

На правах рукописи

Букин Олег Владимирович

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ГОРОХА
В УСЛОВИЯХ ЮГА НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов – 2022

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва» на кафедре агрономии и ландшафтной архитектуры.

Научный руководитель	доктор сельскохозяйственных наук Бочкарев Дмитрий Владимирович
Официальные оппоненты	Горянин Олег Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, Главный научный сотрудник отдела земледелия и новых технологий ФГБУН «Самарский федеральный исследовательский центр РАН» Лёвкина Альбина Юрьевна кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник отдела кукурузы и зернобобовых культур, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт сорго и кукурузы» «Россорго»
Ведущая организация	ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока»

Защита диссертации состоится 30 августа 2022 г в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная пл., д.1. E-mail: dissovet01@sgau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ и на сайте www.sgau.ru

Автореферат разослан « » июля 2022 г.,

Ученый секретарь
диссертационного

Полетаев Илья Сергеевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Вектор развития сельскохозяйственного производства Российской Федерации направлен на значительное увеличение валового производства зерновых и бобовых культур. При этом достичь этого необходимо в условиях жесткого ресурсосбережения.

Одним из способов решения этой задачи является пересмотр и преобразование существующих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в сторону их энерго- и ресурсоэффективности. По обобщенным данным целого ряда исследователей до 40 % энергетических, экономических и трудовых затрат при производстве растениеводческой продукции идет на комплекс мероприятий, связанных с обработкой почвы (Немцев С.Н. и др., 2009; Денисов Е.П. и др., 2011, 2014; Денисов К.Е., 2012; Солодовников А.П. и др., 2015). Снижение затрат на механическую обработку почвы при сохранении и поддержании оптимальных агрофизических показателей плодородия почвы и фитосанитарного состояния является важной задачей современно земледелия.

Классиком отечественной агрономической науки В.И. Кирюшиным (1996, с. 277) отмечалось: «В глобальном экологическом и энергетическом аспекте перспектива развития почвообработки имеет явный вектор минимализации».

Системы основной обработки почвы оказывают большое влияние на фитосанитарное состояние, однако за всю историю систем земледелия – от примитивных до современных форм, – принципы фитосанитарии при их разработке не учитывались. Отсюда массовое развитие сорных растений, вредителей и болезней, и как результат – широкомасштабное применение пестицидов (Торопова Е.Ю. и др., 2010).

В условиях юга Нечерноземной зоны России сравнительных исследований по определению наиболее эффективных систем основной обработки почвы под горох и их научного обоснования не проводилось, что послужило отправной точкой диссертационного исследования.

Степень разработанности темы исследования. Изучению вопросов влияния систем основной обработки почвы на продуктивность сельскохозяйственных культур и показатели почвенного плодородия посвящены работы В. Р. Вильямса (1949), Т. С. Мальцева (1954), Н. М. Тулайкова (1963), Г. Г. Данилова с соавт. (1982), А. В. Ивойлова (1991), И. Ф. Каргина с соавт. (1997, 2014), И. А. Вандышева (1997), Н. В. Смолина (1997, 1998), В. В. Ивенина (1997), А. Х. Куликовой с соавт. (2003, 2006), И. В. Антонова (2004), В. И. Каргина (2009), Г. С. Юнусова с соавт. (2010), Е. П. Денисова с соавт. (2012), С. М. Лубенцова (2015) и др. Следует отметить, что в исследованиях авторов нет единого мнения по вопросу влияния систем основной обработки на показатели плодородия почвы, урожайность сельскохозяйственных культур, фитосанитарное состояние агроценозов. Развитие химического метода защиты растений, применение новых высокоэффективных орудий обработки почвы, использование современных интенсивных сортов значительно изменило условия формирования агроценозов. В этих обстоятельствах эффективность систем основной

обработки почвы в технологии возделывания отдельных культур требует дальнейшего изучения в региональном аспекте.

Цель и задачи исследования. Цель работы состояла в определении наиболее эффективной системы основной обработки почвы при возделывании гороха в условиях юга Нечерноземной зоны РФ.

В задачи исследований входило

- определить влияние систем основной обработки почвы на изменение агрофизических показателей плодородия чернозема оподзоленного при возделывании гороха;

- установить влияние различных систем основной обработки почвы на засоренность посевов гороха посевного, развитие и распространение основных фитопатогенов и фитофагов;

- дать оценку влияния различных систем основной обработки почвы на продуктивность и качество зерна гороха;

- провести сравнительную экологическую, биоэнергетическую и экономическую оценку изучаемым системам основной обработки почвы.

Научная новизна исследования заключается в том, что в условиях юга Нечерноземной зоны впервые было оценено влияние различных систем основной обработки почвы на урожайность и качество зерна гороха при комплексной системе защиты растений.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлено, что в условиях юга Нечерноземной зоны в отсутствие основной обработки почвы (прямой посев) агрофизические показатели плодородия находятся в оптимальных пределах, не уступая отвальной и поверхностной обработке почвы как при избыточном увлажнении в период вегетации, так и при его недостатке. Выявлено, что в отсутствие защитных мероприятий не одна из рассматриваемых систем основной обработки почвы не обеспечивает оптимального фитосанитарного состояния. Использование прямого посева при возделывании гороха по фону комплексного применения средств защиты растений способствовало получению урожайности зерна 3,42 т/га. Определение экономических параметров показало, что по фону прямого посева были получены наибольший условный чистый доход в 23 364 р./га и рентабельность производства 72 %. Применение рекомендованной системы обработки почв под горох в ЗАО Мордовский бекон на площади 10 тыс. га. в 2020-2021 гг. т/га при себестоимости продукции 2,7 т/га при себестоимости продукции 5500 кг/га и рентабельности 62 %.

Методология и методы исследований. Теоретические – изучение и анализ научной литературы отечественных и зарубежных авторов, обработка результатов исследований методами параметрической и непараметрической статистики. Эмпирические – лабораторные и полевые исследования, графическое и табличное отображение полученных результатов.

Положения выносимые на защиту:

- зависимость агрофизических показателей плодородия чернозема оподзоленного от системы основной обработки почвы при возделывании гороха;

- особенности формирования комплекса вредоносных объектов в посевах гороха в зависимости от системы основной обработки почвы;

- характер влияния систем основной обработки почвы на урожайность и показатели качества зерна гороха посевного;
- экологическая, энергетическая и экономическая эффективность прямого посева при возделывании гороха в условиях юга Нечерноземной зоны РФ.

Степень достоверности результатов исследований подтверждается проведением полевых и лабораторных экспериментов ряд лет в научно обоснованной повторности, в годы с неодинаковыми погодными условиями, использованием современных методов проведения экспериментов, обработкой полученных результатов исследований методами параметрической и непараметрической статистики.

Апробация результатов. Основные результаты исследования были апробированы на следующих научных конференциях: XV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти профессора С.А. Лапшина (2020), XXIII научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского МГУ им Н.П. Огарёва (2019), XXV научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов Национального исследовательского МГУ им Н. П. Огарёва (2020), X Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ (2021).

Публикации. По результатам диссертации опубликовано 8 научных работы, в том числе 3 в изданиях из перечня ВАК РФ.

Объем и структура работы. Работа выполнена на 220 страницах компьютерного текста, в том числе приложения составляют 54 страницы. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и предложений производству. Содержит 56 таблиц, 4 рисунка, 349 библиографических источников.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во «Введении» представлена актуальность проблемы исследования, сформулированы цель и задачи, практическая значимость, обоснованы научная новизна полученных результатов, основные положения, выносимые на защиту, представлены результаты апробации работы.

В первой главе «Обработка почвы как способ регулирования агрофизических и биологических показателей плодородия почвы и продуктивности сельскохозяйственных культур (обзор литературы)» представлен анализ научных исследований по влиянию систем основной обработки почвы на агрофизические показатели плодородия почвы, фитосанитарное состояние посевов и урожайность полевых культур.

Во второй главе «Условия и методы проведения исследований» рассмотрены вопросы методики проведения исследований и почвенно-климатических условий территории проведения опыта.

Объект исследования – антропогенное воздействие на агрофизические и биологические показатели плодородия почвы и урожайность гороха посевного (*Pisum sativum* L.). Предмет исследования – сравнительная эффективность различных систем основной обработки почвы в технологии возделывания гороха.

Схема опыта состояла из следующих вариантов:

1. Посев по стерне сеялкой John Deere 1910 на 4-5 см. (прямой посев).
2. Осеннее дискование дисковой бороной Veles на 10–12 см (дискование).
3. Осеннее дискование дисковой бороной Veles на 10–12 см + отвальная вспашка плугом ПЛН-5–35 на 22–24 см (дискование+вспашка) – контрольный вариант.

Производственный опыт был заложен методом рендомизированных повторений в 4-кратной повторности. Площадь опытной делянки – 7 200 м², учетной – 7 000 м².

Изучение систем основной обработки почвы проходило на интенсивном пестицидном агрофоне. Для борьбы с вредителями в фазу бутонизации гороха применяли Борей (имидаклоприд, 150 г/л и лямбда-цигалотрин, 50 г/л.) – 0,15 л/га, для борьбы с комплексом патогенов – фунгицид Колосаль Про (пропиконазол, 300 г/л + тебуконазол, 200 г/л) – 0,6 л/га. Для борьбы с сорняками после уборки предшественника вносили Глифор (360 г/л глифосата к-ты) – 4 л/га, в фазу 4–5 настоящих листьев использовали Парадокс (120 г/л имазамокса) – 0,3 л/га. Исследования проводили на безлисточковым сорте усатой формы гороха *Рокет Р1* в четырехпольном севообороте (горох – озимая пшеница – соя – яровой ячмень) во второй ротации севооборота. Основная обработка почвы под озимую пшеницу и сою включала дискование, под горох и яровой ячмень прямой посев.

Плотность сложения почвы определяли буром Н.А. Качинского методом режущих цилиндров послойно (Растворова О.Г., 1983). При определении плотности почвы также устанавливали общую, капиллярную и некапиллярную пористости. Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом.

Определение структурного состояния почвы по результатам сухого и мокрого просеивания проводили путем отбора почвенных образцов в период уборки гороха по методу Н.И. Савинова (Вадюнина А.Ф., Корчагина З. А., 1986).

Оценка сравнительной эффективности различных систем основной обработки почвы в отношении фитосанитарного аспекта была проведена на индикаторных полосах, где не применялась система химической защиты растений. Площадь индикаторной полосы 0,02 га (20 м × 100 м), повторность 5-кратная на каждом фоне обработки почвы. Видовой состав и количество сорняков определяли на учетных площадках в 1 м² в конце фазы цветения (60-61 по шкале ВВСН) (Методические указания..., 2013). Развитие и распространение патогенов определяли в фазы конец цветения (ВВСН-69), зеленая спелость семян (ВВСН-79), белковая спелость семян (ВВСН-85) и полная спелость семян (ВВСН-97). (Методические..., 2009). Численность гороховой тли учитывали кошением сачком, учет гусениц проводили путем подсчета на учетных площадках (0,5 м × 0,5 м) (Мониторинг..., 2002).

Урожайность гороха определяли сплошным поделяночным методом при помощи комбайна ACROS-595. Структуру урожая оценивали методом пробных снопов. В растительных образцах (зерне), отобранных во время уборки урожая, определяли фосфор и калий – по ГОСТ 13496.4–93, клетчатку, жир, белок – по ГОСТ 13496.4–93.

Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа в изложении Б.А. Доспехова (2011) а

также методами непараметрической статистики. Статистический анализ результатов был выполнен с использованием программы *Statistica 10*.

Экономическую эффективность изучаемых агроприемов рассчитывали по Г.В. Савицкой (2006), энергетическую – по Э.Ф. Вафиной, П.Ф. Сутыгину (Энергетическая оценка..., 2016).

В третьей главе «Сравнительная оценка систем основной обработки почвы под горох на агрофизические показатели плодородия» рассматриваются вопросы влияния систем основной обработки почвы на агрофизические показатели почвенного плодородия.

Исследованиями установлено, что в условиях юга Нечерноземной зоны России наиболее благоприятные условия увлажнения при всех определениях создавались на прямом посеве (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение влажности в зависимости от систем основной обработки почвы в среднем за 3 года, % от массы абсолютно сухой почвы

Вариант опыта	Слой почвы, см	Влажность почвы, %			
		до промерзания почвы	перед посевом	в фазу бутонизации	перед уборкой
Прямой посев	0–10	28,6	31,6	19,8	22,9
	10–20	22,8	29,7	21,0	21,3
	20–30	22,1	29,4	20,7	21,9
	0–30	24,5	30,3	20,5	22,0
	30–50	20,6	23,0	20,1	19,6
Дискование	0–10	27,4	28,4	15,5	19,3
	10–20	23,3	29,3	16,1	16,4
	20–30	21,6	29,1	18,4	19,7
	0–30	24,1	29,0	16,7	18,4
	30–50	21,5	24,0	20,5	19,9
Дискование+вспашка	0–10	26,1	22,6	15,2	20,3
	10–20	23,3	29,5	17,7	19,1
	20–30	22,0	28,8	17,1	19,2
	0–30	23,8	27,0	16,7	19,6
	30–50	22,1	24,6	20,7	20,6
<i>HCP</i> ₀₅ 0–30 см		$F_{ф} < F_{г}$	1,4	1,1	0,7

К посеву значительные различия отмечались в слое 0–10 см. На вспашке запасов влаги было меньше на 8 %_{отн}, дисковании – на 30 %_{отн} по сравнению с прямым посевом. По другим слоям различия были менее существенными. К середине вегетации гороха изменения по вариантам становились еще более контрастными. При сравнении с прямым посевом влажность почвы на дисковании и вспашке было меньше на 5 абсолютных и 26 относительных процентов. К уборке культуры данный показатель возрастал, но зависимости от системы основной обработки почвы сохранялись.

Для более полной оценки влияния систем основной обработки почвы на водный режим было рассчитано содержание запасов доступной влаги (таблица 2).

Руководствуясь классификацией запасов доступной влаги в слое 0–20 см можно сделать вывод, что во все годы исследований оптимальными (более 40

мм) они были только на варианте с прямым посевом. На вспашке и дисковании запасы продуктивной влаги в слое 0–20 см были удовлетворительными.

Запасы доступной влаги в фазу бутонизации на варианте с прямым посевом в слое 0–10 см были больше на 48 % по сравнению со вспашкой и на 37 % выше, чем на дисковании. В слоях 0–20 и 0–30 см содержание влаги на нулевой обработке было выше на 30–34% по сравнению со вспашкой и на 23–27 % по сравнению с дискованием.

Таблица 2 – Динамика содержания запасов доступной влаги в зависимости от системы основной обработки почвы, в среднем за 3 года, мм

Вариант опыта	Слой почвы, см	Фаза развития культуры		
		перед посевом	в фазу бутонизации	перед уборкой
Прямой посев	0–10	24,2	17,5	21,8
	10–20	22,6	15,8	16,2
	20–30	22,4	15,5	17,1
	0–30	69,3	48,8	55,1
	30–50	19,6	16,9	16,6
Дискование	0–10	15,6	12,7	17,2
	10–20	23,2	11,4	11,8
	20–30	23,7	14,2	15,9
	0–30	66,3	38,3	44,9
	30–50	21,6	15,1	14,9
Дискование+вспашка	0–10	12,6	11,8	18,7
	10–20	22,6	13,1	15,4
	20–30	23,2	12,5	15,8
	0–30	58,8	24,8	49,9
	30–50	22,4	37,3	18,2

К моменту уборки гороха на делянках с прямым посевом доступной влаги было больше на 10 % по сравнению со вспашкой и на 22 % выше по сравнению с дискованием в слое почвы 0–30 см.

Расчет множественной регрессии влияния количества доступной влаги перед посевом гороха (w_1), в фазу бутонизации (w_2) и перед уборкой (w_3) на урожайность гороха показал существенные различия как между вариантами опыта, так и между слоями почвы (1–6):

для слоя 0–10 см

$$Y_{\text{прямой посев}} = 0,02 - 0,015w_1 + 0,487w_2 - 0,168w_3 \quad (1)$$

$$Y_{\text{дискование}} = 0,02 + 0,147w_1 + 0,578w_2 - 0,299w_3 \quad (2)$$

$$Y_{\text{дискование+вспашка}} = 0,02 - 0,197w_1 + 1,621w_2 - 0,627w_3 \quad (3)$$

для слоя 0–30 см

$$Y_{\text{прямой посев}} = 0,02 + 0,032w_1 + 0,244w_2 - 0,120w_3 \quad (4)$$

$$Y_{\text{дискование}} = 0,03 + 0,032w_1 + 0,200w_2 - 0,117w_3 \quad (5)$$

$$Y_{\text{дискование+вспашка}} = 0,03 - 0,008w_1 + 0,144w_2 + 0,07w_3 \quad (6)$$

Содержание влаги в слое 0–10 см оказывает наибольшее влияние на урожайность гороха по вспашке и прямом посеве в фазу бутонизации, по дискованию – как перед посевом, так и в период формирования цветков. Содержание влаги в слое 0–30 см перед посевом существенно влияет на урожайность гороха

по фону прямого посева и дискования, на вспашке наиболее значимо количество доступной влаги в данном слое перед уборкой культуры.

На изменение плотности почвы в период вегетации гороха существенное влияние оказывали система основной обработки и условия предвегетационного и вегетационного периодов (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение плотности сложения почвы в зависимости от системы основной обработки почвы в среднем за 3 года, г/см³

Вариант опыта	Слой почвы, см	Плотность почвы, г/см ³			
		до промерзания почвы	перед посевом	в фазу бутонизации	перед уборкой
Прямой посев	0–10	1,11	1,16	1,24	1,25
	10–20	1,18	1,18	1,20	1,20
	20–30	1,20	1,19	1,22	1,26
	0–30	1,16	1,18	1,22	1,24
	30–50	1,41	1,38	1,41	1,44
Дискование	0–10	1,01	1,09	1,24	1,28
	10–20	1,08	1,24	1,32	1,33
	20–30	1,19	1,27	1,35	1,36
	0–30	1,09	1,20	1,31	1,32
	30–50	1,44	1,40	1,43	1,46
Дискование+вспашка	0–10	0,85	1,05	1,22	1,26
	10–20	0,94	1,21	1,29	1,32
	20–30	1,15	1,28	1,35	1,40
	0–30	1,06	1,18	1,28	1,31
	30–50	1,44	1,41	1,45	1,46
<i>HCP</i> ₀₅ 0–30 см		0,07	0,05	0,06	0,09

В среднем за годы исследований плотность почвы в слое 0–10 см в наиболее критическую фазу для развития растений гороха (начало вегетации) по всем изучаемым вариантам опыта находилось в пределах оптимальных значений от 1,05 до 1,16 г/см³. Анализ плотности в нижележащих горизонтах показал, что на варианте, где проводили дискование, переходный слой 10–20 см за счет действия дисковых орудий переуплотнялся. На варианте со вспашкой увеличение плотности отмечалось в слое 20–30 см.

В середине вегетации на дисковании и вспашке происходило значительное увеличение плотности почвы по всему пахотному горизонту. На варианте с прямым посевом эта тенденция была выражена менее значительно. Перед уборкой на системах обработки почвы плотность увеличивалась и выходила за пределы оптимальных значений для растений гороха. Достоверных различий между вариантами опыта в эти периоды не отмечено.

Анализ средних данных опыта выявил, что наибольшее количество агрономически ценных агрегатов с наименьшей дифференциацией их по слоям пахотного горизонта отмечался на прямом посеве (85 %), что в соответствии со шкалой С.И. Долгова и П.У. Бахтина характеризуется как отличное состояние. На дисковании и вспашке в пахотном слое доля агрономически ценных агрегатов была ниже на 7 и 9 % соответственно (хорошее состояние). Наибольшее ко-

личество водопрочных агрегатов было на варианте без обработки почвы, что превышало показатели на дисковании и вспашке на 3–5 %. Сравнение структурного состояния почвы со шкалой С.И. Долгова и П.У. Бахтина показало что по всем вариантам оно было удовлетворительным (40–55 % водопрочных агрегатов).

Большой общей пористостью почвы к посеву гороха была на варианте со вспашкой. Капиллярная пористость на всех вариантах превышала оптимальное значение. Наибольшей в опыте она была по дискованию и вспашке, на варианте с прямым посевом снижение данного показателя составляло 6 %_{отн.} Пористость аэрации на всех вариантах была в пределах от 22 до 25 %.

Анализ пористости почвы к середине вегетации гороха выявил ее существенные уменьшения по всем вариантам. Значения находились в пределах 49–52%, что по шкале Н.А. Качинского является удовлетворительным показателем. Наибольшая капиллярная пористость в слое 0–30 см отмечалась на варианте с прямым посевом. По сравнению со вспашкой этот показатель был выше на 8 %, по сравнению с дискованием – на 9 %. Соотношение капиллярной пористости к некапиллярной по всем слоям почвенного горизонта оптимальным было на варианте без обработки почвы.

Перед уборкой гороха максимальная общая пористость также отмечена на прямом посеве, на дисковании она была ниже на 6 %, на вспашке на 3 %. По всем вариантам отмечалось постепенное снижение пористости от верхних слоев к нижележащим.

Анализ множественной регрессионной связи урожайности (У) и общей пористости в начале вегетации, в фазу бутонизации и перед уборкой показал схожие результаты в независимости от варианта опыта (уравнения 7–9):

$$U_{\text{прямой посев}} = 0,02 + 0,407v_1 - 0,628v_2 + 0,219 v_3 \quad (7),$$

$$U_{\text{дискование}} = 0,01 + 0,549v_1 - 1,22v_2 + 0,652 v_3 \quad (8),$$

$$U_{\text{дискование+вспашка}} = 0,03 + 0,286v_1 - 0,490v_2 + 0,221v_3 \quad (9).$$

Наибольший вклад в урожайность культуры вносила общая пористость почвы перед посевом гороха. На дисковании урожайность существенно возрастает при увеличении общей пористости перед уборкой культуры.

Схожая тенденция отмечена и при анализе влияния пористости аэрации в различные фазы развития культуры на урожайность гороха (уравнения 10–12):

$$U_{\text{прямой посев}} = 0,02 + 0,211v_1 - 1,06v_2 + 1,47 v_3 \quad (10),$$

$$U_{\text{дискование}} = 0,02 + 0,137v_1 - 0,619v_2 + 0,871 v_3 \quad (11),$$

$$U_{\text{дискование+вспашка}} = 0,02 + 0,1450v_1 - 0,283v_2 + 0,387v_3 \quad (12).$$

Следует отметить, что перед посевом культуры некапиллярная пористость в большей степени влияет на урожайность гороха на фоне прямого посева по сравнению со вспашкой и дискованием.

Проведенные исследования свидетельствуют, что в условиях лесостепи юга Нечерноземной зоны на черноземах оподзоленных такие показатели как плотность почвы, накопление влаги, количество агрономически ценных агрегатов и ее структурное состояние не является ограничивающим фактором использования прямого посева под горох.

В четвертной главе «Фитосанитарное состояние посевов гороха в зависимости от систем основной обработки почвы» рассматривается влияние систем основной обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов гороха.

Проведенные маршрутные исследования по определению видового состава сорных растений в посевах гороха по разным фонам обработки почвы выявили, что в среднем в агрофитоценозах произрастало от 31 до 36 видов. Во все годы исследований наибольшее число видов относилось к семейству Астровые – 7–9 видов (20–25 %), Яснотковые – 4–5 видов (11–20 %), Мятликовые – 4 вида (11 %), Капустные – 3 вида (8%) от всех отмеченных.

Анализ видового состава экономически значимых сорных растений на индикаторных полосах показал, что в условиях прямого посева и дискования значительную плотность популяции, в разы превышающие экономические пороги вредоносности, имели трехреберник непахучий, хвощ полевой (ЭПВ 2–3 шт./м²), подмаренник цепкий, вьюнок полевой (ЭПВ 2–3 шт./м²), бодяк щетинистый (ЭПВ 1–2 шт./м²), осот полевой (ЭПВ 1–2 шт./м²).

По фону отвальной обработки почвы многие сорные растения превышали экономические пороги вредоносности, в частности вьюнок полевой, бодяк щетинистый, пикульник обыкновенный (ЭПВ 4–5 шт./м²), марь белая (ЭПВ 1–3 шт./м²), горца вьюнкового (ЭПВ 5–7 шт./м²). При этом такие виды как осот полевой, трехреберник непахучий, хотя и фиксировались достаточно часто, но имели плотность популяций ниже ЭПВ.

Системы основной обработки почвы значительно не влияли на изменение видового состава сорных растений, что подтверждается коэффициентами сходства Жаккара и Сьеренсена – Чекановского, которые находились на уровне 0,71–0,84 и 0,83–0,91 соответственно в зависимости от года исследования.

Анализ ранговой корреляции показателей обилия сорняков на разных вариантах обработки показал, что статистически значимая тесная связь во все годы исследований была между вариантами с прямым посевом и дискованием (0,65–0,73 по Спирмену и 0,58–0,73 по Кендаллу) (таблица 5).

Таблица 5 – Коэффициенты ранговой корреляции обилия видов сорных растений в агрофитоценозе гороха при различных системах обработки почвы

Вариант опыта	Ранговые корреляции Спирмена			Тау корреляции Кендалла		
	Дискование +вспашка	Дискование	Прямой посев	Дискование +вспашка	Дискование	Прямой посев
2017 г.						
Дискование+вспашка	1,00			1,00		
Дискование	0,36*	1,00		0,26*	1,00	
Прямой посев	0,18	0,65*	1,00	0,16	0,58*	1,00
2018 г.						
Дискование+вспашка	1,00			1,00		
Дискование	0,25	1,00		0,22	1,00	
Прямой посев	0,04	0,80*	1,00	0,04	0,73*	1,00
2019 г.						
Дискование+вспашка	1,00			1,00		
Дискование	0,50*	1,00		0,44*	1,00	
Прямой посев	0,44*	0,73*	1,00	0,39*	0,65*	1,00

*– корреляции значимы на уровне $p < 0,05$

Определение распространенности ржавчины выявило, что в первые две изучаемые фазы развития культуры различия между вариантами были незначительными, поскольку инфицирование патогеном происходит воздушным путем (таблица 6).

Таблица 6– Влияние способов обработки почвы на распространенность и развитие ржавчины и серой гнили гороха, в среднем за 2017–2019 гг., %

Вариант опыта	Фаза развития			
	конец цветения (Код ВВСН-69)	зеленая спелость семян (Код ВВСН-79)	белковая спелость семян (Код ВВСН-85)	полная спелость семян (Код ВВСН-97)
<i>Ржавчина гороха</i>				
распространенность %				
Прямой посев	51	62	75	84
Дискование	47	60	71	77
Дискование+вспашка	50	61	72	78
НСР ₀₅	3	3	3	3
развитие в нижнем ярусе листьев, %				
Прямой посев	4	15	27	36
Дискование	4	14	25	29
Дискование+вспашка	4	15	29	38
НСР ₀₅	F _ф <F _т	F _ф <F _т	3	3
<i>Серая гниль гороха</i>				
распространенность %				
Прямой посев	17	26	36	42
Дискование	14	20	30	38
Дискование+вспашка	18	31	39	48
НСР ₀₅	3	3	3	3
развитие, %				
Прямой посев	4	6	13	24
Дискование	3	5	11	17
Дискование+вспашка	4	8	19	30
НСР ₀₅	F _ф <F _т	F _ф <F _т	2	3

К фазе полной спелости наибольшая распространенность ржавчины была на варианте с прямым посевом, что достоверно выше, чем на варианте со вспашкой и дискованием на 8 %. Подобная закономерность отмечена и в отношении интенсивности развития заболевания на растениях гороха. К последнему сроку учета более интенсивное развитие ржавчины на растениях было на вариантах со вспашкой и прямым посевом. На дисковании этот показатель был ниже чем по другим изучаемым фонам обработки на 24 %.

В исследуемые годы на посевах гороха отмечено проявление серой гнили. К фазе зеленой спелости семян наибольшая распространенность патогена была по вспашке и на прямом посеве. Аналогичная закономерность наблюдалась и в последующие фазы развития.

К фазе полной спелости гороха по фону вспашки и прямого посева распространенность серой гнили была выше на 11 и 26 % соответственно при сравнении с дискованием.

Интенсивность развития болезней на растениях гороха в конце цветения значительно не различалась по изучаемым фонам обработки почвы. К фазе зеленой спелости семян наибольшая интенсивность развития серой гнили была на вспашке. При последнем определении степени развития болезни минимальной она была на дисковании; на варианте с прямым посевом она возростала на 41 %_{отн.}, по вспашке – на 76%_{отн.}

Изучаемые системы обработки почвы оказывали достоверное влияние на численность насекомых вредителей в посевах гороха. В отношении численности гороховой тли прослеживалась четкая закономерность роста по фону дискования. На вспашке и без обработки почвы ее было меньше на 38 и 44 % соответственно, при этом достоверных различий варианты не имели (таблица 7).

В отношении гусениц совки-гамма было выявлено, что на фоне прямого посева их количество было наибольшим в опыте. По фону вспашки численность данного вредителя была меньше на 56 %, по фону дискования – на 22 %.

Проведенный анализ показал, что в современных условиях фитосанитарной дестабилизации агроэкосистем сформировать оптимальное фитосанитарное состояние посевов гороха только за счет приемов агротехники невозможно.

При любой системе обработки почвы обилие сорных растений, интенсивность развития заболеваний и плотность популяции фитофагов превосходит экономические пороги вредоносности.

Таблица 7 – Влияние систем основной обработки почвы на численность вредителей в посевах гороха в 2017–2019 гг., шт.

Вариант опыта	2017 г.		2018 г.		2019 г.		В среднем 2017-2019 гг.	
	Гороховая тля *	Совка-гамма на 1 м ²	Гороховая тля *	Совка-гамма на 1 м ²	Гороховая тля*	Совка-гамма на 1 м ²	Гороховая тля*	Совка-гамма на 1 м ²
Прямой посев	54	13	87	23	72	17	71	18
Дискование	77	13	147	18	120	12	115	14
Дискование +вспашка	46	6	84	14	62	5	64	8
<i>HCP</i> ₀₅	4	4	6	3	4	3	4	3

* на 10 взмахов сачком

Пятая глава «Оценка урожайности и показателей качества зерна гороха в зависимости от системы основной обработки почвы» посвящена изучению влияния систем основной обработки почвы на урожайность и качество зерна гороха посевного. Анализ экспериментальных данных выявил, что изучаемые системы обработки не оказывали достоверного влияния изменение числа растений на 1 м² (таблица 8). При определении числа бобов на одном растении установлена та же тенденция.

Определение числа зерен в бобе выявило, что больше их было на вариантах с прямым посевом – на 3–7 % по сравнению с другими вариантами. Это объясняется большими запасами влаги на данном варианте к моменту закладки семян в растении. Вместе с тем масса 1 000 семян на варианте с прямым посевом была в среднем на 4 % меньше по сравнению со вспашкой и на 2 % меньше – по сравнению с дискованием.

Таблица 8 – Влияние систем основной обработки почвы на показатели структуры и биологическую урожайность гороха посевного, 2017–2019 гг.

Вариант опыта	Число			Масса 1 000 семян, г	Биологическая урожайность, т/га
	бобов, шт./раст.	зерен в 1 бобе, шт.	растений, шт./м ²		
2017 г.					
Прямой посев	6,93	5,20	106	206	7,82
Дискование	6,84	5,25	111	202	8,00
Дискование+вспашка	7,08	5,46	108	203	8,41
<i>HCP</i> ₀₅	F _ф <F _т	0,14	F _ф <F _т	F _ф <F _т	0,41
2018 г.					
Прямой посев	3,32	4,17	95	173	2,26
Дискование	3,17	4,10	88	186	2,13
Дискование+вспашка	3,08	4,00	93	188	2,16
<i>HCP</i> ₀₅	F _ф <F _т	F _ф <F _т	6	10	F _ф <F _т
2019 г.					
Прямой посев	3,41	4,21	135	180	3,49
Дискование	3,43	4,12	135	179	3,41
Дискование+вспашка	3,81	4,23	136	184	4,03
<i>HCP</i> ₀₅	0,36	0,07	F _ф <F _т	F _ф <F _т	0,45
2017–2019 гг.					
Прямой посев	4,55	4,53	112	186	4,52
Дискование	4,48	4,46	112	189	4,51
Дискование+вспашка	4,66	4,56	112	192	4,87
<i>HCP</i> ₀₅	F _ф <F _т	0,10	F _ф <F _т	F _ф <F _т	0,43

Анализ рассеивания экспериментальных данных показал, что варьирование урожайности гороха в большей мере зависело от погодных условий периода вегетации растений ($\eta^2 = 68 \%$), в меньшей степени – от системы основной обработки почвы ($\eta^2 = 13 \%$), на долю случайного варьирования приходилось 11 %.

В среднем за годы исследований наибольшая биологическая урожайность по вариантам опыта была на вспашке. При этом в годы с минимальным количеством осадков прямой посев способствовал получению более высоких урожаев по сравнению с другими вариантами.

На основании сопряженных данных за годы исследований (2017–2019 гг.) была установлена высокая прямая корреляция между урожайностью зерна гороха и количеством выпавших атмосферных осадков и ГТК в период вегетации растений культуры. Наиболее высокий коэффициент детерминации ($r^2 = 0,863–0,917$) между урожайностью и климатическими показателями установлен для осадков, выпавших в июле и ГТК за этот месяц. Наибольшее увеличение продуктивности зафиксировано для варианта с прямым посевом.

Хозяйственная урожайность гороха в условиях достаточного увлажнения (2017 г.) по вариантам достоверно не различалась. На варианте со вспашкой она увеличивалась на 4 % по сравнению с прямым посевом, и на 3 % – по сравнению с дискованием (рисунок 1).

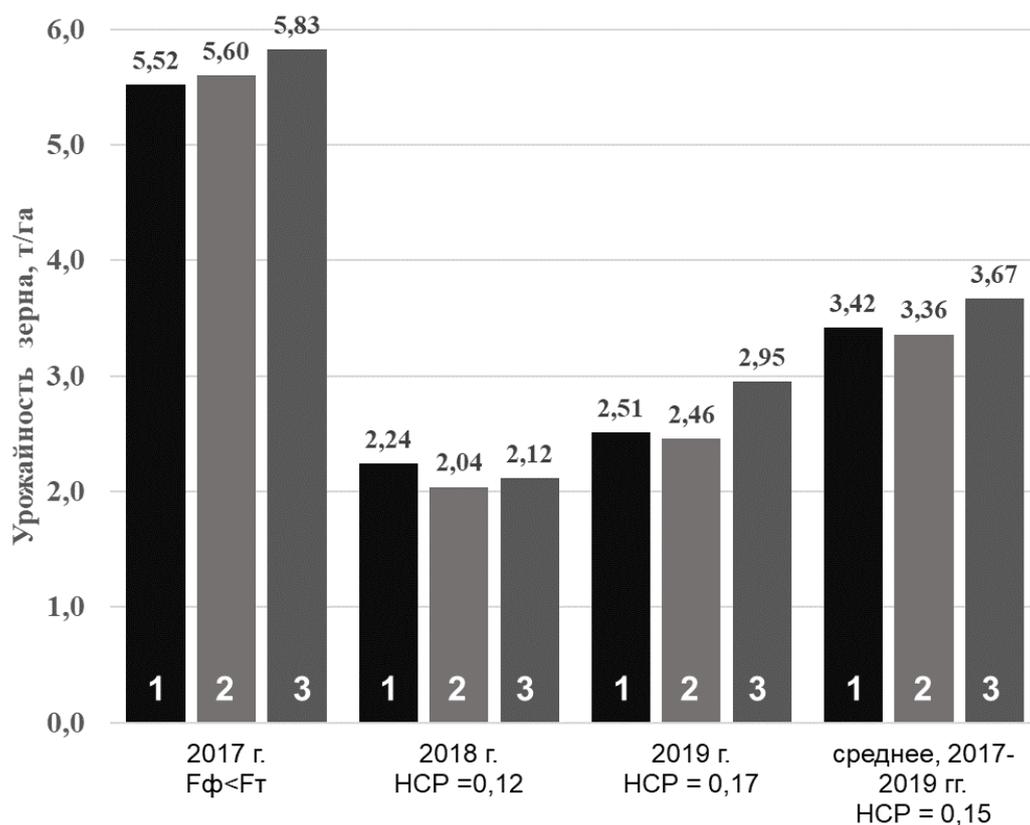


Рисунок 1 – Влияние систем основной обработки почвы на хозяйственную урожайность гороха посевного в 2017–2019 гг., т/га (1 – прямой посев, 2 – дискование, 3 – дискование +вспашка)

В острозасушливых условиях вегетации 2018 г. запасы почвенной влаги на варианте с прямым посевом способствовали незначительному увеличению урожайности (4–5 %) по сравнению с другими системами обработки почвы. В слабозасушливом 2019 г. отмечен рост урожайности гороха на варианте со вспашкой. На вариантах с дискованием и прямым посевом продуктивность была ниже на 7 и 8 % соответственно. В среднем за годы исследований урожайность по вариантам опыта достоверно не различалась.

Анализ содержания протеина, крахмала, клетчатки в зерне гороха за годы исследований выявил их зависимость как от изучаемых в опыте вариантов, так и от погодных условий (таблица 9).

Оценка качественных показателей выявила, что содержание протеина, крахмала, клетчатки в зерне гороха в большей степени зависело от погодных условий.

Достоверные различия по содержанию сырого протеина в зерне отмечены в 2017 и 2018 гг. На варианте с прямым посевом его было существенно меньше, чем на дисковании и вспашки (7–8 %_{отн.}). В среднем за 3 года более богатое протеинами зерно гороха формировалось при использовании вспашки.

По содержанию жира зерно, полученное при прямом посеве, отличалась в сторону увеличения данного показателя. Содержание липидов было здесь выше на 3 % по сравнению с дискованием, и на 5 % – по сравнению со вспашкой.

Таблица 9 – Влияние систем основной обработки почвы на показатели качества зерна гороха посевного, 2017–2019 гг.

Вариант опыта	Содержание в зерне гороха, % от с.в.			
	сырого протеина	сырого жира	сырой клетчатки	крахмала
	<i>2017 г.</i>			
Прямой посев	19,8	0,93	4,80	46,3
Дискование	19,4	0,97	4,63	46,6
Дискование+вспашка	20,3	0,97	4,53	46,0
<i>HCP</i> ₀₅	0,7	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$
	<i>2018 г.</i>			
Прямой посев	17,3	1,36	4,48	49,3
Дискование	18,6	1,20	4,70	47,8
Дискование+вспашка	18,7	1,16	4,75	47,2
<i>HCP</i> ₀₅	1,2	0,14	$F_{\phi} < F_T$	1,4
	<i>2019 г.</i>			
Прямой посев	19,5	1,14	4,75	46,8
Дискование	19,3	1,17	4,83	47,1
Дискование+вспашка	20,2	1,10	4,62	46,2
<i>HCP</i> ₀₅	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$
	<i>2017-2019 гг.</i>			
Прямой посев	18,9	1,14	4,68	47,5
Дискование	19,1	1,11	4,72	47,2
Дискование+вспашка	19,7	1,08	4,63	46,5
<i>HCP</i> ₀₅	0,9	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$	$F_{\phi} < F_T$

Достоверного влияния систем обработки почвы на содержания клетчатки и крахмала в зерне гороха не установлено.

Исследования свидетельствуют, что система основной обработки почвы при интенсивной защите растений от комплекса вредных объектов в многолетней перспективе не оказывает существенного влияния на продуктивность гороха в условиях лесостепи европейской территории России. При этом в годы с минимальным количеством осадков прямой посев способствует получению более высоких урожаев по сравнению с энергозатратными системами обработки почвы.

В шестой главе «Экологическая, биоэнергетическая и экономическая оценка эффективности возделывания гороха при разных системах основной обработки почвы» рассматривается экологическая, энергетическая и экономическая эффективность различных систем основной обработки почвы при интенсивном уровне защиты растений.

Установлено что уменьшение степени воздействия на почву при прямом посеве снижало интенсивность разложения клетчатки, выделение диоксида углерода и массу клубеньковых бактерий.

Снижение затрат на производство семян на прямом посеве способствовало росту коэффициента энергетической эффективности по сравнению с вариантами с более интенсивной обработкой почвы до 1,82.

Сравнительная оценка изучаемых элементов технологий показала, что экономическая эффективность возделывания гороха на зерно имела различия по изучаемым в опыте вариантам.

При сопоставимых показателях урожайности рентабельность производства гороха выше при прямом посеве на 10–13%, в связи с уменьшением производственных затрат на этом варианте.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований предложена экономически и хозяйственно эффективная система основной обработки чернозема оподзоленного под горох в условиях юга Нечерноземной зоны РФ.

Содержание доступной влаги в особенности в верхнем (0–10 см) пахотного горизонта на варианте без основной обработки к посеву гороха составляла 24,2 мм, по вспашке – 12,6 мм, дискованию – 15,6 мм. В нижележащих слоях дифференциация по запасам влаги в данный период была незначительной. К фазе бутонизации приоритетная роль прямого посева в накоплении влаги усиливалась: ее содержание в слое 0–30 см составляло 48,8 мм (по вспашке 37,3 мм, дискованию 38,3 мм). К уборке сложившаяся закономерность сохранялась, что говорит о приоритетной роли прямого посева по влагонакоплению при возделывании гороха.

Плотность чернозема оподзоленного при всех изучаемых системах основной обработки почвы находилась в оптимальных пределах для растений гороха. Перед посевом в слое 0–30 см на вспашке она составляла 1,18 г/см³, по дискованию – 1,20 г/см³, при прямом посева – 1,19 г/см³. К фазе бутонизации плотность в слое 0–30 см возрастала по всем изучаемым системам основной обработки почвы. На варианте с прямым посевом рост был минимальным, показатель составлял 1,22 г/см³. По вспашке и дискованию плотность возрастала до 1,28 и 1,31 г/см³ соответственно. К уборке сложившаяся закономерность сохранялась, что говорит о том, что при прямом посева плотность почвы не является ограничивающим фактором.

К посеву гороха общая пористость в слое 0–30 см по всем фонам обработки почвы в соответствии со шкалой Н.А. Качинского имела «наилучшие» значения (> 50 %). Капиллярная пористость на всех вариантах превышала оптимальное значение. Пористость аэрации на всех вариантах была в пределах допустимой нормы – от 23 до 26 %. К фазе бутонизации показатель общей пористости по всем фонам снижался до 49–52 %, что является удовлетворительным. Наибольшей капиллярная пористость была на прямом посева (26 %), некапиллярная – на вспашке (28 %). К уборке гороха сложившаяся закономерность сохранялась.

Наибольшее количество агрономически ценных агрегатов с наименьшей дифференциацией по слоям пахотного горизонта отмечалось на вариантах с прямым посевом (85 %). На дисковании и вспашке в среднем в пахотном слое доля агрономически ценных агрегатов была ниже на 7 и 9 % соответственно.

В современных условиях фитосанитарной дестабилизации агроэкосистем сформировать оптимальное фитосанитарное состояние посевов гороха только за счет систем основной агротехники невозможно при любом фоне обработки почвы: обилие сорных растений в посевах гороха по вспашке составляло 32 шт./м² (9 многолетних и 23 малолетних), по дискованию – 54 шт./м² (5 и 39 соответственно), при прямом посева – 69 шт./м² (48 и 21 соответственно), что говорит о том, что при всех системах обработки необходимы дополнительные защитные мероприятия. Распространенность ржавчины на прямом посева с

конца цветения до полной спелости составляла от 51 до 84 %, по вспашке – от 50 до 77 %, по дискованию – от 47 до 77 %; развитие – от 4 до 36 %, от 4 до 38 и от 4 до 29 % соответственно, что превышало ЭПВ. Это говорит о том, что в отношении заболеваний, передающихся аэрогенным путем, ни одна из представленных систем обработки почвы не может обеспечить оптимального фитосанитарного состояния. Численность гусениц совки-гамма по всем изучаемым фонам обработки доходила до ЭПВ, установленного на уровне 5–10 шт./м². Численность гороховой тли также превышала экономический порог вредоносности (30–50 особей на 10 взмахов сачком), что говорит о необходимости применения дополнительных приемов защиты в независимости от системы основной обработки почвы.

В условиях юга Нечерноземной зоны РФ в среднем за три года исследований урожайность гороха по фону прямого посева составляла 3,42 т/га, по дискованию – 3,36 т/га, по вспашке – 3,67 т/га, при большем влиянии на урожайность оказывали погодные условия периода вегетации культуры.

Наибольшее накопление сырого протеина отмечено на варианте со вспашкой. На прямом посеве данный показатель достоверно снижался. Содержание сырого жира в зерне гороха изменялось от 1,08 до 1,14 %, крахмала – от 46,5 до 47,5 %, клетчатки – от 4,63 до 4,72 % и достоверно не различалось в зависимости от системы основной обработки почвы. Аналогичная закономерность отмечена и в отношении содержания макроэлементов в зерне гороха: средние трехлетние данные свидетельствуют о несколько большем общем выносе N, P₂O₅ и K₂O при проведении осенней вспашки.

Экологическая оценка систем основной обработки почвы на основе биологической активности почвы выявила, что интенсивность разложения целлюлозы большей была на вспашке (10,2 %) и дисковании (9,5 %), минимальной – на прямом посеве (7,3 %). Наибольшей масса клубеньков была на вспашке (0,28 г/м²), на дисковании – 0,22 г/м², на прямом посеве – 0,20 г/м².

При сопоставимых показателях урожайности рентабельность производства гороха на прямом посеве была выше и составляла 75 %, что связано с уменьшением производственных затрат. Коэффициент биоэнергетической эффективности при данной системе обработки также был наибольшим 1,82.

Перспективными направлениями дальнейших научных исследований по тематике диссертации являются изучение комбинации рассматриваемых систем обработки почвы с другими элементами системы земледелия как-то система удобрений, система защиты растений с использованием биологических препаратов, сортовая отзывчивость гороха на системы основной обработки почвы.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях юга Нечерноземной зоны на черноземах оподзоленных в звене севооборот горох, озимая пшеница, соя, ячмень с целью энерго- и ресурсосбережения, сохранения агрофизических и биологических показателей плодородия почвы, получения урожайности 3,4 т/га, рентабельности производства 75 % целесообразно под горох использовать технологию прямого посева, при комплексном применении химических средств защиты растений.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендуемых ВАК РФ для публикации результатов диссертационных исследований

1 **Букин, О. В.** Влияние приемов основной обработки почвы на динамику запасов влаги и урожайность гороха посевного в условиях лесостепи европейской части России / О. В. Букин, Д. В. Бочкарев, А. Н. Никольский, Н. В. Смолин // Аграрная наука. – 2020. – № 6. – С. 58-61. (0,25 п.л., авт. – 0,20)

2 **Букин, О. В.** Влияние приемов основной обработки почвы на урожайность и качество гороха посевного в условиях лесостепи Европейской части России / О. В. Букин, Д. В. Бочкарев, А. Н. Никольский // Вестник Алтайского ГАУ. – 2020. – № 10(192). – С. 28-34. (0,44 п.л., авт. – 0,34)

3 **Букин, О. В.** Влияние различных приемов обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов гороха / О. В. Букин, Д. В. Бочкарев, А. Н. Никольский, В. Д. Бочкарев // Научная жизнь. – 2021. – Т. 16. – № 4(116). – С. 435-446. (0,75 п.л., авт. – 0,6)

Статьи и тезисы, опубликованные в научных изданиях, входящих в российскую реферативную базу данных и систему цитирования РИНЦ

1. **Букин, О.В.**, Влияние приемов обработки почвы на пористость пахотного слоя чернозема оподзоленного / О. В. Букин, Д.В. Бочкарев, А.Н. Никольский [и др.] // XLVIII Огарёвские чтения : материалы науч. конф. В 3-х частях. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2020. – С. 87-91(0,25 п.л., авт. – 0,20)

2. **Букин, О.В.** Влияние приемов обработки почвы на структурное состояние и водопрочность почвенных агрегатов. / О. В. Букин, Д.В. Бочкарев, А.Н. Никольский [и др.] // Ресурсосберегающие экологически безопасные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы XV Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. С.А. Лапшина. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – С. 155-160. (0,40 п.л., авт. – 0,35)

3. **Букин, О.В.** Влияние приемов основной обработки почвы на плотность почвы к посеву гороха в условиях юга лесостепи Нечерноземной зоны / О.В. Букин, Д.В. Бочкарев, А.Н. Никольский, В.Д. Бочкарев // Материалы XXIII науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов Нац. исслед. Мордов. гос. ун-та им. Н.П. Огарёва. В 3-х частях, ч. 1. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – С. 12-16. (0,25 п.л., авт. – 0,20)

4. **Букин, О.В.** Влияние приемов основной обработки почвы на накопление влаги в пахотном горизонте в условиях юга лесостепи Нечерноземной зоны / О.В. Букин, Д.В. Бочкарев, А.Н. Никольский, В.Д. Бочкарев // Материалы XXIII науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов Нац. исслед. Мордов. гос. ун-та им. Н.П. Огарёва. В 3-х частях, ч 1. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2019. – С. 7-11. (0,25 п.л., авт. – 0,20)

5. **Букин, О.В.** Влияние приемов обработки почвы и погодных условий на зараженность посевов гороха серой гнилью в условиях юга Нечерноземной зоны РФ / О. В. Букин, Р. А. Буренин, А. С. Савельев, Д. В. Бочкарев // Защита растений от вредных организмов : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию Кубанского ГАУ (Краснодар, 21–25 июня 2021 г.). – Краснодар : Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина, 2021. – С. 59-62. (0,25 п.л., авт. – 0,20)