению П.В. Ключина (2000), в Российских условиях достаточно устойчивые урожаи сои без орошения можно получить только в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения.

Определённый опыт возделывания сои без обработки почвы накоплен и в Российской Федерации. В ООО «Вирт» Алтайского края урожайность сои, возде-

льваемой по этой технологии, составляет от 1,50 до 2,20 т/га (Беляев В.И., 2015). ООО «Добровольное» в засушливой зоне получает Ставропольского края от 0,80 до 1,50 т/га сои, тогда как по технологии с обработкой почвы её в этих условиях возделывать не рекомендуется (Дридигер В.К., 2014).

На больших площадях возделывают сою в «Агрофирме «Прогресс» Лабинского района Краснодарского края, где на половине площадей применяется бесплужная обработка почвы и прямой посев с использованием современной импортной техники. Здесь в 2011 году с 7057 га собрали по 2,00 т/га соевых бобов, а среднегодовое производство за 2008-2011 гг. составило 14836 т (Лукомец В.М., Кочегура А.В., Баранов В.Ф., Махонин В.Л., 2013).

По мнению Карлоса Корветто (2010) кукуруза в технологии No-till хорошим предшественником для многих культур, в том числе и сои является кукуруза. Обусловлено это тем, что растительные остатки кукурузы не обладают аллелопатическим воздействием. Но при этом есть обязательное условие – комбайн должен быть оборудован соломоизмельчителем и оснащён хорошей системой распределения растительных остатков. В свою очередь, растительные остатки сои и других бобовых культур, создают лучшие условия для прямого посева. Они также не образуют аллелопатического эффекта, благодаря большому содержанию азота (соотношение C:N=1:30) отпадает необходимость дополнительного внесения азота для последующих злаковых культур севооборота, они благоприятствуют прорастанию и дальнейшему развитию всходов любой культуры в севообороте.

Однако С.В. Ретьман с коллегами (2015) считает, что из-за высокого содержания целлюлозы и гемицеллюлозы (около 70 %) в соломе кукурузы необходимо внесение на каждую тонну побочной продукции до 10-15 кг/га д.в. азотных удобрений, во избежание азотного голодания растений сои.

В исследованиях А.Н. Гайдученко с коллегами (2017) включение сои в севооборот и её возделывании без обработки почвы повысило содержание гумуса в слое почвы 0-20 см на 0,27 %, тогда как при традиционной технологии этот показатель составил 0,13 %. В бессменных посевах без обработки почвы гумуса увеличилось на 0,31 % ($НСР_{05} = 0,14$ %), а по традиционной технологии осталось без

изменений – 2,76 %. То есть соя, при её возделывании без обработки почвы, оказывает положительное влияние на плодородие почвы.

В этом же опыте количество многолетних сорных растений в посевах сои уменьшилось на 41 %, их масса – на 28 %; в бессменных посевах сои численность многолетних сорняков снизилась на 30 %, их масса – на 67 %, но произошло увеличение общей засорённости по технологии No-till, в сравнении с традиционным возделыванием на 81 % по количеству и на 46 % по массе. Однако Х.М. Сафин с коллегами (2014), исследуя опыт канадских, американских, австралийских и аргентинских фермеров, имеющих большой опыт работы по технологии No-till, убедились, что никакого всплеска засорённости, болезней и вредителей в многолетней перспективе не происходит. Автор отмечает, что существенно уменьшить засорённость посевов позволяет равномерное распределение растительных остатков и правильный севооборот.

Этому же способствует применение перед посевом сои гербицида сплошного действия (производные глифосата), который при правильном применении уничтожает все сорняки, которые начинают прорастать в момент применения препарата. Поэтому В.А. Тильба (2012) считает этот агроприём одним из основных при возделывании сои без обработки почвы.

Необходимо отметить, что в литературе очень много внимания уделяется подбору посевных агрегатов для посева сои по технологии No-till. Связано это с необходимостью или ненужностью внесения припосевного удобрения, особенно азотного. При совмещении сева и внесения удобрений конструкцией сеялки должно быть предусмотрено разделение семян и удобрений в почве (Брайен Меррет, 1994). Обусловлено это тем, что во избежание повреждения всходов и нанесения урона посевам на стадии прорастания удобрения нельзя помещать слишком близко к семенам сои (Фергюсон Р.Б., Шапиро Ч.А., Доберман А.Р., Вортман Ч.С., 2013).

Результаты расчёта экономической эффективности технологий возделывания сои в мелкоделяночном опыте во ВНИИ сои (Дальний Восток) свидетельствуют о том, что самую высокую рентабельность производства сои (213 %) и наи-

меньшую себестоимость (5,44 тыс. руб./т) обеспечила технология No-till, в сравнении с традиционной (Гайдученко А.Н., Сюмак А.В., Коротенко Б.А., 2017).

Схожие данные получены М.О. Синеговским (2015) в Алтайском крае, где наибольший сбор белка и масла с 1 га получен при традиционной технологии со вспашкой (1006 и 520 кг/га), но производственная себестоимость 1 кг белка сои по технологии No-till составила 7,9 руб., Mini-till – 10,2, вспашки – 10,5 руб. Также распределилась себестоимость – 15,3; 19,6 и 20,3 руб./кг.

Тем не менее, по мнению В.А. Тильбы (2012), даже при исключении почвенных обработок нулевая технология в настоящее время является достаточно затратной. Поэтому указанная технология в инновационном плане нуждается в существенном уточнении, доработке.

Поэтому проведение исследований по изучению эффективности технологии возделывания сои без обработки почвы в разных почвенно-климатических условиях страны вызывают большой научный и практический интерес. Необходимо выяснить, как эта технология влияет на рост, развитие и урожайность сои, агрофизические показатели почвы, проследить динамику содержания основных элементов питания в почве. В особенности актуальны эти исследования в условиях Ставропольского края, так как основным лимитирующим фактором здесь является влага. Поэтому необходимо проводить исследования, связанные с возможными приёмами по накоплению и сохранению выпадающих атмосферных осадков. Помимо этого, существующие технологии возделывания, базирующиеся на обработке почвы, не предотвращают эрозионные процессы, а технология No-till в литературных источниках описывается как эрозионно-устойчивая.

2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Почвы зоны и опытного участка

Полевые исследования проводили на опытном поле ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ» (ранее ФГБНУ «Ставропольский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»), расположенном в зоне неустойчивого увлажнения Ставропольского края. В этой зоне преобладают черноземные почвы, которые сформировались в условиях неустойчивого и засушливого климата (Петров Л.Н., Куприченков М.Т., 1976). Среди чернозёмов выделяются выщелоченные, типичные, обыкновенные и южные. Выщелоченные и типичные приурочены к предгорьям и центральной части Ставропольской возвышенности и значительного распространения не получили (1,0 %). Чернозёмы южные тянутся неширокой полосой (менее 70 км) по границе между зонами чернозёмов и каштановых почв, занимая 10 % территории. Самым распространённым среди других подтипов чернозёма является чернозём обыкновенный, который занимает 20,8 % от площади края (Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И. и др., 2013).

Все чернозёмы имеют общее генетическое строение профиля, независимо от географического распространения. Для них характерен серый и тёмно-серый цвет, богатство гумусом, большая мощность и слабая дифференцированность профиля. Чернозём обыкновенный обладает оптимальной плотностью (1,15-1,25 г/см³), хорошей и удовлетворительной пористостью (50-60 %). В структуре преобладают агрономически ценные агрегаты размером от 0,25 до 10 мм. Благодаря этому коэффициент структурности всегда больше 1, а иногда он составляет 3,5 и более единиц (Цховребов В.С., Куприченков М.Т., 2005). Гранулометрический состав чаще всего представлен тяжёлыми суглинками (Вальков В.Ф. и др., 2002).

Чернозем обыкновенный характеризуется средней обеспеченностью фосфором, повышенной обеспеченностью калием и низкой обеспеченностью серой (менее 6 мг/кг). Емкость поглощения находится в пределах 20-35 мг-экв/100 г почвы. Среди поглощенных оснований преобладает кальций, а обменного натрия всегда меньше 5 % от суммы. Водно-физические свойства также в целом благоприятны.

Максимальная гигроскопичность колеблется в пределах 5-7 %, что обуславливает невысокое количество недоступной влаги (влажность завядания 7-9 %). Водопроницаемость почв 50-100 мм/час, но может снижаться в пахотном горизонте и особенно старопахотных почв до 30 мм/час и менее (Цховребов В.С., 2011).

Почва опытного участка чернозем обыкновенный среднесуглинистый слабогумусированный тяжелосуглинистый, сформировавшийся на лессовидных карбонатных суглинках. По описанию почвенного разреза, проведенном доктором с.-х. наук Е.И. Годуновой в 2013 году (перед закладкой опыта), профиль почвенного разреза состоит из 6 горизонтов (таблица 1).

Таблица 1. – Описание почвенного разреза опытного участка

(разрез описан Е.И. Годуновой в 2013 г.)

Горизонт	Мощность горизонта, см	Описание горизонта
A _{пах}	$\frac{0-25}{25}$	увлажнен, темно-серый, тяжелосуглинистый, пылевато-зернисто-комковатый, тонкопористый, уплотнен, обилие корней, растительные остатки, переход постепенный.
A _п /A _{пах}	$\frac{25-41}{16}$	увлажнен, темно-серый, среднесуглинистый, пылевато-ореховато-зернистый, тонкопористый, уплотнен, обилие корней, растительные остатки, переход постепенный.
B ₁	$\frac{41-53}{12}$	увлажнен, темно-серый с буроватым оттенком, среднесуглинистый пылевато-зернисто-ореховатый, уплотнен, бурно вскипает от 10 % HCL с 47 см, кротовины, капролиты, корни, переход постепенный.
B ₂	$\frac{53-78}{12}$	увлажнен, темно-бурый, среднесуглинистый, пылевато-комковато-зернистый, тонкопористый, уплотнен, корневины, кротовины, червороины, капролиты, псевдомицелий с 69 см, корни, переход постепенный.
BC	$\frac{78-126}{48}$	увлажнен, бурый, среднесуглинистый, пылевато-зернисто-комковатый, тонкопористый, уплотнен, корневины, кротовины с 89 см белоглазка, корни, переход постепенный.
C	$\frac{126-175}{\text{дно разреза}}$	увлажнен, буровато-желтый, среднесуглинистый, пылевато-комковато-ореховый, уплотнен, кротовины.

Пахотный горизонт ($A_{\text{пах}}$) темно-серый, пылевато-зернисто-комковатый, характеризуется низким содержанием гумуса – 3,87 %, очень низким содержанием нитратного азота – 11,9 мг/кг почвы, средним содержанием подвижного фосфора – 18,7 мг/кг (по Мачигину) и средней обеспеченностью обменным калием – 245 мг/кг. Реакция почвенного раствора нейтральная, $\text{pH} = 6,32$ (таблица 2).

Таблица 2. – Агрохимическая характеристика почвенного разреза опытного участка.

Горизонт	Мощность горизонта, см	Гумус, %	N-NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	pH
$A_{\text{пах}}$	$\frac{0-25}{25}$	3,87	11,9	18,7	245	6,32
$A_{\text{п}}/A_{\text{пах}}$	$\frac{25-41}{16}$	3,59	20,3	9,6	230	7,10
B_1	$\frac{41-53}{12}$	3,20	11,4	8,8	225	7,75
B_2	$\frac{53-78}{12}$	2,26	1,6	6,8	210	8,16
BC	$\frac{78-126}{48}$	1,57	1,0	5,4	190	8,23
C	$\frac{126-175}{\text{дно разреза}}$	0,65	0,5	3,4	155	8,30

Содержание элементов питания и гумуса по профилю постепенно уменьшается – азота до 0,5 мг/кг, фосфора до 3,4, калия до 155 мг/кг, а гумуса до 0,65 %.

Таким образом, характеристика почвы опытного участка и в целом почвенного покрова зоны, свидетельствует о преобладании положительных свойств чернозема обыкновенного для произрастания растений, в том числе и сои. Из отрицательных свойств, следует отметить низкое содержание нитратного азота и серы, а также среднюю обеспеченность фосфором.

2.2. Климатическая характеристика зоны

Зона неустойчивого увлажнения Ставропольского края охватывает 25 % площади его сельскохозяйственных угодий и 26 % пашни. Среднее количество осадков – 511-636 мм, ГТК – 1,00-1,09, коэффициент увлажнения – 0,27-0,31. Среднегодовые температуры равняются 9,7-11,0 °С, сумма температур выше 10 °С

– 3300-3650 °С. Вероятность сухих лет ($KУ < 0,15$) варьирует от 1 до 9 % (Кулинцев В.В., Годунова Е.И., Желнакова Л.И. и др., 2013).

Характерной особенностью зоны является неустойчивое увлажнение по годам и неравномерность выпадения осадков в течение года. За вегетационный период выпадает 400-450 мм. Продолжительность безморозного периода 180-185 дней (Каплан Г.Л., 2002).

Зима сравнительно холодная со среднемесячной температурой января – минус 4-5 °С. Минимальная температура в зимнее время опускается до минус 32 °С. Продолжительность зимы колеблется от 75 до 110 дней. Почва промерзает в среднем на 25-30 см. Снежный покров неустойчив, его высота составляет от 10 до 15 см. В течение зимы наблюдаются частые оттепели – до 50-55 дней. Сход снега происходит в конце 2-й декады марта. Переход среднесуточных температур к положительным значениям наблюдается в первой декаде марта. Нарастание температур весной идет быстро (Желнакова Л.И., 2010).

Весенние заморозки заканчиваются в апреле, иногда отмечаются и в мае. Среднесуточная температура воздуха выше +10 °С (начало лета) поднимается после 15-20 апреля. Перепад суточных температур через отметку +5 °С (начало вегетации) происходит, как правило, весной в начале апреля и осенью во второй декаде ноября (Бадахова Г.Х., 2007). Лето довольно жаркое, со среднемесячной температурой июля 22-24 °С. Максимальная температура июля достигает 42 °С (Цховребов В.С., 2011). Довольно часто повторяются дни с атмосферной засухой, которых за вегетационный период насчитывается до 95 (Драгавцева И.А., 2007).

Высокие температуры обуславливают большую испаряемость, которая превышает количество выпадающих осадков (Бадахова Г.Х., 2007). При этом относительная влажность воздуха в июле-августе опускается до 59-62 %, что оказывает неблагоприятное действие на развитие поздних яровых культур, в том числе и сои (Верёвкина С.И., 2008).

В зимний период преобладают восточные ветры. В летнее время наблюдаются восточные и юго-восточные ветры, которые сопровождаются повышенными

температурами и низкой влажностью воздуха. Они дуют с большой силой, что отрицательно влияет на культурные растения. Западные и юго-западные ветры более влажные и сопровождаются дождями (Желнакова Л.И., Антонов С.А., 2011).

К положительным сторонам климата относятся длительный вегетационный период и высокая сумма положительных температур, к отрицательным – ливневый характер осадков и их неравномерное распределение по временам года, засухе (Бадахова Г.Х., 2002).

Неустойчивость климата зоны сказывается на варьировании урожайности полевых культур. Урожаи сельскохозяйственных культур по годам колеблются в зоне неустойчивого увлажнения в 5-6 раз, в то время как в зоне устойчивого увлажнения лишь в 2-3 раза (Куприченков М.Т., Антонова Т.Н. и др., 2002).

Таким образом, зона неустойчивого увлажнения Ставропольского края характеризуются неравномерным распределением осадков во время вегетации растений, выпадением ливневых дождей, наличием таких неблагоприятных явлений, как засухе и низкая относительная влажность воздуха, зимой происходят частые оттепели и, как следствие этого, крайне неустойчивый снежный покров. К положительным сторонам зоны можно отнести длительный вегетационный период и достаточное количество тепла. При этом основное количество осадков выпадает во время активной вегетации растений, что позволяют возделывать широкий набор сельскохозяйственных культур, в том числе и сою.

2.3. Метеорологические условия проведения исследований

Метеорологические условия каждого года исследования отличались между собой, но были характерными для зоны неустойчивого увлажнения. Основная часть осадков выпадала в виде дождей за период с мая по июль. Во все три года исследований самое большое количество осадков выпадало в мае, которые значительно превосходили климатическую норму. В то же время, в августе на фоне повышенных температур воздуха и острого дефицита атмосферных осадков, наблюдалась сильная атмосферная и почвенная засухи, которые характерны для зоны неустойчивого увлажнения в это время (рисунок 1).

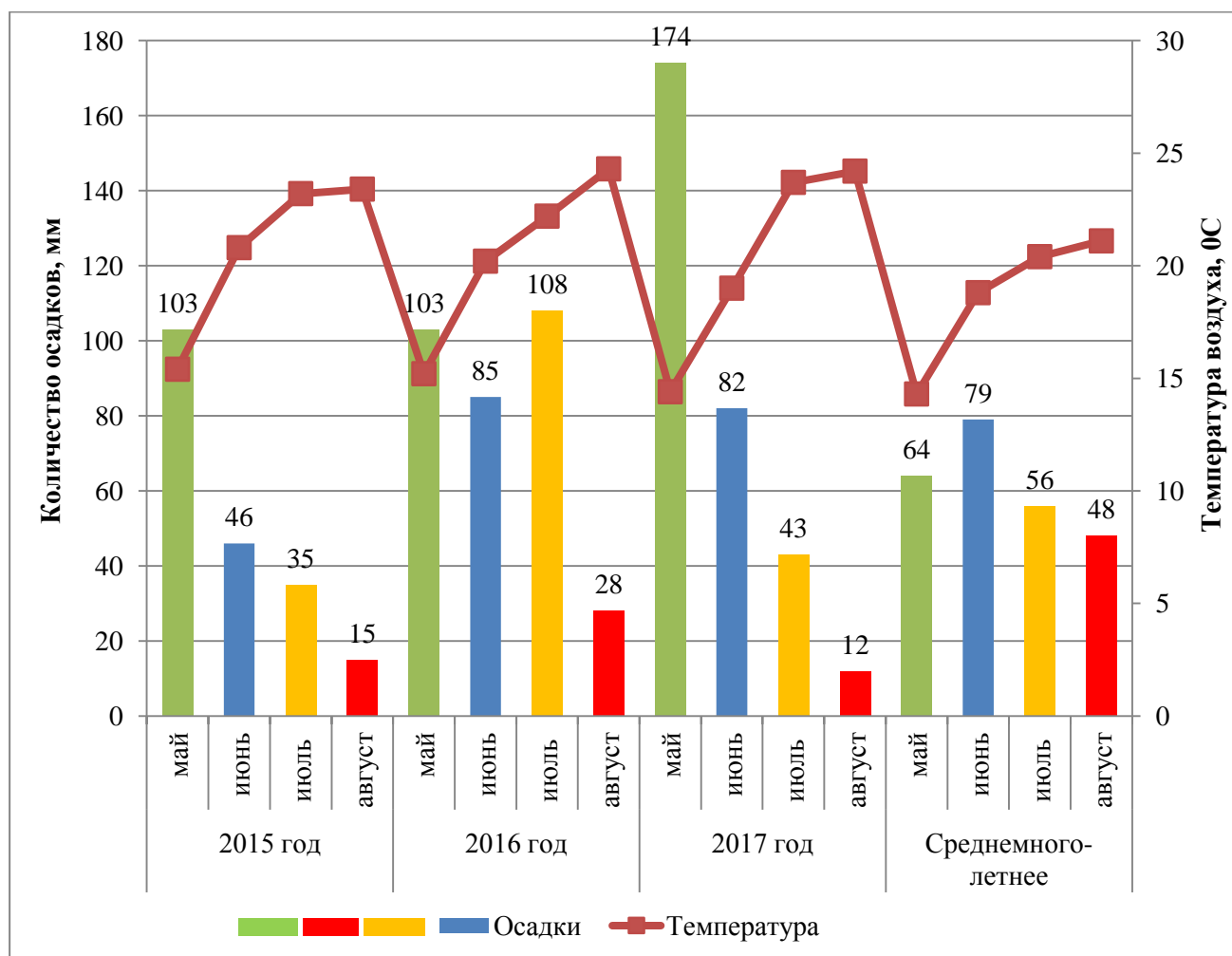


Рисунок 1. – Количество атмосферных осадков и среднесуточная температура воздуха во время вегетации сои

При недоборе осадков в июле месяце, что наблюдалось в 2017 и, особенно, 2015 гг. пагубное воздействие атмосферной и почвенной засух было более продолжительным, что отрицательно сказалось на росте и урожайности сои.

Осень характеризовалась несколько повышенными температурами в сентябре и ноябре и нормальным выпадением осадков, за исключением сентября 2015 и 2017 гг., а также ноября 2017 г. Максимальное количество осадков в зимний период наблюдалось в декабре, причём не только в виде снега, но и дождя. В целом зимние месяцы, а также март за годы исследований были теплее обычного с типичным количеством осадков. По среднегодовому температурному режиму все три года были теплее обычного на 1,7-2,2 °C, а количество осадков в 2015 году было на 26 мм, а в 2026 и 2017 гг. на 95 и 77 мм больше климатической нормы.

Погодные условия 2015 года характеризовались недобором атмосферных осадков за период с июня по октябрь месяцы и довольно большим их количеством в мае месяце и зимне-весеннее время. В январе и феврале наблюдались снегопады, которые сопровождались сильным ветром. В этот год посев сои произведен 26 мая, когда установилась жаркая и преимущественно сухая погода. За третью декаду мая выпало 6 мм осадков, то есть основная доля осадков (97 мм) пришлась на I и II декаду мая. На протяжении всего лета наблюдался дефицит атмосферных осадков, когда за три месяца (июнь, июль, август) выпало всего 96 мм, при среднемноголетнем значении 183 мм. Температурный режим летних месяцев характеризовался как засушливый, среднемесячная температура июня была выше среднемноголетнего значения на 2,0 °С, июля на 2,8, августа на 2,3 °С (приложение 1).

В связи с этим 2015 год характеризовался как крайне неблагоприятный для роста и развития растений сои, в самый ответственный период вегетации сои – во время цветения (июль-август) наблюдались повышенные температуры и сильнейшая атмосферная и почвенная засухи.

Условия 2016 года по температурному режиму практически не отличались от среднемноголетних значений, за исключением необычно тёплых зимних месяцев – декабря и февраля, когда осадки выпадали в виде дождя. Осадков в течение года выпадало больше обычного, исключение составили февраль, апрель, август и ноябрь. Этот год был благоприятней для роста и развития сои, из-за обилия атмосферных осадков. Соя была посеяна 21 мая. За третью декаду мая выпало 41 мм осадков, за июнь и июль выпало 193 мм, что больше климатической нормы в 1,5 раза. Однако август был засушливым, но, благодаря июньско-июльским осадкам растения сои довольно хорошо перенесли августовскую засуху этого года.

Метеорологические условия в 2017 году были примечательны обильным увлажнением в мае, нормальным в июне – июле и крайне низким в августе, сентябре, ноябре и январе. Температурный режим был схож с климатической нормой, особенно в апреле, мае и июне. Однако в июле, августе и сентябре температура воздуха была на 3,1-4,1 °С выше нормы. Температура зимних месяцев была ниже, чем в предыдущие годы, но приближена к среднемноголетним значениям.

Осадки зимой выпадали в виде снега и иногда сопровождались ветром.

В связи с чрезмерным увлажнением в мае 2017 года, соя была посеяна 4 июня. В мае этого года выпало 174 мм осадков, что почти в 3 раза больше климатической нормы. Хорошие запасы влаги в почве положительно влияли на рост и развитие сои в начале вегетации. В июне также выпало достаточное количество осадков – 82 мм. Однако в июле и августе наблюдался дефицит влаги, особенно он проявился в августе, когда выпало всего 12 мм, что в 4 раза меньше нормы. Августовская засуха отрицательно повлияла на растения сои, у которых в это время происходило цветение и налив бобов.

Таким образом, характерной особенностью всех годов исследований являлось обильное выпадение осадков в мае и острый дефицит в августе, что оказало отрицательное влияние на рост и развитие растений сои во второй половине лета, когда формировался будущий урожай. Самым засушливым был 2015 год, самым увлажнённым 2016 год, а в 2017 году большинство осадков пришлось на первую половину вегетации сои.

2.4. Методика исследований

Полевые исследования проводили в полевом многолетнем опыте, заложенном осенью 2012 года, где изучали рекомендованную научными учреждениями региона технологию возделывания сои с обработкой почвы и технологию её возделывания без обработки почвы с применением разных доз минеральных удобрений. Сою возделывали в севообороте: кукуруза на зерно - соя - озимая пшеница - подсолнечник. Севооборот развёрнут в пространстве всеми полями. Делянки в опыте размещены в 2 яруса – первый ярус технология без обработки почвы, второй – рекомендованная технология. Повторность опыта трёхкратная, площадь делянки 300 (ширина 6 м, длина 50 м), учётная – 90 м².

Возделывание сои по рекомендованной технологии включало послеуборочное лущение после уборки предшественника, зяблевую вспашку и последующие культивации. Посев осуществлялся сеялкой СЗ-3,6. В технологии No-till посев сои осуществляли сеялкой прямого посева Gimetal. Уходные мероприятия за посева-

ми сои по обеим технологиям были одинаковыми (таблица 3).

Таблица 3. – Технологическая схема возделывания сои в опытах после кукурузы на зерно по рекомендованной и No-till технологиям

Рекомендованная технология	Технология без обработки почвы
1. Двукратное лушение, глубина 8-10 см, БДТ-3 (после уборки кукурузы)	-
2. Зяблевая вспашка, глубина 22 см, ПН-3-35 (октябрь)	-
3. Культивация, глубина 10 см, КРГ 6,0 (март)	-
4. Культивация, глубина 6-8 см, КПС 4,0 (по мере появления сорняков)	-
5. Предпосевная культивация, глубина 6-8 см, КПС 4,0 (перед посевом)	1. Обработка гербицидом сплошного действия, ОП-2000 (май)
6. Посев сои с внесением удобрений, сеялка СЗ-3,6 (май)	2. Посев с внесением удобрений, сеялка ГИМЕТАЛ (май)
7. Обработка гербицидом по двудольным сорнякам, ОП-2000	3. Обработка гербицидом по двудольным сорнякам, ОП-2000
8. Обработка гербицидом по однодольным сорнякам, ОП-2000	4. Обработка гербицидом по однодольным сорнякам, ОП-2000
9. Обработка инсектицидом, ОП-2000	5. Обработка инсектицидом, ОП-2000
10. Уборка комбайном Сампо-130	6. Уборка комбайном Сампо-130

По технологии No-till перед посевом сои деланки обрабатывали гербицидом сплошного действия из группы глифосатов Рап 600 в дозе 1,8 л/га. В опыте сеяли скороспелый сорт сои Дуниза. Способ посева по обеим технологиям сплошной рядовой, норма высева – 650 тыс. всхожих семян на 1 га. В день посева семена под навесом обрабатывали нитрагином.

На контроле соя возделывалась без удобрений, рекомендованная доза – $N_{35}P_{45}K_{30}$ была определена с учетом рекомендаций научных учреждений (Кулинцев В.В. и др., 2013). Расчетная доза удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) рассчитана под планируемую урожайность сои 2,5 т/га с учетом выноса элементов питания с урожаем и поправочных коэффициентов для расчета потребности в минеральных удобрениях (Муравин А.Э., Титова В.И., 2010).

Рекомендованную дозу минеральных удобрений ($N_{35}P_{45}K_{30}$) вносили сеялкой при посеве, предварительно смешав 25 кг/га аммофоса со 187 кг/га нитроаммофоски. Расчетную дозу ($N_{60}P_{60}K_{60}$) вносили перед севом (175 кг/га нитроаммофоски) и сеялкой при посеве – 200 кг/га нитроаммофоски. По рекомендованной технологии удобрения перед севом вносили под предпосевную культивацию, по технологии No-till по растительным остаткам предшественника (кукурузы).

Во всех других культурах изучаемого севооборота (озимая пшеница, подсолнечник, кукуруза) также был контроль, где удобрения не вносили, и два варианта внесения минеральных удобрений – рекомендованная научными учреждениями доза и расчётная на получение определённой урожайности каждой культуры.

По обеим технологиям опрыскивание посевов сои против двудольных сорняков проводили в фазе её первого тройчатого листа гербицидом Хармони Классик (30 г/га) + прилипатель Тренд 90 (150 мл/100 л воды). При появлении у однодольных сорняков 2-4 листьев обработку проводили гербицидом Пантера с нормой расхода 1,3 л/га. При появлении вредителей проводили опрыскивание инсектицидом Шарпей в дозе 0,3 л/га.

Полевые исследования и обобщение результатов полученных данных проведены общепринятыми методами согласно методическим указаниям Б.А. Доспехова (1985) по проведению полевых опытов. Фенологические наблюдения, подсчет густоты стояния растений и другие сопутствующие наблюдения проведены в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971). По всем вариантам опыта у сои отмечали следующие фенологические фазы: посев, полные всходы, ветвление, цветение и полная спелость.

Глубину снежного покрова определяли путём измерения метровой линейкой в пяти точках по диагонали делянки. Агрофизические показатели почвы определяли по методикам, предлагаемым Б.А. Доспеховым (1987). Содержание продуктивной влаги в почве определяли термостатно-весовым методом на глубину 150 см послойно через каждые 10 см. Плотность почвы – методом режущих колец, по слоям 0-10, 10-20 и 20-30 см. Данные показатели определяли ежегодно по

всем вариантам опыта перед уходом в зиму, весной при наступлении физической спелости почвы, перед посевом, в фазе цветения и полной спелости сои.

Одновременно отбирали образцы почвы для химического анализа на содержание элементов питания в слоях почвы 0-10, 10-20 и 20-30 см. Нитратный азот определяли по Грандваль-Ляжу (Турчин Ф.В., 1965), подвижный фосфор и обменный калий по Мачигину в 1 % углеаммонийной вытяжке (ГОСТ 26205-91).

Фотосинтетическую деятельность посевов определяли в основные фазы развития растений. Растения отбирали с 0,25 м² в четырехкратной повторности. Площадь листовой поверхности посевов определяли методом высечек. Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) рассчитана на 1 м² листовой поверхности сои по методике А.А. Нечипорович, Л.Е. Строгановой и С.Н. Чмора (1961). В фазе полной спелости по всем вариантам опыта отбирали снопы с 0,25 м² в четырехкратной повторности для определения структуры урожая.

Учёт количества и массы клубеньков на корнях сои проводили во время налива бобов по методике В.М. Лукомец (2010). Учёт массы растительных остатков проводили весовым методом (доводя остатки до воздушно-сухого состояния) после уборки кукурузы и перед посевом сои. Определение количества дождевых червей в почве (весной в мае) и их распределение в пахотном горизонте – по М.С. Гилярову (1975). Температуру почвы определяли контактным термометром в период с апреля по июнь в 12:00 часов дня с перерывами в 10 дней. Скорость ветра определяли анемометром ручным индукционным весной на высоте 0-5 см, 10-15 см, 20-25 см и 150 см. Скорость ветра фиксировали в интервале времени 5 мин и полученные значения усредняли.

Учет урожая проводили путём прокоса по середине делянки комбайном Сампо-130 с последующим пересчетом на стандартную влажность и чистоту по методике ГСИ. Содержание масла в семенах сои определяли экстракционным методом (ГОСТ 10857-64), содержание протеина методом Къельдаля (ГОСТ 10846-91), жирнокислотный состав масла методом хроматографии (ГОСТ 30418-96). Остатки глифосата кислоты определяли методом газожидкостной хроматографии (МУ 4413-87) в лаборатории Россельхозцентра города Краснодара.

Экономическую оценку технологий возделывания сои проводили согласно методическому пособию по экономической оценке технологий возделывания сельскохозяйственных культур (Боев В.Р., 1999). Статистическая обработка полученных данных – методом дисперсионного и корреляционного анализа по Б.А. Доспехову (1985) и В.П. Томилову (1987).

3. АГРОФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ И УДОБРЕНИЙ

3.1. Влияние растительных остатков на снегозадержание, температуру почвы и наличие дождевых червей

По обеим технологиям уборка кукурузы, являющейся предшественником сои, производится при высоте среза 40-45 см. Не срезанная часть растений после уборки остаётся в таком же состоянии, а срезанная измельчается комбайном во время уборки и равномерно распределяется по всей ширине делянки.

В среднем за три года исследований достоверно больше растительных остатков остаётся при возделывании кукурузы (в 2015 году вместо кукурузы было просо) без обработки почвы. Их количество по обеим технологиям существенно увеличивает внесение минеральных удобрений, особенно в расчётной дозе (таблица 4).

Таблица 4. – Влияние технологии и удобрений на сохранность растительных остатков предшественника к моменту посева сои (среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрения	Растительных остатков, т/га		Сохранилось к посеву, %
		после уборки предшественника	перед посевом сои	
Рекомендованная	без удобрений	5,1	0	0
	рекомендованная	5,4	0	0
	расчётная	5,8	0	0
Без обработки почвы	без удобрений	5,8	3,3	56,9
	рекомендованная	6,2	3,4	54,8
	расчётная	6,3	3,5	55,6
НСР ₀₅		0,4	-	-

Примечание: в 2015 г. предшественником сои по обеим технологиям было просо

Однако по рекомендованной технологии после уборки предшественника проводится двукратная обработка дисковыми орудиями на глубину 10-12 см, в ре-

зультате которых растительные остатки измельчаются и перемешиваются с обрабатываемым слоем почвы. Последующей зяблевой вспашкой на глубину 20-22 см все растительные остатки заделываются в почву и уже осенью и зимой растительные остатки на поверхности почвы отсутствовали. Не было их и к моменту посева сои по рекомендованной технологии весной следующего года при внесении всех доз удобрений.

При возделывании сои без обработки почвы все оставшиеся после уборки предшественника растительные остатки остаются на поверхности почвы. Однако к посеву сои весной следующего года их количество уменьшается почти в два раза и составляет 3,3-3,5 т/га, или 54,8-56,9 % от их первоначального количества. Уменьшение количества растительных остатков обусловлено их разложением микроорганизмами в период от уборки предшественника в сентябре и до посева сои в мае месяце следующего года. При этом вносимые удобрения не оказали на этот процесс существенного влияния (Дридигер В.К., Гаджиумаров Р.Г., 2017).

В годы исследований наблюдалась такая же закономерность – большее количество растительных остатков по технологии без обработки почвы и их увеличение при внесении удобрений по обеим технологиям (приложение 2). Больше всего растительных остатков по всем вариантам опыта было в 2016 году, что обусловлено более высокой урожайностью кукурузы в этот год (Дридигер В.К., Годунова Е.И., Кашаев Е.А. и др., 2017). Меньше всего побочной продукции было в 2015 году, когда погибшая кукуруза была пересеяна просом, что отрицательно сказалось на водно-физических свойствах почвы, особенно её плотности. Следует отметить, что при разном количестве растительных остатков после уборки предшественника по годам исследований, к посеву сои без обработки почвы по всем дозам внесения удобрений оставалась примерно одинаковая доля остатков – от 53,8 до 59,1 %, тогда как по рекомендованной технологии их на поверхности почвы во все годы исследований не было.

Тем не менее, и половина оставшихся после уборки предшественника растительных остатков при возделывании сои без обработки почвы оказывают существенное влияние на водные и физические свойства почвы, её температурный ре-

жим и накопление снега в зимние месяцы. Так в среднем за три зимы, благодаря растительным остаткам на поверхности почвы, по технологии No-till накапливается на 8,2 см, или на 53,6 % снега больше, чем по рекомендованной технологии, где растительные остатки в зимнее время отсутствуют (таблица 5).

Таблица 5. – Влияние технологии возделывания на глубину
снежного покрова, см

(Дридигер, Кулинцев, Стукалов, Гаджиумаров, 2017)

Технология	2014- 2015 гг.	2015- 2016 гг.	2016- 2017 гг.	Среднее
Рекомендованная	10,0	27,0	9,0	15,3
Без обработки почвы	24,0	30,5	16,0	23,5
Увеличение: см	14,0	3,5	7,0	8,2
%	140,0	13,0	77,8	53,6

Максимальная разница по накоплению снега наблюдалась в годы, когда зимой продолжительное время устанавливалась отрицательная среднесуточная температура воздуха и снегопады сопровождались сильным ветром. Такая ситуация наблюдалась зимой 2014-2015 года, когда с декабря по март стояла морозная погода и после выпадения снега дули ветры средней и сильной интенсивности. В этот год растительными остатками по технологии без обработки почвы накоплено 24,0 см снега, тогда как по рекомендованной технологии без растительных остатков накопилось всего 10,0 см снега, или в 2,4 раза меньше.

Совершенно другая ситуация сложилась зимой 2015-2016 года, когда только в первой и третьей декадах января наблюдались отрицательные температуры воздуха, а в остальное время они были положительными. В эту зиму основное количество осадков выпало в виде дождя и, из-за безветренной погоды разница между технологиями по накоплению снега составила всего 3,5 см, или 13,0 %.

Следует отметить, что большее накопление снега по технологии без обработки почвы способствовало его более продолжительному таянию весной, которое по нашим наблюдениям было на 7-10 дней дольше, чем по рекомендованной технологии, что способствовало большему накоплению влаги в почве по техноло-

гии без её обработки.

Важную роль в сохранении влаги в почве имеет скорость ветра весной до посева сои в приземном слое. В среднем за три года исследований в рекомендованной технологии, где на поверхности почвы весной нет растительных остатков, скорость ветра на высоте 20-25 см от поверхности почвы снижалась с 3,8 м/с (на высоте 150 см) до 2,8 м/с, на высоте 10-15 см – до 2,1, в приземном слое 0-5 см составляет 1,5 м/с. То есть скорость ветра по этой технологии снижалась, соответственно, на 1,0; 1,7 и 2,3 м/с (таблица 6).

Таблица 6. – Влияние технологии возделывания и растительных остатков на скорость ветра в приземном слое, м/с

Технология	Высота над почвой, см	Год			Среднее	Снижение относительно:	
		2015	2016	2017		общей скорости ветра	рекомендованной технологии
Рекомендованная	0-5	1,4	1,5	1,7	1,5	-2,3	-
	10-15	2,0	2,1	2,3	2,1	-1,7	-
	20-25	2,6	2,7	3,0	2,8	-1,0	-
	150	3,5	3,8	4,2	3,8	-	-
Без обработки почвы	0-5	1,1	1,2	1,1	1,1	-2,7	-0,4
	10-15	1,7	1,8	1,7	1,7	-2,1	-0,4
	20-25	2,3	2,4	2,3	2,3	-1,5	-0,5
	150	3,5	3,8	4,2	3,8	-	0

По технологии без обработки почвы, благодаря наличию на поверхности растительных остатков, скорость ветра снижалась, соответственно, на 1,5; 2,1 и 2,7 м/с, или на 0,4-0,5 м/с больше по сравнению с приземным слоем на рекомендованной технологии.

Благодаря растительным остаткам на почвенной поверхности и снижению скорости ветра, технология возделывания сои без обработки почвы является сильно ветроустойчивой, тогда как рекомендованная технология является сильно неветроустойчивой, что является следствием обработки почвы и отсутствия растительных остатков на её поверхности (Dridiger, Godunova, Eroshenko, Stukalov,

Gadzhiumarov, 2018). То есть технология возделывания сои без обработки почвы является почвоохранной, тогда как рекомендованная технология – эрозионно опасной. Это имеет огромное значение в сохранении и повышении плодородия почвы, так как при усилении ветра, которое в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья весной наблюдается довольно часто, обработанная по рекомендованной технологии подвергается ветровой эрозии, вызывающей сильные пыльные бури, уносящие огромное количество верхнего самого плодородного слоя почвы (Рябов Е.И., 2001), а выпадающие интенсивные ливневые осадки вызывают водную эрозию, смывающую почву в балки и овраги (Бадахова Г.Х., 2002). Постоянное же наличие растительных остатков на поверхности почвы при возделывании сои без обработки почвы обеспечивает почве надёжную защиту от ветровой и водной эрозии.

Кроме того, растительные остатки, накрывая почву по технологии No-till, закрывают её от попадания солнечных лучей на её поверхность. Кроме того, имея светлую окраску, растительные остатки отражают солнечные лучи. Всё это приводит к тому, что температура почвы на глубине 5 см весной и до начала лета на 1,9-3,3 °С, или на 7,3-20,7 % ниже, чем по рекомендованной технологии, где на поверхности нет растительных остатков (таблица 7).

Таблица 7. – Влияние технологии возделывания на температуру почвы на глубине 5 см в 12:00 часов дня, °С (среднее за 2015-2017 гг.)
(Дридигер, Гаджиумаров, 2018)

Показатель	Месяц				Среднее	
	март	апрель	май	июнь		
Температура воздуха	16,3	21,6	25,3	28,6	23,0	
Рекомендованная технология	14,0	19,2	22,7	25,9	20,5	
Без обработки почвы	11,1	15,9	20,2	24,0	17,8	
Снижение:	°С	-2,9	-3,3	-2,5	-1,9	-2,7
	%	20,7	17,2	11,0	7,3	-13,2

Самое большое снижение температуры необработанной почвы наблюдалось до посева сои в апреле месяце 3,3 °С. В июне, когда появлялись всходы сои, рас-

тущие растения создавали тень и тем самым температура почвы по обеим технологиям выравнивалась и в итоге, по мере роста и развития растений, становилась одинаковой. Однако, в течение 4-х месяцев наблюдений суммарная среднесуточная температура почвы на глубине 5 см по рекомендованной технологии составила 2795 °С, по технологии без обработки почвы – 2490 °С. Недобор тепловых ресурсов в необработанной почве за этот период составил 305 °С, что может оказать существенное влияние на период появления всходов и более медленного роста и развития растений сои в начале вегетационного периода. Кроме того, такой недобор температур в необработанной почве может привести к более позднему её прогреванию до оптимальных температур для прорастания семян сои (10-12 °С), что приведёт к переносу срока посева на более позднее время, чем по рекомендованной технологии. Но для корректировки сроков посева сои по технологии без обработки почвы необходимо провести специальные исследования.

Наличие растительных остатков на поверхности почвы в весенне-летний период по технологии No-till, которые уменьшали температуру почвы и защищали её от попадания ультрафиолетовых солнечных лучей, способствовало созданию благоприятных условий для почвенной мезофауны, в частности дождевых червей. В среднем за 2015-2017 годы исследований количество дождевых червей и их живая масса в необработанной почве, прикрытой растительными остатками, были существенно больше, чем по рекомендованной технологии, где дождевых червей было очень мало (таблица 8).

Аналогичная ситуация наблюдалась во все годы исследований (приложение 3). Больше того, в 2016 и 2017 гг. в почве, обрабатываемой по рекомендованной технологии, дождевые черви отсутствовали, тогда как в необрабатываемой почве их количество и живая масса по мере проведения исследований (освоения технологии без обработки почвы) увеличивались с 26 шт./м² в 2015 году, до 52 в 2016 и 90 шт./м² в 2017 году.

Аналогичную ситуацию наблюдал в своих исследованиях Гюнтер Кант (1980), в опытах которого после трёхлетнего применения вспашки в почве было

12-14 шт./м² дождевых червей, а после трёхлетнего прямого посева без обработки почвы их было 63-65 шт./м², или в 5 раз больше.

Таблица 8. – Влияние технологии возделывания сои на количество

и массу дождевых червей в почве (среднее за 2015-2017 гг.

(Dridiger, Godunova, Eroshenko, Stukalov, Gadzhumarov, 2018)

Технология	Слой почвы, см	Количество, шт./м ²	Масса, г/м ²
Рекомендованная	0-10	1,3	0,4
	10-20	0,4	0,1
	0-20	1,7	0,5
Без обработки почвы	0-10	53,3	19,4
	10-20	2,7	0,8
	0-20	56,0	20,2

Это говорит о том, что в необрабатываемой почве создаются благоприятные условия для проживания и роста популяции дождевых червей, и чем дольше почва не подвергается обработке, тем условия лучше, что подтверждает увеличивающееся количество и масса червей по мере освоения технологии. Благоприятные условия для дождевых червей по этой технологии складываются благодаря растительным остаткам на поверхности почвы, которые, снижая скорость ветра и температуру почвы, предотвращают их среду обитания от перегрева и пересыхания. В необрабатываемой почве не нарушаются «норки» дождевых червей, по которым поступает кислород воздуха, а при выпадении осадков, особенно обильных, влага по «норкам» легко проникает в более глубокие слои почвы, не создавая угрозы обитающим в почве червям из-за опасности их подтопления. Дождевые черви очень хорошо рыхлят почву (Головач А.А., 1988), оказывают положительное влияние на плодородие почвы, способствуют образованию гумуса, перерабатывая растительные остатки и другие органические вещества (Кирюшин и др., 1999). Кроме того, сами растительные остатки являются пищей для дождевых червей (Ченикалова Е.В. и др., 2017), а большее количество остатков обеспечива-

ет пищей большее количество червей, чем после культур, оставляющих мало растительных остатков (Годунова Е.И., Сигида М.С., Патюта М.Б., 2014).

В рекомендованной технологии ежегодная интенсивная механическая обработка почвы приводит к разрушению «норок» и даже гибели дождевых червей. Воздействие прямых солнечных лучей на оголённую почву приводит к её перегреву, что в сочетании с более высокой скоростью ветра вызывает быстрое иссушение верхнего слоя почвы, к тому же отсутствие растительных остатков на поверхности (они заделаны глубоко в почву) лишает червей пищи. Всё это создаёт невозможные условия для проживания дождевых червей при возделывании сельскохозяйственных культур по рекомендованной технологии с обработкой почвы.

При этом в технологии без обработки почвы в среднем за годы исследований подавляющая часть дождевых червей – 95,2 % находилась в верхнем 0-10 см слое почвы, а в 2016 и 2017 гг. все они обитали в этом слое почвы. Всё это говорит о экологической чистоте среды обитания дождевых червей в технологии без обработки почвы, чего нельзя сказать о рекомендованной технологии. То есть почва, при её возделывании без обработки, является экологически чистой, несмотря на дополнительное по сравнению с рекомендованной технологией применение гербицида сплошного действия из группы глифосатов. Такое же мнение у Д.А Криволицкого (1987) и В.В. Воронцова (2012), которые установили, что наличие дождевых червей в почве говорит о её экологической безопасности и отсутствии в ней тяжёлых металлов и пестицидов.

Для определения остаточного количества глифосата кислоты в почве нами были отобраны и переданы образцы почвы в Испытательный центр Филиала ФГБНУ «Россельхозцентр» по Краснодарскому краю. Проведённые анализы показали отсутствие остаточного количества глифосата кислоты в почве по обеим технологиям (таблица 9).

Об этом свидетельствуют протоколы испытаний, полученные из лаборатории (приложение 4, 5). То есть действующее вещество гербицидов сплошного действия из группы глифосатов при попадании в почву разлагается очень быстро. Об этом же говорится в докладе Федеральной службы защиты прав потреби-

Таблица 9. – Влияние технологии возделывания на содержание глифосата кислоты в почве опытного участка (Гаджиумаров, 2016-1)

Протокол испытаний	Технология	Фактическое значение показателей качества, мг/кг*
329/10	рекомендованная	не обнаружено
329/11	без обработки почвы	не обнаружено

Примечание * – значение показателей качества по НД, не более 0,5 мг/кг,
– нижний предел обнаружения глифосатов 0,04 мг/кг

телей и безопасности пищевой продукции – Германия (Райхард Ю., Зайцева И., 2015). Поэтому Н.В. Никитин и Ю.Я. Спиридонов (2016) рекомендуют максимально сократить расход рабочей жидкости при обработке глифосат содержащими гербицидами, так как, чем больше воды используется при подготовке рабочего раствора, тем быстрее и больше препарат инактивируется и его эффективность снижается.

Таким образом, благодаря растительным остаткам, остающимся после уборки предшественника (кукурузы) на поверхности поля при возделывании сои без обработки почвы, происходит большее задержание снега зимой и более медленное его снеготаяние весной. Растительные остатки защищают почву от попадания солнечных лучей, уменьшают скорость ветра в приземном слое и температуру почвы, что создаёт благоприятные условия для проживания дождевых червей. По этой причине и благодаря быстрой инаktivации применяемых в этой технологии гербицидов сплошного действия из группы глифосатов, в такой почве проживает во много раз больше дождевых червей, чем при посеве сои по традиционной технологии с ежегодной обработкой почвы. Наличие дождевых червей, в свою очередь, говорит о благополучном экологическом состоянии почвы и отсутствии её загрязнения пестицидами или другими веществами.

3.2. Обеспеченность растений влагой

Технологии возделывания, остающиеся на поверхности растительные остатки и погодные условия в годы исследований оказали существенное влияние на накопление и сохранение влаги в почве. В среднем за годы исследований перед

уходом в зиму (после уборки предшествующей сое кукурузы) во всех слоях необработанной почвы содержалось существенно больше продуктивной влаги, чем в обработанной по рекомендованной технологии (таблица 10).

Таблица 10. – Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги в почве перед уходом в зиму, мм
(среднее за 2014-2016 гг.)

Слой почвы, см	Технология		+ / -	
	рекомендованная	без обработки почвы	мм	%
0-30	33	45	12	36,4
0-100	96	123	27	28,1
0-150	132	166	34	25,7

Обусловлено это тем, что из отвально обработанной и сильно вспушенной почвы испаряется значительно больше влаги, чем из необработанной и прикрытой растительными остатками предшествующей культуры, особенно из верхнего тридцатисантиметрового слоя почвы, где разница в пользу необработанной почвы составила 12 мм, или 36,4 %.

В годы исследований также во всех слоях почвы больше влаги содержала необработанная почва, но на этот процесс существенное влияние оказывали выпадающие в ноябре месяце осадки. В 2014 году в ноябре, при климатической норме 47 мм, выпало всего 16 мм осадков, или в 2,9 раза меньше нормы и содержание продуктивной влаги в верхнем тридцатисантиметровом слое обработанной почвы, из-за засухи и физического испарения влаги с её поверхности, составило 16 мм, тогда как в необработанной почве её было 34 мм, или в 2,1 раза больше (таблица 11).

В 2015 и 2016 гг. в ноябре выпадало, соответственно, 57 и 34 мм осадков, поэтому разница в содержании продуктивной влаги в описываемом слое составила всего 7 и 12 мм, или 13,5 и 38,7 %. Аналогичная ситуация наблюдалась по годам исследований в метровом и полутораметровом слоях почвы. То есть на различия между технологиями в содержании продуктивной влаги в метровом и

Таблица 11. – Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги в почве перед уходом в зиму, мм

Слой почвы, см	Рекомендованная			Без обработки почвы		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
0-30	16	52	31	34	57	43
0-100	75	109	103	119	127	124
0-150	104	152	140	160	174	164

полутораметровом слоях почвы перед уходом в зиму большее влияние оказывает содержание влаги в верхнем тридцатисантиметровом слое почвы.

Весной при наступлении физической спелости почвы в среднем за годы исследований, благодаря большему накоплению снега зимой и более позднему снетаянию, больше продуктивной влаги, опять же, накапливала необработанная почва. Такая закономерность наблюдалась во всех изучаемых слоях почвы (таблица 12).

Таблица 12. – Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги в почве весной, мм

(среднее за 2015-2017 гг.)

Слой почвы, см	Технология		+ / -	
	рекомендованная	без обработки почвы	мм	%
0-30	27	41	14	51,8
0-100	134	148	14	10,4
0-150	207	227	20	9,7

При увеличении содержания продуктивной влаги по обеим технологиям в метровом и полутораметровом слоях почвы по сравнению с осенними её запасами, и уменьшении различий по этому показателю между технологиями, в верхнем слое почвы 0-30 см разница в пользу необработанной почвы увеличилась до 14 мм, или 51,8 %. Обусловлено это большим физическим испарением влаги с поверхности чёрной и вспушённой (отборы производили до весеннего боронования)

вспаханной с осени почвы, чем необработанной и укрытой растительными остатками почвы.

В годы исследований на накопление влаги в почве в зимнее время существенное влияние, опять же, оказали технологии возделывания, оставшиеся на поверхности растительные остатки и выпадающие в это время осадки. Во все годы исследований, благодаря большему накоплению снега и его более позднему таянию весной, больше продуктивной влаги накапливала необработанная почва (таблица 13).

Таблица 13. – Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги в почве весной, мм

Слой почвы, см	Рекомендованная			Без обработки почвы		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
0-30	23	24	33	45	35	43
0-100	122	129	150	142	140	158
0-150	170	211	238	206	221	254

Однако с декабря по февраль 2014-2015 гг. при климатической норме 92 мм, выпало всего 79 мм осадков. Поэтому весной 2015 года в почве по обеим технологиям содержалось меньше всего влаги за годы исследований, но разница в содержании продуктивной влаги в полутораметровом слое почвы в пользу технологии без обработки почвы составила 36 мм, или 21,2 %. Зимой 2016-2017 гг. выпало 154 мм осадков и весной 2017 года по обеим технологиям и во всех слоях почвы было больше всего влаги за годы исследований, но разница в слое почвы 0-150 см в пользу необработанной почвы составила всего 16 мм (в 2 раза меньше 2015 года), или 6,7 %. Объясняется это тем, что при таком количестве осадков, как зимой 2016-2017 гг. влага по технологии без обработки почвы проникает на глубину более 150 см, тогда как обработанную по рекомендованной технологии почву она промачивает на глубину 120-130 см, что и нивелирует различия по содержанию продуктивной влаги в почве в годы с большим количеством осадков.

Аналогичная ситуация, когда почвенная влага, благодаря выпадению

обильных осадков, проникала в необработанную почву глубже 150 см наблюдалась и весной в период от физической спелости почвы до посева, когда в 2015 и 2016 гг. в первой декаде мая (перед посевом сои) выпало, соответственно, 77 и 41 мм осадков, а в 2017 году за май выпало 174 мм, и из-за дождей срок посева сои пришлось перенести на начало июня месяца. По этой причине содержание продуктивной влаги в этом слое почвы ещё больше нивелировалось (хотя и была достоверной) и перед посевом сои разница между технологиями составила всего 12 мм, или 6,0 % (таблица 14).

Таблица 14. – Влияние технологий возделывания сои на содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-150 см, мм

(среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Время определения		
	посев	цветение	полная спелость
Рекомендованная	200	122	107
Без обработки почвы	212	141	104
Увеличение: мм	12	19	-3
%	6,0	15,6	-2,8
НСР ₀₅	4,6	3,4	F _ф < F _т

Но в фазе цветения сои различия между технологиями по этому показателю увеличились до 19 мм, что существенно на 15,6 % больше (Дридигер В.К., Стукалов В.К., Гаджиумаров Р.Г., 2017-2). К полной спелости культуры содержание влаги в почве по обеим технологиям было одинаковыми (различия математически не доказуемы), что говорит о использовании дополнительно накопленной влаги растениями сои, возделываемой без обработки почвы.

Следует отметить, что в довольно благоприятных условиях увлажнения в предпосевной период, которые складывались в годы исследований, различия между технологиями в фазе цветения сои в основном обусловлены большим содержанием продуктивной влаги в третьем полуметре – 100-150 см (Дридигер В.К., Стукалов Р.С., Гаджиумаров Р.Г., 2017-1). В среднем за годы исследований при

посеве разница между технологиями по содержанию влаги в слое почвы 100-150 см составила 4 мм, или 0,2 %, то в фазе цветения различия в пользу технологии без обработки почвы в третьем полуметре увеличились до 11 мм – 6,8 % (таблица 15).

Таблица 15. – Влияние технологии возделывания на содержание продуктивной влаги в третьем полуметре, мм (среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Время учёта	Слой почвы, см		Влаги в слое 100-150 см	
		0-100	0-150	мм	%
Рекомендованная	посев	130	200	70	53,8
	цветение	72	122	50	69,4
Без обработки почвы	посев	138	212	74	53,6
	цветение	80	141	61	76,2

То есть, в фазе цветения на различия между технологиями в содержании продуктивной влаги в полутораметровом слое почвы большее влияние оказывает содержание влаги в третьем полуметровом слое почвы (100-150 см).

По годам исследований содержание продуктивной влаги в полутораметровом слое почвы во время посева и вегетации сои было больше при её посеве в необработанную почву (таблица 16).

Таблица 16. – Влияние технологии возделывания сои на содержание продуктивной влаги в слое почвы 0-150 см, мм

Время определения	Технология					
	рекомендованная			без обработки почвы		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Посев	181	189	230	195	200	241
Цветение	125	150	92	144	164	113
Полная спелость	47	202	72	30	201	82

Большее содержание влаги в почве в тот или иной период по годам исследований обусловлен неравномерным выпадением осадков в течение вегетации

сои. По этой причине в 2016 году, из-за выпадения 61 мм осадков в первой декаде сентября, во время полной спелости по обеим технологиям содержалось более 200 мм продуктивной влаги.

Математически доказуемые различия в пользу технологии возделывания сои без обработки почвы наблюдаются и по содержанию продуктивной влаги и в метровом слое почвы в течение всего периода её вегетации (таблица 17).

Таблица 17. – Влияние технологии возделывания сои и удобрений на содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм (среднее за 2015-2017 гг., Дридигер, Гаджиумаров, 2017)

Технология	Доза удобрений	Время определения		
		посев	цветение	уборка
Рекомендованная	без удобрений	124	63	77
	рекомендованная	129	68	73
	расчётная	130	72	74
Без обработки почвы	без удобрений	137	72	84
	рекомендованная	132	78	81
	расчётная	130	80	81
НСР ₀₅ для технологии		8,6	6,3	6,5
НСР ₀₅ для удобрений		Fфакт < Fтеор	Fфакт < Fтеор	Fфакт < Fтеор

Вносимые удобрения не оказали существенного влияния на этот показатель во все периоды определения содержания влаги в почве – различия в пределах ошибки опыта. Такое же наблюдается во все годы исследований (приложение 6), кроме посева в 2015 году, фазы цветения в 2016 и полной спелости в 2015 и 2017 гг., где различия между дозами внесения удобрений были достоверны, но закономерности выявлены не были.

Таким образом, перед уходом в зиму, рано весной, во время посева и в течение вегетации сои достоверно больше продуктивной влаги в почве содержалось при её возделывании без обработки почвы. Но перед зимой и весной большую роль в повышении влагозапасов в полутораметровом слое необработанной почвы

играет верхний тридцатисантиметровый слой почвы, который лучше сохраняет влагу от испарения, чем обработанная почва, а в фазе цветения ведущую роль в сохранении влаги играет слой почвы 100-150 см. При этом удобрения и дозы их внесения не оказали существенного влияние на этот показатель.

3.3. Плотность почвы

В рекомендованной технологии после вспашки, проведённой без катков, зубовых борон и других устройств по рыхлению и уплотнению почвы, перед уходом в зиму плотность обрабатываемого слоя почвы 0-10 и 10-20 см в среднем за годы исследований составила, соответственно, 0,80 и 0,89 г/см³, что указывает на чрезмерную вспушенность почвы, так как оптимальной плотностью чернозёмных почв для произрастания большинства сельскохозяйственных культур по мнению М.Т. Куприченкова (2005) находится в пределах от 1,00 до 1,25 г/см³. В то же время слой почвы 20-30 см, не подвергшийся обработке, имел оптимальную плотность сложения – 1,11 г/см³ (таблица 18).

Таблица 18. – Влияние технологии возделывания на плотность почвы перед уходом в зиму, г/см³

(среднее за 2014-2016 гг.)

Слой почвы, см	Перед уходом в зиму		Весна	
	рекомендованная	без обработки почвы	рекомендованная	без обработки почвы
0-10	0,80	1,08	0,83	1,03
10-20	0,89	1,11	0,84	1,10
20-30	1,11	1,17	1,00	1,18
НСР ₀₅	0,07		0,07	

Чрезмерно вспушенным был обрабатываемый слой почвы и весной будущего года – 0,83-0,84 г/см³, что объясняется определением этого показателя рано весной при наступлении физической спелости почвы до проведения боронования или культивации, тогда как нижележащий слой 20-30 см имел оптимальную плотность сложения (Дриггер В.К., Гаджиумаров Р.Г., 2017).

Плотность всех изучаемых слоёв необработанной почвы перед уходом в зиму и ранней весной при наступлении физической спелости почвы составила от 1,03 до 1,18 г/см³ и находилась в пределах оптимальных значений для черноземных почв.

В годы исследований ситуация из года в год была одной и той же – глубокой осенью и ранней весной наблюдалось чрезмерно рыхлое состояние отвально обработанных по рекомендованной технологии слоёв почвы 0-10 и 10-20 см, и оптимальная плотность сложения всех изучаемых слоёв необработанной почвы (таблица 19).

Таблица 19. – Влияние технологии возделывания на плотность почвы перед уходом в зиму, мм

Технология	Доза удобрений	Слой почвы, см	Время определения					
			уход в зиму			весна		
			2014	2015	2016	2015	2016	2017
Рекомендованная	без удобрений	0-10	0,76	0,82	0,82	0,75	0,86	0,88
		10-20	0,78	0,94	0,94	0,77	0,80	0,87
		20-30	1,00	1,19	1,19	1,03	0,92	1,03
	рекомендованная	0-10	0,74	0,85	0,85	0,73	0,88	0,90
		10-20	0,80	0,92	0,92	0,77	0,85	0,91
		20-30	1,01	1,15	1,15	1,05	0,90	1,04
	расчётная	0-10	0,72	0,83	0,83	0,74	0,87	0,87
		10-20	0,82	0,95	0,95	0,80	0,91	0,89
		20-30	1,02	1,16	1,16	1,07	0,93	1,05
без удобрений	0-10	1,00	1,05	1,05	1,09	0,98	1,00	
	10-20	1,04	1,13	1,13	1,12	1,12	1,10	
	20-30	1,11	1,20	1,20	1,20	1,09	1,12	
Без обработки почвы	рекомендованная	0-10	1,08	1,15	1,15	1,16	0,91	1,05
		10-20	1,08	1,14	1,14	1,15	1,08	1,04
		20-30	1,11	1,22	1,22	1,26	1,20	1,18
	расчётная	0-10	1,00	1,13	1,13	1,06	0,98	1,05
		10-20	1,05	1,14	1,14	1,11	1,19	1,03
		20-30	1,13	1,17	1,17	1,23	1,18	1,15
НСР ₀₅			0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07

То есть, в результате вспашки по рекомендованной технологии обрабатываемый слой почвы осенью и рано весной находится во вспушенном состоянии, что отрицательно сказывается на накоплении и удержании влаги атмосферных

осадков. Такая почва подвержена непродуктивным потерям влаги за счёт физического испарения с её поверхности и на глубину обработанного слоя. Этим и объясняется существенно меньшее содержание продуктивной влаги осенью и весной в верхнем тридцатисантиметровом слое отвально обработанной почвы, чем в необработанной, которая, благодаря оптимальной плотности сложения и наличию на поверхности растительных остатков, лучше накапливает и удерживает влагу в почве.

К моменту посева плотность почвы по рекомендованной технологии, благодаря боронованиям и культивациям увеличивается до оптимальных значений. В фазе цветения наблюдается увеличение плотности почвы по обеим технологиям до 1,36-1,38 в слое 10-20 см и до 1,40-1,42 г/см³ в слое 20-30 см, что мы связываем с засухой во время цветения, которая наблюдалась во все годы исследований (таблица 20).

Таблица 20. – Влияние технологии возделывания сои

на плотность почвы во время вегетации сои, г/см³

(среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Слой почвы, см	Время отбора		
		посев	цветение	полная спелость
Рекомендованная	0-10	1,03	1,25	1,23
	10-20	1,08	1,36	1,26
	20-30	1,19	1,40	1,27
Без обработки почвы	0-10	1,17	1,28	1,24
	10-20	1,20	1,38	1,28
	20-30	1,23	1,42	1,26
НСР ₀₅		0,06	0,04	0,04

К полной спелости сои плотность почвы по всем слоям и обеим технологиям снижается (Гаджиумаров Р.Г., 2017, 2018), что обусловлено выпадающими в это время осадками.

Следует отметить, что в фазе полной спелости различия по плотности между технологиями и по слоям почвы были не существенны и находились в пределах ошибки опыта. Были они несущественными между технологиями в среднем за годы исследований и в фазе цветения сои. Но, если в 2015 и 2017 гг. различия по плотности почвы между технологиями были в пределах ошибки опыта (приложение 7), то в 2016 году плотность необработанной почвы в фазе цветения сои была достоверно выше, чем обработанной почвы (рисунок 2).

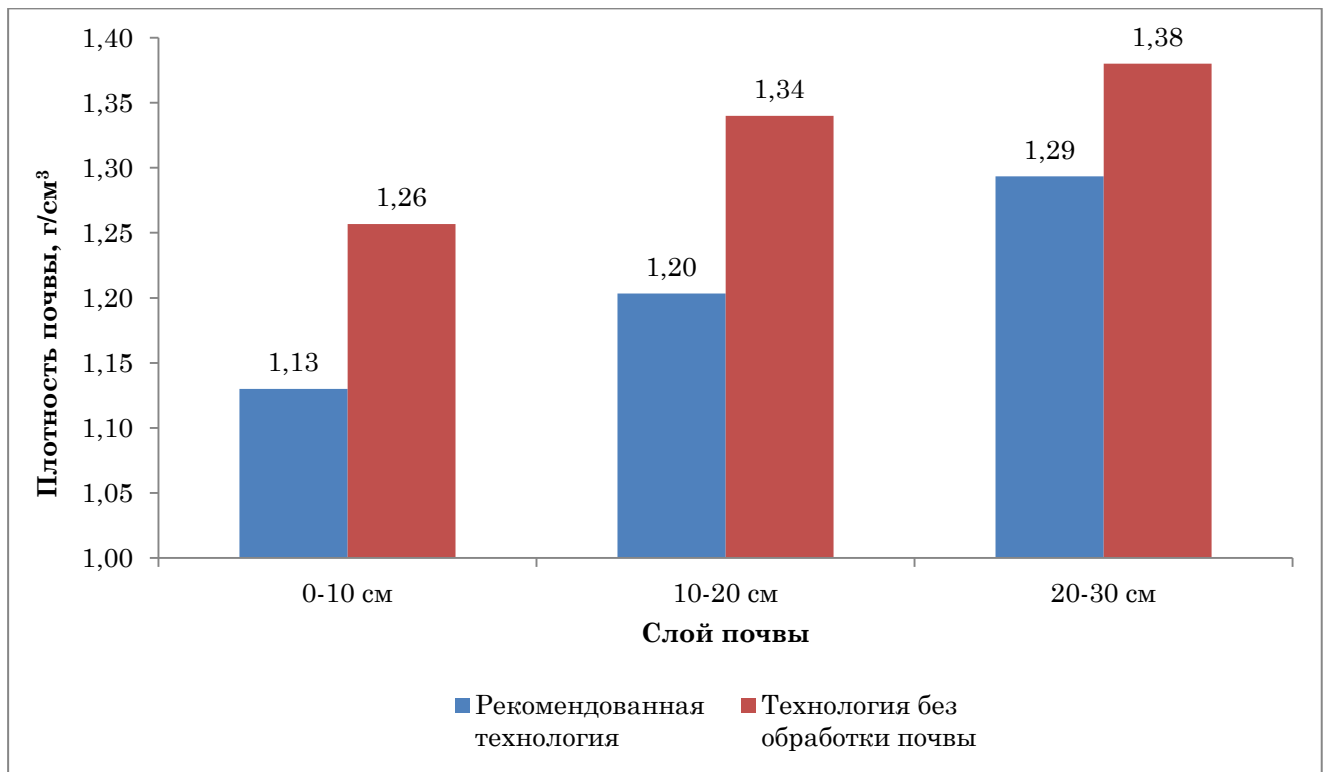


Рисунок 2. – Плотность почвы во время цветения сои в 2016 году

В этот год, при наименьшей существенной разнице $0,05 \text{ г/см}^3$, плотность необработанной почвы по слоям была выше обработанной на $0,06\text{-}0,14 \text{ г/см}^3$. Мы объясняем это явление тем, что в 2015 году, из-за гибели всходов кукурузы (выклеваны грачами), её пришлось пересеять просом. Но посев этой культуры был произведён позже оптимальных сроков и из-за засухи в этом году, когда за июнь-август, когда произрастало просо, при климатической норме 183 мм выпало всего 96 мм осадков, или в 2 раза меньше. В таких условиях просо не смогло развить мощную корневую систему (надземная масса также была очень слабой) и не про-

изошло рыхления почвы, которое производила корневая система хорошо развитых растений кукурузы в другие годы исследований.

Кроме того, при пересеве проса был произведён дополнительный проезд по делянке тяжёлым трактором с сеялкой и опрыскивателем перед посевом проса, что также способствовало уплотнению почвы в этот год по этой технологии. По рекомендованной технологии также был произведён пересев кукурузы просом, однако после его уборки делянки были вспаханы и прокультивированы, в результате которых произошло рыхление почвы. Следует отметить, что во время цветения сои в 2015 и 2017 гг. также наблюдалось увеличение плотности выше оптимальных значений, однако оно наблюдалось по обеим технологиям, поэтому это не отразилось на урожайности сои.

Таким образом, в результате вспашки по рекомендованной технологии обрабатываемый слой почвы осенью и рано весной находится во вспушенном состоянии, тогда как плотность необработанной почвы находилась в оптимальных значениях. Перед посевом и в течение вегетации плотность почвы по обеим технологиям была оптимальной, но в 2016 году некоторое переуплотнение наблюдалось по технологии без обработки почвы, что стало следствием пересева предшествующей сое кукурузы просом и слабым его ростом и развитием из-за позднего срока пересева. В фазе полной спелости плотность почвы по обеим технологиям и изучаемым слоям почвы была одинаковой.

3.4. Обеспеченность растений основными элементами питания

Технологии возделывания и дозы внесения минеральных удобрений оказали своеобразное влияние на обеспеченность растений доступными элементами питания. В среднем за годы исследований содержание нитратного азота во всех изучаемых слоях почвы по обеим технологиям и всем дозам внесения минеральных удобрений было очень низким, и составляло менее 10 мг/кг почвы, что по градации относится к очень низкой обеспеченности растений сои этим элементом питания (таблица 21).

Очень низкая обеспеченность растений сои азотом наблюдалась во все годы исследований (приложение 8), что, по видимому, можно объяснить отбором почвенных образцов перед посевом сои (до внесения минеральных удобрений), а также расходом нитратного азота, внесённого с удобрениями на начальных

Таблица 21. – Влияние технологии возделывания сои и удобрений на содержание нитратного азота в почве, мг/кг

(среднее за 2015-2017 гг.)

Доза удобрения	Слой почвы, см	Рекомендованная			Без обработки почвы		
		посев	цветение	полная спелость	посев	цветение	полная спелость
Без удобрений	0-10	5,0	2,6	5,4	4,0	2,9	4,0
	10-20	5,1	2,8	3,3	4,2	6,8	2,6
	20-30	5,0	3,5	2,9	3,6	2,3	2,4
Рекомендованная	0-10	4,7	2,9	4,4	4,0	2,3	9,7
	10-20	5,0	4,8	4,3	3,6	3,8	6,2
	20-30	5,1	4,1	5,4	2,9	2,8	5,2
Расчетная	0-10	5,3	5,0	9,2	4,9	2,9	9,3
	10-20	5,2	5,5	7,6	4,8	4,6	4,3
	20-30	4,8	6,2	7,1	4,5	3,9	3,4

этапах роста и развития растений и к фазе цветения сои этого элемента в почве оставалось очень мало, а текущая нитрификация в это время из-за сильной во все годы исследований почвенной засухи отсутствовала или была очень замедленной, что наблюдалось до окончания вегетации сои. Следует отметить, что очень низкое содержание нитратного азота в почве под посевами озимой пшеницы, возделываемой по рекомендованной технологии и технологии No-till, наблюдал в своих исследованиях Р.С. Стукалов (2016), и это несмотря на внесение азотных удобрений при посеве и в подкормку во время вегетации озимой пшеницы.

Содержание подвижного фосфора в почве изменялось в зависимости от дозы удобрений, периода вегетации и технологии. Без внесения фосфорных удобрений его в течение вегетации по обеим технологиям и слоям почвы 0-10 и 10-20 см

содержалось от 15,1 до 18,7 мг/кг, что соответствует средней обеспеченности растений сои этим элементом. В слое почвы 20-30 см подвижного фосфора было меньше – 12,1-13,7 мг/кг (низкая обеспеченность). При этом существенных различий между технологиями по содержанию в почве подвижного фосфора без его внесения в качестве удобрения в среднем за годы исследований не наблюдалось (таблица 22).

Таблица 22. – Влияние технологии возделывания сои и удобрений на содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг

(среднее за 2015-2017 гг.)

Доза удобрения	Слой почвы, см	Рекомендованная			Без обработки почвы		
		посев	цветение	полная спелость	посев	цветение	полная спелость
Без удобрений	0-10	17,0	18,7	16,9	17,3	17,3	16,3
	10-20	15,1	15,3	16,7	15,1	15,6	16,3
	20-30	12,1	12,9	12,8	12,9	13,5	13,7
Рекомендованная	0-10	21,6	23,2	23,0	31,6	25,7	32,9
	10-20	20,7	21,6	23,3	19,7	18,1	21,1
	20-30	14,8	15,9	19,0	15,1	15,3	18,3
Расчетная	0-10	22,1	26,4	28,5	30,3	28,8	33,8
	10-20	20,5	24,6	28,9	20,4	20,5	23,6
	20-30	13,6	17,8	19,4	15,2	16,3	20,5
НСР ₀₅		1,7	1,9	2,0	1,8	1,8	2,1

При внесении фосфорных удобрений содержание подвижного фосфора по обеим технологиям, дозам внесения удобрений и во всех изучаемых слоях почвы характеризуется как среднее с содержанием от 15,1 до 28,9 мг/кг, кроме слоя почвы 20-30 см по обеим технологиям, где при посеве было низкое содержание (13,6-14,8 мг/кг) и слоя 0-10 см, где при посеве и в полную спелость при возделывании сои без обработки почвы наблюдалось высокое содержание этого элемента – 30,3 и 33,8 мг/кг.

Однако технологии, у которых предусмотрены разные способы заделки фосфорных удобрений в почву, оказали влияние на распределение подвижного фосфора в слоях почвы 0-10 и 10-20 см. При, по сути одинаковых способах внесения фосфорных удобрений по обеим технологиям – взброс по поверхности деланки и с заделкой в почву сеялкой при посеве на глубину заделки семян, по рекомендованной технологии производится вспашка на глубину 20-22 см, в результате которой удобрения заделываются и перемешиваются в почве на эту глубину. А так как исследования проводятся в севообороте, где под все культуры севооборота вносятся фосфорные удобрения, то содержание подвижного фосфора в слоях почвы 0-10 и 10-20 см практически одинаковое, и различия между технологиями по этому показателю находятся в пределах ошибки опыта (рисунок 3).

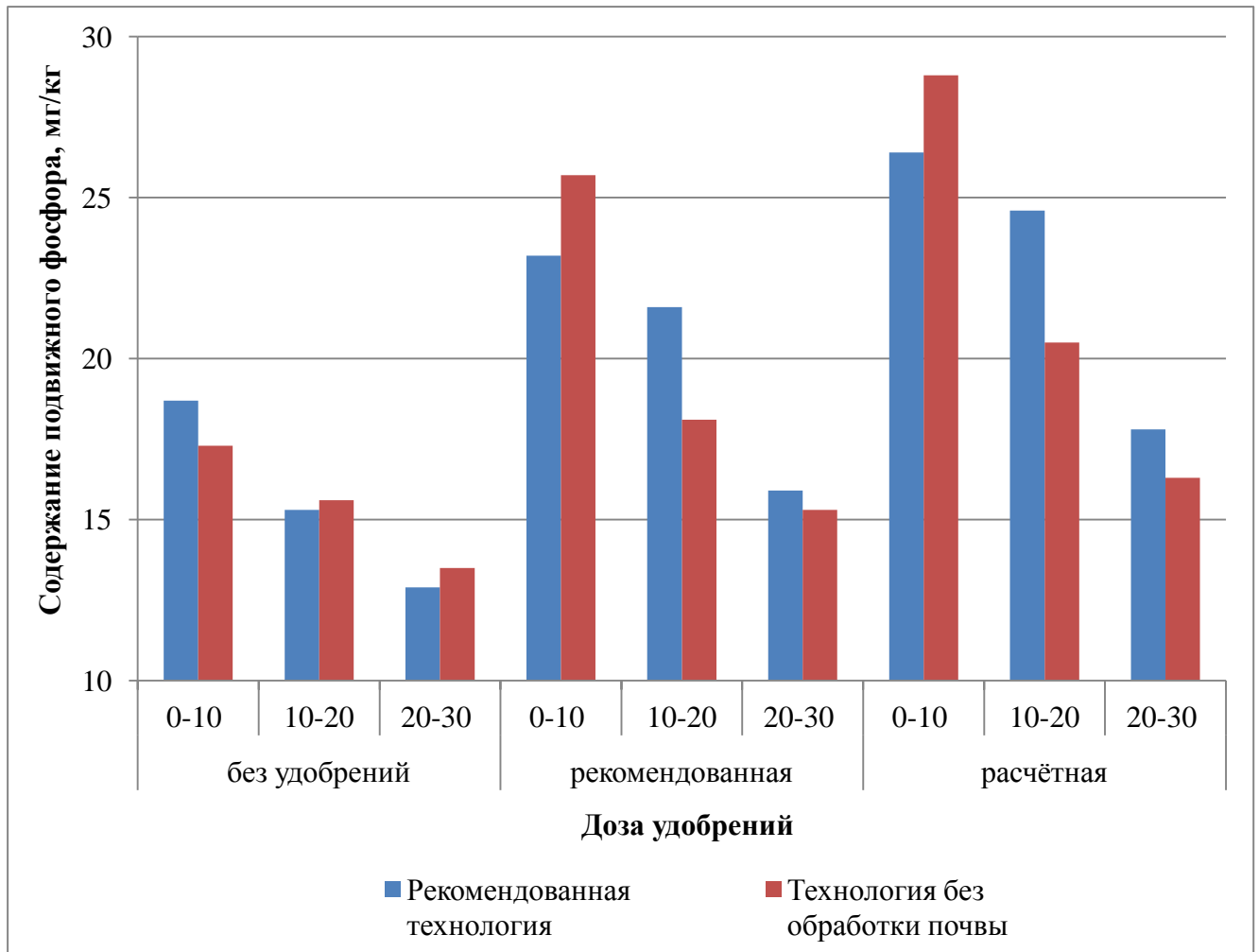


Рисунок 3. – Влияние технологии возделывания и дозы удобрений на содержание подвижного фосфора по слоям почвы в фазе цветения сои (среднее за 2015-2017 гг.)

В технологии No-till, где почва не обрабатывается, содержание подвижного фосфора в верхнем десятисантиметровом слое почвы в течение всего периода вегетации сои достоверно больше, чем в слое 10-20 см, что обусловлено внесением этого элемента питания на поверхность почвы или сеялкой при посеве на глубину заделки семян. То есть в технологии без обработки почвы большая доля подвижного фосфора сосредоточена в верхнем десятисантиметровом слое почвы. В слое почвы 10-20 см его концентрация по этой технологии довольно резко снижается, тогда как в рекомендованной технологии содержание этого элемента практически такое же, как в верхнем слое почвы. В слое почвы 20-30 см его становится ещё меньше, но в этом слое различий между технологиями по содержанию подвижного фосфора не наблюдается.

Увеличение содержания подвижного фосфора в верхнем слое почвы и его достоверное снижение в слое 10-20 см при возделывании сои без обработки почвы и одинаковое содержание этого элемента в этих слоях почвы по рекомендованной технологии наблюдалось во все годы исследований (приложение 9).

По поводу большего содержания подвижного фосфора в верхнем слое почвы в литературе имеются весьма противоречивые мнения. Одни учёные (Гилис М.Б., 1975; Агеев В.В., Подколзин А.И., 2005; Назаренко О.Г., 2015) считают, что сосредоточение фосфора в верхнем слое почвы не допустимо, так как отрицательно влияет на обеспечение растений этим элементом питания, что приводит к снижению урожая возделываемых культур. Обосновывают они это тем, что верхний слой почвы быстро пересыхает, поэтому корни растений туда не проникают и, следовательно, не могут использовать имеющийся в этом слое почве фосфор для формирования урожая. Больше того, даже если в этом слое имеется влага и туда проникли корни растений, то корни не растут в более глубокие слои почвы, так как в верхнем слое достаточно элементов питания. Но тогда, даже при небольшой засухе, верхний слой пересыхает и растения, не имея корней в более глубоких горизонтах почвы, страдают от засухи, что также отрицательно сказывается на урожайности возделываемых культур (Пенчуков В.М., и др., 1983). Поэтому фосфор-

ные удобрения рекомендуется заделывать плугом или другими орудиями на глубину 18-20 см (Кирюшин В.В., Кирюшин С.В., 2015).

Совсем другого мнения Карлос Кроветто (2013), который занимается технологией возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы более 20 лет. По его мнению в таком распределении подвижного фосфора в почве ничего плохого нет, так как по этой технологии почва укрыта растительными остатками, которые препятствуют испарению влаги из почвы, в том числе и из верхнего слоя. Но даже если по какой-то причине влаги стало не доставать, то она по капиллярам, благодаря оптимальной плотности почвы и хорошим её физическим свойствам, поднимается из более глубоких слоёв и обеспечивает растения влагой, а хорошо развитая корневая система обеспечивает их фосфором. Поэтому фосфорного голодания, из-за того, что доступный фосфор сосредоточен в верхнем слое почвы, он в своей многолетней практике не наблюдал.

Больше того, исследованиями Г. Канта (1980) установлено, что при запашке или заделке фосфора в почву на глубину 18-20 всходы растений не могут потребить фосфор, а известно, что фосфор в первую очередь необходим на начальных этапах органогенеза. Поэтому, делает заключение автор, необходимо, чтобы доступным для растений фосфором был обогащён верхний слой почвы, куда заделываются семена. Именно в этот горизонт почвы заделываются фосфорные удобрения при возделывании сельскохозяйственных культур без обработки почвы.

В наших исследованиях мы также не наблюдали фосфорного голодания растений сои при её возделывании без обработки почвы. Поэтому считаем, что распределение фосфора по почвенным слоям не имеет столь важного значения. Важно, чтобы в почве доступный фосфор был, а корни растений его найдут и употребят для формирования урожая. При этом, основное количество фосфора растения потребляют на начальных этапах роста и развития, а в это время по технологии без обработки почвы влага в её верхних горизонтах всегда имеется.

Содержание обменного калия в среднем за годы исследований за вегетацию сои во всех изучаемых слоях почвы было средним и составляло от 234-276 мг/кг в слое почвы 20-30 см до 258-299 мг/кг в слое 0-10 см. Исключение составляет слой

почвы 0-10 см при возделывании сои по технологии без обработки почвы перед посевом и в фазе полной спелости, где содержание этого элемента по всем нормам внесения минеральных удобрений было повышенным – от 310 до 345 мг/кг почвы (таблица 23).

Таблица 23. – Влияние технологии возделывания сои и удобрений на содержание обменного калия в почве, мг/кг

(среднее за 2015-2017 гг.)

Доза удобрения	Слой почвы, см	Рекомендованная			Без обработки почвы		
		посев	цветение	полная спелость	посев	цветение	полная спелость
Без удобрений	0-10	299	275	261	333	300	310
	10-20	278	263	267	292	282	288
	20-30	249	265	242	245	273	276
Рекомендованная	0-10	269	263	266	345	292	310
	10-20	281	272	265	271	276	279
	20-30	254	247	250	266	241	265
Расчетная	0-10	258	277	281	323	274	333
	10-20	261	296	279	283	243	284
	20-30	234	258	247	256	260	264
НСР ₀₅		17	16	18	18	17	17

Увеличение содержания обменного калия в слое почвы 0-10 см при внесении рекомендованной и расчётных доз минеральных удобрений в технологии без обработки почвы можно объяснить внесением калия с удобрением в этот слой почвы. Но такое же явление – увеличение концентрации обменного калия в верхнем слое почвы наблюдается и без внесения калийных удобрений. По видимому это обусловлено оставлением растительных остатков на поверхности почвы, которые микроорганизмами разлагаются до элементарных частиц, в том числе окиси калия, которая и увеличивает его содержание в слое почвы 0-10 см. Аналогичное явление наблюдается во все годы исследований (приложение 10).

То есть корневая система сои (и других изучаемых в опыте культур) обеспечивает произрастающие растения обменным калием из всех изучаемых и глубже лежащих слоёв почвы, куда проникают корни растений, и, благодаря разложению оставляемым на поверхности растительным остаткам, происходит увеличение этого важного элемента питания в верхнем слое почвы. Таким образом в течение пяти лет посева культур в опыте без обработки почвы (с начала его закладки в 2012 году) происходит перенос обменного калия из более глубоких почвенных слоёв в верхний. Благодаря этому можно предположить, что при более длительном постоянном посеве культур без обработки почвы настанет время, когда посевы будут обеспечиваться обменным калием без дополнительного внесения калийных удобрений. Аналогичное можно предположить и о самообеспечении растений нитратным азотом и подвижным фосфором при длительном применении технологии возделывания сельскохозяйственных культур без обработки почвы.

Таким образом, во все годы исследований и по всем дозам внесения удобрений содержание нитратного азота во всех изучаемых слоях почвы было очень низким. В рекомендованной технологии во время вспашки происходит перемешивание слоя почвы 0-20 см, поэтому содержание подвижного фосфора и обменного калия в слоях почвы 0-10 и 10-20 см одинаковое (различия находятся в пределах ошибки опыта). В технологии без обработки почвы, из-за внесения минеральных удобрений в припосевной слой почвы, происходит увеличение этих элементов питания до повышенного содержания в слое почвы 0-10 см, что достоверно больше чем в слое почвы 10-20 см. Увеличение обменного калия в верхнем десятисантиметровом слое почвы по этой технологии наблюдается и без внесения калийных удобрений, что обусловлено разложением микроорганизмами растительных остатков возделываемых в опыте культур на поверхности почвы.

4. РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УДОБРЕНИЙ

4.1. Полевая всхожесть и сохранность растений

В среднем за годы исследований, при одинаковом содержании продуктивной влаги в слое почвы 0-20 см самое большое количество всходов по обеим технологиям получено без внесения минеральных удобрений – 62-63 шт./м² с полевой всхожестью семян 94,9-97,4 %, что по обеим технологиям достоверно выше, чем при внесении минеральных удобрений (таблица 24).

Таблица 24. – Влияние технологии возделывания и удобрений

на полевую всхожесть семян сои (среднее за 2015-2017 гг.)

(Гаджиумаров, 2018)

Технология	Доза удобрений	Доступная влага в слое 0-20 см перед посевом, мм	Количество всходов, шт./м ²	Полевая всхожесть, %
Рекомендованная	без удобрений	20	62	94,9
	рекомендованная	21	52	79,5
	расчётная	20	49	74,9
Без обработки почвы	без удобрений	21	63	97,4
	рекомендованная	22	55	84,6
	расчётная	20	53	81,0
НСР ₀₅		F _ф < F _т	3,3	-

Внесение минеральных удобрений по обеим технологиям приводило к достоверному снижению количества всходов, и чем больше доза удобрений, тем всходов меньше. При внесении рекомендованной дозы удобрений (N₃₅P₄₅K₃₀) получено 52-55 шт./м² всходов, полевая всхожесть составила 79,5-84,6 %, а при увеличении дозы до расчётной (N₆₀P₆₀K₆₀) показатели по обеим технологиям снизились на 2-3 шт./м² и 3,6-4,6 %, соответственно (рисунок 4).

Такое явление можно объяснить токсическим воздействием удобрений на прорастание семян сои, которое наблюдал Е.В. Демчук с коллегами (2015), в опы-

тах которых всхожесть также снижалась из-за так называемого солевого эффекта, наблюдавшегося при припосевном внесении минеральных удобрений.

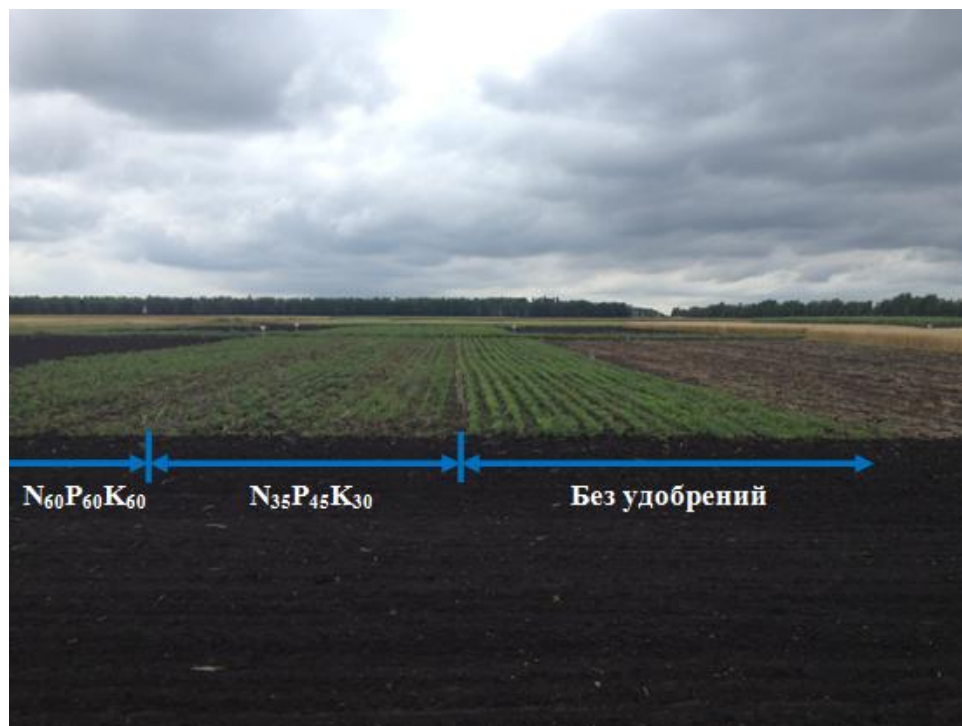


Рисунок 4. – Влияние удобрений на густоту стояния растений сои в фазе всходов по технологии без обработки почвы в 2016 г.

При этом наблюдается устойчивая тенденция (различия в пределах ошибки опыта) по получению большего количества всходов с внесением удобрений при возделывании сои без обработки почвы. Это мы связываем с лучшим контактом семян с почвой по этой технологии, так как, в отличие от сеялки СЗ-3,6, сошники сеялки Gimetal оборудованы специальными уплотнителями, вдавливающими семена сои в почву, тем самым достигается более быстрое впитывание влаги семенами, их набухание и дружное прорастание.

Достоверное снижение полевой всхожести семян сои при припосевном внесении удобрений наблюдалось во все годы исследований по обеим технологиям возделывания культуры (приложение 11).

В течение вегетации количество произрастающих растений из-за внутривидовой конкуренции за свет влагу и элементы питания уменьшалось (Гаджиумаров, 2017-2). Но по вариантам опыта количество выпавших растений отличалось не существенно, поэтому к полной спелости без внесения удобрений по обеим

технологиям было больше растений, чем с их внесением (таблица 25).

Таблица 25. – Влияние технологии возделывания и удобрений
на густоту стояния растений сои, шт./м²

(среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрений	Фенологическая фаза	
		цветение	полная спелость
Рекомендованная	без удобрений	60	58
	рекомендованная	51	49
	расчётная	47	46
Без обработки почвы	без удобрений	62	60
	рекомендованная	54	52
	расчётная	51	50
НСР ₀₅		4,1	3,2

Такая закономерность наблюдалась во все годы исследований (приложение 12). Поэтому сохранность растений по всем вариантам опыта в течение вегетации отличалась незначительно (Гаджиумаров Р.Г., 2017), с небольшим её уменьшением во второй половине вегетации, что связано с атмосферной и почвенной засухой в это время (таблица 26).

Таблица 26. – Влияние технологии возделывания и удобрений
на сохранность растений сои, % (среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрений	Фенологическая фаза		
		всходы – цветение	цветение – полная спелость	всходы – полная спелость
Рекомендованная	без удобрений	97,3	96,1	93,5
	рекомендованная	97,9	95,9	94,0
	расчётная	97,3	97,9	95,3
Без обработки почвы	без удобрений	97,4	96,8	94,2
	рекомендованная	97,8	95,7	94,0
	расчётная	96,9	98,8	95,8

В целом сохранность растений за вегетационный период находилась в пределах от 93,5 до 95,8 % и никаких существенных различий между технологиями не наблюдалось как в среднем, так и по годам исследований, (приложение 13). Но прослеживается тенденция увеличения сохранности растений при внесении расчётной дозы минеральных удобрений, что обусловлено меньшей густотой стояния растений, снижающей внутривидовую конкуренцию и, возможно, лучшей обеспеченностью растений элементами питания.

Таким образом, припосевное внесение в один рядок с семенами минеральных удобрений приводит к достоверному снижению полевой всхожести семян сои. При существенно не различающейся сохранности растений во время вегетации, к полной спелости по обеим технологиям возделывания сохраняется математически большее количество растений при посеве сои без минеральных удобрений. Различия по сохранности и густоте стояния растений между дозами удобрений по обеим технологиям не существенны.

4.2. Рост и развитие растений

Во все годы исследований различий между технологиями и дозами внесения минеральных удобрений по времени появления всходов и продолжительности межфазных периодов сои не наблюдалось, так как наступали одновременно (приложение 14), однако по годам исследований их продолжительность существенно отличалась (рисунок 5).

В 2015 году всходы появились через 9 дней после посева, а в 2016 году этот период составил 13 дней. Такая разница обусловлена температурой воздуха в это время. В 2015 году, благодаря более высоким среднесуточным температурам воздуха, тепловых ресурсов для появления всходов – 218 °С эффективных температур, было получено за 9 суток, после которых и получены всходы растений сои. В 2016 году, из-за более низких температур воздуха, такое же количество эффективных температур – 216 °С, поступило за 13 суток, после которых и появились растения сои на поверхности почвы.

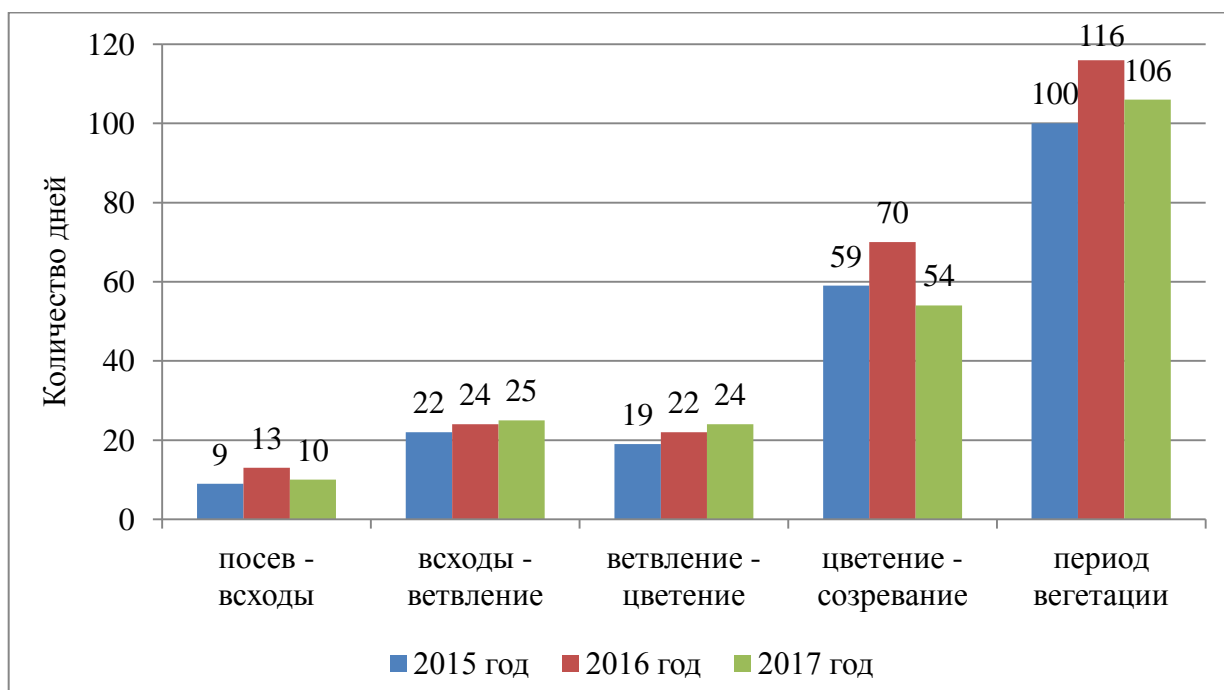


Рисунок 5. – Продолжительность времени появления всходов и межфазных периодов роста и развития сои

На продолжительность межфазных периодов и в целом периода вегетации сои существенное влияние оказывали также выпадающие осадки, которые увеличивали время прохождения той или иной фенологической фазы роста и развития растений сои. Поэтому в самом засушливом за годы исследований 2015 году вегетационный период составил 100 дней, во влажном 2016 году соя созрела только через 116 дней после появления всходов, тогда как в 2017 году на это потребовалось 106 дней.

На рост, развитие и урожайность сои большое влияние оказывают погодные условия, складывающиеся во время её вегетации, и в первую очередь среднесуточные температуры воздуха и количество выпадающих осадков. В среднем за 3 года исследований среднесуточная температура воздуха от момента посева и до полной спелости находилась в пределах от 18,2 до 22,8 °С, которые являются оптимальными (Шпаар Д., и др., 2000) для появления всходов и дальнейшего роста растений сои (таблица 27).

Неравномерность выпадения осадков с их большим количеством весной и в начале лета и существенным уменьшением в июле и августе приводит к тому, что

Таблица 27. – Погодные условия во время вегетации сои в зоне
неустойчивого увлажнения Ставропольского края

(среднее за 2015-2017 гг.)

Показатель	Межфазный период				
	посев – всходы	всходы – ветвление	ветвление – цветение	цветение – полная спелость	всходы – полная спелость
Межфазный период, дней	11	24	22	60	106
Сумма температур воздуха, °С	200	478	507	1366	2351
Среднесуточная температура воздуха, °С	18,2	19,9	22,6	22,8	22,2
Количество осадков, мм	23	57	48	57	186
Осадков в сутки, мм	2,09	2,38	4,00	0,95	1,75

во время получения всходов и до фазы цветения наблюдается хорошая обеспеченность посевов сои влагой, когда в среднем за сутки выпадает от 2,09 до 4,00 мм осадков. Такие погодные условия благоприятно сказываются на получении всходов, хотя в засушливую весну и с этим могут быть проблемы, и хорошем развитии вегетативной массы растений сои по обеим технологиям.

Однако, начиная с фазы цветения, во время налива и созревания зерна наблюдается существенное уменьшение количества осадков до средних 0,95 мм в сутки, что на фоне повышенных температур воздуха, когда дневные температуры превышают 40 °С, приводит к атмосферной и почвенной засухам. Кроме того, в это время в зоне неустойчивого увлажнения часты суховеи, когда влажность воздуха менее 30 %. В то же время, биологической особенностью сои является её способность переносить недостаток влаги до цветения (Лукомец В.М. и др., 2008), но во время цветения и налива семян у неё проявляется наибольшая потребность во влаге (Гаркуша С.В. и др., 2011).

В результате недобора влаги и низкой относительной влажности воздуха мы наблюдали опадение цветочных завязей, что отрицательно сказывалось на урожайности сои. Такое явление мы наблюдали по обеим технологиям, так как дополнительно накопленной влаги в почве при возделывании сои без обработки

почвы недостаточно, чтобы компенсировать её дефицит из-за сильной и очень продолжительной (два месяца) почвенной и атмосферной засухи.

Технологии возделывания, вносимые удобрения и погодные условия оказали существенное влияние на динамику сырой надземной массы посевов сои. В фазе ветвления посевы сои без припосевного внесения удобрений по обеим технологиям имели достоверно большую вегетативную массу, чем с их внесением. В среднем за годы исследований сырая надземная биомасса растений без внесения удобрений по рекомендованной технологии составила 482 г/м^2 , а по технологии без обработки почвы 430 г/м^2 , что мы связываем с лучшей полевой всхожестью семян и, соответственно, большей густотой стояния растений по сравнению с вариантами, где по обеим технологиям вносили минеральные удобрения.

В это время надземная масса сои, возделываемой по рекомендованной технологии с обработкой почвы, по всем дозам внесения удобрений и без их внесения математически доказуемо больше, чем при её посеве без обработки почвы (таблица 28).

Таблица 28. – Влияние технологии возделывания и удобрений на динамику сырой надземной массы посевов сои, г/м^2
(среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза		
		ветвление	цветение	полная спелость
Рекомендованная	без удобрений	482	2614	853
	рекомендованная	459	2422	831
	расчётная	447	2502	814
Без обработки почвы	без удобрений	430	2499	876
	рекомендованная	403	2277	846
	расчётная	365	2299	812
НСР ₀₅ для технологии		18	133	$F_{\phi} < F_{\tau}$
НСР ₀₅ для удобрений		20	95	48
НСР ₀₅ для частных средних		23	128	44

Такое отставание в нарастании сырой биомассы, относительно рекомендованной технологии мы объясняем более медленным прогреванием почвы под слоем растительных остатков, находящихся на поверхности почвы при посеве сои по необработанной почве (рисунок 6).

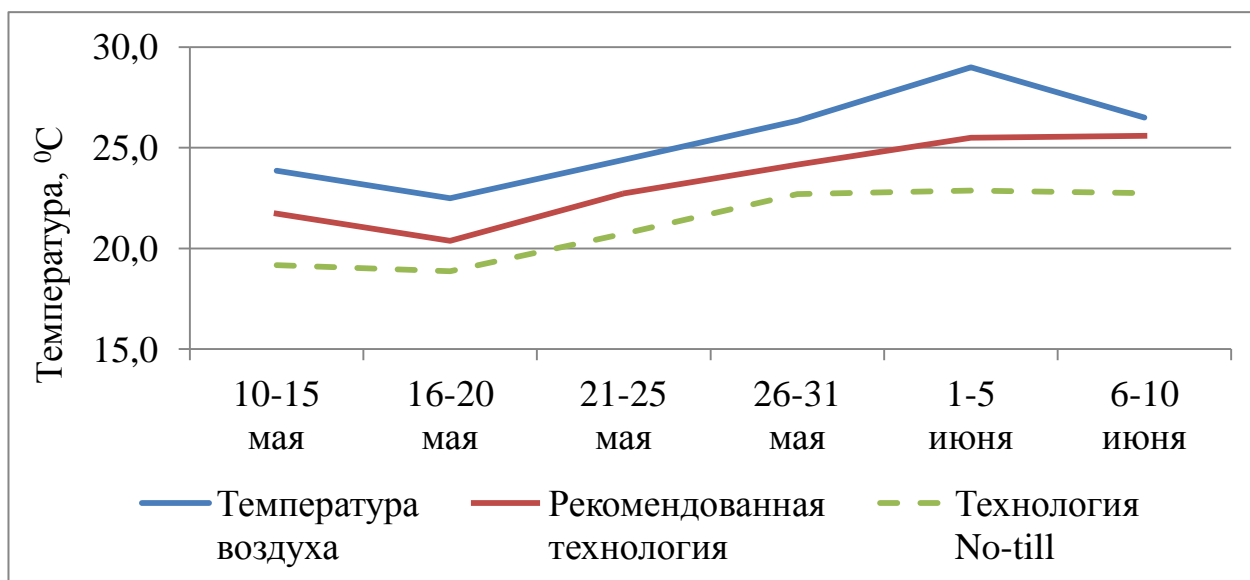


Рисунок 6. – Температура верхнего слоя почвы 0-5 см в зависимости от технологии возделывания (среднее за 2015-2017 гг.) (Дридигер, Гаджиумаров, 2018)

В среднем за три года исследований температура верхнего слоя необработанной почвы 0-5 см со второй декады мая и до второй декады июня включительно была на 2 °C меньше, чем по рекомендованной технологии. В некоторые дни разница достигала 6 °C, однако по мере роста растений сои, образования листьев и смыкания рядков разница уменьшалась. То есть, лучшая прогреваемость обработанной почвы по рекомендованной технологии в начале вегетации сои способствовала более быстрому нарастанию биомассы растений, чем по технологии без обработки почвы, где на поверхности лежали растительные остатки и отражали солнечные лучи.

В фазе цветения по обеим технологиям надземная масса растений без внесения удобрений была также достоверно больше, чем с их внесением. При этом масса растений сои, возделываемых по рекомендованной технологии, была достоверно больше, чем по технологии без обработки почвы, что наблюдается по всем

вариантам внесения удобрений (Гаджимаров Р.Г., 2018).

В фазе полной спелости надземная масса растений по всем вариантам опыта выравнивается и различия между технологиями не существенны, и даже прослеживается тенденция формирования к этому времени большей надземной биомассы по технологии без обработки почвы без внесения удобрений и при внесении рекомендованной дозы, тогда как при внесении расчётной дозы удобрений наблюдается тенденция снижения этого показателя по сравнению с другими вариантами опыта.

По обеим технологиям внесение рекомендованной дозы удобрений приводило к тенденции снижения надземной массы, а при расчётной дозе она была достоверно меньше, чем без внесения удобрений. Причиной тому является меньшая густота стояния растений сои при внесении удобрений, вызванная снижением полевой всхожести семян.

Такая закономерность по динамике нарастания сырой надземной биомассы наблюдалась во все годы исследований (приложение 15), с той лишь разницей, что в 2016 году, благодаря большему количеству осадков, масса растений была больше, чем 2015 и 2017 гг. с меньшим количеством осадков.

То есть в начальный период вегетации, из-за более медленного прогревания почвы сырая вегетативная масса растений, возделываемых по необработанной почве достоверно меньше, чем при посеве по обработанной почве. К фазе цветения различия между технологиями уменьшаются, а к полной спелости посеvy сои по необработанной почве формируют даже немного большую надземную массу, чем по рекомендованной технологии, что мы объясняем большим накоплением и лучшим сохранением влаги в необработанной почве, которую растения расходуют для формирования надземной биомассы.

В среднем за годы исследований высота растений сои по обеим технологиям и дозам внесения удобрений во время ветвления и цветения сои не имела существенных различий. В фазе полной спелости 84-99 мм больший линейный рост имели растения сои, возделываемые по рекомендованной технологии, что достоверно больше, чем по технологии без обработки почвы (таблица 29).

Таблица 29. – Влияние технологии возделывания и удобрений на динамику линейного роста растений сои, мм

(среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза		
		ветвление	цветение	полная спелость
Рекомендованная	без удобрений	179	623	771
	рекомендованная	180	662	764
	расчётная	185	673	764
Без обработки почвы	без удобрений	175	644	672
	рекомендованная	182	637	688
	расчётная	178	634	688
НСР ₀₅		Fф < Fт	Fф < Fт	39

В 2015 и 2017 гг. в фазе ветвления более высокими были растения сои по рекомендованной технологии, в 2016 году, преимущество по этому показателю имели растения без обработки почвы (приложение 16). В фазе цветения различия были меньше, а в фазе полной спелости во все годы исследований больший линейный рост имели растения по технологии без обработки почвы.

Таким образом, лучшую полевую всхожесть имеют семена сои, посеянные по обеим технологиям без внесения удобрений, что обеспечивает им большую густоту стояния и формирование большей надземной массы в течение всего периода вегетации по сравнению с удобренными вариантами. При посеве сои по необработанной почве полевая всхожесть и густота стояния растений в течение вегетации выше, чем по рекомендованной технологии. Однако их вегетативная масса в фазе ветвления достоверно ниже, что обусловлено более низкой температурой почвы, но к полной спелости эти растения формируют надземную массу, превышающую таковую по рекомендованной технологии.

4.3. Фотосинтетическая деятельность посевов

Важную роль в эффективности работы фотосинтетического аппарата посевов любой культуры имеют облиственность растений, площадь листовой поверх-

ности и производительность работы листового аппарата. В наших исследованиях в среднем за годы исследований облиственность растений сои в фазе ветвления по рекомендованной технологии составляла 51,5-51,9 %, по технологии без обработки – 53,7-54,8 %. Различия находились в пределах ошибки опыта. В фазе цветения доля листьев в надземной массе снизилась и по обеим технологиям была одинаковой – 40,6-41,9 %. Вносимые удобрения также не оказали влияние на этот показатель.

Площадь листовой поверхности 1 м² посевов сои (листовой индекс) и площадь листьев 1 растения в фазе ветвления в среднем за годы исследований по рекомендованной технологии по всем дозам внесения удобрений была существенно больше, чем при посеве сои по необработанной почве, что также связано с более медленным прогреванием почвы по этой технологии. При этом листовой индекс посевов сои, как и площадь отдельных растений по обеим технологиям были достоверно выше без внесения удобрений (таблица 30).

Таблица 30. – Влияние технологии возделывания и удобрений на площадь листовой поверхности растений сои, см²

(среднее за 2015-2017 гг., Гаджиумаров, 2016-2)

Технология	Доза удобрений	Фенологическая фаза			
		ветвление		цветение	
		1 м ² посева, м ²	1-го растения, см ²	1 м ² посева, м ²	1-го растения, см ²
Рекомендованная	без удобрений	1,60	259	7,47	1243
	рекомендованная	1,46	282	6,19	1215
	расчетная	1,34	275	6,43	1353
Без обработки почвы	без удобрений	1,46	230	6,89	1118
	рекомендованная	1,22	221	6,76	1250
	расчетная	1,14	219	6,42	1263
НСР ₀₅		0,09	23	0,36	64

В фазе цветения математически доказуемое преимущество по этим показателям имел посев без удобрений по рекомендованной технологии. По остальным вариантам опыта различия были не существенны и находились в пределах ошибки опыта

В годы исследований закономерности по динамике листового индекса (приложение 17) и площади листьев одного растения (приложение 18) были такими же, и никаких особенностей по динамике этих показателей не наблюдалось. В наших опытах технологии возделывания полевых культур и удобрения оказали влияние на продолжительность фотосинтетической работы листового аппарата. Об этом можно судить по фотосинтетическому потенциалу посевов, который по мнению И.С. Шатилова и А.И. Столярова (1986) считается хорошим, если за 100 дней вегетации достигает не менее 2 млн. $\text{м}^2 \times \text{сутки/га}$. В наших исследованиях фотосинтетический потенциал посевов сои от всходов до созревания по всем вариантам опыта был более 3 млн. $\text{м}^2 \times \text{сутки/га}$, что говорит о хорошем развитии фотосинтетического аппарата посевов сои по обеим технологиям и всем дозам внесения удобрений (таблица 31).

Таблица 31. – Влияние технологии возделывания и удобрений на фотосинтетический потенциал посевов сои, млн. $\text{м}^2 \times \text{сутки/га}$ (среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрений	Межфазный период			
		всходы - ветвление	ветвление - цветение	цветение - полная спелость	всходы - полная спелость
Рекомендованная	без удобрений	0,19	1,17	2,25	3,61
	рекомендованная	0,17	1,00	1,89	3,06
	расчётная	0,16	1,00	1,95	3,11
Без обработки почвы	без удобрений	0,17	1,07	2,09	3,34
	рекомендованная	0,15	1,00	2,05	3,19
	расчётная	0,14	0,94	1,95	3,03
НСР ₀₅		F _ф < F _т	0,06	0,12	0,18

Но фотосинтетический потенциал посевов сои без внесения удобрений по обеим технологиям был достоверно больше, чем на удобренных делянках и составил 3,61 млн. $\text{м}^2 \times \text{сутки/га}$ по рекомендованной технологии и 3,34 млн. $\text{м}^2 \times \text{сутки/га}$ по технологии без обработки почвы. На удобренных вариантах этот показатель был одинаковым по обеим технологиям и находился в пределах 3,03-3,19 млн. $\text{м}^2 \times \text{сутки/га}$, существенно между собой не отличаясь (Гаджиумаров, 2016-3).

По периодам вегетации самый низкий фотосинтетический потенциал был до фазы ветвления, самый высокий – от фазы цветения и до опадения листьев во время созревания посевов. Обусловлено это лучшим развитием листового аппарата и более продолжительным прохождением фазы цветения и налива семян растениями сои.

По годам исследований фотосинтетический потенциал различался в зависимости от продолжительности межфазных периодов и погодных условий. В благоприятном по увлажнению 2016 году с более продолжительным периодом вегетации установлены максимальные значения этого показателя – 3,80-4,26 млн. $\text{м}^2 \times \text{сутки/га}$ в зависимости от технологии и удобрений, в наиболее засушливом 2015 году с короткими межфазными периодами фотосинтетический потенциал посевов сои находился в интервале от 2,28 до 3,05 млн. $\text{м}^2 \times \text{сутки/га}$ (приложение 19)

Фотосинтетический потенциал очень тесно связан с показателем чистой продуктивности листового аппарата, и чем больше эти показатели, тем, обычно, урожай выше. В наших опытах чистая продуктивность фотосинтеза в среднем за три года исследований до фазы цветения различалась несущественно, его значения от появления всходов до фазы ветвления 5,1-5,9 $\text{г/м}^2 \times \text{сутки}$ и 5,6 – 6,2 $\text{г/м}^2 \times \text{сутки}$ в межфазный период ветвление – цветение. То есть в это время происходило ускоренное накопление продуктов фотосинтеза по обеим технологиям, что обеспечило растениям сои хорошее развитие вегетативной массы, о чём было сказано выше (таблица 32).

Таблица 32. – Влияние технологий возделывания и удобрений на чистую продуктивность фотосинтеза посевов сои, $\text{г/м}^2 \times \text{сутки}$ (среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрений	Фенологическая фаза			
		всходы-ветвление	ветвление-цветение	цветение-полная спелость	всходы-полная спелость
Рекомендованная	без удобрений	5,1	5,6	1,0	3,9
	рекомендованная	5,7	6,2	1,4	4,4
	расчётная	5,9	6,1	1,2	4,4
Без обработки почвы	без удобрений	5,7	5,5	1,6	4,3
	рекомендованная	5,6	5,4	1,6	4,2
	расчётная	5,8	6,0	1,5	4,4
НСР ₀₅		Fф < Fт	Fф < Fт	0,1	0,3

После наступления цветения интенсивность фотосинтеза снижалась до 1,0-1,6 $\text{г/м}^2 \times \text{сутки}$ по обеим технологиям, что обусловлено естественным старением и опадением листьев, которое в условиях наступающей в это время жары и засухи происходило раньше и интенсивнее, чем при более благоприятных погодных условиях с выпадающими осадками.

Следует отметить, что после фазы цветения достоверное преимущество по этому показателю имеют посевы по технологии без обработки почвы. Видимо это можно объяснить большим количеством продуктивной влаги в почве в это время по этой технологии, которая и обеспечивает более продолжительную и эффективную работу фотосинтетического аппарата растений.

Но за весь вегетационный период чистая продуктивность фотосинтеза по всем вариантам опыта не имела существенных различий, что говорит о том, что дополнительно накопленной в почве влаги по технологии без обработки почвы не достаточно для существенного улучшения работы листового аппарата в такое продолжительное время (два месяца) от начала цветения и до полного созревания сои.

Тем не менее, показатель чистой продуктивности посевов за период вегетации сои более $4 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ говорит о высокой эффективности работы фотосинтетического аппарата (Гриценко В.В, Долгодворов В.Е., 1986). Однако, из-за значительно большего выпадения осадков в начале вегетации, эффективная работа синтетического аппарата обеспечила развитие хорошей вегетативной массы, а сильнейшая засуха, наступавшая при вступлении растений сои в фазу цветения, существенно (в 3,4-3,7 раза) снизила эффективность работы ассимиляционного аппарата, что отрицательно сказалось на урожайности сои по обеим технологиям и всем дозам внесения удобрений.

По годам исследований наблюдается такая же закономерность, но необходимо отметить, что в 2015 году установлены самые высокие показатели чистой продуктивности фотосинтеза за вегетационный период сои – $4,4-5,6 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$, в 2016 и 2017 гг. показатели были меньше и практически одинаковыми (приложение 20).

Более эффективная работа ассимиляционного аппарата посевов сои в первой половине вегетации обеспечила и более интенсивное нарастание сухой надземной массы от появления всходов до фазы ветвления, когда по всем вариантам опыта за 46 дней вегетации накоплено $546-621 \text{ г/м}^2$ сухого вещества, а за 60 дней вегетации после начала фазы цветения этот показатель составил $164-232 \text{ г/м}^2$, или в 2,7-3,3 раза меньше (таблица 33).

Но следует отметить, что к фазе цветения сухая надземная масса была больше у посевов сои, возделываемых по рекомендованной технологии, а к полной спелости по этому показателю преимущество, хоть и в пределах ошибки опыта, имели посевы по необработанной почве. Это, опять же, говорит о том, что большее накопление биомассы во второй засушливый период вегетации по технологии без обработки почвы стало возможным благодаря дополнительной влаге в почве. Но её оказалось не достаточно, чтобы существенно увеличить биомассу растений к полной спелости, по сравнению с рекомендованной технологией.

Таблица 33. – Влияние технологий возделывания и удобрений на динамику накопления абсолютно сухого вещества посевами сои, г/м² (среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза		
		ветвление	цветение	полная спелость
Рекомендованная	без удобрений	99	621	785
	рекомендованная	100	587	764
	расчётная	93	576	748
Без обработки почвы	без удобрений	98	567	806
	рекомендованная	82	546	779
	расчётная	76	565	747
НСР ₀₅		5,4	29,8	39,3

Таким образом, благодаря выпадающим осадкам в первой половине вегетации, растения сои по обеим технологиям развивают хорошо развитый ассимиляционный аппарат, но из-за засухи во второй половине вегетации, производительность его работы снижается, что отрицательно сказывается на урожайности культуры по всем вариантам опыта. Но до фазы цветения более развитый листовой аппарат имеют растения сои по рекомендованной технологии с обработкой почвы, что обусловлено более высокой температурой почвы в начале вегетации. После наступлении фазы цветения лучше наращивают ассимиляционную поверхность посева сои по технологии, когда почва не обрабатывается, поэтому к полной спелости сухая надземная масса посевов по обеим технологиям одинаковая.

4.4. Развитие симбиотического аппарата растений сои

По наблюдениям В.М. Лукомца (2010) основная масса клубеньков на корнях сои (свыше 95 %) образуется в слое почвы 0-15 см, с фазы образования третьего тройчатого листа клубеньки образуются на главном корне, затем с фазы бутонизации идёт усиленное формирование симбиотического аппарата на боковых корнях, а к концу плодообразования количество и масса клубеньков на боко-

вых корнях достигает 90 % от их общей численности.

В наших опытах на формирование симбиотического аппарата растений сои существенное влияние оказали технологии её возделывания и дозы вносимых удобрений. В среднем за 2 года исследований (2015 и 2017 гг.) во время налива бобов количество клубеньков на одном растении без внесения удобрений по рекомендованной технологии составило 18 шт., по технологии без обработки почвы на растении было 22 клубенька, что достоверно больше, и их масса в необработанной почве была в 2,1 раза больше, чем по рекомендованной технологии (таблица 34).

Таблица 34. – Влияние технологии возделывания и удобрений
на количество и массу клубеньков на корнях сои

(среднее за 2015, 2017 гг.)

Технология	Доза удобрения	Количество клубеньков		Масса клубеньков	
		на 1 растении, шт.	шт./м ²	на 1 растении, г	г/м ²
Рекомендованная	без удобрений	18	1026	0,11	6,27
	рекомендованная	30	1410	0,14	6,58
	расчётная	18	792	0,09	3,96
Без обработки почвы	без удобрений	22	1342	0,23	14,03
	рекомендованная	32	1664	0,25	13,00
	расчётная	10	490	0,07	3,43
НСР ₀₅		2,4	-	0,02	-

При внесении рекомендованной научными учреждениями дозы минеральных удобрений, включающей 35 кг д.в. азота, количество клубеньков на одном растении по рекомендованной технологии с обработкой почвы увеличилось до 30, по технологии без обработки почвы – до 32 штук, масса клубеньков на 1 растении составила, соответственно, 0,14 и 0,25 г. Это обеспечило достоверное преимущество технологии без обработки почвы по количеству – 1664 шт./м² посева, и по их

массе – 13,0 г/м², против 1410 шт./м² и 6,58 г/м² по рекомендованной технологии, где проводится обработка почвы.

Увеличение дозы внесения удобрений до расчётной, с нормой азота 60 кг/га д.в. привело к математически доказуемому уменьшению количества и массы клубеньков по обеим технологиям, особенно резкое снижение этих показателей – более, чем в 3 раза, наблюдалось по технологии без обработки почвы. Такое наблюдалось во все годы исследований (приложение 21).

Аналогичную ситуацию наблюдали в своих исследованиях Т.В. Горгулько, С.В. Дидович (2018) и И.В. Оразова и А.А. Муравьев (2018), когда внесение 2 ц аммиачной селитры в фазе бутонизации приводило к уменьшению количества и массы клубеньков на растениях сои по сравнению с инокуляцией семян нитрагином без внесения азотных удобрений.

То есть внесение небольших доз азотных удобрений (35 кг/га д.в.) при посеве способствует лучшему развитию симбиотического аппарата растений сои, тогда как доза удобрений на уровне 60 кг/га д.в. ингибирует процесс образования и развития клубеньковых бактерий.

4.5. Засорённость посевов

На третий – пятый годы (2015-2017 гг.) посева сои без обработки почвы в её ценозе в фазе ветвления (перед обработкой гербицидом) по всем дозам внесения минеральных удобрений произрастало достоверно меньше сорных растений, чем по рекомендованной технологии. Особенно большое преимущество по снижению численности сорной растительности наблюдалось во влажном 2016 году, тогда как в более засушливом 2015 году различия по этому показателю были не столь существенны (таблица 35).

Большая густота стояния и лучше развитые растения сои без внесения удобрений обеспечили им большую конкурентоспособность по отношению к сорнякам, поэтому такие посева по обеим технологиям были меньше засорены, чем с внесением рекомендованной и, особенно, расчётной доз удобрений. На контроле без внесения удобрений до обработки гербицидом по рекомендованной техноло-

гии с обработкой почвы произрастало 56, по технологии No-till 37 шт./м² сорняков, тогда как на удобренных фонах 61-63 и 43-47 сорных растений (Гаджиумаров Р.Г., Жукова М.П., 2018).

Таблица 35. – Влияние технологии возделывания и удобрений на количество сорняков в посевах сои (перед обработкой гербицидом), шт./м²
(Дридигер, Гаджиумаров, 2018)

Технология	Доза удобрения	Год			Среднее
		2015	2016	2017	
Рекомендованная	без удобрений	48	69	52	56
	рекомендованная	48	78	62	63
	расчётная	55	68	58	61
Без обработки почвы	без удобрений	28	35	47	37
	рекомендованная	49	34	46	43
	расчётная	54	37	49	47
НСР ₀₅		3,4	2,8	3,7	3,3

Такая же закономерность наблюдается и по сырой надземной массе сорных растений, когда по обеим технологиям она достоверно больше при внесении удобрений, чем без их внесения (таблица 36).

Таблица 36. – Влияние технологии возделывания и удобрений на сырую массу сорняков в посевах сои (перед обработкой гербицидом), г/м²

Технология	Доза удобрения	Год			Среднее
		2015	2016	2017	
Рекомендованная	без удобрений	31	97	65	64
	рекомендованная	31	115	81	75
	расчётная	35	96	81	70
Без обработки почвы	без удобрений	66	43	62	57
	рекомендованная	157	42	65	88
	расчётная	156	44	77	92
НСР ₀₅		4,9	4,1	7,4	5,1

В среднем за годы исследований большую вегетативную массу имели сорняки, произрастающие на удобренных фонах по технологии без обработки почвы, но это произошло из-за более сильного засорения в 2015 году. В 2016 и 2017 гг. по технологии без обработки почвы было существенно меньше сорных растений, чем по рекомендованной технологии, где почва обрабатывалась, особенно в 2016 году.

Постепенное снижение засорённости посевов сои по технологии без обработки почвы мы объясняем очищением верхнего слоя почвы (откуда могут взойти семена сорняков) от семян сорняков за счёт их прорастания и уничтожения сорных растений при обработке гербицидами до посева и во время вегетации. В рекомендованной же технологии процесс очищения почвы от семян сорняков более продолжительный, так как при отвальной обработке семена сорных растений из более глубоких слоёв почвы перемещаются ближе к её поверхности и постоянно имеется запас семян сорняков, способных прорасти и засорять посеvy сои. При этом не все они всходят в течение года, поэтому необходимо большое количество оборачиваний почвы, чтобы весь её двадцатисантиметровый слой очистить от семян сорняков.

В годы исследований по обеим технологиям и всем дозам внесения удобрений наблюдался смешанный тип засорённости посевов сои с преобладанием тех или иных видов сорных растений. По рекомендованной технологии самым распространённым сорняком был портулак огородный (34 шт./м²), которого по технологии без обработки почвы не было, однако по этой технологии больше было просо куриного и амброзии полыннолистной (14 и 11 шт./м²). В меньшем количестве по обеим технологиям вегетировали марь белая и щирица запрокинутая (2-6 шт./м²). По технологии возделывания сои без обработки почвы, в отличие от рекомендованной технологии, отсутствовали такие сорняки как бодяк полевой и горец птичий, а по рекомендованной технологии не было фиалки полевой, которая отдельными растениями произрастала по технологии без обработки почвы (таблица 37).

Таблица 37. – Видовой состав сорной растительности в посевах сои
перед обработкой гербицидом, шт./м²

(среднее за 2015-2017 гг.)

Вид сорного растения	Рекомендованная технология			Без обработки почвы		
	без удобрений	рекомендованная	расчётная	без удобрений	рекомендованная	расчётная
Амброзия	6	6	5	9	11	14
Бодяк полевой	1	2	2	0	0	0
Горец птичий	0	1	1	0	0	0
Гречишка вьюнковая	1	1	1	3	3	3
Просо куриное	8	8	6	14	13	15
Щетинник зелёный	2	4	4	5	5	6
Портулак огородный	32	35	34	2	1	2
Фиалка полевая	0	0	0	3	5	3
Щирица запрокинутая	5	6	6	1	3	2
Марь белая	1	2	2	2	2	2
Всего	56	63	61	37	43	47

При внесении минеральных удобрений сырая масса сорняков была меньше по рекомендованной технологии с обработкой почвы, что связано с преобладанием в этой технологии видов сорных растений, развивающих меньшую биомассу, таких как портулак огородный, тогда как по технологии без обработки почвы больше было амброзии полыннолистной с массой одного растения 3 грамма и более (таблица 38).

В годы исследований наблюдались такие же закономерности по засорённости посевов сои – по рекомендованной технологии с обработкой почвы во все годы исследований и всем дозам внесения минеральных удобрений преобладал портулак огородный (приложение 22), тогда как по технологии без обработки почвы больше было куриного проса и амброзии полыннолистной. Эти же сорняки пре-

обладали и по сырой надземной массе растений (приложение 23).

Таблица 38. – Сырая масса сорной растительности в посевах сои перед обработкой гербицидом, г/м²

(среднее за 2015-2017 гг.)

Вид сорного растения	Рекомендованная технология			Без обработки почвы		
	без удобрений	рекомендованная	расчётная	без удобрений	рекомендованная	расчётная
Амброзия	13	15	13	21	42	47
Бодяк полевой	3	5	3	0	0	0
Горец птичий	2	2	2	0	0	0
Гречишка вьюнковая	1	1	1	2	3	3
Просо куриное	5	6	4	18	18	18
Щетинник зелёный	2	3	2	7	9	10
Портулак огородный	30	33	34	1	1	2
Фиалка полевая	0	0	0	5	10	5
Щирица запрокинутая	7	9	8	1	3	3
Марь белая	1	2	3	2	2	3
Всего	64	75	70	57	88	92

Следует отметить, что по технологии без обработки почвы отмечалось снижение засорённости посевов двудольными сорняками, которых по всем дозам внесения удобрений было в два раза меньше, чем по рекомендованной технологии, тогда как однодольных сорняков произрастало больше на необработанной почве (рисунок 7).

После обработки гербицидами сорные растения погибали, либо находились в угнетённом состоянии и не оказывали существенного влияние на рост, развитие и урожайность сои по обеим технологиям и всем дозам внесения минеральных удобрений.

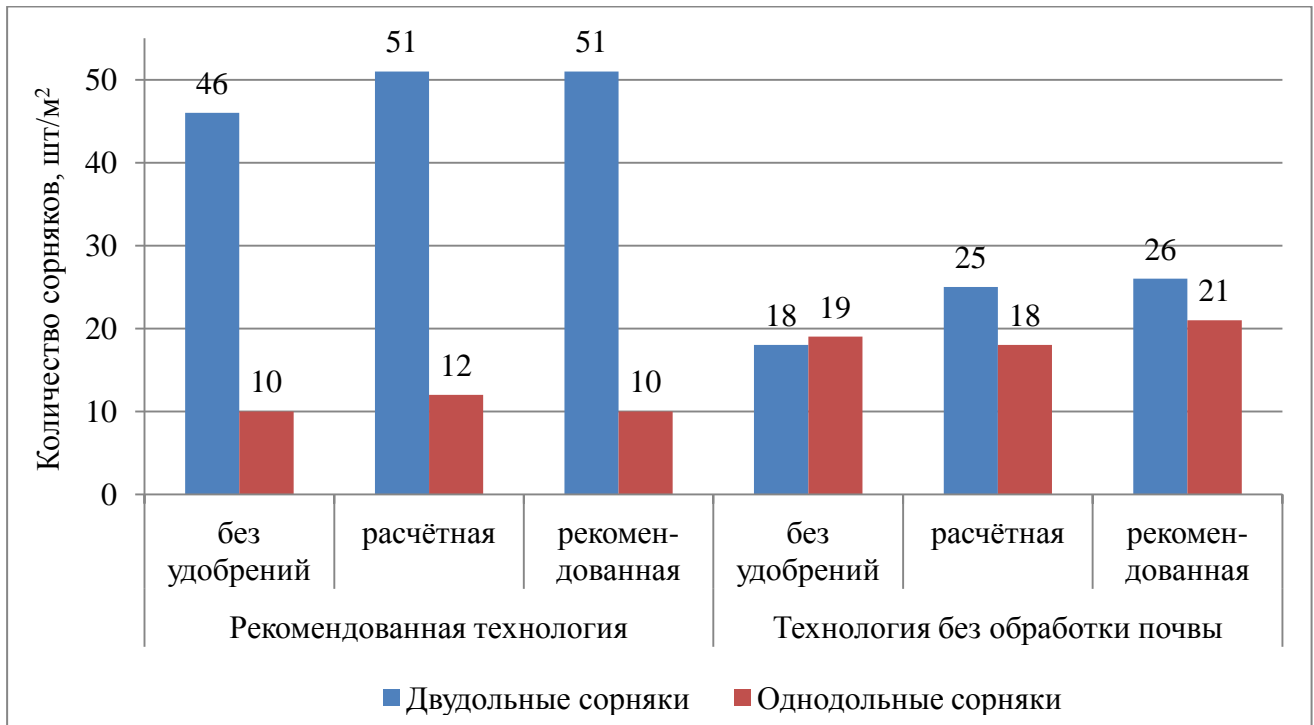


Рисунок 7. – Влияние технологии возделывания и удобрений на количество двудольных и однодольных сорняков в посевах сои (среднее за 2015-2017 гг.)

Таким образом, увеличение засорённости посевов сои при её возделывании без обработки почвы не наблюдалось, наоборот снижалось количество двудольных, однако немного в большем количестве присутствовали однодольные сорняки.

5. ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОЕВЫХ БОБОВ

5.1. Урожайность

В 2015 году урожайность сои по всем вариантам опыта была самой низкой из-за сильной атмосферной и почвенной засухи в июле и августе, когда наступало время цветения и налива семян и выпало 35 и 15 мм осадков, что в 1,6 и 3,2 раза меньше средних многолетних значений. В 2016 году выпавшие в мае, апреле и июле осадки интенсивностью 296 мм (на 89 мм больше климатической нормы) обеспечили благоприятные условия для роста и развития сои, и недобор осадков в августе месяце (28 мм при норме 48 мм) растения перенесли довольно успешно, так как в июле выпало 108 мм осадков, что в 2 раза больше обычного. Поэтому в этот год урожайность сои была самой высокой за годы исследований. В 2017 году, несмотря на оптимальное количество осадков в первую половину вегетационного периода, урожайность сои была ниже, чем в 2016 году, так как во вторую половину вегетации наблюдалась засуха (таблица 39).

Таблица 39. – Влияние технологии возделывания и удобрений на урожайность сои, т/га (Дридигер, Гаджиумаров, 2018)

Технология	Доза удобрения	Год			Среднее
		2015	2016	2017	
Рекомендованная	без удобрений	1,13	1,90	1,52	1,52
	рекомендованная	1,02	1,58	1,34	1,31
	расчётная	1,07	1,65	1,26	1,33
Без обработки почвы	без удобрений	1,08	1,52	1,50	1,37
	рекомендованная	1,04	1,33	1,30	1,22
	расчётная	1,04	1,24	1,22	1,17
НСР ₀₅ для технологии		$F_{\phi} < F_T$	0,12	$F_{\phi} < F_T$	0,07
НСР ₀₅ для удобрений		$F_{\phi} < F_T$	0,10	1,20	0,10
НСР ₀₅ для частных средних		$F_{\phi} < F_T$	0,10	0,08	0,09

В среднем за 3 года исследований самая высокая урожайность сои по обеим

технологиям получена без внесения минеральных удобрений, тогда как внесение таких приводило к достоверному снижению урожайности культуры на 0,15-0,21 т/га, или на 11,0-14,6 % (таблица 40).

Таблица 40. – Влияние технологии возделывания и удобрений на прибавку (снижение) урожайности сои

(среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрения	Урожайность, т/га	Прибавка (снижение) урожая			
			от технологии		от удобрений	
			т/га	%	т/га	%
Рекомендованная	без удобрений	1,52	-	-	-	-
	рекомендованная	1,31	-	-	-0,21	-13,8
	расчётная	1,33	-	-	-0,19	-12,5
Без обработки почвы	без удобрений	1,37	-0,15	-9,9	-	-
	рекомендованная	1,22	-0,09	-6,8	-0,15	-11,0
	расчётная	1,17	-0,16	-12,0	-0,20	-14,6
НСР ₀₅ для технологии		0,07	-	-	-	-
НСР ₀₅ для удобрений		0,10	-	-	-	-

Снижение урожайности сои от внесения минеральных удобрений наблюдали в своих исследованиях А.В. Кондратова (2004), Н.В. Новицкая с коллегами (2014), Н.Н. Шаповалова и Е.П. Шустикова (2015; 2018), в опытах которых при внесении минеральных удобрений непосредственно под сою не приводило к увеличению её урожайности, тогда как применение удобрений под предшествующую культуру существенно увеличивало урожайность соевых бобов. С. А. Кобак с коллегами (2017) объясняют это тем, что внесение удобрений, особенно во время посева, создаёт повышенную концентрацию солей в корневой зоне и снижает всхожесть семян, задерживает рост растений, препятствует развитию клубеньков и, в конечном итоге, приводит к снижению урожайности культуры. Поэтому, например в Аргентине, рекомендуют вносить удобрения под предшествующую культуру, а под сою удобрения не вносить (Дридигер В.К., 2013).

В среднем за годы исследований при всех дозах внесения удобрений урожайность сои, возделываемой по рекомендованной технологии, достоверно выше, чем по технологии без обработки почвы, тогда как в 2015 и 2017 гг. она по обеим технологиям была одинаковой, различия находились в пределах ошибки опыта.

Снижение урожайности сои в среднем за годы исследований по технологии No-till произошло из-за достоверного снижения таковой по этой технологии в 2016 году. Причиной тому является гибель всходов кукурузы в 2015 году по обеим технологиям, являющейся предшественником сои и вынужденный пересев просом. Из-за позднего срока сева, просо не развило мощной корневой системы, которая в технологии No-till выполняет роль разрыхлителя почвы. К тому же был произведён дополнительный проезд по полям трактора с посевным агрегатом, что в конечном итоге привело к чрезмерному уплотнению почвы в технологии No-till, тогда как по рекомендованной технологии почву обрабатывали во время основной обработки (вспашки) и при проведении предпосевной культивации.

Так во время уборки проса в 2015 году (22 сентября) плотность почвы по технологии No-till в слое 10-30 см составляла $1,35 \text{ г/см}^3$, во время цветения сои в 2016 году – $1,36 \text{ г/см}^3$, тогда как по рекомендованной технологии она не превышала $1,25 \text{ г/см}^3$, что, по нашему мнению, и стало причиной снижения урожайности культуры по технологии No-till в этом году.

Нами проведён корреляционный анализ зависимости урожайности сои от погодных условий, наличия в почве продуктивной влаги и роста и развития её растений в течение вегетации. Установлено, что урожайность сои не зависела от содержания продуктивной влаги в метровом слое почвы рано весной и перед её посевом – коэффициент корреляции (r) составил от 0,035 до 0,242, тогда как в фазе цветения в среднем по обеим технологиям наблюдается средняя зависимость ($r = 0,414$) между этими показателями. При этом по рекомендованной технологии наблюдается тесная ($r = 0,717$) корреляционная зависимость урожайности сои от содержания влаги в почве в фазе цветения, тогда как по технологии без обработки почвы зависимость между этими показателями была значительно меньше и составила 0,293. То есть урожайность сои по рекомендованной технологии во многом

зависит от количества влаги в почве в фазе цветения, когда в зоне неустойчивого увлажнения наступает сухая и жаркая погода, тогда как по технологии без обработки почвы эта зависимость намного слабее, чем по рекомендованной технологии, что, по видимому, можно объяснить большим содержанием продуктивной влаги в почве в это время по этой технологии, которая в какой-то степени компенсирует недостаток влаги во время засухи.

Урожайность сои по обеим технологиям и всем дозам внесения удобрений положительно коррелировала с количеством осадков во время прохождения всех межфазных периодов и в целом за весь период вегетации, но особенно тесная зависимость урожайности наблюдалась от интенсивности осадков в межфазные периоды посев-всходы и всходы-ветвление ($r = 0,733$ и $0,758$), а также от количества осадков за весь вегетационный период – $r = 0,720$. В межфазные периоды ветвление-цветение и цветение-полная спелость зависимость в среднем по обеим технологиям средняя ($r = 0,598$ и $0,602$), в то же время по рекомендованной технологии она составляет, соответственно, $0,762$ и $0,789$, тогда как по технологии без обработки почвы $0,432$ и $0,408$, что ещё раз говорит о важной роли дополнительно накопленной и сохранённой к этому времени влаги в необрабатываемой почве.

Наблюдается средняя зависимость урожайности сои от развития вегетативной массы по обеим технологиям, причём более тесная она в фазе ветвления ($r = 0,695$), чем во время цветения – $r = 0,322$. Но ещё большая зависимость урожайности наблюдается с фотосинтетическим потенциалом посевов сои во все межфазные периоды её вегетации. Самая тесная она с фотосинтетическим потенциалом в период от фазы ветвления до цветения – $r = 0,828$, в межфазные периоды всходы-цветение и цветение-полная спелость коэффициент корреляции имеет средние значения и составляет, соответственно, $0,597$ и $0,623$. То есть для получения высокого урожая сои очень важно обеспечить хорошее развитие вегетативной массы и, особенно, фотосинтетического аппарата растений сои.

Таким образом, на чернозёме обыкновенном внесение сложных минеральных удобрений перед посевом и совместно с семенами при посеве сои приводит к достоверному снижению её урожайности по обеим технологиям. Переуплотнение

почвы из-за слабого развития растений и корневой системы предшествующей культуры приводит в технологии No-till к математически доказуемому снижению урожайности культуры, как при внесении удобрений, так и без их внесения. Чтобы этого избежать, необходимо строго соблюдать севооборот и обеспечить благоприятные условия для роста и развития предшествующей сое культуре.

5.2. Структура урожая

Повышение урожайности сои на удобренном фоне по обеим технологиям произошло за счёт достоверно большей густоты стояния растений (Гаджимаров Р.Г., 2017-2). По рекомендованной технологии она на удобренном фоне составила 58 шт./м², а по рекомендованной и расчётной дозам удобрений произрастало 49 и 46 шт./м² растений сои, по технологии без обработки почвы их было, соответственно, – 60 шт./м² против 52 50 шт./м² по удобренным фонам (таблица 41).

Таблица 41. – Влияние технологии возделывания и удобрений на структуру урожая сои

(среднее за 2015-2017 гг.,)

Технология	Доза удобрения	Количество, шт.			Масса, г	
		растений на 1 м ²	бобов на растении	семян на растении	семян с растения	1000 семян
Рекомендованная	без удобрений	58	20,4	37,0	4,8	158,0
	рекомендованная	49	22,1	40,1	5,5	165,4
	расчётная	46	21,1	37,1	5,5	164,5
Без обработки почвы	без удобрений	60	20,3	37,1	4,5	148,0
	рекомендованная	52	21,5	37,2	5,0	154,2
	расчётная	50	22,0	38,2	5,0	154,9
НСР ₀₅ для технологии		1,9	F _φ < F _τ	F _φ < F _τ	F _φ < F _τ	8,0
НСР ₀₅ для удобрений		3,8	0,9	1,8	0,4	F _φ < F _τ
НСР ₀₅ для част. средних		3,0	1,2	2,2	0,3	9,0

По количеству бобов на растении, количеству и массе семян в них преимущество по обеим технологиям имели варианты с внесением удобрений. Но эти преимущества были незначительными и не позволили получить более высокую урожайность соевых бобов по сравнению с неудобренными вариантами.

Различия между технологиями возделывания сои по количеству бобов на растениях, количеству и массе семян с растений в среднем за годы исследований различались не существенно – они находились в пределах ошибки опыта. При этом наблюдались некоторые тенденции по увеличению какого-либо показателя в пользу той или иной технологии, но существенного влияния на урожайность сои по обеим технологиям они не оказали.

В среднем за годы исследований наблюдалось небольшое увеличение густоты стояния растений сои по технологии без обработки почвы по всем вариантам применения удобрений. Но по годам исследований густота стояния растений имела свои особенности.

Самая большая разница в пользу технологии No-till по густоте стояния растений к уборке наблюдалась в 2015 году (приложение 24). Однако превосходство по густоте стояния в этом году не обеспечило большую фактическую урожайность, так как остальные элементы структуры урожая были ниже. В 2016 году густота стояния была уже практически равной по обеим технологиям, при этом по рекомендованной технологии масса семян с одного растения и масса 1000 семян была выше, что и обеспечило большую урожайность по этой технологии в этом году. В 2017 году также густота стояния была практически одинаковой по обеим технологиям, наблюдалась тенденция увеличения по технологии No-till, однако это нивелировалось большей массой 1000 семян по рекомендованной технологии, поэтому существенной разницы по урожайности в этом году не наблюдалось.

Таким образом, рост урожайности сои по обеим технологиям без внесения удобрений произошёл за счёт большей густоты стояния растений, которая существенно выше без внесения удобрений и наблюдается тенденция её увеличения по технологии без обработки почвы по сравнению с рекомендованной технологией.

5.3. Качество продукции

Основными показателями качества сои являются содержание протеина, масла и жирнокислотный состав масла. В наших исследованиях какого-либо влияния технологий возделывания и доз внесения удобрений на содержание протеина и масла в семенах сои выявлено не было. По обеим технологиям и всем дозам внесения удобрений масличность семян сои в среднем за годы исследований находилась в пределах 19,8-20,3 %, протеина по этим же вариантам опыта содержалось 41,3-41,7 % и все различия по этим показателям были математически не доказуемы (таблица 42).

Таблица 42. – Влияние технологии возделывания и удобрений на масличность и содержание протеина в семенах сои

(среднее за 2015-2017 гг.)

Технология	Доза удобрения	Содержится в семенах, % в АСВ	
		масла	протеина
Рекомендованная	без удобрений	19,8	41,5
	рекомендованная	20,3	41,6
	расчётная	19,9	41,7
Без обработки почвы	без удобрений	20,1	41,6
	рекомендованная	19,8	41,3
	расчётная	19,8	41,6
НСР ₀₅		1,2	2,2

Следует отметить, что в 2016 году наблюдалось максимальное содержание белка в сое – 43,5-44,4 % на АСВ, максимальное значение 44,4 % получено по технологии No-till без внесения удобрений. В остальные годы исследований содержание протеина в семенах сои было немного меньше (таблица 43).

Содержание масла в семенах сои по годам исследований изменялось не существенно – все различия находились в пределах ошибки опыта. Не было математически доказуемых различий по этому показателю по годам исследований и между технологиями и дозами внесения минеральных удобрений.

Таблица 43. – Влияние технологии возделывания и удобрений
на содержание масла и протеина в семенах сои, % в АСВ

Технология	Доза удобрения	Содержание масла			Содержание протеина		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	19,4	19,9	20,0	40,7	43,6	40,1
	рекомендованная	20,1	20,3	20,5	40,1	43,6	41,1
	расчётная	20,1	19,9	19,7	40,6	43,7	40,8
Без обработки почвы	без удобрений	20,2	19,9	20,1	39,4	44,4	41,1
	рекомендованная	20,1	19,8	19,6	39,8	43,5	40,6
	расчётная	19,5	19,8	20,0	39,9	43,8	41,2
НСР ₀₅		1,2	1,3	1,1	2,0	2,4	2,3

В соевом масле наиболее полезными при употреблении в пищу являются полиненасыщенные жирные кислоты, которых по всем вариантам опыта в масле содержится больше всех других кислот – от 54,88 до 57,52 % (таблица 44).

Таблица 44. – Влияние технологии возделывания и удобрений на жирнокислотный состав масла сои, % от суммы кислот (2015 год)

(Гаджимаров, 2016-3)

Жирные кислоты	Рекомендованная технология			Технология без обработки почвы		
	без удобрений	рекомендованная	расчётная	без удобрений	рекомендованная	расчётная
Насыщенные	15,30	15,19	15,16	15,07	14,70	14,96
Мононенасыщенные	29,16	29,85	29,96	27,64	27,77	28,47
Полиненасыщенные	55,55	54,97	54,88	57,28	57,52	56,55
Всего	100	100	100	100	100	100

Наиболее ценными жирными кислотами являются линоленовая (Омега-3) и линолевая (Омега-6), составляющих группу полиненасыщенных кислот. Эти ки-

слоты являются незаменимыми в человеческом организме и необходимы для нормального функционирования иммунной системы. В особенности большую пользу приносит линоленовая кислота, которой по технологии без обработки почвы содержалось 6,51-6,74 %, по рекомендованной технологии её было 6,19-6,30 %. Линолевой кислоты в масле сои по всем вариантам опыта содержалось больше всех других жирных кислот, но по рекомендованной технологии её было 48,67-49,29 %, а по технологии без обработки почвы 50,1-50,78 % (таблица 45).

Таблица 45. – Влияние технологий возделывания и удобрений на жирнокислотный состав масла сои в 2015 г., % от суммы кислот

Жирная кислота	Рекомендованная технология			Технология без обработки почвы		
	без удобрений	рекомендованная	расчетная	без удобрений	рекомендованная	расчетная
Насыщенные, в том числе:	15,30	15,19	15,16	15,07	14,70	14,96
Миристиновая	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04
Пальмитиновая	9,56	9,36	9,44	9,36	9,24	9,26
Стеариновая	4,63	4,73	4,65	4,64	4,44	4,66
Арахидиновая	0,38	0,40	0,38	0,38	0,37	0,38
Бегеновая	0,43	0,43	0,43	0,42	0,41	0,41
Лигноцериновая	0,26	0,23	0,21	0,23	0,20	0,21
Мононенасыщенные, в т.ч.:	29,16	29,85	29,96	27,64	27,77	28,47
Пальмитолеиновая	0,08	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07
Олеиновая	28,91	29,59	29,72	27,42	27,53	28,25
Эйкозеновая	0,17	0,17	0,16	0,15	0,17	0,15
Полиненасыщенные, в т.ч.:	55,55	54,97	54,88	57,28	57,52	56,55
Линолевая	49,29	48,67	48,69	50,77	50,78	50,01
Линоленовая	6,26	6,30	6,19	6,51	6,74	6,54
Всего	100	100	100	100	100	100

Мононенасыщенная группа жирных кислот приносит меньше пользы для

организма человека, чем полиненасыщенные кислоты, однако они также важны. Прежде всего, в эту группу входит олеиновая кислота, которой содержалось 28,91-29,72 % по рекомендованной технологии и несколько меньше 27,42-28,25 % по технологии без обработки почвы.

Насыщенные жирные кислоты могут быть вредны для организма, их содержалось несколько больше по рекомендованной технологии, в частности больше всего содержалось пальмитиновой кислоты – 9,36-9,56 %, тогда как по технологии без обработки почвы – 9,24-9,36 %. Практически одинаковое количество по обеим технологиям содержалось стеариновой кислоты – 4,44-4,73 %.

В связи с тем, что в обеих технологиях применяются химические средства защиты растений, а в технологии без обработки почвы, кроме того, гербицид сплошного действия из группы глифосатов, в отношении которых в мире и у нас в стране противоречивые мнения по их безопасности (В.К. Целовальников, 2014; Ю. Райнхард, И. Зайцева, 2015; Д.И. Мирошникова и др., 2018), нами в лаборатории Россельхозцентра города Краснодара был проведён анализ на определение остаточного количества действующего вещества гербицида – глифосат кислоты. Анализ показал отсутствие этого ядохимиката в семенах сои, выращенных по обеим технологиям (таблица 46).

Таблица 46. – Влияние технологии возделывания и удобрений
на содержание глифосат кислоты в семенах сои

(Гаджиумаров, 2016-1)

Номер протокола испытаний	Технология	Доза удобрения	Фактическое значение качества, мг/кг
329/27	рекомендованная	рекомендованная	не обнаружено
329/28	без обработки почвы	рекомендованная	не обнаружено

То есть, несмотря на обработку делянок перед посевом сои гербицидом сплошного действия из группы глифосатов Рап 600 в дозе 1,8 л/га, глифосат кислоты в них не накапливается (приложение 25 и 26).

Таким образом, на чернозёме обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения

ния Центрального Предкавказья внесение минеральных удобрений приводило к достоверному снижению урожайности сои по обеим технологиям. Переуплотнение почвы из-за слабого развития корневой системы предшествующей культуры в технологии без обработки почвы приводило к снижению урожайности культуры. Технологии возделывания и вносимые удобрения не оказали существенного влияния на качество семян сои по содержанию протеина, масла и жирнокислотному составу масла. При этом полученные семена сои экологически чистые и не содержат остаточного количества глифосат кислоты.

6. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ И УДОБРЕНИЙ

При рекомендованной технологии возделывания сои шесть технологических операций связаны с обработкой почвы и её подготовкой к посеву сои. Остальными семью технологическими операциями производится посев, уход за посевом и уборка урожая (таблица 47).

Таблица 47. – Технологическая схема возделывания сои

Рекомендованная технология		Технология без обработки почвы	
наименование работ	состав агрегата	наименование работ	состав агрегата
Лущение стерни, 10-12 см	К-744+БДМ-4	-	-
Повторное лущение, 12-14 см	К-744+БДМ-4	-	-
Вспашка, 20-22 см	К-744+ПН-8-35	-	-
Культивация, 10-12 см	МТЗ-2022+КРГ-6	-	-
Промежуточная культивация, 6-8 см	МТЗ-1221+КСПС-6	-	-
Предпосевная культивация, 4-6 см	МТЗ-1221+КСПС-6	Обработка глифосатом	МТЗ-80+ ОП-2000
Посев с внесением удобрений	МТЗ-1221+ 3 СЗ-3,6	Посев с внесением удобрений	МТЗ-2022 + Gimetal
Прикатывание	МТЗ-80+ 3ККШ-6	-	-
Обработка гербицидом по двудольным	МТЗ-80+ ОП-2000	Обработка гербицидом по двудольным	МТЗ-80+ ОП-2000
Обработка гербицидом по однодольным	МТЗ-80+ ОП-2000	Обработка гербицидом по однодольным	МТЗ-80+ ОП-2000
Обработка инсектицидом	МТЗ-80+ ОП-2000	Обработка инсектицидом	МТЗ-80+ ОП-2000
Уборка	АКРОС	Уборка	АКРОС
Отвоз зерна с поля	КАМАЗ	Отвоз зерна с поля	КАМАЗ

По технологии No-till после уборки предшественника осенью никакие работы не проводили, так как после кукурузы сорняков не было, что исключило потребность в обработке гербицидом сплошного действия. Весной за 5-7 дней до

посева сои проведена обработка гербицидом сплошного действия из группы глифосатов, посев специальной сеялкой, способной сеять по необработанной почве. Уход за посевами по обеим технологиям был одинаковым и включал борьбу с однодольными и двудольными сорняками и хлопковой совкой, которая наносила большой вред растениям сои. Всего на возделывание и уборку сои без обработки почвы проведено семь технологических операций, из которых четыре по уходу за посевами.

По обеим технологиям самые большие расходы наблюдаются при проведении сева с внесением удобрений – 39,5 % по рекомендованной технологии и 50,1 % по технологии без обработки почвы. Это обусловлено большой стоимостью удобрений – 5325 руб./га в среднем по трём дозам удобрений. Большие расходы (на 100 руб./га) на проведение посева сои по технологии No-till связаны с большим расходом топлива при посеве по необработанной почве (таблица 48).

Таблица 48. – Структура производственных затрат по видам работ при возделывании сои по рекомендованной и No-till технологиям (среднее по трём дозам внесения удобрений)

Вид работ	Рекомендованная технологи		Технология без обработки почвы	
	затраты, руб./га	удельный вес, %	затраты, руб./га	удельный вес, %
Обработка почвы	5026	25,5	0	0
Посев с внесением удобрений	7748	39,5	7848	50,1
Уход за посевами	4457	22,6	5353	34,2
Уборка урожая	2450	12,4	2450	15,7
Всего	19681	100	15651	100

Примечание: без прочих затрат и общехозяйственных расходов

Затраты по уходу за посевами сои по рекомендованной технологии составили 4457 руб./га, или 22,6 % от общих расходов. По технологии No-till они были на 896 руб./га (20,1 %) больше, что связано с предпосевной обработкой гербицидом сплошного действия из группы глифосатов и его стоимостью.

В то же время расходы на обработку почвы в рекомендованной технологии составили 5026 руб./га, или 25,5 % от общих затрат, что в 5,0 раз больше, чем дополнительные расходы на внесение глифосата и проведение сева по технологии без обработки почвы. По этой причине общие затраты на возделывание сои по традиционной технологии составили 19681 руб./га (без прочих затрат и общехозяйственных расходов), тогда как по технологии No-till они были на 4030 руб./га, или на 20,5 % меньше.

При возделывании сои без внесения минеральных удобрений по рекомендованной технологии большая часть расходов приходится на горюче-смазочные материалы – 29,0 %, тогда как по технологии No-till основной статьёй расходов являются средства защиты растений – 33,4 % (приложение 27).

При внесении удобрений по обеим технологиям основной статьёй расходов становятся затраты на их приобретение, которые при рекомендованной дозе составляют 5849 руб./га, расчётной дозе – 10125 руб./га. При одинаковой стоимости удобрений по обеим технологиям, доля рекомендованной дозы в общих расходах в традиционной технологии составляет 25,2 %, в технологии без обработки почвы 31,5 %, при внесении расчётной дозы удобрений, соответственно 36,0 и 43,0 %.

Второй по значимости статьёй расходов в рекомендованной технологии составляют горюче-смазочные материалы – 20,0 и 16,7 % при внесении рекомендованной и расчётной дозы удобрений. В технологии без обработки почвы больше расходуется на приобретение и внесение средств защиты растений – 20,9 и 16,5 %, соответственно.

В среднем по трем дозам внесения минеральных удобрений при возделывании сои по технологии No-till на 1280 руб./га или на 49,4 % возрастают затраты по отношению к рекомендованной технологии на приобретение и внесение гербицидов сплошного действия из группы глифосатов. Однако по рекомендованной технологии существенно увеличиваются производственные затраты по отношению к технологии без обработки почвы на приобретение горюче-смазочных материалов – на 3276 руб./га или на 232,0 %, фонд оплаты труда – на 824 руб./га (93,4 %), амортизацию и ремонт техники – на 891 и 285 руб./га или на 47,0 %. Такой рост

затрат по рекомендованной технологии существенно больше, чем дополнительные затраты на применение гербицидов сплошного действия в технологии без обработки почвы (таблица 49).

Таблица 49. – Влияние технологии и удобрений на структуру затрат при возделывании сои

(среднее по дозам внесения удобрений)

Статья расходов	Рекомендованная технология		Без обработки почвы		Снижение / Увеличение затрат	
	руб./га	%	руб./га	%	руб./га	%
Фонд оплаты труда	1706	7,9	882	5,2	– 824	– 48,3
Семена	1560	7,3	1560	9,5	0	0
Удобрения	5325	20,4	5325	24,8	0	0
Ядохимикаты	2593	12,1	3873	23,6	+ 1280	+ 49,4
ГСМ	4688	22,0	1412	8,5	– 3276	– 69,9
Амортизация	2785	13,0	1894	11,4	– 891	– 32,0
Ремонт техники	891	4,2	606	3,7	– 285	– 32,0
Автотранспорт	113	0,5	101	0,6	– 12	– 10,6
Прочие затраты	787	3,5	626	3,5	– 161	– 20,5
Прямые затраты	20448	-	16277	-	– 4171	– 20,4
Общехозяйственные расходы	2045	9,1	1628	9,1	– 417	– 20,4
Всего затрат	22492	100,0	17905	100,0	– 4587	– 20,4

Большие производственные затраты по рекомендованной технологии в первую очередь возникают из-за необходимости проведения энергозатратных и трудоёмких операций по обработке почвы, для выполнения которых необходимо иметь мощные энергонасыщенные тракторы и целый парк дорогостоящих почвообрабатывающих машин и орудий. Всю эту технику необходимо приобрести, отремонтировать, ухаживать и эксплуатировать, что и приводит к неизбежным дополнительным расходам по отношению к технологии, где почва не обрабатывается.

В целом производственные расходы на 1 га при возделывании сои по реко-

мендованной технологии составили 22492 руб., в то время как по технологии без обработки почвы они на 4587 руб. или на 20,4 % меньше и составляют 17905 руб.

Снижение производственных затрат существенно сказалось на экономической эффективности возделывания сои по технологии без обработки почвы. Самая низкая себестоимость (8473 руб./т) и самая высокая прибыль (22641 руб./га) и рентабельность производства – 195,0 % получены по технологии без обработки почвы и без внесения удобрений. По рекомендованной технологии также самая лучшая экономическая эффективность возделывания культуры без внесения удобрений: себестоимость 10630 руб./т, прибыль 21842 руб./га, рентабельность производства – 135,2 %. Однако эти показатели существенно меньше, чем по технологии без обработки почвы. То есть наибольшая экономическая эффективность получена при возделывании сои по технологии без обработки почвы без внесения минеральных удобрений (таблица 50).

При внесении рекомендованной и, особенно, расчётной дозы минеральных удобрений по обеим технологиям приводит к существенному росту себестоимости производимой продукции, снижению прибыли и рентабельности производства культуры. Это обусловлено большой стоимостью удобрений, что привело к существенному росту производственных затрат, и отсутствием прибавки урожая (фактически снижение урожайности) сои от их внесения, что не позволило увеличить доходы от реализации соевых бобов.

Следует обратить внимание, что затраты труда на возделывание сои по рекомендованной технологии составляют от 10,9 до 11,8 чел.-ч./га, в зависимости от дозы внесения минеральных удобрений, тогда как при её возделывании без обработки почвы они составили от 3,1 до 4,2 чел.-ч./га, или в 2,8-3,5 раза меньше. При этом самые низкие трудозатраты, опять же, при возделывании сои без внесения удобрений по технологии без обработки почвы и составляют 3,1 чел.-ч./га, что на 0,8 и 1,1 чел.-ч./га меньше, чем при внесении рекомендованной и расчётной дозы минеральных удобрений по этой технологии. Аналогичные закономерности наблюдаются и по затратам труда на производство 1 т соевых бобов.

Таблица 50. – Влияние технологии и удобрений на экономическую эффективность возделывания сои

Показатель	Рекомендованная технология			Без обработки почвы		
	без удобрений	рекомендованная	расчетная	без удобрений	рекомендованная	расчетная
Урожайность, т/га	1,52	1,31	1,33	1,37	1,22	1,17
Цена реализации, руб./т	25000	25000	25000	25000	25000	25000
Денежная выручка, руб./га	38000	32750	33250	34250	30500	29250
Затраты труда, чел.-ч./га	10,9	11,7	11,8	3,1	3,9	4,2
Затраты труда, чел.-ч./т	7,2	8,9	8,9	2,3	3,2	3,6
Производственные затраты, руб./га	16158	23189	28130	11609	18570	23536
Себестоимость продукции, руб./т	10630	17701	21150	8473	15222	20116
Прибыль, руб./га	21842	9561	5120	22641	11930	5714
Уровень рентабельности, %	135,2	41,2	18,2	195,0	64,2	24,3

Таким образом, несмотря на некоторое снижение урожайности сои по технологии No-till, наибольшая экономическая эффективность получена при её возделывании без обработки почвы без внесения минеральных удобрений. Производственные и людские затраты по этой технологии, как и себестоимость производимой продукции значительно меньше, а прибыль и рентабельность существенно больше, чем по рекомендованной технологии. Внесение минеральных удобрений под сою приводит к снижению экономической эффективности возделывания культуры по обеим технологиям. Поэтому на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья экономически выгоднее возделывать сою без обработки почвы и без внесения минеральных удобрений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Благодаря растительным остаткам на поверхности поля, остающимся после уборки предшествующей кукурузы при возделывании сои без обработки почвы, зимой в 1,5 раза больше накапливается снега, весной и летом уменьшается скорость ветра в приземном слое на 0,4-0,5 м/с и на 2,7 °С снижается температура почвы, что создаёт благоприятные условия для обитания дождевых червей, популяция которых во много раз больше, чем при посеве сои по рекомендованной технологии с ежегодной обработкой почвы. Наличие дождевых червей свидетельствует о благополучном экологическом состоянии почвы и отсутствии её загрязнения пестицидами или другими веществами.

Перед уходом в зиму, рано весной, во время посева и в течение вегетации сои достоверно больше продуктивной влаги содержалось в полуметровом слое необработанной почвы, что обусловлено лучшим сохранением влаги в верхнем тридцатисантиметровом слое почвы перед зимой и весной и в слое почвы 100-150 см в фазе цветения сои. При этом удобрения и дозы их внесения не оказали существенного влияния на этот показатель.

В результате вспашки по рекомендованной технологии обрабатываемый слой почвы осенью и рано весной находился во вспушенном состоянии с плотностью 0,80-0,89 г/см³, тогда как плотность необработанной почвы составляла в это время 1,03-1,11 г/см³. Перед посевом плотность почвы по обеим технологиям была оптимальной для роста растений сои, но в фазе цветения по обеим технологиям она увеличивалась до 1,25-1,28 г/см³ в слое 0-10 см, 1,36-1,38 г/см³ в слое 10-20 см и 1,40-1,42 г/см³ в слое 20-30 см, что являлось следствием воздушной и почвенной засухи во все годы исследований. К полной спелости плотность почвы по обеим технологиям и изучаемым слоям почвы была одинаковой и находилась в пределах 1,23-1,28 г/см³.

Во все годы исследований и по всем дозам внесения удобрений содержание нитратного азота во всех изучаемых слоях почвы было очень низким и составляло менее 10 мг/кг почвы. Содержание подвижного фосфора и обменного калия при

внесении удобрений в рекомендованной технологии, из-за перемешивания обрабатываемого слоя почвы во время вспашки, в слоях почвы 0-10 и 10-20 см было средним и в течение вегетации сои не отличалось существенно между слоями. В технологии без обработки почвы, вносимые вразброс и при посеве фосфорные и калийные удобрения, увеличивали содержание этих элементов питания в слое почвы 0-10 см до повышенного (31-33 и 310-345 мг/кг), что достоверно на 10-12 и 40-50 мг/кг больше, чем в слое почвы 10-20 см.

Полевая всхожесть семян сои, посеянной по обеим технологиям без внесения удобрений, составляет 94,9-97,4 %, что достоверно на 12,8-16,4 % больше, чем с припосевным внесением удобрений. Такие посевы, имея большую густоту стояния растений, формируют в течение вегетации и существенно большую надземную массу по сравнению с удобренными вариантами. При посеве сои по необработанной почве полевая всхожесть и густота стояния растений в течение вегетации выше, чем по рекомендованной технологии, но их вегетативная масса в фазе ветвления достоверно ниже, что обусловлено более низкой температурой почвы в начале вегетации. К полной спелости эти растения формируют надземную массу, превышающую таковую по рекомендованной технологии.

До фазы цветения более развитый листовой аппарат имеют растения сои по рекомендованной технологии, что обусловлено более высокой температурой почвы в начале вегетации по сравнению с необработанной почвой. После наступления фазы цветения лучше наращивают ассимиляционную поверхность посевы сои по технологии без обработки почвы, поэтому к полной спелости сухая надземная масса посевов по обеим технологиям различается в пределах ошибки опыта.

По всем вариантам опыта наблюдался смешанный тип засорённости посевов сои с преобладанием тех или иных видов сорных растений. По рекомендованной технологии самым распространённым был портулак огородный (34 шт./м²), по технологии No-till преобладали просо куриное и амброзия полыннолистная – 14 и 11 шт./м². По обеим технологиям отдельными растениями произрастали гречишка вьюнковая, марь белая и щирица запрокинутая (1-6 шт./м²), тогда как по технологии No-till отсутствовали портулак огородный, бодяк полевой и горец

птичий, по рекомендованной технологии не было фиалки полевой.

При этом общее количество сорных растений по рекомендованной технологии в среднем за годы исследований составило 56-63, по технологии без обработки почвы – 37-47 шт./м². После обработки гербицидами сорные растения погибали, либо находились в угнетённом состоянии и не оказывали существенного влияния на рост, развитие и урожайность сои по обеим технологиям и всем дозам внесения минеральных удобрений.

На чернозёме обыкновенном зоны неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья внесение сложных минеральных удобрений перед посевом и совместно с семенами при посеве сои приводит к достоверному (на 0,15-0,21 т/га, или на 11,0-14,6 %) снижению её урожайности по обеим технологиям. Переуплотнение почвы из-за слабого развития растений и корневой системы предшествующей культуры приводит в технологии No-till к математически доказуемому снижению урожайности культуры на 0,25-0,41 т/га, или на 15,8-24,8 %.

Основным элементом структуры урожая, оказавшим существенное влияние на урожайность сои, является густота стояния растений, которая по обеим технологиям возделывания без внесения удобрений составляет 58-60 шт./м², что на 10-12 шт./м² больше, чем с их внесением, что и обеспечило рост урожайности культуры без внесения удобрений. По количеству бобов на растении, семян в них и массе семян существенных различий между вариантами опыта не наблюдалось.

Технологии возделывания и вносимые удобрения не оказали существенного влияния на качество семян сои по содержанию протеина, масла и жирнокислотному составу масла – по всем вариантам опыта оно было одинаковым. При этом полученные семена сои экологически чистые и не содержат остаточного количества глифосат кислоты.

На черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья экономически выгоднее возделывать сою без обработки почвы и без внесения минеральных удобрений. Выращивание сои по рекомендованной технологии, как и внесение удобрений, приводит к росту себестоимости производимой продукции, снижению прибыли и рентабельности производства.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья сою после кукурузы на зерно экономически эффективнее возделывать без обработки почвы.

2. При использовании минеральных удобрений под культуры севооборота внесение комплексных туков совместно с семенами сои не целесообразно, лучше возделывать её без их применения с обязательной инокуляцией семян нитрагин-ном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев, В.В. Агрохимия (южно-российский аспект) / В.В. Агеев, А.И. Подколзин. – Ставрополь: Агрус, 2005. – 488 с.
2. Агеев, В.В. Система удобрения сельскохозяйственных культур / В.В. Агеев // Системы земледелия Ставрополья: под общ. ред. А.А. Жученко, В.И. Трухачева. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2011. – 844 с.
3. Агроклиматические ресурсы Ставропольского края. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 238 с.
4. Андреева, Т.П. Влияние предшественника на продуктивность сои при орошении / Т. П. Андреева, Г.Т. Балакай // Итоги исследований по сое за годы реформирования и направления НИР на 2005-2010 гг. / Сб. ст. координационного совещания. – Краснодар, 2004. – С. 185-189.
5. Арабаджаев, С.Д. Соя / С.Д. Арабаджаев, А. Ваташки, К. Горанова и др. – Москва: Колос, 1981. – 81 с.
6. Бабаяров, М.Х. Влияние азотных удобрений и ризоторфина на урожайность сои / М.Х. Бабаяров. // Технические культуры. – 1991. – № 5. – С. 37-40.
7. Бараев, А.И. Почвозащитное земледелие / А.И. Бараев – М.: Колос, 1975. – 304 с.
8. Архипов, С.А. Мульча и урожай / С.А. Архипов // Новое сельское хозяйство. – 2014. – № 5. – С. 48-49.
9. Бадахова, Г.Х. Исследование устойчивости средних многолетних значений температуры воздуха / Г.Х. Бадахова // Матер. 47-й науч.-метод. конф. Ставропольского государственного университета. – Ставрополь: Ставропольский госуниверситет, 2002. – С. 52-58.
10. Бадахова, Г.Х. Ставропольский край: современные климатические условия / Г.Х. Бадахова, А.В. Кнутас. – Ставрополь: ГУП СК «Краевые сети связи», 2007. – 272 с.
11. Балакай, Г.Т. Соя: экология, агротехника, переработка / Г.Т. Балакай, О.С. Безуглова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2003. – 160 с.

12. Баранов, В.Ф. Соя в кормопроизводстве / В.Ф. Баранов. – Краснодар: ВНИИМК, 2010. – 367 с.
13. Баранов, В.Ф. Соя на Кубани / В.Ф. Баранов, А.В. Кочегура, В.М. Лукомец. – Краснодар, 2009. – 321 с.
14. Батурина, В. No-Till – шаг к идеальному земледелию / под. ред. В. Батурина. – Киев: Изд-во «Зерно», 2007. – 128 с.
15. Беляев, В.И. Рациональные параметры технологии No-till и прямого посева при возделывании сельскохозяйственных культур в Алтайском крае / В.И. Беляев // Вестник Алтайской науки. – 2005. - № 1. – С. 7-12.
16. Бледных, В. В. Обзор исследований No-till технологий / В. В. Бледных, П. Г. Свечников, А. Ф. Кокорин, М. М. Мухаматнуров, И. Ю. Абрамовских // Материалы LIV Международной научно-технической конференции «Достижения науки – Агропромышленному производству». – Челябинск. – 2015. – С. 180-184.
17. Боев, В.Р. Методы экономических исследований в агропромышленном производстве / В.Р. Боев, А.А. Шутьков, А.Ф. Серков; под ред. В.Р. Боева. – М.: РАСХН, 1999. – 260 с.
18. Вальков, В.Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа) / В.Ф. Вальков, Ю.А. Штомпель, В.И. Тюльпанов. – Краснодар: Сов. Кубань, 2002. – 728 с.
19. Вашингтон, К. Успех системы начинается с уборки урожая / К. Вашингтон // Зерно. – 2007. – № 6. – С. 86.
20. Вельмякина, О.М. Развитие производства и переработки сои в Амурской области / Материалы научно-практической конференции "Роль науки в повышении эффективности производственной деятельности ОПХ и сельскохозяйственных предприятий в новых экономических условиях на примере ГОПХ "Восточное" ДальНИИСХ". – Хабаровск. – 2000. – С. 75-77.
21. Верёвкина, С.И. Изменение влагообеспеченности территории Ставропольской возвышенности в 2001-2007 гг. / С.И. Верёвкина, Н.А. Верхоглазова // Мат. межд. Конф. «Инновации аграрной науки и производства: состояние, проблемы и пути решения». – Ставрополь, 2008. – С. 137-141.
22. Власенко, А.Н. Перспективы технологии No-till в Сибири / А. Н. Вла-

сенко, Н. Г. Власенко, Н. А. Коротких // Ресурсосберегающее земледелие. – 2014. – № 1. – С. 16-19.

23. Власова, О.И. Система зяблевой обработки почвы под яровые культуры / О.И. Власова // Системы земледелия Ставрополя: под общ. ред. А.А. Жученко, В.И. Трухачева. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2011. – 844 с.

24. Власова, О.И. Равновесная плотность, теория и практика минимальной обработки почвы / О.И. Власова // Системы земледелия Ставрополя: под общ. ред. А.А. Жученко, В.И. Трухачева. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2011. – 844 с.

25. Воронцов, В.В. Исследование влияния модельного загрязнения почвы пестицидами на дождевых червей в лабораторных условиях / В.В. Воронцов // Фундаментальные исследования – 2012 – № 4. – С.26-32.

26. Гаджиумаров, Р.Г. Влияние технологий возделывания сои на агрофизические и экологические свойства почвы / Р.Г. Гаджиумаров // Матер. V Межд. науч.-практ. конф. молодых учёных, посвящённые 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия» «Приоритетные направления развития современной науки молодых учёных аграриев». – Солёное займище, 2016-1. – С. 48-51.

27. Гаджиумаров, Р.Г. Рост, развитие, урожайность и качество сои в зависимости от технологий возделывания / Р.Г. Гаджиумаров // Матер. Межд. науч.-практ. конф. посвящённой 30-летию разработки и внедрения научно-обоснованных систем сухого земледелия Волгоградской области «Перспективы развития аграрной науки в современных экономических условиях». – Волгоград, 2016-2. – С. 22-27.

28. Гаджиумаров, Р.Г. Влияние технологии возделывания на рост, развитие, урожайность и качество сои / Р.Г. Гаджиумаров // Бюллетень СНИИСХ. – 2016-3. – № 8. – С.60-66.

29. Гаджиумаров, Р.Г. Влияние технологий возделывания на рост, развитие и урожайность сои в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья / Р.Г. Гаджиумаров / Матер. 9-й Всерос. конф. с Межд. участием молодых учёных и специалистов «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных и других технических культур». – Краснодар:

ВНИИМК, 2017-1. – С. 26-31.

30. Гаджиумаров, Р.Г. Влияние технологий возделывания на продуктивность сои в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья // Р.Г. Гаджиумаров / Бюллетень СНИИСХ. – 2017-2. – №9. – С. 40-47.

31. Гаджиумаров, Р.Г. Влияние технологий возделывания на рост, развитие и урожайность сои в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья // Р.Г. Гаджиумаров / Главный Агроном. – 2018. – №3. – С. 23-28.

32. Гаджиумаров, Р.Г. Влияние технологий возделывания и удобрений на рост, развитие и урожайность сои в зоне неустойчивого увлажнения Центрального Предкавказья // Р.Г. Гаджиумаров, М.П. Жукова / Вестник АПК Ставрополя. – 2018. – №1 (29). – С. 81-85.

33. Гайдученко, А.Н. Агротехнические и экономические показатели приёмов возделывания сои в короткоротационных севооборотах и монокультуре / А.Н. Гайдученко, М.В. Толмачёв, В.Т. Синеговская // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 10 (120). – С. 5-9.

34. Гайдученко, А.Н. Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от применяемых технологий / А.Н. Гайдученко, А.В. Сюмак, Б.А. Коротенко // Земледелие. – 2017. – №2. – С. 23-25.

35. Гайдученко, А.Н. Экономическая эффективность возделывания сои в зависимости от применяемых технологий / А.Н. Гайдученко, А.В. Сюмак, Б.А. Коротенко // Эффективное растениеводство. – 2017. – № 5. – С. 32-34.

36. Гамзиков, Г.П. Продуктивность сои в зависимости от источников азотного питания / Г.П. Гамзиков, П.Р. Шотт, П.А. Литвинцев // Сиб. вестник с.-х. науки. – 2007. - №7. – С.21-28.

37. Гаркуша, С.В. Адаптивные технологии возделывания масличных культур / С.В. Гаркуша, В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарёв и др. – Краснодар: типогр. «Альбатрос плюс», 2011. – 182 с.

38. Гаркуша, С. В. Система земледелия Краснодарского края (методические рекомендации) / С.В. Гаркуша, Н. П. Иващенко, И.А. Лобач и др. – Краснодар, 2009. – 268 с.

39. Гассен, Д. Тонкий баланс плодородия и питания / Д. Гассен, Ф. Гассен // *Зерно*. - 2007. – № 10. – С.14-19.
40. Георгица, А.А. Посевы сои увеличиваются / А.А. Георгица, В.А. Коробко // *Технические культуры*. – 1990. – № 1. – С. 16-17.
41. Гилев, С. Д. Эффективность прямого посева в Зауралье / С.Д. Гилев, А.А. Замятин, А.П. Курлов // *Земледелие*. – 2014. – № 6 – С. 19-23.
42. Гилис, М.Б. Рациональные способы внесения удобрений / М.Б. Гилис . – М.: Колос, 1975. – 240 с.
43. Гиляров, М.С. Методы почвенно-зоологических исследований / М.С. Гиляров. – М.: Наука, 1975. – 29 с.
44. Годунова, Е.И. Почвенная мезофауна лесостепных и степных агроландшафтов Центрального Предкавказья (монография) / Е.И. Годунова, С.И. Сигида, М.Б. Патюта. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. – 176 с.
45. Головач, А.А. Санитары и рыхлители почвы / А.А. Головач // *Урожайные сотки*. – 1998 – № 4. – С.26-27.
46. Голов, Г.В. Расчёт доз удобрений под планируемую урожай сои / Г.В. Голов // *Технические культуры*. – 1988. – № 6. – С. 27-28.
47. Горгулько, Т.В. Влияние разных систем обработки почвы на микробиологические процессы в ризосфере сои / Т.В. Горгулько, С.В. Дидович // *Зерновое хозяйство России*. – 2018. – № 2 (56). – С. 57-60.
48. ГОСТ 26205-91. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО. Технические требования. Введ. 1993-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 9 с.
49. ГОСТ 10846-91. Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка. Введ. 1993-06-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 9 с.
50. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Методы определения масличности. Введ. 1964-07-01 – М.: Стандартиформ, 2010. – 6 с.
51. ГОСТ 30418-96. Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава. Введ. 01.01.1998 – М.: Стандартиформ, 2008. – 6 с.

52. Грант, С. Размышление о питательных веществах в системе No-till / С. Грант // Зерно. – 2007. – № 4. – С.72-78.

53. Гриценко, В.В. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур / В.В. Гриценко, В.Е. Долгодворов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 56 с.

54. Губанов, П.Е. Особенности получения высоких урожаев сои в Поволжье. / П.Е. Губанов// Технические культуры. - 1989. - №4. - С. 10-12.

55. Гукова, М.М. Азотфиксация у бобовых растений / М.М. Гуков // Известия ТСХА. – 1971. – Вып. 3. – С. 87-95.

56. Гурьев, Г.П. Сравнительное изучение симбиотической азотфиксации у гороха и сои / Г.П. Гурьев, А.Г. Васильчиков, В.В. Наумкин // Земледелие. – 2016. – № 5 – С. 17-19.

57. Держи, Р. Сборник статей по No-till / Рольф Держи, Мет Хенги и др. Фермеры – активисты No-till. – с. Майское: Корпорация Агро-Союз, 1991. – 2009. – 230 с.

58. Доросинский, Л.М. Повышение продуктивности бобовых культур и улучшение их качества / Л.М. Доросинский / Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. - М.: Наука, 1985. - С.142-150.

59. Доспехов, Б.А. Практикум по земледелию / Б.А. Доспехов, И.П. Васильев, А.М. Туликов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.

60. Дорожко, Г.Р. Шесть лет с No-till / Г.Р. Дорожко. – Аграрное Ставрополье. – 2014. – № 22 – С. 14.

61. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – Изд. 5-е доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

62. Дридигер, В. К. Технология прямого посева в Аргентине / В. К. Дридигер // Земледелие. – 2013. – № 1. – С. 21-24.

63. Дридигер, В. К. Эффективность использования пашни при возделывании полевых культур по технологии прямого посева / В. К. Дридигер // Поле деятельности. – 2014. – № 2. – С. 32-35.

64. Дридигер, В. К. Методические подходы к изучению систем земледелия без обработки почвы / В. К. Дридигер // Земледелие. – 2014. – № 7. – С. 24-27.

65. Дридигер, В.К. Влияние технологии возделывания на водно-физические свойства чернозема обыкновенного и урожайность полевых культур в первой ротации полевого севооборота / В.К. Дридигер, Е.И. Годунова, Е.А. Кашаев, Р.С. Стукалов, Р.Г. Гаджиумаров, Ю.И. Паньков // Бюллетень Ставропольского НИИ ИСХ. – Ставрополь: АГРУС Ставроп. гос. аграрного ун-та, 2017. – № 9. – С. 79-85.

66. Дридигер, В.К. Влияние растительных остатков на накопление влаги, популяцию дождевых червей и содержание гумуса в почве при возделывании полевых культур по технологии No-till // В.К. Дридигер, Р.С. Стукалов, Р.Г. Гаджиумаров / Матер. V Межд. науч.-практ. конф. «Инновационные технологии в науке и образовании». – Дивноморское, 2017-1. – С. 382-387.

67. Дридигер, В.К. Влияние технологии возделывания на водные и физические свойства чернозёма обыкновенного // В.К. Дридигер, Р.С. Стукалов, Р.Г. Гаджиумаров / Матер. Межд. науч.-практ. конф., посвящённой 50-летию ВНИИ орошаемого земледелия «Роль мелиорации земель в реализации государственной научно-технической политики в интересах устойчивого развития сельского хозяйства». – Волгоград, 2017-2. – С. 80-87.

68. Дридигер, В.К. Влияние технологии возделывания полевых культур на водно-физические свойства чернозема обыкновенного в первой ротации полевого севооборота зоны неустойчивого увлажнения Ставропольского края // В.К. Дридигер, В.В. Кулинцев, Р.С. Стукалов, Р.Г. Гаджиумаров / Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 4 (66). – С. 39-43.

69. Дридигер, В.К. Влияние технологии возделывания сои на водно-физические свойства чернозема обыкновенного Центрального Предкавказья // В.К. Дридигер, Р.Г. Гаджиумаров / Известия Оренбургского ГАУ. – 2017. – № 5 (67). – С. 65-67.

70. Дридигер, В.К. Рост, развитие и продуктивность сои при возделывании по технологии no-till в зоне неустойчивого увлажнения ставропольского края //

В.К. Дридигер, Р.Г. Гаджиумаров / Масличные культуры. – 2018. – № 3 (175). – С. 37-41

71. Енкен, В.Б. Соя / В.Б. Енкен. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 622 с.

72. Есаулко, А.Н. Оптимизация питания озимой пшеницы, возделываемой по технологии No-till в условиях КФХ «Водопьянов С.С.» Петровского района Ставропольского края / А.Н. Есаулко, Е.А. Саленко, Н.В. Громова, А.Ю. Гуруева, А. И. Подколзин // Сборник научных статей по материалам V международной научной конференции «Эволюция и деградация почвенного покрова». – Ставрополь. – 2017. – С.95-97.

73. Есаулко, А.Н. Внедрение технологии No-till в Ставропольском крае: проблемы и перспективы / А.Н. Есаулко, В.Г. Сычёв, М.С. Сигида, Е.В. Голосной, С.А. Коростылёв, А.Ю. Ожередова // Сборник научных статей по материалам V международной научной конференции «Эволюция и деградация почвенного покрова». – Ставрополь. – 2017. – С. 98-100.

74. Желнакова, Л.И. Методическое пособие по корректировке систем земледелия в связи с региональным изменением климата (на примере Ставропольского края) / Л.И. Желнакова, С.А. Антонов. – Михайловск. – 2011. – 50 с.

75. Желнакова, Л.И. Адаптация систем земледелия к условиям края / Л.И. Желнакова, С.А. Антонов // Информационный бюллетень. – 2010. – №6. – С. 6-10.

76. Жученко, А.А. Системы земледелия Ставрополья / А.А. Жученко, В.И. Трухачев. – Ставрополь: изд-во «АГРУС», 2011. – 844 с.

77. Зайцева, Н. БРИКС: Прокормить себя и мир / Н. Зайцева, А. Белостоцкая, М. Принцева // Ресурсосберегающее земледелие. – 2015. – № 2 (26). – С. 10-16.

78. Занилов, А.Х. Научно-методические рекомендации для сельскохозяйственных консультантов по внедрению инновационных приемов выращивания сои с применением интенсивных технологий / А.Х. Занилов, Е.П. Шилова. – Глинково: ФГБОУ ДПО ФЦСК АПК, 2016 – 68 с.

79. Зинченко, В.Е. Возделывание сои на богаре в условиях Ростовской об-

ласти / В.Е. Зинченко, А.В. Гринько, Н.Н. Вошедский // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – №4. – С.79-82.

80. Ибатуллина, Р.П. Плодородие почвы: 7 лет с No-till / Р. П. Ибатуллина, Р. К. Галиев, М.С. Галимзянов, И. Ю. Крошечкина // Селекция, семеноводство и генетика. – 2018. – №1 (19). – С. 17-21.

81. Инновационная технология возделывания сои в хозяйствах Центрального района Нечерноземной зоны: Методическое пособие, 2008

82. Кант, Г. Земледелие без плуга: предпосылки, способы и границы прямого посева при возделывании зерновых культур / пер. с нем. Е.И. Кошкина; под ред. и с предисл. А.И. Жолобова, А.И. Пупонина. – М.: Колос, 1980. – 158 с.

83. Каппушев, А.У. Агротехнические основы реализации потенциальной продуктивности сои в неорошаемых условиях Центрального Предкавказья: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д. с.-х., наук (19.03.96) / А.У. Каппушев. – Ставрополь, 1996. – 36 с.

84. Кирсанова, Е.В. Научное обеспечение производства сои / Е.В. Кирсанова, Е.Л. Алфеева, Е.Ю. Колосова, // Материалы VI Международной студенческой научной интернет конференции «Студенческий научный форум – 2014». – Орёл. – 2014. – 24 с.

85. Кирюшин, Б.Д. Роль дождевых червей в качестве индикатора почвенного плодородия при разной интенсивности землепользования / Б.Д. Кирюшин, Ф. Эльмер, С. Крюк, М. Ешко // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – М.: МСХА. – 1999. – Вып. 4. – С. 20-32.

86. Кирюшин, В.И. Агротехнологии: Учебник / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. – СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 464 с.

87. Ключин, П.В. Соя – культура XXI века / П.В. Ключин и др. // Пути повышения урожайности сельскохозяйственных культур в современных условиях: сб. науч. тр. Ставроп. ГСХА. – Ставрополь, 2000.

88. Кобак, С.А. Абортивность у сои: причины и пути решения проблемы / С.А. Кобак, С.В. Колесник, О.С. Сереветник, В.П. Чёрная // Предложения – 2017. – № 6. – С. 90-94.

89. Кокунова, И.В. Технология No-till – важнейшее направление ресурсосбережения в растениеводстве / И.В. Кокунова, Е.Г. Котов // Инновационная наука. – 2017. – № 02-2. – С. 39-41.

90. Кондратова, А.В. Влияние длительного применения удобрений на формирование урожайности сои на луговых чернозёмовидных почвах Приамурья: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к. с.-х., наук / А.В. Кондратова. – Барнаул, 2004. – 18 с.

91. Косолап, М.П. Система земледелия No-till / М.П. Косолап, О.П. Кротынов. - К.: «Логос», 2011. – 352 с.

92. Кребтри, Б. Западная Австралия. Опыт применения прямого посева / Б. Кребтри // Ресурсосберегающее земледелие. – 2012. – №1 (13). – С. 14-17.

93. Криволицкий, Д.А. Основные направления современной почвенной экологии / Д.А. Криволицкий // Почвенная фауна Северной Европы. – М. : Наука, 1987. – С. 11-18.

94. Кроветто, К.Л. Нулевая обработка почвы / К.Л. Кроветто // Ресурсосберегающее земледелие. – 2010. – № 1(5). – С. 7-10.

95. Кроветто, К. Прямой посев (No-till) / Карлос Кроветто. – Самара: типография ООО «Аэропринт», 2013. – 206 с.

96. Кузыченко, Ю.А. Система обработки почвы в условиях Ставрополя / Ю.А. Кузыченко // Основы систем земледелия Ставрополя: под общ. ред. В.М. Пенчукова, Г.Р. Дорожки. – Ставрополь, 2005. – 147 с.

97. Кулинцев, В.В. Система земледелия нового поколения Ставропольского края / В.В. Кулинцев, Е.И. Годунова, Л.И. Желнакова и др. – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 520 с.

98. Кулинцев, В. В. Экономическая эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае / В. В. Кулинцев, В. К. Дридигер // Земледелие. – 2013. – №7. – С. 9-11.

99. Куприченков, М.Т. Земельные ресурсы Ставрополя и их плодородие / М.Т. Куприченков, Т.Н. Антонова, Н.Ф. Симбирев, А.С. Цыганков. – Ставрополь, 2002. – 320 с.

100. Лион, Д. Против ветра / Д. Лион // Зерно. – 2007. – № 7. – С. 21-24.
101. Лукомец, В.М. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сои: метод. рекомендации / В.М. Лукомец, Н.И. Бочкарёв, В.Ф. Баранов и др. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2008. – 56 с.
102. Лукомец, В.М. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / В.М. Лукомец, Н.М. Тишков, В.Ф. Баранов, В.Т. Пивень, У.Т. Корреа, И.И. Шуляк. – Краснодар: ВНИИМК, 2010. – с.
103. Лукомец, В. М. Соя в России – действительность и возможность / В.М. Лукомец, А.В. Кочегура, В.Ф. Баранов, В.Л. Махонин. – Краснодар: ВНИИМК, 2013. – 101 с.
104. 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 // Деловой вестник АПК Ставропольский край. – 2017. – №4 (59). – С. 60-71.
105. Макарова, Л. Будем вместе учиться работать по-новому / пер. Алексея Шонова. Беседа с Ноно Перейра из Бразилии // Газета для земледельцев поле «Августа». – 2009. – № 4, апрель. – С. 11.
106. Мальцев, Т.С. Вопросы земледелия / Т.С. Мальцев. – М.: Изд-во «Колос», 1971. – 391 с
107. Мартин, А. Сорняки перед посевом: чем, когда и как обрабатывать / А. Мартин, Г. Виск // Зерно. – 2007. – № 3. – С. 58-62.
108. Мартин, А. Контроль сорняков в Mini-till и No-till. Зависимость от обработки почвы / А. Мартин, Р. Хайес, Г. Вике // Зерно. – 2009. – №3. – С. 20-27.
109. Меррет, Б. Почвозащитное земледелие. Руководство / Б. Меррет, Н. Постлсвейт, И. Постлсвейт и др. – Виммера, Австралия, 1994. – 44 с.
110. Медведева, А.М. Содержание валовых и подвижных форм фосфатов в чернозёме обыкновенном при различных способах обработки / А.М. Медведева, О.А. Бирюкова, Д.В. Божков, Я.И. Ильченко // Сб. науч. статей по матер. V межд. научной конф. «Эволюция и деградация почвенного покрова». – Ставрополь. – 2017. – С. 113-114.

111. Мирошникова, Д.И. Вопросы применения гербицида на основе глифосата / Д.И. Мирошникова, В.А. Кирюшин, Т.В. Моталова // Наука молодых - *Eruditio juvenium*. – 2018. – Т. 6. № 2. – 318-325.

112. Мокриков, Г.В. Валовой состав и содержание тяжёлых металлов в чернозёмах обыкновенных Ростовской области при использовании разных технологий обработки почв / Г.В. Мокриков, А.К. Шерстнев, Д.К. Казеев // Сб. науч. статей по матер. V межд. науч. конф. «Эволюция и деградация почвенного покрова». – Ставрополь. – 2017. – С.170-171.

113. Муравин, А.Э. Агрехимия: учебник / А.Э. Муравин, В.И. Титова. - Москва: Колос, 2010. – 462с.

114. МУ 4413-87. Методические указания по определению остаточных количеств глифосата в воде и растительном материале хроматографическими методами, утверждено Минздравом СССР от 22.07.87 N 4413-87.

115. Мякушко, Ю.П. Соя/ Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранова. - М: Колос, 1984. - 332 с.

116. Назаренко, О.Г. Агрехимическая и агрофизическая характеристика почв, на которых применяется технология «прямого посева» / О.Г. Назаренко // Эволюция и деградация почвенного покрова: сб. науч. ст. по матер. IV Межд. науч. конф. в Ставроп. ГАУ 13-15 октября 2015 г. – Ставрополь: АГРУС Ставроп. гос. ун-та, 2015. – С. 299-301.

117. Небавский, В.С. Опыт внедрения технологии нулевой обработки почвы / В.С. Небавский. – Краснодар: ГУП «Печатный двор Кубани», 2003. – 134 с.

118. Небавский, В.С. Освоение новой технологии / В.С. Небавский // Аграрный консультант. – 2011. – № 1. – С. 6-8.

119. Нечипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Нечипорович, Л.Е. Строганова, С.Н. Чмора.–М.: АН СССР, 1961.–135 с.

120. Никитин, Н.В. Зависимость уровня гербицидной активности глифосат содержащих препаратов от расхода рабочих растворов / Н.В. Никитин, Ю.Я. Спиридонов // Защита и карантин растений. – 2016. – № 1. – С. 29-33.

121. Новицкая, Н.В. Влияние минерального азота на эффективность сим-

биотической азотфиксации и урожайность бобовых культур в лесостепи Украины / Н.В. Новицкая, И.Т. Барзо, Л.Н. Горбач // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 9 (119). – С. 17-21.

122. Овсинский, И.Е. Новая система земледелия / И.Е. Овсинский. – М., 1911. – 288с.

123. Оразова, И.В. Показатели продуктивности сортов сои в зависимости от инокуляции и азотного удобрения / И.В. Оразова, А.А. Муравьев // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – Т. 32. – № 4. – С. 34-37.

124. Панжиев, А.П. Влияние инокуляции семян сои нитрагином на её рост, развитие и урожайность / А.П. Панжиев, В.Л. Добродомов // Технические культуры. – 1992. – № 1. – С. 20-21.

125. Панков, Ю. А. Агротехнические основы возделывания сои на орошаемых землях Ставропольского края / Ю. А. Панков // Соя в Ставропольском крае: под общ. ред. В. М. Пенчукова – Ставрополь, 1981. – 189 с.

126. Парахин, Н.В. Оценка эффективности систем гербицидов в агроценозах различных сортов сои в зависимости от способа основной обработки почвы / Н.В. Парахин, Н.Н. Лысенко, С.Н. Петрова, Ю.В. Кузмичёва, И.А. Рыжков // Земледелие. – 2017. – №2. – С. 39-42.

127. Пенчуков, В.М. Резервы кормового комплекса / В.М. Пенчуков. – Ставрополь, 1981. – 160 с.

128. Пейретти, Р.А. Прямой посев в Аргентине / Р.А. Пейретти // Ресурсосберегающее земледелие. – 2016. – № 2 (30). – С. 24-28.

129. Пенчуков, В.М. Соя в Ставропольском крае / В.М. Пенчуков. – Ставрополь, 1981. – 189 с.

130. Пенчуков, В.М. Системы земледелия Ставропольского края / В.М. Пенчуков и др. – Ставрополь: кн. изд-во, 1983. – 271 с.

131. Пенчуков, В. М. Культура больших возможностей / В.М. Пенчуков, Н.В. Медяников, А. У. Каппушев. – Ставрополь, 1984. – 288 с.

132. Пименов, А.В. Новая система земледелия: перспективы освоения / А. В. Пименов // Аграрный консультант. – 2011. – № 1. – С. 4-5.

133. Пинегин, В.А. No-till в Аргентине / В.А. Пинегин, Н.А. Зеленский // Ресурсосберегающее земледелие. – 2011. – № 1(9). – С. 21-23.
134. Поздняков, В.Г. Экономическая эффективность производства сои / В.Г. Поздняков // Технические культуры. – 1991. – № 1. – С.61-64.
135. Посыпанов, Г.С. Интродукция сои в Центральном Нечерноземье / Г.С. Посыпанов, Т.П. Кобозева, М.П. Гуреева // Растениеводство, луговоеводство: сборник трудов МСХА. – М.: МСХА. – 1999. – С. 55-59.
136. Пыхтин, И.Г. Обработка почвы: Действительность и мифы / И.Г. Пыхтин // Земледелие. – 2017. – №1. – С. 33-36.
137. Райнхард, Ю. Под огнём критики / Ю. Райнхард, И. Зайцева // Новое сельское хозяйство. – 2015. – №2. – С.22-23.
138. Райнхард, Ю. Глифосат: общественная дискуссия / Ю. Райнхард, И. Зайцева // Новое сельское хозяйство. – 2015. – № 2. – С. 91-92.
139. Ретьман, С.В. Защита сои / С.В. Ретьман, А.И. Борзых, Т.Н. Кислых, А.А. Стригун, И.Н. Сторчоус, О.В. Шевчук, Ф.С. Мельничук // Защита и карантин растений. – 2015. – №4. – С. 71-78.
140. Роберт, М. Сплошным покровом / М. Роберт, Р. Весет // Зерно. – 2007. – № 6. – С. 88-92.
141. Розн, В. Необходимое пособие по технологии No-till / В. Розн, Р. Рэйнбоу, В. Дэнис Сли / изд. Южно Австралийской Ассоциации Фермеров No-till САНТФА – (СССХАНЗ). – 2004. – 27 с.
142. Рябов, Е.И. Ветровая эрозия почв (дефляция и меры её предотвращения) / Е.И. Рябов. – Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 1996. – 285 с.
143. Рябов, Е.И. Влияние неблагоприятных погодных условий на урожай и земельные ресурсы Ставропольского края / Е.И. Рябов. – Ставрополь: Ставроп. кн. изд-во, 2001. – 319 с.
144. Сарычев, А.Н. Особенности экологических факторов на межполосном пространстве при возделывании озимой пшеницы по технологии No-till / А.Н. Сарычев // Сб. матер. науч.-практ. интернет конф. «Современное экологическое со-

стояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». – Солёное Займище. – 2017. – С. 1166-1171.

145. Сафин, Х. М. No-till сберегает почву и деньги крестьянина / Х. М. Сафин, Л. С. Шварц, Р. С. Фахрисламов // Поле деятельности. – 2014. – №2. – С. 26-31.

146. Сафин, Х. М. No-till – это не мода, а неизбежность / Х. М. Сафин, Л. С. Шварц, Р. С. Фахрисламов // Поле деятельности. – 2013 / 2014. – №12/№1. – С. 12-16.

147. Сафиулин, М.Р. Десять лет прямого посева в России / М.Р. Сафиулин // Ресурсосберегающее земледелие. – 2011. - № 3 (11). – С. 7-9.

148. Сафиулин, М.Р. Климат, плодородие почв, агротехнологии / М.Р. Сафиулин // Ресурсосберегающее земледелие. – 2016. – № 3 (31). – С. 8-15.

149. Сергеев, К. А. Controlled traffic farming: как сократить уплотнение почвы / К. А. Сергеев // Ресурсосберегающее земледелие. – 2016. – № 3 (31). – С. 21-29.

150. Синеговский, М.Т. Методические аспекты экономической оценки технологий возделывания сортов сои / М.Т. Синеговский // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 6 (128). – С. 204-207.

151. Стукалов, Р.С. Влияние технологий возделывания и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на черноземе обыкновенном Центрального Предкавказья / Р.С. Стукалов // Дисс. канд. с.-х. наук. – Ставрополь: Ставропольский НИИСХ, 2016. – 202 с.

152. Турин, Е.Н. No-till: управления пожнивными остатками / Е.Н. Турин, К.Г. Женченко, А.А. Гонгало // Сб. матер. науч.-практ. интернет конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». – Солёное Займище. – 2017. – С. 955-957.

153. Тильба, В.А. Совершенствование приёмов возделывания и переработки сои на основе инновационных элементов / В.А. Тильба // Дальневосточный аграрный вестник. – 2012 – № 3 (23). – С. 9-13.

154. Томилов, В.П. О статистической обработке данных полевых опытов / В.П. Томилов // Земледелие. – 1987. – №3. – С. 48-51.
155. Трепачев, Е.П. Минеральный азот и бобовые растения / Е.П. Трепачев, Н.А. Атрашкова // Агрохимия. - 1973. - №6. - С. 3-12.
156. Трухачев, В.И. Соя на Северном Кавказе: монография / В.И. Трухачев, П.В. Ключин. – Ставрополь: изд-во «АГРУС», 2007. – 532с.
157. Турчин, Ф.В. Методы определения азота в почве /Ф.В. Турчин // Агрохимические методы исследования почв. – Изд-ие 4-ое перераб. и доп. – М.,1965. – С. 64-82.
158. Устюгов, А.Д. Соя и технологии её переработки / А.Д. Устюгов, И.В. Конин, А.Ю. Рожков // Молодёжь и наука. – 2012. – №1. – С. 219-221.
159. Устужанин, А.П. Соя – культура будущего / А.П. Устужанин // Экономика сельского хозяйства России. – 2006. – №7. – 17-21.
160. Фадеева, М.В. Соя стратегическая культура в экономической политике / М.В. Фадеева, Л.В. Воробьёва / Владимирский земледелец. – 2017. – №1 (79). – С. 27-28.
161. Фергюсон, Р.Б. Удобрение сои: полезные советы / Р.Б. Фергюсон, Ч.А. Шапиро, А.Р. Доберман, Ч.С. Вортман // Ресурсосберегающее земледелие. – 2013. - №3(19). – С. 22-26.
162. Фолкнер, Э.Х. Безумие пахаря / Э.Х. Фолкнер; перевод с англ. В.Н. Энгельгардта и И.Л. Поздюнина; под ред. П.А. Яхтенфельда. – М.: Сельхозгиз, 1959. – 278 с.
163. Фридрих, Т. Мировой опыт применения no-till / Т. Фридрих, Р. Дерпш // Ресурсосберегающее земледелие. – 2010. – №1(5). – С. 16-19.
164. Хамоков, Х.А. Показатели симбиотической активности и фотосинтетической деятельности зернобобовых культур в зависимости от вносимых доз фосфорных удобрений / Х.А. Хамоков // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – №2 (64). – С. 24-26.
165. Харченко, А. Г. Прямой посев в условиях эпифитотии бактериозов / А. Г. Харченко // Ресурсосберегающее земледелие. – 2011. – №2(10). – С. 33-35.

166. Холмов, В.Г. Интенсификация производства зерна в лесостепи / В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич, О.Ф. Хамова и др. // Матер. науч. чтений, посвящ. 100-летию закладки первых полевых опытов И.И. Жилинским. – Новосибирск. – 1997. – С. 204-207.

167. Целовальников, В. К. Шесть лет с No-till / В. К. Целовальников // Аграрное Ставрополье. – 2014. – № 22. – С. 14.

168. Цирулёв, А.П. Рапс, соя и кукуруза: возделывание по технологии прямого посева / А.П. Цирулёв // Ресурсосберегающее земледелие. – 2010. - №1(5). – С. 11-14.

169. Цховребов, В.С. Почвы Ставропольского края / В.С. Цховребов, М.Т. Куприченков // Основы систем земледелия Ставрополья: под общ. ред. В.М. Пенчукова, Г.Р. Дорожки. – Ставрополь, 2005. – С. 65-73

170. Цховребов, В.С. Почвы и климат Ставрополья / В.С. Цховребов // Системы земледелия Ставрополья: под общ. ред. А.А. Жученко, В.И. Трухачева. – Ставрополь: изд-во АГРУС, 2011. – 844 с.

171. Ченикалова, Е.В. Вредители и болезни сельскохозяйственных культур Ставропольского края: учебное пособие / Е.В. Ченикалова, В.Н. Черкашин, Е.И. Годунова, А.А. Мохрин. – Ставрополь: Агрус Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. – 232 с.

172. Шаповалова, Н.Н. Изменение урожайности сельскохозяйственных культур в зависимости от содержания N, P и K в чернозёме обыкновенном / Н.Н. Шаповалова, Е.П. Шустикова // Достижения науки и техники АПК – 2015. – Т. 29. №8. – С. 32-35.

173. Шаповалова, Н.Н. Изменение агрохимического состояния и продуктивности чернозема обыкновенного в последствии длительного систематического внесения минеральных удобрений / Н.Н. Шаповалова, Е.П. Шустикова // Сб. тр. конф. «Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 гг.». – Москва. – 2018. – С. 363-377.

174. Шатилов, И.С. Руководство по программированию урожая / И.С. Ша-

тилов, А.И. Столяров. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 151 с.

175. Шпаар, Д. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников, Г. Тарануха и др. под общ. ред. Д. Шпаар. – Мн.: ФУАинформ, 2000. – 264 с.

176. Ярославская, П.Н. Основная обработка почвы / П.Н. Ярославская, А.Н. Ригер // Соя: под общ. ред. Ю.П. Мякушко, В.Ф. Баранова. – Краснодар, 1984. – 193 с.

177. Voivin, P. Влияние No-till, поверхностной обработки и отвальных обработок на биофизические показатели, плодородие почвы Швейцарии // Научно-обоснованные системы земледелия: теория и практика / Сб. науч. тр. по матер. Межд. науч.-практ. конф. в Ставропольском ГАУ. – Ставрополь: Изд-во «Параграф», 2013. – С. 61-65

178. Dridiger, V.K. Effect of no-till technology on erosion resistance, the population of earthworms and humus content in soil // V.K. Dridiger, E.I. Godunova, F.V. Eroshenko, R.S. Stukalov, R.G. Gadzhiumarov / Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2018. – № 9 (2). – С. 766-770.

179. Lal, R. The potential of U.S. cropland to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect / R. Lal, J.M. Kimbie, R.F. Follet, C.V. Cole. – Chelsea, 1998. – 128 с.

180. Pimental, D.C., P. Harvey, K. Resosudarmo et al. 1995. Environmental and economic costs of soil erosion. *Science* 267: 1117-1120. Pichtel, J.R., W.A. Dick, and P. Sutton. 1994. Comparison of amendments and management practices for long-term reclamation of abandoned mine lands. *J. Env. Qual.* 23: 766-772.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Метеорологические условия в годы исследований

Год	Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
		за декаду			за месяц	средне- много- летняя	за декаду			за месяц	средне- много- летние
		I	II	III			I	II	III		
2015	январь	-5,7	-0,1	0,6	-1,7	-4,6	8	7	6	21	27
	февраль	2,5	-4,8	-0,3	-0,9	-3,9	14	9	8	31	26
	март	2,1	3,6	4,2	3,3	1,2	11	1	12	24	31
	апрель	4,8	9,4	11,0	8,4	8,1	43	8	1	52	48
	май	12,3	14,9	18,7	15,4	14,3	77	20	6	103	64
	июнь	19,5	21,6	21,3	20,8	18,8	0	10	36	46	79
	июль	23,0	20,7	25,9	23,2	20,4	23	4	8	35	56
	август	26,4	24,7	19,6	23,4	21,1	0	1	14	15	48
	сентябрь	24,0	16,3	19,5	19,9	15,3	7	8	0	15	42
	октябрь	13,1	6,5	6,0	8,5	9,5	0	32	8	40	47
	ноябрь	5,4	3,9	9,1	6,1	2,2	0	54	3	57	47
	декабрь	1,7	1,4	3,5	1,3	-2,0	25	30	34	89	39
	итого	-	-	-	10,6	8,4	-	-	-	528	554

Год	Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
		за декаду			за месяц	средне- много- летняя	за декаду			за месяц	средне- много- летние
		I	II	III			I	II	III		
2016	январь	-7,0	1,8	-4,4	-3,2	-4,6	9	25	15	49	27
	февраль	2,4	2,9	5,2	3,4	-3,9	8	4	4	16	26
	март	6,5	2,6	5,3	4,8	1,2	1	9	32	42	31
	апрель	9,4	14,2	12,1	11,9	8,1	2	7	8	17	48
	май	13,0	15,8	16,8	15,2	14,3	28	34	41	103	64
	июнь	15,5	20,6	24,6	20,2	18,8	52	20	13	85	79
	июль	22,0	23,6	21,2	22,2	20,4	41	26	41	108	56
	август	25,4	23,4	24,1	24,3	21,1	4	14	10	28	48
	сентябрь	-	17,0	10,7	15,8	15,3	0	9	52	61	42
	октябрь	14,5	5,2	2,7	7,3	9,5	5	16	20	41	47
	ноябрь	6,7	2,4	1,3	3,5	2,2	8	16	10	34	47
	декабрь	-3,4	-5,2	-3,8	-4,1	-2,0	20	28	17	65	39
		итого	-	-	-	10,1	8,4	-	-	-	649

Год	Месяц	Температура воздуха, °С					Осадки, мм				
		за декаду			за месяц	средне-много-летняя	за декаду			за месяц	средне-много-летние
		I	II	III			I	II	III		
2017	январь	0,3	-1,8	-6,5	-2,8	-4,6	9	5	2	16	27
	февраль	-4,7	-5,2	4,4	-2,3	-3,9	10	17	12	39	26
	март	4,6	4,4	4,5	4,5	1,2	28	11	13	52	31
	апрель	7,8	10,8	9,4	9,3	8,1	6	1	14	21	48
	май	15,8	12,9	14,4	14,4	14,3	43	72	48	174	64
	июнь	18,7	17,2	21,0	19,0	18,8	6	64	12	82	79
	июль	23,1	24,4	23,7	23,7	20,4	15	0	28	43	56
	август	27,1	23,8	21,7	24,2	21,1	0	1	11	12	48
	сентябрь	20,7	23,4	14,2	19,4	15,3	15	0	0	15	42
	октябрь	10,5	10,5	7,9	9,6	9,5	7	34	51	92	47
	ноябрь	5,8	7,3	-1,4	3,9	2,2	0	1	7	8	47
	декабрь	2,5	3,5	1,8	2,6	-2,0	20	24	33	77	39
	итого	-	-	-	10,5	8,4	-	-	-	631	554

Влияние технологии возделывания и удобрений на наличие и сохранность растительных остатков
предшественников сои на поверхности почвы

Технология	Доза удобрения	Масса растительных остатков, т/га						Сохранилось к посеву, %		
		после уборки предшественника			перед посевом сои					
		2014 г.	2015 г.*	2016 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	6,6	2,0	6,8	0	0	0	0	0	0
	рекомендованная	7,0	2,1	7,2	0	0	0	0	0	0
	расчётная	7,4	2,2	7,8	0	0	0	0	0	0
Без обработки почвы	без удобрений	7,2	2,1	8,0	4,0	1,2	4,6	55,5	57,1	57,5
	рекомендованная	7,5	2,2	8,8	4,1	1,3	4,8	54,7	59,1	54,5
	расчётная	7,8	2,3	8,7	4,2	1,3	5,0	53,8	56,5	57,5
НСР ₀₅		0,5	0,3	0,6	-	-	-	-	-	-

* – в 2015 году предшественником сои по обеим технологиям было просо

Влияние технологии возделывания сои на количество и массу дождевых червей в почве

Технология	Слой почвы, см	Количество червей, шт./м ²			Масса червей, г/м ²		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	0-10	4	0	0	1,3	0,0	0
	10-20	1	0	0	0,1	0,0	0
	0-20	5	0	0	1,4	0,0	0
Без обработки почвы	0-10	18	52	90	4,4	16,3	37,5
	10-20	8	0	0	2,3	0,0	0
	0-20	26	52	90	6,7	16,3	37,5

ФГБУ "РОССИЙСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЦЕНТР"

**ФИЛИАЛ ФГБУ "РОССЕЛЬХОЗЦЕНТР" ПО КРАСНОДАРСКОМУ КРАЮ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР**

Аттестат аккредитации: РОСС RU.0001.21ПТ31 от 27.08.2014 г.
350051 г. Краснодар, ул. Рашилевская, 329 тел: (861) 224-48-67, 224-01-73

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ 329/10 от 22.10.2015**

Заявитель: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"СТАВРОПОЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА"

Культура: ПОЧВА ОБРАЗЕЦ 10к

Акт отбора проб № 329 от 06.10.2015 Масса проб, кг: 1.0

Сведения о партии -

Цель проведения испытаний: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОК ГЛИФОСАТ КИСЛОТЫ:

Время проведения испытаний: с 06.10.2015 по 22.10.2015

Сведения о НД: ГН 1.2.3111-13

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Наименование НД регламентирующих методику испытаний	Наименование показателей качества продукции по НД	Значение показателей качества по НД, мг/кг, не более	Фактическое значение показателей качества, по результатам испытаний, мг/кг	Погрешность измерения
МУ № 4363-87	ГЛИФОСАТ КИСЛОТА	0.5 мг/кг	Не обнаружено (нижний предел обнаружения - 0.04 мг/кг)	

Зав.ЦТАЛ "Краснодарская"

Ответственный за оформление протокола

Общее количество страниц: 1



М.В.Демичева

О.Г.Самохина

Переписка протокола запрещена, результаты испытания распространяются только на образцы продукции, представленные для испытаний

ФГБУ "РОССИЙСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЦЕНТР"

**ФИЛИАЛ ФГБУ "РОССЕЛЬХОЗЦЕНТР" ПО КРАСНОДАРСКОМУ КРАЮ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР**

Аттестат аккредитации: РОСС RU.0001.21ПТ31 от 27.08.2014 г.
350051 г. Краснодар, ул. Рашилевская, 329 тел: (861) 224-48-67, 224-01-73

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ 329/11 от 22.10.2015**

Заявитель: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"СТАВРОПОЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА"

Культура: ПОЧВА ОБРАЗЕЦ 11к

Акт отбора проб № 329 от 06.10.2015 Масса проб, кг: 1.0

Сведения о партии -

Цель проведения испытаний: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОК ГЛИФОСАТА КИСЛОТЫ:

Время проведения испытаний: с 06.10.2015 по 22.10.2015

Сведения о НД: ГН 1.2.3111-13

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Наименование НД регламентирующих методик испытаний	Наименование показателей качества продукции по НД	Значение показателей качества по НД, мг/кг, не более	Фактическое значение показателей качества, по результатам испытаний, мг/кг	Погрешность измерения
МУ № 4363-87	ГЛИФОСАТ КИСЛОТА	0,5 мг/кг	Не обнаружено (нижний предел обнаруж. - 0,04 мг/кг)	

Зав. ЦТАЛ "Краснодарская"

Ответственный за оформление протокола



М.В. Демичева

О.Г. Самохина

Общее количество страниц: 1

Передача протокола запрещена, результаты испытаний распространяются только на образцы продукции, представленные для испытаний

Влияние технологии возделывания сои и удобрений на содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы, мм

Технология	Доза удобрений	Время определения								
		посев			цветение			уборка		
		2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Рекомендованная	без удобрений	108	122	142	44	89	55	29	152	49
	рекомендованная	110	125	151	58	94	51	31	145	42
	расчётная	119	122	148	67	91	58	27	149	46
Без обработки почвы	без удобрений	126	130	155	59	99	59	33	165	55
	рекомендованная	118	128	160	61	112	62	29	164	50
	расчётная	123	125	141	81	103	56	24	157	62
НСР ₀₅ для технологии		7,7	8,5	9,1	4,4	6,8	5,7	1,8	9,5	5,3
НСР ₀₅ для удобрений		F _ф < F _т	F _ф < F _т	6,7	F _ф < F _т	4,8	F _ф < F _т	2,1	F _ф < F _т	4,1

Влияние технологии возделывания и удобрений на плотность почвы во время вегетации сои, г/см³

Технология	Доза удобрений	Слой почвы, см	Время отбора								
			посев			цветение			уборка		
			2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Рекомендованная	без удобрений	0-10	1,02	1,05	1,04	1,35	1,20	1,31	1,39	0,97	1,32
		10-20	1,10	1,10	1,07	1,38	1,28	1,48	1,29	1,10	1,36
		20-30	1,23	1,13	1,20	1,41	1,31	1,47	1,28	1,14	1,32
	рекомендованная	0-10	1,01	1,04	1,05	1,18	1,13	1,33	1,39	1,03	1,28
		10-20	1,08	1,08	1,08	1,40	1,16	1,47	1,38	1,12	1,31
		20-30	1,21	1,15	1,22	1,40	1,26	1,48	1,38	1,23	1,31
	расчётная	0-10	1,00	1,03	1,03	1,31	1,06	1,35	1,34	1,09	1,30
		10-20	1,06	1,09	1,06	1,37	1,17	1,53	1,36	1,11	1,35
		20-30	1,19	1,17	1,21	1,41	1,31	1,54	1,33	1,11	1,32
Без обработки почвы	без удобрений	0-10	1,24	1,13	1,16	1,26	1,20	1,24	1,33	1,06	1,32
		10-20	1,19	1,13	1,22	1,32	1,34	1,47	1,30	1,14	1,34
		20-30	1,18	1,17	1,23	1,34	1,36	1,48	1,26	1,11	1,34
	рекомендованная	0-10	1,31	1,14	1,04	1,31	1,31	1,29	1,35	1,10	1,30
		10-20	1,24	1,18	1,28	1,33	1,36	1,46	1,43	1,16	1,29
		20-30	1,26	1,23	1,26	1,38	1,39	1,49	1,27	1,18	1,29
	расчётная	0-10	1,25	1,16	1,10	1,33	1,26	1,35	1,37	1,02	1,29
		10-20	1,19	1,18	1,23	1,38	1,32	1,45	1,35	1,23	1,29
		20-30	1,25	1,24	1,27	1,44	1,39	1,51	1,37	1,27	1,28
НСР ₀₅			0,06	0,05	0,06	0,07	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06

Влияние технологии возделывания сои и удобрений на содержание нитратного азота в почве, мг/кг

Технология	Доза удобрений	Слой почвы, см	Посев			Цветение			Уборка		
			2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	0-10	8,0	4,4	2,6	1,7	2,6	3,5	6,7	2,0	7,6
		10-20	6,0	5,2	4,1	2,5	2,3	3,6	4,2	2,3	3,5
		20-30	6,6	5,0	3,3	2,5	2,3	5,6	3,0	2,3	3,4
	рекомендованная	0-10	4,2	6,5	3,5	4,9	2,6	1,3	6,9	2,6	3,8
		10-20	6,1	5,8	3,2	9,9	2,4	2,2	6,4	3,4	3,1
		20-30	7,3	5,0	3,0	7,8	3,0	1,5	8,9	4,2	3,2
	расчетная	0-10	4,4	5,8	5,8	8,7	2,0	4,4	12,9	4,3	10,5
		10-20	4,5	5,9	5,3	8,4	1,7	6,5	9,3	4,3	9,1
		20-30	6,0	5,3	3,2	8,3	1,7	8,5	5,9	5,9	9,4
Без обработки почвы	без удобрений	0-10	4,6	3,4	4,1	4,0	1,8	2,9	5,1	2,7	4,2
		10-20	4,0	4,2	4,3	9,0	2,0	9,4	2,8	2,9	2,2
		20-30	4,4	3,6	2,9	3,6	2,0	1,2	2,0	3,1	2,1
	рекомендованная	0-10	4,7	4,9	2,3	4,4	1,5	1,1	18,2	5,0	5,8
		10-20	3,7	4,5	2,7	8,4	1,9	1,2	8,3	6,0	4,2
		20-30	3,1	3,7	2,0	5,4	1,9	1,1	6,3	5,9	3,5
	расчетная	0-10	4,5	2,8	7,4	4,1	2,4	2,3	20,0	3,1	4,9
		10-20	4,3	3,3	6,7	5,6	1,7	6,6	8,2	2,9	1,8
		20-30	4,6	3,1	5,7	6,8	1,7	3,3	4,6	3,6	2,1

Влияние технологии возделывания сои и удобрений на содержание подвижного фосфора в почве, мг/кг

Технология	Доза удобрений	Слой почвы, см	Посев			Цветение			Уборка		
			2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	0-10	15,0	19,1	16,8	12,0	19,0	25,2	14,0	18,2	18,4
		10-20	14,0	18,8	12,6	10,0	17,6	18,4	15,0	18,1	16,9
		20-30	13,0	13,4	10,0	12,0	6,7	19,9	11,0	11,6	15,9
	рекомендованная	0-10	12,0	26,2	26,7	18,0	28,1	23,4	16,0	26,3	26,6
		10-20	13,0	24,5	24,6	15,0	23,9	26,0	19,0	22,7	28,2
		20-30	11,0	17,3	16,0	11,0	13,7	23,0	14,0	17,2	25,7
	расчетная	0-10	11,0	27,9	27,4	22,0	28,6	28,7	20,0	24,5	41,0
		10-20	13,0	24,8	23,7	18,0	22,1	33,6	21,0	22,0	43,6
		НСР ₀₅	11,0	15,1	14,8	19,0	11,8	22,6	15,0	12,8	30,4
Без обработки почвы	без удобрений	0-10	17,0	18,1	16,7	18,0	15,2	18,8	13,0	18,2	17,6
		10-20	15,0	13,4	15,6	17,0	12,1	17,6	14,0	17,4	17,5
		20-30	10,0	14,5	14,2	13,0	11,6	15,9	12,0	13,5	15,6
	рекомендованная	0-10	23,0	31,5	40,3	23,0	32,0	22,3	24,0	28,7	46,0
		10-20	16,0	22,8	20,2	16,0	18,2	20,0	13,0	18,7	31,7
		20-30	11,0	15,5	18,8	12,0	13,0	14,8	11,0	16,0	28,0
	расчетная	0-10	20,0	30,9	40,0	25,0	31,9	29,5	24,0	29,9	47,6
		10-20	16,0	22,4	22,8	16,0	16,2	29,4	20,0	16,0	34,8
		20-30	10,0	14,9	20,7	14,0	13,6	21,4	13,0	15,0	33,6
НСР ₀₅			1,7	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	2,0	2,1

Влияние технологии возделывания сои и удобрений на содержание обменного калия в почве, мг/кг

Технология	Доза удобрений	Глубина, см	Посев			Цветение			Уборка		
			2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	0-10	351	299	247	233	341	251	210	308	266
		10-20	283	302	249	217	305	267	235	250	315
		20-30	242	263	242	223	284	289	205	228	294
	рекомендованная	0-10	247	287	274	229	314	247	229	272	296
		10-20	247	296	299	223	302	290	247	229	318
		20-30	235	260	268	212	272	256	205	215	330
	расчетная	0-10	223	290	261	259	302	271	229	282	332
		10-20	241	290	251	278	284	327	259	247	330
		20-30	210	263	228	223	263	289	217	195	330
Без обработки почвы	без удобрений	0-10	369	315	314	332	297	271	236	297	399
		10-20	259	300	318	308	275	262	223	284	356
		20-30	210	288	236	278	249	293	210	256	363
	рекомендованная	0-10	301	380	355	288	302	286	223	301	406
		10-20	229	325	258	264	290	274	223	269	345
		20-30	232	285	281	218	237	267	200	246	348
	расчетная	0-10	320	344	304	253	285	284	278	297	425
		10-20	229	340	280	233	247	250	242	278	331
		20-30	212	285	272	253	233	294	207	238	348
НСР ₀₅			16	18	17	15	17	18	17	17	18

Влияние технологии возделывания и удобрений на полевую всхожесть семян сои

Техно- логия	Доза удобрений	Влага в слое почвы 0-20 см перед посевом, мм			Количество всходов, шт./м ²			Полевая всхожесть, %		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомен- дованная	без удобрений	19	20	22	61	62	62	93,8	95,4	95,4
	рекомендо- ванная	15	20	27	46	57	52	70,8	87,7	80,0
	расчётная	17	20	24	44	54	48	67,7	83,1	73,8
Без обработки почвы	без удобрений	20	20	22	63	64	63	96,9	98,5	96,9
	рекомендо- ванная	18	20	28	53	58	54	81,5	89,2	83,1
	расчётная	19	21	19	54	56	48	83,1	86,2	73,8
НСР ₀₅		2,1	F _ф < F _т	2,3	3,3	3,5	3,1	-	-	-

Влияние технологии возделывания и удобрений на густоту стояния растений сои в течение вегетации, шт./м²

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза								
		всходы			цветение			полная спелость		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	61	62	62	59	61	60	56	59	58
	рекомендованная	46	57	52	44	56	52	41	54	51
	расчетная	44	54	48	43	52	47	42	50	47
Без обработки почвы	без удобрений	63	64	63	62	62	61	61	58	60
	рекомендованная	53	58	54	53	56	53	49	53	53
	расчетная	54	56	48	51	54	48	51	52	48

Влияние технологий возделывания и удобрений на сохранность растений сои в течение вегетации

Технология	Доза удобрения	Период вегетации								
		всходы – цветение			цветение – полная спелость			всходы – полная спелость		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	96,7	98,4	96,8	94,9	96,7	96,7	91,8	95,2	93,5
	рекомендованная	95,6	98,2	100,0	93,2	96,4	98,1	89,1	94,7	98,1
	расчетная	97,7	96,3	97,9	97,7	96,1	100,0	95,5	92,6	97,9
Без обработки почвы	без удобрений	98,4	96,9	96,8	98,4	93,5	98,4	96,8	90,6	95,2
	рекомендованная	100,0	96,5	98,1	92,4	94,6	100,0	92,5	91,4	98,1
	расчетная	94,4	96,4	100,0	100,0	96,3	100,0	94,4	92,9	100,0

Влияние технологии возделывания и удобрений на продолжительность межфазных периодов роста и развития сои, дни

Технология	Доза удобрений	Межфазный период												Вегетационный период		
		посев – всходы			всходы – ветвление			ветвление – цветение			цветение – созревание					
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	9	13	10	22	24	25	19	22	24	59	70	54	100	116	106
	рекомендованная	9	13	10	22	24	25	19	22	24	59	70	54	100	116	106
	расчетная	9	13	10	22	24	25	19	22	24	59	70	54	100	116	106
Без обработки почвы	без удобрений	9	13	10	22	24	25	19	22	24	59	70	54	100	116	106
	рекомендованная	9	13	10	22	24	25	19	22	24	59	70	54	100	116	106
	расчетная	9	13	10	22	24	25	19	22	24	59	70	54	100	116	106

Влияние технологии возделывания и удобрений на динамику сырой надземной массы посевов сои, г/м²

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза								
		ветвление			цветение			полная спелость		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	363	476	606	2523	3306	2012	745	957	858
	рекомендованная	316	492	568	2386	3022	1858	783	898	812
	расчетная	311	479	551	2710	2972	1824	784	905	752
Без обработки почвы	без удобрений	330	474	485	2540	3246	1712	758	892	977
	рекомендованная	299	478	432	2400	2896	1534	888	870	781
	расчетная	241	469	386	2520	2840	1538	875	824	736
НСР ₀₅		18	25	28	122	148	112	38	46	48

Влияние технологии возделывания и удобрений на динамику высоты растений сои, мм

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза								
		ветвление			цветение			полная спелость		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	163	183	192	584	756	528	668	875	771
	рекомендованная	182	200	158	590	755	642	635	877	779
	расчетная	189	185	182	632	761	626	669	881	743
Без обработки почвы	без удобрений	150	214	160	553	731	649	552	816	649
	рекомендованная	149	230	168	573	738	600	527	850	688
	расчетная	141	222	170	580	745	577	533	840	692
НСР ₀₅		11	13	16	33	F _ф < F _т	35	36	47	33

Влияние технологии возделывания и удобрений на площадь листовой поверхности посевов сои, м²/м²

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза					
		ветвление			цветение		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	1,38	1,45	1,96	6,38	8,28	7,72
	рекомендованная	1,05	1,45	1,88	5,11	7,60	5,87
	расчетная	0,95	1,43	1,65	5,60	7,53	6,16
Без обработки почвы	без удобрений	1,11	1,48	1,78	6,12	8,11	6,47
	рекомендованная	0,80	1,41	1,45	7,30	7,45	5,53
	расчетная	0,71	1,40	1,32	6,92	7,30	5,07
НСР ₀₅		0,11	0,07	0,09	0,19	0,34	0,37

Влияние технологии возделывания и удобрений на площадь листовой поверхности 1-го растения сои, см²

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза					
		ветвление			цветение		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	226	234	316	1085	1357	1287
	рекомендованная	228	254	362	1159	1357	1128
	расчетная	216	265	344	1302	1448	1310
Без обработки почвы	без удобрений	176	231	282	984	1308	1061
	рекомендованная	151	243	268	1377	1330	1042
	расчетная	132	250	276	1380	1352	1056
НСР ₀₅		19	22	28	58	65	66

Влияние технологии возделывания и удобрений на фотосинтетический потенциал посевов сои, млн. м²×сутки/га

Технология	Доза удобрения	Фенологическая фаза											
		всходы-ветвление			ветвление-цветение			цветение-полная спелость			всходы-полная спелость		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	0,15	0,17	0,24	0,87	1,23	1,40	1,86	2,86	2,05	2,88	4,26	3,69
	рекомендованная	0,12	0,17	0,24	0,68	1,16	1,16	1,48	2,62	1,55	2,28	3,95	2,95
	расчетная	0,10	0,17	0,21	0,71	1,14	1,13	1,62	2,60	1,63	2,44	3,91	2,97
Без обработки почвы	без удобрений	0,12	0,18	0,22	0,79	1,22	1,20	1,77	2,80	1,72	2,68	4,19	3,14
	рекомендованная	0,09	0,17	0,18	0,85	1,13	1,01	2,12	2,57	1,46	3,05	3,87	2,66
	расчетная	0,09	0,17	0,17	0,79	1,11	0,93	2,00	2,52	1,34	2,87	3,80	2,44
НСР ₀₅		0,04	F _ф < F _т	0,04	0,04	0,06	0,08	0,11	0,17	0,12	0,19	0,18	0,15

Влияние технологии возделывания и удобрений на чистую продуктивность фотосинтеза, $\text{г/м}^2 \times \text{сутки}$

Технология	Доза удобрения	Межфазный период											
		всходы-ветвление			ветвление-цветение			цветение-полная спелость			всходы-полная спелость		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомендованная	без удобрений	4,9	5,0	5,5	7,9	5,5	3,4	0,5	1,0	1,6	4,4	3,8	3,5
	рекомендованная	5,4	5,7	5,9	8,7	5,8	4,0	1,4	0,8	2,0	5,2	4,1	3,9
	расчетная	6,5	5,2	5,9	9,7	4,8	4,0	0,7	1,3	1,6	5,6	3,8	3,8
Без обработки почвы	без удобрений	6,3	5,3	5,5	8,0	5,3	3,1	0,7	0,9	3,2	5,0	3,8	3,9
	рекомендованная	5,9	5,2	5,8	7,6	5,8	3,0	1,1	0,8	2,9	4,9	4,0	3,9
	расчетная	6,8	5,3	5,2	8,5	5,9	3,7	1,1	0,7	2,7	5,5	4,0	3,9

Влияние технологии возделывания и удобрений на количество
и массу клубеньков на корнях сои в слое почвы 0-20 см во время налива бобов

Техно- логия	Доза удобрения	Количество клубеньков, шт.				Масса клубеньков, г			
		на 1 растении		на 1 м ² посева		на 1 растении		на 1 м ² посева	
		2015 г.	2017 г.	2015 г.	2017 г.	2015 г.	2017 г.	2015 г.	2017 г.
Рекомен- дованная	без удобрений	20	15	1114	885	0,12	0,10	6,83	5,90
	рекомен- дованная	15	46	622	2346	0,12	0,17	4,83	8,64
	расчётная	2	34	62	1602	0,02	0,16	0,62	7,44
Без обработки почвы	без удобрений	31	13	1861	779	0,38	0,09	23,42	5,14
	рекомен- дованная	35	28	1795	1491	0,37	0,13	18,97	6,96
	расчётная	3	17	147	817	0,08	0,07	3,68	3,28

Видовой состав и количество сорняков в посевах сои перед обработкой гербицидом, шт./м²

Вид сорного растения	Рекомендованная технология									Технология без обработки почвы								
	без удобрений			рекомендованная			расчётная			без удобрений			рекомендованная			расчётная		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Амброзия полыннолистная	5	5	7	2	7	8	1	6	9	7	6	13	16	5	12	24	6	13
Бодяк полевой	1	2	1	2	3	2	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Горец птичий	0,8	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Гречишка вьюнковая	1	0	1	1	0	1	1	0	1	6	0	2	8	0	2	8	0	2
Просо куриное	5	8	10	3	9	11	2	7	8	7	7	17	7	17	16	6	20	18
Щетинник зеленый	2	3	2	2	4	5	5	2	4	4	2	6	5	5	5	6	5	6
Портулак огородный	26	46	25	28	48	28	31	45	27	3	3	0	2	0	0	3	0	0
Фиалка полевая	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	5	8	3	4	3	3	4
Щирица запрокинутая	6	4	4	8	5	5	10	4	4	0	4	1	2	3	4	3	2	2
Марь белая	1	1	2	1	2	2	1	2	4	1	2	3	1	1	3	1	1	4
Всего	48	69	56	48	78	66	53	68	60	27	24	49	49	34	50	57	37	51

Видовой состав и сырая масса сорной растительности в посевах сои перед обработкой гербицидом, г/м²

Вид сорного растения	Рекомендованная технология									Технология без обработки почвы								
	без удобрений			рекомендованная			расчётная			без удобрений			рекомендованная			расчётная		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Амброзия польннолистная	12,0	11,6	16,7	9,6	16,8	19,6	3,6	13,8	22,6	16,8	14,3	32,1	76,8	15,6	33,7	86,4	16,2	39,3
Бодяк полевой	0,4	6,0	2,6	0,8	8,6	5,9	1,2	5,8	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Горец птичий	4,6	0	0	5,8	0	0	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Гречишка вьюнковая	0,8	0	0,8	0,8	0	0,8	0,8	0	1,0	4,8	0	1,6	6,4	0	1,6	6,4	0	1,8
Просо куриное	2,2	6,4	7,5	1,6	8,1	7,5	0,8	5,2	6,5	26,1	14,8	12,1	28,2	13,2	12,4	24,0	15,4	15,7
Щетинник зелёный	0,9	2,2	1,7	1,0	2,8	4,0	1,6	1,8	3,7	14,8	2,8	4,4	21,0	3,2	4,1	22,0	3,3	5,3
Портулак огородный	7,8	59,8	23,8	8,4	63,4	28,0	15,5	56,5	28,6	1,8	0	0,0	2,4	0	0,0	7,2	0	0,0
Фиалка полевая	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	7,2	6,3	19,2	5,4	5,3	4,2	5,2	6,7
Щирица запрокинутая	1,2	10,0	10,2	1,6	12,5	12,4	4,0	10,6	10,5	0	2,3	1,3	1,8	3,1	4,2	3,9	2,6	2,7
Марь белая	0,8	1,1	2,1	1,3	2,4	2,3	1,6	1,8	5,0	0,8	1,2	3,8	1,2	1,3	3,8	1,4	1,4	5,6
Всего	30,4	97,1	65,2	30,3	114,6	80,6	34,5	95,5	80,9	49,8	42,6	61,4	155,8	41,8	65,1	157,5	44,1	77,1

Влияние технологии возделывания и удобрений на структуру урожая сои

Техно- логия	Доза удобрения	Количество, шт.									Масса, г					
		растений на 1 м ²			бобов на растении			семян на растении			семян с растения			1000 семян		
		2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Рекомен- дованная	без удобрений	56	59	58	19,9	22,0	19,4	43,0	39,6	28,5	5,0	5,2	4,2	120,3	166,3	187,3
	рекомен- дованная	41	54	51	25,0	21,7	19,7	47,7	40,6	31,9	6,6	5,3	4,5	140,1	171,3	184,8
	расчётная	42	50	47	24,9	20,7	17,7	49,0	36,5	25,9	6,4	5,6	4,4	135,4	172,5	185,5
Без обработки почвы	без удобрений	61	58	60	20,6	21,2	19,1	42,2	38,2	30,9	4,5	4,9	4,1	116,5	161,3	166,3
	рекомен- дованная	49	53	53	25,0	22,4	17,2	47,1	37,2	27,2	5,5	5,1	4,3	128,2	159,8	174,5
	расчётная	51	52	48	24,5	21,7	19,7	47,0	35,4	32,2	5,4	5,0	4,6	127,0	166,3	171,5

ФГБУ "РОССИЙСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЦЕНТР"

**ФИЛИАЛ ФГБУ "РОССЕЛЬХОЗЦЕНТР" ПО КРАСНОДАРСКОМУ КРАЮ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР**

Аттестат аккредитации: РОСС RU.0001.21ПТ31 от 27.08.2014 г.
350051 г. Краснодар, ул. Рашилевская, 329 тел: (861) 224-48-67, 224-01-73

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ 329/27 от 22.10.2015**

Заявитель: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"СТАВРОПОЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА"

Культура: СОЯ ОБРАЗЕЦ 8н

Акт отбора проб № 329 от 06.10.2015 Масса проб, кг: 1.0

Сведения о партии -

Цель проведения испытаний: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОК ГЛИФОСАТА КИСЛОТЫ

Время проведения испытаний: с 06.10.2015 по 22.10.2015

Сведения о НД: ГН 1.2.3111-13

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Наименование НД регламентирующих методик испытаний	Наименование показателей качества продукции по НД	Значение показателей качества по НД, мг/кг, не более	Фактическое значение показателей качества, по результатам испытаний, мг/кг	Погрешность измерения
МУ 4413-87	ГЛИФОСАТ КИСЛОТА	20.000 мг/кг	Не обнаружено (нижний предел обнаруж.-0.3 мг/кг)	

Зав.ЦТАЛ "Краснодарская"

Ответственный за оформление протокола

М.В.Демичева

О.Г.Самохина

Общее количество страниц: 1



Перепечатка протокола запрещена, результаты испытаний распространяются только на образцы продукции, представленные для испытаний

ФГБУ "РОССИЙСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ЦЕНТР"

**ФИЛИАЛ ФГБУ "РОССЕЛЬХОЗЦЕНТР" ПО КРАСНОДАРСКОМУ КРАЮ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР**

Аттестат аккредитации: РОСС RU.0001.21ПТ31 от 27.08.2014 г.
350051 г. Краснодар, ул. Рашпилевская, 329 тел: (861) 224-48-67, 224-01-73

**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ
№ 329/28 от 22.10.2015**

Заявитель: ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
"СТАВРОПОЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА"

Культура: СОЯ ОБРАЗЕЦ 11н

Акт отбора проб № 329 от 06.10.2015 Масса проб, кг: 1.0

Сведения о партии -

Цель проведения испытаний: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОК ГЛИФОСАТА КИСЛОТЫ

Время проведения испытаний: с 06.10.2015 по 22.10.2015

Сведения о НД: ГН 1.2.3111-13

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Наименование НД регламентирующих методику испытаний	Наименование показателей качества продукции по НД	Значение показателей качества по НД, мг/кг, не более	Фактическое значение показателей качества, по результатам испытаний, мг/кг	Погрешность измерения
Му 4413-87	ГЛИФОСАТ КИСЛОТА	20.000 мг/кг	Не обнаружено (нижний пред. обнаруж. 0.3 мг/кг)	

Зав. ЦТАЛ "Краснодарская"

Ответственный за оформление протокола

Общее количество страниц: 1



М.В. Демичева

О.Г. Самохина

Передача протокола запрещена, результаты испытаний распространяются только на образцы продукции, представленные для испытаний

Влияние технологии и удобрений на структуру затрат при возделывании сои

Статья расходов	Рекомендованная технология						Технология без обработки почвы					
	без удобрений		рекомендованная		расчётная		без удобрений		рекомендованная		расчётная	
	руб./га	%	руб./га	%	руб./га	%	руб./га	%	руб./га	%	руб./га	%
Фонд оплаты труда	1600	9,9	1746	7,5	1772	6,3	776	6,7	921	5,0	948	4,0
Семена	1560	9,7	1560	6,7	1560	5,5	1560	13,4	1560	8,4	1560	6,6
Удобрения	0	0,0	5849	25,2	10125	36,0	0	0,0	5849	31,5	10125	43,0
Ядохимикаты	2593	16,0	2593	11,2	2593	9,2	3873	33,4	3873	20,9	3873	16,5
ГСМ	4678	29,0	4691	20,2	4696	16,7	1398	12,0	1419	7,6	1419	6,0
Амортизация	2715	16,8	2820	12,2	2820	10,0	1850	15,9	1900	10,2	1931	8,2
Ремонт техники	869	5,4	902	3,9	902	3,2	592	5,1	608	3,3	618	2,6
Автотранспорт	109	0,7	109	0,5	121	0,4	99	0,9	103	0,6	100	0,4
Прочие затраты	565	3,5	811	3,5	984	3,5	406	3,5	649	3,5	823	3,5
Прямые затраты	14689	-	21081	-	25573	-	10553	-	16882	-	21396	-
Общехозяйственные расходы	1469	9,1	2108	9,1	2557	9,1	1055	9,1	1688	9,1	2140	9,1
Всего затрат	16158	100	23189	100	28130	100	11609	100	18570	100	23536	100