

На правах рукописи



Шевченко Вячеслав Анатольевич

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ,
УДОБРЕНИЙ, СТЕРНИФАГА НА ПЛОДОРОДИЕ ЧЕРНОЗЕМА
ОБЫКНОВЕННОГО И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ
В ИНТЕНСИВНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ ЮГО-ВОСТОКА ЦЧР**

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

ВОРОНЕЖ

2024

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева».

Научный руководитель – **Турусов Виктор Иванович** – доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, ФГБНУ «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева», лаборатория эколога-ландшафтных севооборотов, ведущий лабораторией.

Официальные оппоненты: **Солодовников Анатолий Петрович** – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова», кафедра земледелия, мелиорации и агрохимии, профессор кафедры;

Зеленев Александр Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Немчиновка», лаборатория сортовых технологий озимых зерновых культур и систем применения удобрений, главный научный сотрудник.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр».

Защита диссертации состоится «18» сентября 2024 г. в 10:00 в ауд. 268 на заседании диссертационного совета 35.2.008.04, созданного на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» по адресу: 394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1; тел./факс: +7(473) 253-86-51; e-mail: d220.010.03@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I» и на сайте www.ds.vsau.ru, с авторефератом – на сайте ВАК Министерства образования и науки РФ www.vak.minobrnauki.gov.ru и ВГАУ www.ds.vsau.ru.

Автореферат разослан 22 июля 2024 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные и скрепленные гербовой печатью организации, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор с.-х. наук, профессор



Т.Г. Ващенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В современных условиях при интенсивном характере земледелия для сельхозтоваропроизводителей главными задачами остаются регулирование эффективного плодородия почвы, баланса органического вещества, питательного режима растений, улучшение фитосанитарных характеристик в севооборотах, создание благоприятных условий для посева, ухода за растениями и уборки урожая. Научными основами обработки служат закономерности изменения агрофизических, биологических, агрохимических свойств и в целом плодородия почв под воздействием производственной деятельности человека с учетом климатических факторов. Зная эти закономерности, можно регулировать факторы жизни растений в направлении их оптимизации и тем самым повышать урожайность сельскохозяйственных культур.

Механическая обработка почвы является не только важнейшей, но и наиболее дорогостоящей производственной операцией в земледелии, при выполнении которой энергетические и трудовые затраты соответственно составляют 40 и 25% совокупных расходов, складывающихся при реализации комплекса технологических операций возделывания агрокультур. Поиск путей сокращения затрат на проведение основной обработки почвы, расширенное изучение ее влияния на показатели плодородия, продукционного потенциала культур севооборотов всегда были актуальными и отвечают современным запросам практиков.

Степень разработанности проблемы. Механическая обработка влияет на показатели плодородия почвы, засоренность посевов, урожай и качество продукции сельскохозяйственных культур, поэтому системам обработки почвы, особенно замене отвальной обработки на безотвальную, поверхностную и нулевую, уделяли и продолжают уделять внимание многие ученые, в частности: А.Ф. Витер, В.М. Гармашов, В.А. Гулидова, А.В. Дедов, Б.А. Доспехов, О.К. Боронтов, А.В. Зеленев, Н.И. Картамышев, В.И. Кирюшин, О.Г. Котлярова, Н.В. Перфильев, М.И. Сидоров, А.П. Солодовников, В.И. Турусов, Г.Ю. Федоров, В.С. Цховребов, Г.Н. Черкасов, Н.К. Шикула и др.

Несмотря на большое количество опубликованных результатов исследований, в настоящее время отсутствует единое мнение о необходимости и периодичности рыхления и оборачивания пахотного слоя при подготовке почвы под различные культуры. В связи с этим исследование динамики изменения показателей плодородия почвы под яровым ячменем в условиях длительного стационарного опыта, с учетом применения разных способов (приемов) минимизации обработки почвы, остаются востребованными как в научном, так и в прикладном аспектах.

Цель исследования – оценить эффективность способов основной обработки, внесения минеральных удобрений и препарата Стернифаг на плодородие почвы, урожай и качество зерна ярового ячменя в условиях интенсивного земледелия юго-восточной части ЦЧР.

В ходе исследования решались следующие задачи:

- изучить влияние основной обработки на плотность, твердость почвы, запасы доступной влаги, структурно-агрегатный состав почвы при замене отвальной обработки на безотвальную, поверхностную и нулевую;

- сравнить засоренность посевов, видовой состав, биологические группы, массу сорных растений по способам основной обработки;

- определить, как влияют разные способы обработки почвы на содержание и динамику элементов минерального питания и биологическую активность почвы, урожайность и качество зерна ярового ячменя;

- установить взаимосвязь способов основной обработки почвы с урожаем зерна ярового ячменя и его качеством;

- дать экономическую и энергетическую оценку применения минеральных удобрений и препарата Стернифаг при разных способах основной обработки почвы под яровой ячмень.

Научная новизна диссертационного исследования. При проведении многофакторного производственного опыта по выращиванию ярового ячменя на черноземе обыкновенном выявлено, что при замене отвальной обработки (вспашки) на глубину 20–22 см на безотвальную обработку на глубину 20–22 см, поверхностную обработку на глубину 8–10 см, нулевую обработку (прямой посев) показатели плотности почвы на протяжении всего периода вегетации культуры находились в пределах оптимальных значений – 0,95–1,16 г/см³.

Отмечено достоверное повышение твердости почвы в слое 0–20 см на вариантах поверхностной (на 26,4%) и нулевой обработок (на 37,1%), а также тенденция ее увеличения на варианте безотвальной обработки.

Установлено, что изучаемые способы обработки почвы не являются определяющим фактором влагонакопления в метровом слое почвы. В начальный период развития ярового ячменя на варианте применения отвальной обработки (вспашка – контроль) содержание доступной влаги составило 141,5 мм, на вариантах безотвальной, поверхностной и нулевой обработок отклонение от контроля составило соответственно 6,8, 5,8 и 9,2 мм.

Обосновано, что однократное применение безотвальной, поверхностной и нулевой обработок вместо отвальной не изменяет структурно-агрегатное состояние почвы: коэффициент структурности находился в диапазоне 2,0–2,5. Содержание агрономически ценных агрегатов находилось в пределах 69,0–71,3%. Выявлено, что на варианте применения отвальной обработки показатель биологической активности почвы самый высокий: в слое 0–40 см он составлял 16,8%. Максимальная целлюлозолитическая активность отмечалась при нулевой обработке: в слое 0–20 см она составляла 17,1%.

Подтверждено, что для накопления подвижных фосфатов в почве во все фазы роста и развития ячменя более благоприятные условия складывались при нулевой обработке: на фоне внесения азотных удобрений этот показатель варьировал в слое 0–20 см от 148 до 152 мг/кг и в слое 20–40 см – от 128 до 130 мг/кг.

Полученные данные свидетельствуют о целесообразности замены отвальной обработки почвы, проводимой каждый год, на дифференцированную систему в севообороте с использованием менее энергоемких, более экономичных обработок под яровые зерновые культуры – безотвальной, поверхностной и нулевой.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что полученные результаты позволяют рекомендовать использование способов минимизации почвенной обработки как равноценных по отношению к отвальной обработке (вспашке) при выращивании ярового ячменя, с учетом высокой культуры земледелия на юго-востоке Центрально-Черноземного региона.

На варианте прямого посева в начале вегетации отмечены более дружные всходы растений ячменя по сравнению с контрольным вариантом – отвальной обработкой (вспашкой). За годы исследований разница в густоте всходов между данными вариантами составила 18%, или 35 шт./м².

Установлено, что совместное внесение минеральных удобрений и препарата Стернифаг достоверно снижало урожай зерна ячменя на всех вариантах основной обработки почвы на 0,9–1,6 ц/га по сравнению с удобрённым контролем.

Доказано, что при нулевой обработке зерно ячменя имеет более высокую массу (640,7 г/л) по сравнению с контролем (618,8 г/л), безотвальной (623,7 г/л) и поверхностной обработками (627,7 г/л).

Экономическая оценка технологии выращивания ярового ячменя показала, что минимальная себестоимость продукции при нулевой обработке составляла 3,44 и 3,03 тыс./т соответственно в засушливые и недостаточно увлажненные годы. Уровень рентабельности возделывания ярового ячменя в разные по увлажненности годы был максимальным также при нулевой обработке: 132 и 164% соответственно в засушливые и недостаточно увлажненные годы.

Установлено, что при возделывании ярового ячменя при нулевой обработке в засушливые годы коэффициент энергетической эффективности был средним – 3,81, на вариантах применения отвальной, безотвальной и поверхностной обработок – низким и составлял соответственно 2,17, 2,45 и 2,81. В недостаточно увлажненные годы этот показатель также был средним при нулевой обработке – 4,01 и низким – на вариантах применения отвальной, безотвальной и поверхностной обработок – соответственно 2,25, 2,40 и 2,97.

Рекомендуемые способы минимизации основной обработки почвы под культуры севооборота внедрены в сельскохозяйственных организациях Воронежской и Белгородской областей. В результате отмечена экономия денежных средств в связи с сокращением суммарных затрат на проведение комплекса работ при возделывании ярового ячменя и повышение экономической эффективности.

Основные положения и результаты диссертационного исследования могут быть использованы в учебном процессе в рамках программ подготовки

обучающихся по агрономическим специальностям (дисциплины «Агрочвоведение», «Общее земледелие», «Системы земледелия» и др.).

Методология и методы исследования. Теория и методология, планирование и проведение диссертационного исследования базировались на анализе публикаций российских и иностранных ученых, изучавших наиболее распространенные способы основной обработки почвы и предлагавших совершенствование элементов технологий при возделывании ярового ячменя, в том числе за счет применения минеральных удобрений и биопрепаратов для ускорения разложения растительных остатков.

В ходе исследований применялся системный подход. При постановке и осуществлении полевого эксперимента использовались современные методы проведения полевых, лабораторных, лабораторно-полевых исследований и математической статистики (корреляционный и дисперсионный анализ данных).

Положения, выносимые на защиту:

- при замене отвальной обработки на безотвальную, поверхностную и нулевую обработки в хозяйстве с высокой культурой земледелия (в частности, на юге Воронежской области) не ухудшаются такие показатели, как плотность (находится в интервале 0,94–1,12 г/см³), запасы доступной влаги (отклонение от значения контрольного варианта, равного 141,5 мм, составило соответственно 6,8, 5,8 и 9,2 мм при безотвальной, поверхностной и нулевой обработках) а также структурно-агрегатный состав (коэффициент структурности варьировал в интервале от 2,0 до 2,5);

- однократная замена отвальной обработки (вспашки) на безотвальную, поверхностную и нулевую обработки под ячмень в условиях юга Воронежской области не приводит к существенному снижению биологической активности почвы (16,8% при отвальной обработке на глубину в слое 0–40 см, 17,1% при нулевой обработке в слое 0–20 см) и содержанию элементов минерального питания;

- элементы технологии возделывания ярового ячменя при замене отвальной обработки на нулевую в хозяйстве с оптимальным материально-техническим оснащением, высокой культурой земледелия не приводят к существенному повышению засоренности посевов (доля сорняков – 1,5% по вспашке и от 1,7 до 2,9% на фоне приемов минимизации), снижению урожая (45,8 ц/га при отвальной обработке и 45,2 ц/га при нулевой), качества зерна (натура при вспашке – 623,7 г/л, при поверхностной обработке – 627,7 г/л, при нулевой – 640 г/л);

- применение технологии возделывания ярового ячменя без обработки почвы в хозяйстве на черноземе обыкновенном в зоне неустойчивого увлажнения (в частности, на юго-востоке Воронежской области) позволяет обеспечивать высокую экономическую (максимальный уровень рентабельности в засушливые и недостаточно увлажненные годы – соответственно 132 и 164%) и энергетическую эффективность (самые высокие коэффициенты энергетической эффективности при нулевой обработке – соответственно 3,81 и 4,01 в засушливые и недостаточно увлажненные годы).

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждена неукоснительным соблюдением соискателем методических требований к постановке полевых опытов, выполненным анализом большого количества фактического научного материала о динамике показателей плодородия почв, фактическими данными, полученными в ходе проведения многофакторного полевого опыта за длительный период с 2011 по 2022 г., а также использованием методов статистической обработки результатов исследования (дисперсионный анализ по Б.А. Доспехову).

Основные результаты диссертационного исследования были доложены на конференциях различного уровня: международных (Тамбов, 2014; Белгород, 2016; Москва, 2023), всероссийских (Каменная Степь, 2015).

Производственная проверка проводилась в коллективном хозяйстве «Большевик» Калачеевского района Воронежской области на площади 235 га, в СХА «Рассвет» Павловского района Воронежской области на площади 143 га, в СПК «Советская Родина» Ровеньского района Белгородской области на площади 211 га, в ЗАО «Агрофирма Павловская нива» Павловского района Воронежской области на площади 314 га.

Проведение проверок в производственных условиях дало возможность сделать вывод о том, что применение способов минимизации основной обработки почвы способствует снижению себестоимости продукции и росту рентабельности сельскохозяйственного производства.

Публикация результатов исследования. Основные результаты диссертационного исследования нашли отражение в 11 печатных работах, в том числе 7 работ опубликованы в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах исследования, включая обоснование выбора темы, формулирование цели и задач исследования, разработку содержания глав и разделов, изучение и анализ специальной отечественной и зарубежной литературы по теме исследования и смежным темам.

Соискателем самостоятельно разработаны схемы проведения многофакторных полевых опытов, выполнен анализ полученных данных, сформулированы основные выводы и предложения производству, подготовлены к опубликованию 11 научных статей по теме исследования, оформлена диссертационная работа.

Структура и объем диссертации. Структура диссертационной работы вытекает из логики проведенного исследования и состоит из введения, 7 глав, заключения, списка литературы и приложений. Основные результаты изложены на 169 страницах компьютерного текста, содержащего 22 таблицы, 3 рисунка, 23 приложения, список литературы (использованных источников информации), включающий 189 наименований, в том числе 30 из иностранных изданий.

ОБЪЕКТЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе организации полевого опыта в 2011–2022 гг. в производственных условиях ЗАО «Агрофирма Павловская нива» – сельскохозяйственного предприятия с достаточно высоким материальным и техническим оснащением, был проведен цикл экспериментов, позволивших определить влияние разных способов основной обработки почвы с акцентом на их минимизацию.

На основании данных расчета значений ГТК установлено, что в соответствии с гидротермическими условиями наблюдаемые вегетационные периоды 2011–2015 гг., 2017–2018 гг. и 2020 г. оценивались как засушливые, а 2016 г., 2019 г. и 2021–2022 гг. – как недостаточно увлажненные. Все это оказывало влияние на показатели плодородия почвы и урожайность ярового ячменя.

Объектом исследования является чернозем обыкновенный среднегумусный среднемощный, тяжелосуглинистый. Агрохимическая характеристика слоя почвы 0–30 см: содержание гумуса (по Тюрину) – 6,0%, подвижного фосфора (по Чирикову) – 81 мг/кг почвы, обменного калия (по Чирикову) – 169 мг/кг почвы; pH_{KCl} – 6,6; гидролитическая кислотность – 1 мг-экв/100 г почвы; сумма обменных оснований: Ca – 28,8 мг-экв/100 г почвы, Mg – 2,8 мг-экв/100 г почвы.

Схема севооборота: $\frac{1}{2}$ горох, $\frac{1}{2}$ соя – озимая пшеница – $\frac{1}{2}$ кукуруза на зерно, $\frac{1}{2}$ подсолнечник – ячмень. Предшественник ярового ячменя – кукуруза на зерно. Схема опыта предусматривала сравнительное изучение различных способов основной обработки почвы, применяемых при выращивании ярового ячменя.

Фактор А (способы основной обработки почвы под ячмень)

1. Отвальная обработка – вспашка на глубину 20–22 см – контроль.
2. Безотвальная обработка на глубину 20–22 см.
3. Поверхностная обработка (дисковое лущение) на глубину 8–10 см.
4. Нулевая обработка (прямой посев).

Фактор Б (удобрения)

1. Без удобрений (контроль) – 0.
2. 10 кг д.в. NH_3 на тонну соломы – N.
3. 10 кг д.в. NH_3 на тонну соломы + 80 г/га препарата Стернифаг – N + С.

Фактор С (слои почвы)

Опыт закладывался в трехкратной повторности, размещение повторений и делянок – систематическое. Размер делянки по фактору А (обработка почвы) – 84 × 120 м, делянки делятся на четыре части. Размер делянок второго порядка (по фактору В) – 21 × 120 м. Размер учетной делянки – 6 × 100 м.

Технология возделывания ячменя, за исключением изучаемых факторов, была общепринятой для хозяйств Центрально-Черноземного региона. В опыте высевали ячмень сорта Вакула.

В соответствии с поставленными задачами исследование проводили по общепринятым методикам.

Внесение минеральных удобрений и минеральных удобрений совместно с препаратом Стернифаг не способствовало снижению твердости почвы: в одних случаях она находилась на одном уровне с вариантами без внесения препаратов, в других – выше или ниже.

Содержание в почве доступной влаги. Во все годы исследований запасы доступной влаги в слое почвы 0–20 см перед посевом ячменя были удовлетворительными на фоне отвальной вспашки и плохими – на фоне поверхностной, безотвальной и нулевой обработок (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание доступной влаги по фазам вегетации ячменя в зависимости от способа основной обработки почвы, удобрений и Стернифага (2011–2022 гг.), мм

Способ обработки (фактор А)	Удобрения (фактор С)	Слой почвы, см (фактор В)	Содержание влаги по фазам вегетации, мм		
			всходы	колошение	уборка
Отвальная обработка (вспашка) на глубину 20–22 см – контроль	0	0–20	20,9	10,7	12,5
		0–50	54,3	29,6	31,3
		0–100	120,8	107,5	61,6
	N	0–20	18,8	10,9	14,2
		0–50	50,1	30,5	33,8
		0–100	117,6	100,6	62,5
	N + C	0–20	18,8	19,4	21,5
		0–50	51,4	53,5	52,8
		0–100	119,0	113,1	103,7
Безотвальная обработка на глубину 20–22 см	0	0–20	18,6	11,6	15,8
		0–50	53,9	34,3	38,7
		0–100	115,5	90,9	89,4
	N	0–20	18,7	11,9	15,0
		0–50	53,1	31,8	35,9
		0–100	121,6	84,9	83,3
	N + C	0–20	18,3	21,0	22,6
		0–50	51,8	52,2	46,0
		0–100	122,3	107,8	93,6
Поверхностная обработка на глубину 8–10 см	0	0–20	18,7	9,9	13,7
		0–50	53,1	31,3	32,5
		0–100	121,4	81,3	65,1
	N	0–20	17,7	11,4	12,9
		0–50	50,8	30,7	31,6
		0–100	120,6	82,1	63,6
	N + C	0–20	18,1	21,8	20,7
		0–50	51,3	51,4	40,5
		0–100	119,3	103,5	105,9
Нулевая обработка (прямой посев)	0	0–20	16,2	10,1	14,5
		0–50	49,4	31,6	30,3
		0–100	119,2	82,7	65,0
	N	0–20	18,3	11,1	15,7
		0–50	53,0	32,0	33,4
		0–100	119,6	83,9	65,9
	N + C	0–20	17,8	24,1	25,6
		0–50	52,5	54,7	49,1
		0–100	120,4	105	100,3
HCP _{05общ} = 3,1		HCP ₀₅ A = 1,7; HCP ₀₅ B = 2,5; HCP ₀₅ AB = 2,5			

Не установлено достоверной закономерности влияния способа основной обработки почвы на содержание доступной влаги в условиях года в слое почвы 0–50 см.

В метровом слое почвы в начальный период развития культуры существенных различий не установлено, отклонение от контроля (120,8 мм) составило на варианте безотвальной обработки 2,3 мм, поверхностной – 2,2 мм и нулевой – 4,7 мм.

В среднем за 2011–2022 гг. в фазе колошения ярового ячменя запасы доступной влаги в метровом слое почвы были на уровне 107,5 мм на контроле, при замене отвальной обработки на безотвальную – сократились на 16,6 мм (15,4%), при замене на поверхностную обработку – на 26,2 мм (24,4%), а при нулевой обработке – на 24,8 мм (23,1%).

К концу вегетации ярового ячменя (созревание) в условиях недостаточного увлажнения в пахотном (0–20 см) и метровом слоях почвы на всех вариантах основной обработки запасы доступной влаги оценивались как неудовлетворительные.

Таким образом, способы основной обработки почвы с применением минеральных удобрений, минеральных удобрений совместно с препаратом Стернифаг не оказывали существенного влияния на накопление и сохранение доступной влаги в период вегетации ярового ячменя.

Структурно-агрегатный состав почвы. Однократное использование безотвальной, поверхностной и нулевой обработок вместо отвальной обработки (вспашки) не приводит к существенному изменению структурно-агрегатного состояния почвы. Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0–40 см находилось в пределах 69,0–71,3% в зависимости от способа основной обработки почвы. Коэффициент структурности варьировал от 2,0 до 2,5, что является основанием рекомендовать использование этих способов для подготовки почвы под яровой ячмень в севооборотах хозяйств с высокой культурой земледелия.

Содержание в почве нитратного азота, подвижного фосфора и обменного калия. Наличие и содержание нитратного азота в почве по вариантам в посевах ячменя варьировали в зависимости от слоя, периода вегетации, способов основной обработки, а также использованных удобрений. Исследования показали, что для накопления нитратного азота лучшие условия создавались при проведении отвальной обработки на глубину 20–22 см. На вариантах безотвальной, поверхностной и нулевой обработок отмечено ухудшение обеспеченности чернозема обыкновенного нитратными формами азота. На варианте контроля (вспашка без внесения удобрений) в период кущения ячменя в слое 0–20 см этот показатель соответствовал средней степени обеспеченности (16,8 мг/кг абс. сух. почвы), а в слое 20–40 см – низкой (10,2 мг/кг).

Внесение азотных удобрений в начале вегетации культуры существенно повышало содержание нитратного азота в слое 0–20 см до максимальной в опыте величины (на 39% – до уровня средней обеспеченности) и снижало на 28% в нижнем слое. Внесение на этом фоне препарата Стернифаг достоверно

уменьшало содержание нитратного азота по сравнению с верхним слоем контрольного варианта соответственно на 17 и 50% по слоям почвы.

На варианте применения безотвальной обработки почвы отмечено снижение содержания нитратного азота по слоям на 22 и 24% в сравнении с вариантом отвальной обработки, при этом внесение азотных удобрений оказывало разнонаправленное действие: повышало этот показатель на 4% в слое 0–20 см и снижало на 15% в слое 20–40 см. На варианте совместного применения удобрений и препарата Стернифаг наблюдалось заметное снижение содержания нитратного азота по сравнению с контролем (отвальной обработкой) – соответственно на 23 и 51%.

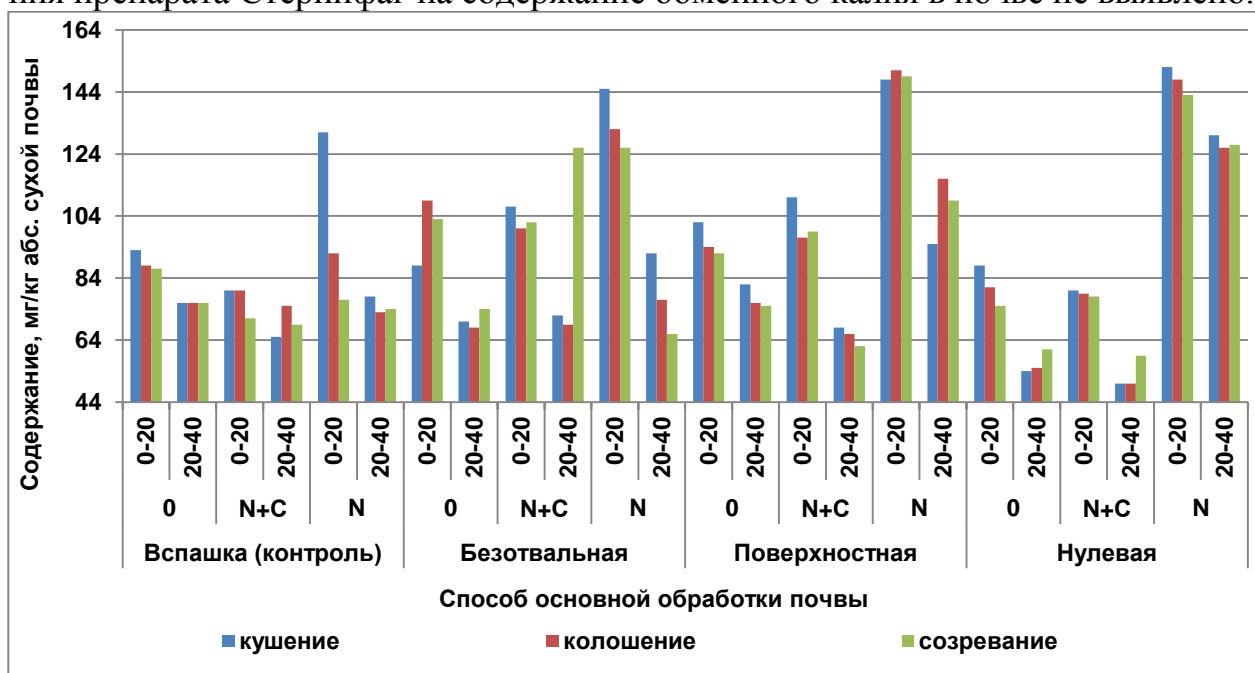
На вариантах поверхностной и нулевой обработок также отмечено снижение содержания нитратного азота – соответственно на 39 и 31% в слое почвы 0–20 см и на 41 и 51% – в слое 20–40 см. Совместное применение удобрений и препарата Стернифаг дало возможность снизить содержание нитратного азота в почвенном слое 0–20 см на всех вариантах основной обработки почвы. В фазе колошения ячменя наибольшее количество нитратного азота было отмечено на варианте отвальной обработки – соответственно 13,5 и 6,2 мг/кг абс. сухой почвы в слоях 0–20 и 20–40 см. При безотвальной, поверхностной и нулевой обработках количество нитратного азота уменьшалось в слое 0–20 см на 11–36%, а в слое 20–40 см – на 4–13%

В конце вегетации, в период созревания ячменя, наибольшее в опыте количество нитратного азота наблюдали на контрольном варианте в верхнем (0–20 см) слое почвы – 13,1 мг/кг почвы, в нижнем (20–40 см) слое этот показатель был на 24% меньше – 10,0 мг/кг почвы. Снижение количества азота к уборке культуры на всех вариантах до 5–8 мг/кг было результатом выноса этого элемента отрастающим подгоном ячменя. В динамике по срокам определения к уборке содержание нитратного азота достоверно снижалось из-за его потребления растениями ячменя на формирование урожая. Отвальный способ обработки почвы следует оценивать как наиболее значимый по сравнению с другими с точки зрения повышения образования нитратного азота. Установленные различия между способами обработки почвы во все годы проведения исследования достоверны.

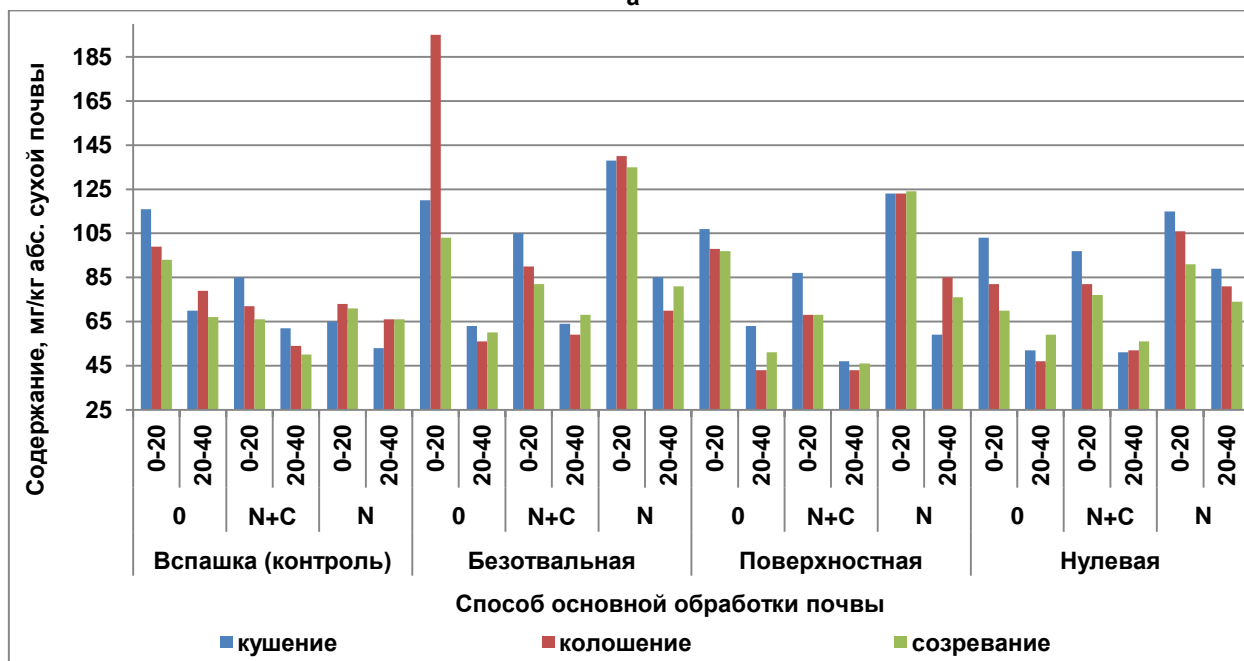
В полевом опыте режим подвижных фосфатов различался по вариантам применения удобрений, фазам развития ячменя и способам основной обработки почвы. Более благоприятные условия для накопления подвижного фосфора в почве во все фазы роста и развития ярового ячменя складывались при нулевой обработке на фоне внесения азотных удобрений: на этом варианте их содержание варьировало в слое 0–20 см от 148 до 152 мг/кг и в слое 20–40 см – от 128 до 130 мг/кг. Минимальное содержание подвижного фосфора отмечали в фазе колошения за счет интенсивного потребления культурой элементов питания (рис. 2).

Анализ динамики содержания подвижного калия при применении различных способов основной обработки черноземов обыкновенных показывает, что снижение его количества на протяжении вегетационного периода связано, с

одной стороны, с его потреблением растениями, а с другой – с ухудшением влагообеспеченности почвы и замедлением микробиологических процессов. Самые высокие значения содержания обменного калия в почве во все фазы роста и развития ячменя были отмечены на контроле и при безотвальной обработке на фоне внесения минеральных азотных удобрений: этот показатель варьировал от 135 до 138 мг/кг в слое 0–20 см и от 81 до 85 мг/кг в слое 20–40 см (рис. 2). Минимальное содержание обменного калия отмечали в период созревания за счет интенсивного потребления культурой элементов питания. Заметного влияния препарата Стернифаг на содержание обменного калия в почве не выявлено.



а



б

Рисунок 2 – Влияние удобрений и способов основной обработки на содержание подвижного фосфора (а) и обменного калия (б) в почве по фазам вегетации, мг/кг абсолютно сухой почвы (2011–2014 гг.)

Засоренность посевов ячменя. Анализ динамики численности малолетних сорняков по вариантам опыта показал, что меньшее их количество проросло на варианте отвальной обработки почвы. При этом ежегодный учет сорняков в фазе кущения ячменя показал, что их количество на данном варианте опыта превышало экономический порог вредоносности, равный 16–20 шт./м². Дополнительное внесение на фоне отвальной обработки (вспашки) минеральных удобрений повышало количество сорных растений на 15%, а совместное внесение минеральных удобрений и препарата Стернифаг повышало их количество по сравнению с контролем на 8% и снижало по сравнению с удобренным фоном – на 6,4%. При замене отвальной обработки на безотвальную отмечали увеличение количества сорняков на 32,9%. Дополнительное внесение минеральных удобрений на этом варианте приводило к повышению количества сорняков на 49% по сравнению с контролем, совместное внесение минеральных удобрений и Стернифага – на 44%, а по сравнению с удобренным фоном было практически на том же уровне. При замене отвальной обработки на поверхностную отмечали увеличение количества сорняков на 36,2%. Дополнительное внесение на этом варианте минеральных удобрений повышало их количество на 31% по сравнению с контролем, совместное внесение минеральных удобрений и Стернифага – на 27,5%, а по сравнению с удобренным фоном было практически на том же уровне. При замене отвальной обработки на нулевую отмечали увеличение количества сорняков на 51,6%. Дополнительное внесение на этом варианте минеральных удобрений повышало их количество на 6% по сравнению с контролем, совместное внесение минеральных удобрений и Стернифага – на 9,2%, а по сравнению с удобренным фоном – на 3,1%.

Отвальная обработка почвы (вспашка на глубину 20–22 см) позволяла лучше бороться с сорными растениями в посевах ячменя. Ее замена на безотвальную, поверхностную и нулевую обработки способствовала увеличению численности сорных растений, в том числе корнеотпрысковых, в 1,38–2,24 раза.

Таким образом, снижение интенсивности почвообработки закономерно повышает степень засоренности посевов. Однако применение современных высокоизбирательных гербицидов позволяет устранять данное негативное проявление минимизации обработок. На основе полученных данных установлено, что на момент уборки культуры доля сорняков в общей биомассе агрофитоценоза ячменя находилась в пределах от 1,5% при отвальной обработке до 2,9% при нулевой.

Урожайность. В засушливые годы урожай зерна ячменя на контроле (вспашка) в среднем составлял 39,1 ц/га. Достоверное снижение этого показателя на 0,5 ц/га было отмечено при нулевой обработке, а также на вариантах применения безотвальной и поверхностной обработок – соответственно на 2,2 и 1,1 ц/га (табл. 2).

Внесение минеральных удобрений в засушливые годы способствовало повышению на 1,4 ц/га урожая зерна ячменя на контроле, на 0,2 ц/га – при поверхностной обработке, на 0,6 ц/га – при нулевой и снижению на 1,0 ц/га – при безотвальной обработке. При совместном внесении минеральных удобре-

ний и Стернифага отмечено снижение урожайности ячменя при всех способах основной обработки почвы на 2,5–3,0 ц/га по сравнению с контролем.

В годы с недостаточной увлажненностью урожай ячменя на варианте отвальной обработки (вспашка) составил 45,8 ц/га. На других вариантах почвообработки отмечено снижение урожайности: при безотвальной, поверхностной и нулевой обработках – соответственно на 7,4, 2,3 и 0,6 ц/га.

Внесение минеральных удобрений в недостаточно увлажненные годы повышало урожай зерна ячменя как на контроле, так и при нулевой обработке – соответственно на 2,2 и 0,4 ц/га и снижало при безотвальной и поверхностной обработках – соответственно на 5,4 и 3,5 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность ячменя в зависимости от гидротермических условий года, способов основной обработки почвы, удобрений и Стернифага, ц/га

Годы (фактор В)	Способ основной обработки (фактор А)											
	Отвальная обработка (вспашка) на глубину 20–22 см – контроль			Безотвальная обработка на глубину 20–22 см			Поверхностная обработка на глубину 8–10 см			Нулевая обработка (прямой посев)		
	Удобрения (фактор С)											
	0	N	N + C	0	N	N + C	0	N	N + C	0	N	N + C
Засушливые годы (ГТК < 1,0)												
2011	46,1	48,0	45,7	44,2	45,4	42,2	41,6	42,2	41,0	43,5	44,7	41,7
2012	21,9	24,0	20,5	22,4	22,5	23,9	23,0	23,9	23,5	22,8	22,1	23,5
2013	36,6	36,9	37,0	38,0	37,9	39,1	39,1	38,9	39,1	40,4	41,1	40,8
2014	42,5	42,5	43,0	39,5	41,8	42,0	43,5	42,5	41,5	36,9	39,4	38,5
2015	33,3	35,1	–	31,6	33,1	–	31,5	32,5	–	35,4	36,9	–
2017	50,1	51,8	–	42,8	44,1	–	47,3	48,9	–	48,9	49,9	–
2018	36,5	38,4	–	35,4	37,0	–	37,1	39,2	–	35,9	37,1	–
2020	45,6	47,2	–	42,0	43,1	–	44,4	46,5	–	45,2	46,5	–
Среднее	39,1	40,5	36,6	36,9	38,1	36,8	38,0	39,3	36,3	38,6	39,7	36,1
Недостаточно увлажненные годы (ГТК =1,0–1,3)												
2016	37,7	38,9	–	35,5	37,5	35,7	36,8	–	–	38,6	39,5	–
2019	40,6	43,7	–	34,1	36,2	38,1	29,9	–	–	40,0	41,6	–
2021	48,1	49,7	–	41,2	43,3	45,8	47,3	–	–	46,7	47,8	–
2022	56,7	57,9	–	42,9	44,5	54,3	55,2	–	–	55,6	55,9	–
Среднее	45,8	47,6	–	38,4	40,4	43,5	42,3	–	–	45,2	46,2	–
НСР ₀₅ = 1,9 ц/га			НСР ₀₅ А = 0,47 – значим, НСР ₀₅ В = 0,34 – значим, НСР ₀₅ С = 0,67 – значим, НСР ₀₅ АВ = 0,67 – незначим, НСР ₀₅ АС = 1,34 – значим, НСР ₀₅ ВС = 0,65 – незначим									

Качество продукции. Существенное снижение содержания азота в зерне ячменя по сравнению с контролем отмечено по всем вариантам – от 0,13 до 0,16%. Способы обработки почвы и средства утилизации соломы в меньшей степени влияли на содержание фосфора в зерне ячменя. Разница между вариантами с различными обработками и внесением Стернифага и без него не превышала 0,01%, что находилось в пределах ошибки опыта. Разница по содержанию калия была также незначительной (0,1–0,2%), хотя на отдельных вариантах была достоверной.

Натура зерна ярового ячменя по сравнению с контролем (618,8 г/л) была существенно выше при нулевой обработке – на 21,0 г/л, или на 3,4%.

Содержание белка в зерне ярового ячменя снижалось при поверхностной и нулевой обработках соответственно на 0,3–0,4% по сравнению с контролем (11,1%). После внесения Стернифага на этих вариантах наблюдалось увеличение содержания белка на 0,9–1,3% (на контроле – отвальная обработка с применением Стернифага – 11,7%). Содержание белка в зерне в среднем по годам было меньше 12%, что соответствовало требованиям ГОСТ 5060-2021, предъявляемым к зерну ячменя, используемого для солодоращения.

Экономическая оценка. При безотвальной, поверхностной и нулевой обработках прямые затраты снижались, уменьшая себестоимость продукции и увеличивая показатели рентабельности производства зерна ячменя.

В засушливые годы при безотвальной, поверхностной и нулевой обработках затраты были ниже – соответственно на 0,6, 1,0 и 1,2 тыс. руб./га (контроль – 14,5 тыс. руб./га) и на 2,8, 3,1 и 2,4 тыс. руб./га – в недостаточно увлажненные годы (контроль – 16,1 тыс. руб. га).

Уровень рентабельности способов основной обработки по сравнению с контрольным вариантом (вспашкой) был более высоким как в засушливые годы – на 2–16%, так и в недостаточно увлажненные – на 9–37%.

Энергетическая оценка. На варианте отвальной обработки (вспашка – контроль) затраты техногенной энергии в засушливые годы при ГТК < 1,0 составляли 4,8 ГДж/га, а в более влажные – 5,4 ГДж/га, что связано с увеличением урожая зерна ячменя на 0,67 т/га (17%). При замене отвальной обработки на безотвальную отмечено снижение затрат техногенной энергии на 1,2 и 1,5 ГДж/га соответственно в засушливые и недостаточно увлажненные годы. При нулевой обработке снижение затрат энергии было более существенным – на 2,1 и 2,4 ГДж/га соответственно в засушливые и недостаточно увлажненные годы. При дополнительном совместном внесении минеральных удобрений и препарата Стернифаг отмечено увеличение затрат на 0,1 ГДж/га.

При возделывании ячменя на варианте отвальной обработки (контроль) коэффициент энергетической эффективности составлял 2,17 в засушливые годы и 2,25 в недостаточно увлажненные. Несмотря на снижение урожайности ярового ячменя при применении поверхностной обработки на 0,11 т/га в засушливые годы и на 0,33 т/га в недостаточно увлажненные, не отмечено снижения коэффициента энергетической эффективности. По сравнению с контролем этот показатель увеличился соответственно на 0,54 и 0,62 за счет сокращения энергозатрат. Аналогичная динамика была отмечена и при нулевой обработке: в этом случае коэффициент энергетической эффективности по сравнению с контролем повысился на 1,64 в засушливые годы и на 1,76 – в недостаточно увлажненные.

Затраты на возделывание ячменя в недостаточно влажные годы определяли низкий коэффициент энергетической эффективности при отвальной, поверхностной и безотвальной обработках – соответственно 2,25, 2,40 и 2,97 и средний при нулевой – 4,01.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При отвальной обработке (вспашке) на глубину 20–22 см за счет лучшего крошения и более равномерного распределения массы растительных остатков в пахотном слое значения плотности сложения чернозема обыкновенного на протяжении всего периода вегетации ярового ячменя были минимальными (0,94–1,12 г/см³) и находились в пределах оптимальных параметров для произрастания ячменя. При использовании способов, направленных на минимизацию основной обработки почвы, – безотвальной обработки на глубину 20–22 см, поверхностной обработки на глубину 8–10 см, нулевой обработки – во все сроки определения отмечалась тенденция увеличения плотности в нижних слоях почвы (20–30 и 30–40 см) без превышения оптимальных значений.

Разница в сезонных изменениях показателя плотности почвы – чернозема обыкновенного в течение всего периода вегетации ярового ячменя составила 0,95–1,16 г/см³ и не зависела от способа обработки. Применение препарата Стернифаг для ускорения разложения соломы в условиях недостаточного увлажнения юго-восточной части ЦЧР значительного влияния на плотность почвы не оказывало. Сделан вывод о том, что используемые способы обработки почвы не оказывают существенного влияния на параметры плотности.

2. На протяжении всего исследования отмечено достоверное повышение твердости почвы в слое 0–25 см при поверхностной (на 26,4%) и нулевой обработках (на 37,1%), а также тенденция увеличения при безотвальной обработке по сравнению с отвальной обработкой (вспашкой).

Внесение минеральных удобрений и минеральных удобрений совместно с препаратом Стернифаг не способствовало снижению твердости почвы: в одних случаях она находилась на одном уровне с вариантами без внесения удобрений, в других – выше или ниже.

3. Запасы доступной влаги перед посевом ячменя в слое почвы 0–20 см во все годы исследования были удовлетворительными (варьировали от 20,1 до 26,0 мм). На основании этих данных количество доступной влаги можно охарактеризовать как удовлетворительное. Достоверных различий в содержании доступной влаги в почвенном слое 0–50 см в зависимости от способа основной обработки почвы не выявлено.

В начальный период развития ячменя существенных различий запасов доступной влаги в метровом слое почвы не установлено, отклонение полученных значений от показателя отвальной обработки (141,5 мм) составило при безотвальной, поверхностной и нулевой обработках соответственно 6,8, 5,8 и 9,2 мм.

Применение минеральных удобрений и препарата Стернифаг не изменило выявленную закономерность накопления и сохранения доступной влаги в почве при различных способах основной обработки в период вегетации ярового ячменя.

4. Однократное использование безотвальной, поверхностной и нулевой обработок вместо вспашки принципиально не меняет структурно-агрегатное состояние почвы. Содержание агрономически ценных агрегатов в слое 0–40 см находилось в пределах 69,0–71,4% в ходе применения изучаемых способов ос-

новой обработки почвы. Коэффициент структурности находился в диапазоне от 2,0 до 2,5, что дает основание рекомендовать хозяйствам с высокой культурой земледелия применять эти способы для подготовки почвы под яровой ячмень в севооборотах.

5. Максимальные значения биологической активности в слое почвы 20–40 см были отмечены на варианте отвальной обработки, где интенсивность разложения льняного полотна составила 18,3%. При безотвальной, поверхностной и нулевой обработках в этом слое почвы интенсивность разложения льняной ткани снижалась соответственно на 20,8, 38,8 и 36,6%.

Применение минеральных удобрений совместно с препаратом Стернифаг не приводило к росту биологической активности в слоях 0–20 и 0–40 см, а в слое 0–10 см по всем изучаемым способам обработки способствовало повышению степени разложения льняного полотна и, как следствие, целлюлозолитической активности почвы. Интенсивность разложения клетчатки превысила аналогичные показатели на вариантах основной обработки почвы без применения препарата Стернифаг.

6. Содержание нитратного азота под ячменем варьировало в зависимости от слоя почвы, периода вегетации, способов основной обработки почвы, а также использованных удобрений. Установленные различия между способами обработки почвы во все годы проведения исследования достоверны. Независимо от используемого способа обработки почвы отмечено уменьшение нитратных форм азота вниз по профилю почвы, при этом влажная прохладная погода способствовала увеличению накопления нитратов, в отличие от жаркой и сухой погоды. Лучшие условия для накопления нитратного азота складывались на варианте отвальной обработки (вспашки).

Использование других способов обработки заметно снижало количество нитратных форм азота в черноземе обыкновенном. Совместное применение удобрений и препарата Стернифаг приводило к снижению количества нитратного азота в слоях 0–20 и 0–40 см на всех вариантах обработки почвы. В сравнительном аспекте следует подчеркнуть, что при безотвальной, поверхностной и нулевой обработках заметно ухудшается обеспеченность почвы нитратными формами азота.

Режим подвижных фосфатов различался по вариантам применения удобрений, фазам развития ярового ячменя и способам основной обработки почвы. Лучшие условия для накопления подвижного фосфора в почве во все фазы роста и развития ячменя складывались при нулевой обработке на фоне внесения азотных удобрений: их содержание варьировало в слое 0–20 см от 14,8 до 15,2 мг/кг и в слое 20–40 см – от 12,8 до 13,0 мг/кг. Минимальное содержание подвижного фосфора отмечали в фазе колошения за счет интенсивного потребления культурой элементов питания.

Наиболее благоприятными условиями для накопления обменного калия в почве во все фазы роста и развития ячменя складывались при применении отвальной и безотвальной обработок на фоне внесения азотных удобрений: содержание варьировало от 135 до 138 мг/кг в слое 0–20 см и от 81 до 85 мг/кг в

слое 20–40 см. Минимальное содержание обменного калия было в период созревания ячменя за счет интенсивного потребления культурой элементов питания. Закономерного влияния применения препарата Стернифаг на содержание обменного калия в почве не выявлено.

7. Минимальное количество сорных растений проросло при применении отвальной обработки почвы (вспашки) на глубину 20–22 см. При снижении интенсивности почвообработки отмечено повышение степени засоренности посевов в 1,38–2,34 раза. Применение современных высокоизбирательных гербицидов позволяет устранять данное негативное проявление минимизации обработок, поэтому на момент уборки культуры доля сорняков в общей биомассе агрофитоценоза ячменя варьировала от 1,5% при отвальной обработке до 2,9% при нулевой.

8. Способы основной обработки почвы влияют как на полевую всхожесть растений, так и на их последующую выживаемость в период вегетации. На варианте нулевой обработки в начале вегетации отмечены более дружные всходы растений ячменя по сравнению с отвальной обработкой (вспашкой). За годы проведения исследования разница в густоте всходов между данными вариантами составила 18%, или 35 шт./м².

При оценке выживаемости растений ячменя к периоду уборки была получена обратная зависимость. Лучшая сохранность растений отмечалась при отвальной обработке, худшая – при нулевой. Разница между вариантами по количеству сохранившихся растений культуры составила в среднем 14%. Однако с учетом того, что в начале вегетации большее количество растений ячменя проросло на варианте нулевой обработки, их общее количество оставалось достаточно высоким и составляло 129 шт./м², что было несколько ниже варианта отвальной обработки – 135 шт./м².

9. В течение всего периода исследования в засушливые годы урожай зерна ячменя на контроле (вспашка) в среднем составлял 39,1 ц/га. Достоверное снижение этого показателя на 0,5 ц/га было отмечено при нулевой обработке, а также на вариантах применения безотвальной и поверхностной обработок – соответственно на 2,2 и 1,1 ц/га. В годы с недостаточной увлажненностью урожай ячменя на варианте отвальной обработки (вспашка) составил 45,8 ц/га. На других вариантах отмечено снижение урожайности: при безотвальной, поверхностной и нулевой обработках – соответственно на 7,4, 2,3 и 0,6 ц/га.

При совместном внесении минеральных удобрений и препарата Стернифаг отмечено достоверное снижение урожайности ячменя при всех способах основной обработки почвы на 0,9–1,6 ц/га по сравнению с удобрённым контролем, поэтому на основании полученных данных был сделан вывод о нецелесообразности применения этого препарата в условиях недостаточного увлажнения.

10. Изучаемые способы минимизации обработки почвы под ячмень способствовали существенному снижению содержания азота (0,13–0,16%) в зерне ячменя по сравнению с контролем (отвальная обработка), при этом не оказывали воздействия на содержание калия и фосфора. Разница между вариантами находилась в пределах ошибки опыта. При нулевой обработке (пря-

мом посева) натура зерна ярового ячменя существенно увеличивалась – на 21,0 г/л по сравнению с отвальной обработкой.

Содержание белка в зерне ярового ячменя снижалось при поверхностной и нулевой обработках соответственно на 0,3 и 0,4% по отношению к контролю (11,1%). Применение биопрепарата Стернифаг, ускоряющего разложение соломы, на вариантах всех обработок почвы достоверно снижало содержание белка (на 0,9–1,3%) по сравнению с контролем. Во все годы проведения исследования содержание белка в зерне ячменя не превышало 12%, что соответствовало требованиям ГОСТ 5060-2021, предъявляемым к зерну ячменя, используемого для солодоращения.

11. Расчет энергетической эффективности показал, что в засушливые годы на вариантах применения отвальной, безотвальной и поверхностной обработок значения коэффициента энергетической эффективности возделывания ячменя были низкими и составляли соответственно 2,17, 2,45 и 2,81, а на варианте нулевой обработки – средними – 3,81. В недостаточно увлажненные годы на вариантах применения отвальной, безотвальной и поверхностной обработок значения коэффициента энергетической эффективности возделывания ячменя также были низкими и составляли соответственно 2,25, 2,40 и 2,97, а на варианте нулевой обработки – средними – 4,01.

12. Выполненная экономическая оценка показала, что на вариантах безотвальной, поверхностной и нулевой обработок прямые затраты снижались, уменьшая себестоимость продукции и увеличивая показатели рентабельности производства зерна ячменя.

На вариантах безотвальной, поверхностной и нулевой обработок трудозатраты были ниже – соответственно на 0,6, 1,0 и 1,2 тыс. руб./га в засушливые годы и на 1,9, 2,2 и 2,4 тыс. руб./га – в недостаточно увлажненные. Уровень рентабельности способов основной обработки по сравнению с контрольным вариантом (отвальной обработкой) был более высоким как в засушливые годы – на 2–16%, так и в недостаточно увлажненные – на 9–37%.

Предложения производству

В почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧР при возделывании ячменя на высокоинтенсивном фоне возможна минимизация обработки почвы, включая безотвальную, поверхностную, вплоть до нулевой.

Энергосберегающие технологии – это более совершенная система возделывания культур, требующая как специальных орудий и машин, так и специальных мероприятий по защите растений, поэтому рекомендуется при нулевой обработке после окончания уборки предшествующей культуры использовать гербицид Торнадо 500, ВР с нормой расхода 2 л/га. В фазе кущения ячменя с учетом всех вариантов опыта рекомендуется к применению гербицид Балерина, СЭ с нормой расхода 0,4 л/га.

Перспективы дальнейшей разработки темы исследования

В условиях диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию основной задачей является снижение себестоимости конечного продукта, и именно оптимизация затрат на почвообработку позволит предприятиям быть конкурентными. Необходимо дальнейшее изучение способов минимизации почвообработки вплоть до нулевой в районах, подверженных дефляции, водной эрозии, что позволит лучше сохранить плодородный слой, исключить его перегрев и повысить продуктивность агрофитоценоза в целом.

В связи с ростом интенсификации сельскохозяйственного производства проявляется настоятельная необходимость в совершенствовании технологий выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе ячменя, с применением современной техники, основанной на использовании цифровых технологий, что повлечет за собой оптимизацию естественных и производственных ресурсов региона.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в рецензируемых научных изданиях, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук

1. Турусов, В.И. Возможности минимализации обработки черноземных почв в Воронежской области / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, В.А. Шевченко, С.Е. Дудченко // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – Т. 28, № 12. – С. 5–8.
2. Турусов, В.И. Минимализации обработки почвы под ячмень и нут в Воронежской области / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, В.А. Шевченко, С.Е. Дудченко, Н.В. Дронова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 4-1(35). – С. 125–128.
3. Гармашов, В.М. Динамика изменения влагообеспеченности чернозема обыкновенного при минимизации обработки и прямом посеве в условиях юго-востока ЦЧР / В.М. Гармашов, В.Н. Говоров, М.П. Крячкова, В.А. Шевченко // Аграрная Россия. – 2022. – № 8. – С. 3–6. DOI: 10.30906/1999-5636-2022-8-3-6.

4. Турусов, В.И. Влияние приемов обработки почвы на урожайность и экономическую эффективность выращивания ячменя / В.И. Турусов, А.В. Дедов, В.А. Шевченко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 15, № 4(75). – С. 12–19. DOI: 10.53914/issn 2071-2243_2022_4_12–19.

5. Дедов, А.В. Влияние приемов обработки почвы, удобрений на агрофизические свойства почвы, урожайность и энергетическую эффективность выращивания ячменя / А.В. Дедов, В.А. Шевченко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, № 1(76). – С. 13–25. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_1_13.

6. Дедов, А.В. Влияние различных способов основной обработки почвы, удобрений на засоренность посевов и урожайность ячменя / А.В. Дедов, В.А. Шевченко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 16, № 2(77). – С.13–23. DOI: 10.53914/issn2071-2243_2023_2_13.

7. Дедов, А.В. Влияние различных способов основной обработки почвы, удобрений на агрохимические свойства почвы, урожай и качество зерна ярового ячменя / А.В. Дедов, В.А. Шевченко // Земледелие. – 2023. – № 2. – С. 14–19. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-2-12-18.

В аналитических сборниках и материалах конференций

8. Турусов, В.И. Минимализация обработки почвы в интенсивном земледелии / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, В.А. Шевченко, С.Е. Дудченко // Наука и образование: проблемы и перспективы развития: сб. научных трудов по материалам международной науч.-практ. конф. (Тамбов, 30 августа 2014 г.): в 5 ч. – Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. – Ч. 3. – С. 134–136.

9. Гармашов, В.М. Изменение плодородия чернозема обыкновенного при ресурсосберегающих системах обработки почвы // В.М. Гармашов, С.Е. Дудченко, В.А. Шевченко // Состояние почв Центрального Черноземья России и проблемы воспроизводства их плодородия: сборник трудов Всероссийской науч.-практ. конф. (Каменная степь, 23–24 июня 2015 г.). – Каменная степь: Истоки, 2015. – С. 332–337.

10. Турусов, В.И. Минимализация основной обработки чернозема обыкновенного в полевых севооборотах ЦЧЗ / В.И. Турусов, В.М. Гармашов, В.А. Шевченко, С.Е. Дудченко // Проблемы и перспективы инновационного развития агротехнологий: матер. XX Международной научно-производственной конференции (Белгород, 23–25 мая 2016 г.): в 2 т. – Белгород: Изд-во ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2016. – Т. 1. – С. 53–54.

11. Дедов, А.В. Влияние способов основной обработки почвы, удобрений на структурно-агрегатный состав почвы, урожай зерна ярового ячменя / А.В. Дедов, В.А. Шевченко // Высшая школа: научные исследования: сб. научных статей по итогам работы Межвузовского международного конгресса (Москва, 02 марта 2023 г.). – Москва: Инфинити, 2023. – С. 59–65. DOI: 10.34660/INF.2023.58.11.164.

Подписано в печать 09.07.2024. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага кн.-журн. Печать офсетная. П.л. 1,0.
Тираж 100 экз. Заказ №

Типография ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ
394087 Воронеж, ул. Мичурина, 1

