

*На правах рукописи*

**Карпец Владимир Владимирович**

**Эффективность энергосберегающих обработок почвы  
при возделывании ячменя на черноземах южных  
Поволжья**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Саратов 2015

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

Научный  
руководитель –

**Денисов Евгений Петрович**, доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор

Официальные  
оппоненты:

**Азизов Закиулла Мтыуллович**, доктор  
сельскохозяйственных наук, ведущий научный  
сотрудник отдела земледелия и агротехнологий  
ФГБНУ «Научно-исследовательский институт  
сельского хозяйства Юго-Востока»

**Горянин Олег Иванович**, кандидат  
сельскохозяйственных наук, зав. отдела земледелия и  
новых технологий ФГБНУ «Самарский научно-  
исследовательский институт сельского хозяйства им.  
Н.М. Тулайкова»

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия».

Защита состоится 19 ноября 2015 г. в 15 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» по адресу: 410012, г. Саратов, Театральная площадь, д. 1.

e-mail: dissovet01@sgau.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ.

Автореферат разослан

2015 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Нарушев Виктор Бисенгалиевич

## Общая характеристика работы

**Актуальность темы исследований.** Ячмень – важнейшая зернофуражная культура страны. Увеличение валового производства зерна ячменя необходимо сочетать с постоянным снижением его себестоимости. Это требует применения без- и малозатратных агроприемов, в том числе и энергосберегающих обработок почвы.

К малозатратным агроприемам относятся лущение стерни, дискование, боронование и т.д. Сюда же можно включить приемы минимализации обработки почвы и посев по научно обоснованному предшественнику.

Наибольший удельный вес среди всех затрат на возделывание сельскохозяйственных культур по традиционным технологиям приходится на обработку почвы. Основная задача земледелия – поиск наиболее дешевых приемов обработки пашни. Обработка почвы призвана благоприятствовать созданию оптимального сложения пашни, снижать испарение влаги с поверхности почвы, улучшать аккумуляцию осадков, предотвращать накопление болезней, вредителей и сорняков при постоянном снижении затрат на ее проведение.

В традиционной системе возделывания сельскохозяйственных культур вспашка – самая высокозатратная технологическая операция, негативно влияющая на плодородие почвы. При постоянном проведении вспашки разрушается структура, уменьшается содержание гумуса, возрастает засоренность почвы семенами сорных растений. Илестые частички при разрушении структуры во время вспашки проникают в нижние слои, уменьшая капиллярную пористость и образуя плужную подошву. Вспашка после себя оставляет неровную поверхность поля, что снижает полевую всхожесть семян и урожайность сельскохозяйственных культур.

В современной системе земледелия существует несколько малоэнергоёмких приемов обработки почвы, среди которых поверхностные, плоскорезные, комбинированные и др.

Поэтому изучение влияния малозатратных обработок почвы на урожайность сельскохозяйственных культур и изменение плодородия почвы является актуальной задачей научного земледелия.

**Степень разработанности проблемы.** Изучением обработки почвы в Поволжье занимались Д.И. Буров (1968, 1970); В.М. Жидков (1987); Г.И. Казаков, И.А. Чуданов (1974, 1990). По мнению одних авторов, энергосберегающая обработка почвы не изменяла урожайность зерновых культур или снижала урожайность (Вражнов А.В., Агеев А.А., Анисимов Ю.Б., 2010, Солодовников А.П., Денисов Е.П., Тарбаев Ю.А., 2015). Другие авторы показали превосходство энергосберегающей обработки по сравнению с глубоким отвальным рыхлением (Белкин А.А., Беседин Н.В., 2010). В

развитии существующего учения о минимализации основной обработки почвы нами проводились данные исследования.

**Цель исследований** – определение влияния различных сберегающих способов обработки почвы совместно с использованием удобрений и гербицидов на плодородие чернозема южного и урожайность зерна ячменя.

К задачам исследований относилось:

- определить варьирование агрофизического состава почвы при возделывании ячменя под влиянием минимализации основной обработки почвы на фоне различных звеньев севооборота;

- изучить влияние минимализации обработки почвы на аккумуляцию влаги по сравнению с традиционной обработкой;

- показать варьирование агрохимических свойств чернозема южного под воздействием обработки почвы при использовании удобрений и гербицидов;

- показать роль различных способов обработки почвы в сочетании с гербицидами на изменение засоренности посевов ячменя;

- изучить биологическую активность почвы под действием различных способов обработки почвы;

- исследовать влияние предшественников на урожайность ячменя при разных способах обработки почвы;

- выявить воздействие разработанных агроприемов на урожайность зерна ячменя;

- определить степень участия погодных условий и различных агроприемов в формировании урожайности ячменя;

- рассчитать экономическую и энергетическую эффективность возделывания ячменя при разработанных способах обработки чернозема южного на фоне применения средств химизации.

**Научная новизна.** Изучено воздействие малозатратных приемов обработки чернозема южного на плотность почвы, общую и капиллярную пористость, пористость аэрации и структурность чернозема южного после основной обработки почвы осенью и перед посевом ячменя.

Выявлено влияние различного строения верхнего слоя почвы на формирование весенних запасов влаги при изменении осеннего испарения, фильтрации и водопроницаемости.

Изучено влияние различных способов обработки почвы на содержание гумуса, доступного фосфора, обменного калия и нитратного азота в почве под посевами ячменя. Установлено, что снижение интенсивности обработки почвы увеличивает содержание гумуса и улучшает фосфатный режим питания растений. Выявлено изменение количественного и видового составов сорняков в посевах ячменя под влиянием различных способов обработки почвы в сочетании с применением удобрений и гербицидов. Показано воздействие рекомендуемых способов обработки почвы при совместном использовании приемов химизации на продуктивность ячменя в различных звеньях севооборота. Изучена роль

различных абиотических факторов и агроприемов в формировании урожайности ячменя.

Рассчитана экономическая и энергетическая эффективность выращивания ячменя на фоне изучаемых агроприемов.

**Теоретическая и практическая значимость** заключается в агробиологическом обосновании применения приемов сберегающего земледелия для сохранения плодородия почвы и повышения рентабельности производства ячменя, даны научно обоснованные рекомендации применения минимализации обработки почвы при выращивании ячменя на фоне удобрений и гербицидов в Поволжье.

Проведенные исследования позволяют выбрать в конкретных производственных условиях наиболее приемлемую малозатратную систему обработки почвы в сочетании с внесением азотных удобрений, обеспечивающую стабильное производство дешевого зерна ячменя и сохранение плодородия почвы. Доказана возможность получения урожайности зерна ячменя 1,5 т/га в условиях засушливых и средних по влагообеспеченности лет при использовании нулевой обработки почвы.

**Объект и предмет исследований.** Объекты исследований – яровой ячмень, гербициды, сорные растения, чернозем южный.

Предмет исследований – особенности формирования урожайности ячменя в зависимости от различных способов обработки почвы и приемов химизации.

**Методология и методы исследований.** При разработке программы исследований были использованы результаты ранее проведенных исследований, информационные издания и другие материалы по технологии возделывания ячменя. В работе использовали аналитический, экспериментальный, статистический, энергетический и экономический методы исследований.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

– особенности варьирования агрохимических и агрофизических свойств чернозема южного в зависимости от способов минимализации обработки почвы;

– характер накопления запасов влаги в весенний период в посевах ячменя при разных способах обработки почвы в зависимости от сложения верхнего слоя почвы, фильтрации и водопроницаемости;

– изменение видового состава и числа сорняков в посевах ячменя под влиянием гербицидов на фоне энергосберегающих обработок почвы;

– возможность получения стабильной урожайности зерна ячменя на уровне 1,5 т/га при малозатратных приемах обработки почвы и совместном применении гербицидов и удобрений в засушливых условиях Поволжья;

– энергетическая и экономическая эффективность выращивания ячменя при применении энергосберегающих обработок почвы.

**Достоверность результатов исследований** подтверждается многолетним периодом проведения лабораторных и полевых исследований, необходимым

количеством проведенных наблюдений, измерений и анализов, математической обработкой полученных результатов методом дисперсионного и корреляционного анализа.

**Апробация работы.** Основные диссертационные положения докладывались на международных и всероссийских конференциях: Международной научно-практической конференции, посвященной 126-й годовщине со дня рождения Н.И. Вавилова (Саратов, 2013); Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию Волгоградского ГАУ (Волгоград, 2014); XI Международной научной конференции «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск, 2014); Всероссийской научно-практической конференции «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России (Пенза, 2014); X Международной научно-практической конференции «Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы» (Пенза, 2014); II Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в АПК: теория и практика» (Пенза, 2014), III Всероссийской научно-практической конференции «Инновационные технологии в АПК: теория и практика» (Пенза, 2015); на внутривузовских конференциях (Саратов, 2013, 2014).

Результаты внедрены на площади 132 га в ООО «Эвелина» Саратовского района Саратовской области в 2014–2015 гг., эффективность внедрения составила 1,5 тыс. руб./га.

**Публикации.** По теме исследований издано 8 работ, из них 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа включает в себя введение, 8 глав, заключение и рекомендации производству. Объем работы – 172 страниц печатного текста, включает 67 таблиц, 20 приложений. Список литературы состоит из 211 источников, в т.ч. 11 на иностранных языках.

### **Содержание работы**

**Во введении** рассматривается необходимость изучения энергосберегающих способов обработки почвы с целью получения дешевого зерна и сохранения плодородия черноземов, определено значение проведенных исследований, показаны их цель, задачи, новизна, изложены основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов, их апробация.

**В первой главе** рассматриваются ботанические, биологические и агротехнические особенности ячменя. Приводится анализ научных исследований по изучению энергосберегающих обработок почвы, влиянию последних на микробиологический состав чернозема, по удобрению ячменя, по системе мер борьбы с сорняками в посевах, особенностям использования гумата калия и реасила (Вражнов А.В., Агеев А.А., Анисимов Ю.Б., 2010, Баздырев Г.И., Заверткин И.А., 2008; Черкасов Г.Н., Пыхтин И.Г., 2008, Козлова Л.М., Попов Ф.А., 2012; Рябцева Н.А., Збраилов М.А., Пойда В.Б., Фалынсков Е.М., 2014).

**Во второй главе** описываются почвенно-климатические условия в районе проведения опыта, Приводятся особенности климата, почвы зоны исследований и погодные условия лет проведения опыта. Полевые опыты проводили на опытном поле Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова в 2013–2015 гг. ГТК в годы исследований колебались от 0,62 до 0,87. Почва – чернозем южный, смытый слабогумусированный, среднесуглинистый по гранулометрическому составу. Содержание гумуса 3,3–3,6 %. Плотность сложения пахотного слоя 1,20–1,30 г/см<sup>3</sup>. Почвы имеют повышенную обеспеченность обменным калием (290–300 мг/кг почвы), среднюю обеспеченность фосфором (33,0–40,0 мг/кг почвы).

Наименьшая влагоемкость в слое 0–30 см равна 26,3–28,1 % от массы сухой почвы, в слое 30–50 см – 23,7–26,3 %, а в более глубоких слоях становится примерно постоянной и колеблется от 20,0 до 21,8 %.

Влажность устойчивого завядания на почвах опытного участка изменяется по слоям от 8,4 до 10,1%. Агрономически ценная структура составляет 57–59 %.

Исследования проводили в соответствии с методиками опытного дела А.А. Роде (1970); Б.А. Доспехова (1985); Б.Д. Кирюшина (2004, 2005); А.Ф. Дружкина (2013).

Исследования включали в себя три опыта.

Опыт 1. Изучение влияния способов основной обработки почвы на агрофизические, агрохимические свойства чернозема южного и продуктивность ячменя.

Схема опыта состояла из 6 вариантов: 1) глубокое отвальное рыхление на глубину 22–25 см плугом ПЛН-3-35 (вспашка); 2) глубокое отвальное рыхление (вспашка) в сочетании с приемами химизации; 3) осеннее дискование на глубину 10–12 см; 4) осеннее дискование на глубину 10–12 см в сочетании с приемами химизации; 5) нулевая обработка почвы (прямой посев); 6) нулевая обработка (прямой посев) в сочетании с приемами химизации.

Опыт 2. Изучение влияния эффективности возделывания ячменя в различных звеньях севооборота при энергосберегающих обработках почвы.

Ячмень высевался в следующих звеньях полевого севооборота:

- 1) зерновое звено (яровая пшеница – овес – ячмень);
- 2) пропашное звено (кукуруза – овес – ячмень);
- 3) травяное звено (люцерна – овес – ячмень).

В приемы химизации входили внесение удобрений и обработка посевов гербицидами. Азотные удобрения применяли в норме 40 кг д. в. на 1 га. После уборки предшественника стерню обрабатывали гербицидом раундап (4 л/га), а в фазу кущения ячменя применяли гербицид альянс (0,7 л /га).

Опыт 3. Изучение влияния гумата калия и микроудобрения реасил, обладающих антистрессовым действием, на урожайность ячменя в сочетании с азотными удобрениями на различных фонах обработки почвы. В фазы кущения и колошения ячменя проводили двукратное опрыскивание посевов –

гуматом калия нормой 4 л/га и реасилом нормой 3 л/га. Площадь делянок 150 м<sup>2</sup>. Расположение делянок рендомизированное. Повторность четырехкратная.

Ячмень высевали после овса. При уборке овса солому измельчали комбайном и равномерно разбрасывали по полю. Возделывали сорт Нутанс 642. Норма высева ячменя – 3,5 млн всхожих семян на 1 га. Использовали сеялку для прямого высева Берегиня АП-421.

В процессе исследований вели следующие наблюдения: за влажностью почвы – полевым, термостатно-весовым методами с отбором проб почвенным буром АМ-16; за плотностью почвы – в полевых условиях буром Н.А. Качинского методом режущих колец послойно через 0,1 м до глубины 0,6 м; за структурностью почвы – сухим рассеиванием; за степенью водопрочности структурных агрегатов – методом П.И. Андриянова.

Содержание нитратного азота определяли дисульфифеноловым методом с реактивом Лунге–Грисса; содержание доступного фосфора – по Мачигину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26205–84; обменного калия – по Масловой; нитрификационную способность почвы – по «Методическим указаниям...» (1984); обменные основания Са<sub>2+</sub> и Mg<sub>2+</sub> – согласно МРТУ № 46-15-67; обменный натрий – по ГОСТ 26950-86; гумус – по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-84; биологическую урожайность ячменя – методом пробных снопов (Доспехов Б.А., 1985).

Экспериментальные данные обрабатывали методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализа по методике Б.А. Доспехова (1985) с помощью программы «Microsoft Office Excel, 2003».

**В третьей главе** представлено влияние различных способов обработки почвы на агрофизические свойства чернозема южного.

Плотность почвы в среднем за 2012–2014 гг. в осенний период в пахотном слое на вариантах с осенним дискованием превосходила глубокое отвальное рыхление на 0,23–0,25 г/см<sup>3</sup>, или на 23,0–23,8 % (таблица 1).

Таблица 1 – Плотность сложения после обработки почвы в осенний период по вариантам опыта в среднем за 2012–2014 гг., г/см<sup>3</sup>

Вариант опыта	Слой почвы, м						
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0-0,3	0,3-0,5
Глубокое отвальное рыхление	0,83	1,02	1,15	1,38	1,43	0,98	1,40
Глубокое отвальное рыхление + приемы химизации	0,84	1,04	1,16	1,39	1,43	1,01	1,41
Осеннее дискование	1,06	1,26	1,36	1,40	1,42	1,23	1,41
Осеннее дискование + приемы химизации	1,08	1,26	1,39	1,40	1,42	1,24	1,41
Нулевая обработка	1,17	1,27	1,38	1,41	1,43	1,27	1,42
Нулевая обработка + приемы химизации	1,19	1,26	1,39	1,42	1,42	1,28	1,42

НСР<sub>05</sub>=0,036

F<sub>φ</sub>=145,268

F<sub>τ</sub>=3,11



При нулевой обработке плотность почвы на глубине 0–0,3 м была выше вспашки на 0,27–0,29 г/см<sup>3</sup>, или на 26,7–27,0 %.

За осенне-зимний период под действием осадков и гравитации почва оседала особенно интенсивно при вспашке и осеннем дисковании.

В среднем за 2013–2015 гг. в слое 0–0,3 м плотность почвы после глубокого отвального рыхления составляла 1,22 г/см<sup>3</sup>, после осеннего дискования – 1,24 г/см<sup>3</sup>, при нулевой обработке – 1,25 г/см<sup>3</sup>.

Таким образом, весной, даже в острозасушливые годы, плотность почвы была практически одинаковой по различным способам обработки.

Общая пористость почвы за 2012–2014 гг. в осенний период на варианте с глубоким отвальным рыхлением составила 63,5 % в слое 0–0,3 м (таблица 2).

Таблица 2 – Общая пористость почвы после осенней основной обработки под ячмень, в среднем за 2012–2014 гг., % от объема почвы

Вариант опыта	Слой почвы, м						
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0-0,3	0,3-0,5
Глубокое отвальное рыхление	69,3	63,7	57,4	48,9	47,1	63,5	48,0
Глубокое отвальное рыхление+приемы химизации	68,9	62,9	57,0	48,4	47,0	62,9	47,7
Осеннее дискование	61,0	53,5	49,2	48,4	47,7	54,6	48,0
Осеннее дискование + + приемы химизации	60,5	53,5	48,7	48,1	47,3	54,2	47,7
Нулевая обработка	56,6	53,2	48,9	47,7	46,9	52,9	47,3
Нулевая обработка+ + приемы химизации	56,4	53,1	48,7	47,6	47,2	52,7	47,4

$$NCP_{05}=1,448 \quad F_{\phi}=119,458 \quad F_{\tau}=3,11$$

При осеннем дисковании в среднем за годы исследований пористость была ниже, чем при глубоком отвальном рыхлении, на 8,9 %.

На варианте с нулевой обработкой почвы различие с глубоким отвальным рыхлением возросло в слое 0–0,1 м на 12,7 %; в слое 0,1–0,2 м – на 10,5 %; в слое 0,2–0,3 м – на 8,5 %; в слое 0–0,3 м – на 10,6 %.

Пористость почвы весной перед посевом изменялась незначительно. Она колебалась от 51,6–52,7 до 55,5–57,1 %. Обработка почвы интенсивно разрыхляла почву в осенний период, особенно на варианте со вспашкой. К посеву ячменя почва уплотнялась весенними талыми водами, и различие общей пористости по вариантам заметно сглаживалось.

Пористость аэрации в среднем за 2012–2014 гг. в осенний период после вспашки в слое 0–0,3 м составляла 36,1–36,5%, после осеннего дискования – 27,0–27,4%, на варианте с нулевой обработкой – 25,6–26,0 % (таблица 3). В слое 0–0,3 м различия пористости аэрации на вариантах с глубоким отвальным рыхлением и на вариантах с энергосберегающей обработкой составляли 9,1 и 10,5 %. В слоях глубже 0,3 м пористость аэрации была практически одинакова и не превышала 20,8–22,4 %.

Таблица 3 – Пористость аэрации после основной обработки почвы в осенний период в среднем за 2012–2014 гг., % от объема почвы

Вариант опыта	Слой почвы, м						
	0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0-0,3	0,3-0,5
Глубокое отвальное рыхление	41,2	37,3	31,1	22,8	21,5	36,5	22,1
Глубокое отвальное рыхление + приемы химизации	41,0	36,5	30,8	22,2	21,0	36,1	21,6
Осеннее дискование	32,9	25,5	22,7	22,4	22,1	27,0	22,3
Осеннее дискование + приемы химизации	32,6	27,0	22,6	22,0	21,6	27,4	21,8
Нулевая обработка	28,5	26,8	22,7	22,1	20,8	26,0	21,4
Нулевая обработка + приемы химизации	28,0	26,5	22,2	21,6	21,0	25,6	21,3

$HCp_{05}=1,289$   $F_{\phi}=153,215$   $F_{\tau}=3,11$ .

Перед посевом ячменя в среднем за годы исследований в слое 0–0,3 м пористость аэрации в весенний период составила после вспашки 27,8–28,1 %, после осеннего дискования – 27,0–27,5 %, при нулевой обработке – 26,7–26,8%.

Незначительное различие позволяет считать пористость аэрации почвы одинаковой во всех верхних горизонтах. Аналогичная картина отмечена и в более глубоких слоях почвы.

Капиллярная пористость в среднем за годы исследований в слоях при глубоком отвальном рыхлении была несколько выше, чем на варианте с осенним дискованием, и ниже, чем при нулевой обработке почвы соответственно на 1,0–2,8; 3,1–3,2; 5,4–5,8 %. В более глубоких слоях это различие сглаживалось и не превышало 0,3–0,6 % (таблица 4).

Таблица 4 – Капиллярная пористость в почве весной по вариантам опыта в среднем за 2013–2015 гг., %

Слой почвы, м	Варианты опыта					
	глубокое отвальное рыхление	глубокое отвальное рыхление+ приемы химизации	осеннее дискование	осеннее дискование+ приемы химизации	нулевая обработка	нулевая обработка + приемы химизации
0-0,1	26,1	25,9	25,0	24,8	27,1	27,7
0,1-0,2	23,7	24,3	26,8	26,5	26,9	27,4
0,2-0,3	22,9	22,8	28,5	28,6	28,7	28,2
0,3-0,4	26,5	26,8	26,2	26,8	26,9	27,4
0,4-0,5	26,1	26,0	25,8	25,9	26,1	25,7
0-0,3	25,4	24,3	26,8	26,6	27,6	27,8
0,3-0,5	25,1	25,2	26,0	26,4	26,5	26,6
0-50	23,0	23,1	26,5	26,6	27,1	27,3

$HCp_{05}=2,374$   $F_{\phi}=4,145$   $F_{\tau}=3,11$ .

В слое 0–0,3 м в среднем за годы исследований капиллярная пористость после энергосберегающих способов обработки была выше, чем на варианте с глубоким отвальным рыхлением - на 1,4–2,4 %. Интенсивность влагопроводности была выше на вариантах с энергосберегающими обработками почвы. Внесение удобрений и гербицидов не влияло на капиллярную пористость почвы.

Структура почвы. После глубокого отвального рыхления структурность почвы составляла 63,8–61,3 %. Значительную величину составляла глыбистая фракция более 10 мм. Она достигала 28,3–29,4 %. Пылеватая фракция (менее 0,25 мм) не превышала 7,9–9,3 %. Коэффициент структурности не превышал 1,58–1,76 ед. При осеннем дисковании количество агрономически ценных агрегатов под ячменем увеличилось до 71,2–74,7 %, что больше, чем при вспашке, на 9,9–10,9 %. Коэффициент структурности возрос при этом до 2,47–2,95. Пылеватая фракция снизилась на 1,1–3,5 %, глыбистая – на 4,1 %. При нулевой обработке почвы количество структурных агрегатов возросло до 73,2 и 76,0 %. Это выше, чем после вспашки, на 12,2–12,9 %, чем при осеннем дисковании на 1,3–2,0 %. Величина пылевой фракции уменьшилась до 1,0–2,2 %, или на 6,9–7,1 % по сравнению с глубоким отвальным рыхлением. Отмечено также снижение глыбистой фракции до 23,0–24,6 %, или на 4,8–5,3 %. Коэффициент структурности возрос до 2,73–3,17, или на 72,8–80,1 % против вспашки.

За три года на варианте со вспашкой водопрочность структурных агрегатов снизилась на 1,9–2,1 %. При осеннем дисковании она увеличилась на 1,7–1,8 %, а при нулевой обработке – на 1,1–1,3 %.

**В четвертой главе** рассматривается влияние различных обработок почвы на весенние запасы продуктивной влаги почвы. В среднем за годы исследований запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы после глубокого рыхления составляли 134,3–135,2 мм (таблица 5). При осеннем дисковании этот показатель снизился на 22,3–22,5 мм, или на 16,6–16,7 %. На варианте с нулевой обработкой снижение запасов влаги в метровом слое почвы составило 15,8–16,4 мм, или 11,2–11,7 %.

Таблица 5 – Изменение запасов продуктивной влаги весной в зависимости от обработки почвы в среднем за 2013–2015 гг., мм

Слой почвы, см	Варианты опыта					
	глубокое отвальное рыхление	глубокое отвальное рыхление+ приемы химизации	осеннее дискование	осеннее дискование+ приемы химизации	нулевая обработка	нулевая обработка+ приемы химизации
0-50	75,9	75,0	69,2	68,4	68,9	69,2
50-100	58,4	60,2	42,6	43,6	49,6	49,6
0-100	134,3	135,2	111,8	112,0	118,5	118,8

Для слоя 0-50 см

$F_{\phi}=2,376$

$F_{\tau}=3,11.$

$НСР_{05}$  для слоя 50-100 см =5,207

$F_{\phi}=19,589$

$F_{\tau}=4,45.$

$НСР_{05}$  для слоя 0-100 см =8,556

$F_{\phi}=14,376$

$F_{\tau}=3,59$

Запасы влаги в почве при нулевой обработке были выше, чем при осеннем дисковании, на 6,8 мм, или на 6,1 %. Внесение удобрений и применение гербицидов не влияли на весенние запасы влаги в почве.

**В пятой главе** анализируется биологическая активность почвы и засоренность посевов ячменя.

Биологическая активность почвы. Изменение плотности и пористости почвы под действием обработки изменяло биологическую активность почвы.

Общее микробиологическое число в верхнем слое снизилось на вариантах с осенним дискованием и нулевой обработкой в 2–3 раза по сравнению с глубоким рыхлением, где их количество составляло 1,788 тыс. КОЕ/г.

Численность этой группы микроорганизмов была меньше при осеннем дисковании в 1,8 раза, а при нулевой обработке в 2,7 раза по сравнению со вспашкой. Это указывает на снижение биологической активности почвы, что объясняет уменьшение разложения гумуса при энергосберегающих способах обработки. Актиномицеты распространены в почве на всех вариантах в достаточно больших количествах. Присутствие их в таком количестве в почве свидетельствует об ее биологической активности и интенсивных процессах переработки в ней органического вещества.

Наличие в почве легкоминерализуемых органических соединений способствует бурному размножению аммонификаторов. Процесс аммонификации происходит достаточно энергично при вспашке и при осеннем дисковании. Затухание процесса аммонификации отмечено при нулевой обработке как в слое 0–10 см, так и в слое 10–20 см.

На всех вариантах процессы нитрификации малоактивны. Наименьшее число нитрификаторов отмечено при нулевой обработке почвы.

Содержание целлюлозоразрушающих бактерий в почве опытного участка было значительное на всех вариантах. Это говорит об интенсивном разложении клетчатки. Больше количество целлюлозоразрушающих бактерий отмечено при осеннем дисковании и нулевой обработке почвы. При снижении плотности и пористости почвы по вспашке наблюдалось более интенсивное развитие сапрофитных бактерий, аммонификаторов и нитрификаторов, что объясняет увеличение нитратного азота после вспашки.

Наиболее активно разлагалось органическое вещество, в т.ч. и гумус, сапрофитными микроорганизмами на вариантах с глубоким отвальным рыхлением, что объясняет снижения содержания гумуса.

Засоренность посевов ячменя. В среднем за 2013–2015 гг. на варианте со вспашкой общее число сорняков не превышало 3,6 шт./м<sup>2</sup> (таблица 6).

Яровых ранних малолетних сорняков было 2,3 шт./м<sup>2</sup>, яровых поздних – 0,6 шт./м<sup>2</sup>, многолетних сорняков – 0,7 шт./м<sup>2</sup>. Обработка посевов ячменя гербицидами снизила общее число сорняков на 66,7%, яровых ранних малолетних сорняков – на 60,7 %, яровых поздних – на 83,3 %, а многолетних – на 71,4 %. В посевах ячменя после осеннего дискования на варианте без приемов

химизации общее количество сорняков возросло на 88,9 %, ранних яровых – на 60,9 %, поздних яровых – на 16,6 %, многолетних – почти в 4 раза.

Таблица 6 – Засоренность ячменя по вариантам опыта в период уборки в среднем за 2013–2015 г., шт./м<sup>2</sup>

Вариант опыта	Биологические группы сорняков			
	малолетние		многолетние	итого
	яровые ранние	яровые поздние		
Глубокое отвальное рыхление	2,3	0,6	0,7	3,6
Глубокое отвальное рыхление+приемы химизации	0,9	0,1	0,2	1,2
Осеннее дискование	3,7	0,7	2,4	6,8
Осеннее дискование + приемы химизации	1,6	0,1	0,6	2,3
Нулевая обработка	4,7	1,0	2,5	8,2
Нулевая обработка + приемы химизации	1,2	0,2	0,8	2,2

НСР<sub>05</sub> для фактора А=1,063       $F_{\phi}=18,449$        $F_T=3,59$ .

НСР<sub>05</sub> для фактора В=0,868       $F_{\phi}=120,508$        $F_T=4,45$ .

НСР<sub>05</sub> для факторов АВ=1,504       $F_{\phi}=6,891$        $F_T=3,59$

Обработка посевов ячменя гербицидами снизила число общих сорняков на 66,2 %, яровых ранних – на 56,8 %, яровых поздних – на 85,7 %, многолетних – на 75,0 %.

Снижение сорняков от обработки почвы было ниже соответственно на 14,3; 37,8 и 70,8 %, чем после внесения гербицидов.

При нулевой обработке почвы без приёмов химизации общая засоренность посевов ячменя повысилась по сравнению со вспашкой в 2,3 раза, с осенним дискованием – на 20,6 %. Количество ранних яровых сорняков увеличилось в 2 раза по сравнению с глубоким рыхлением и на 27,0 % по сравнению с осенним дискованием. Применение гербицидов значительно снизило засоренность посевов.

**Шестая глава** посвящена изменению агрохимических свойств почвы под влиянием способов обработки.

Гумус. Обработка почвы заметно влияла на содержание гумуса в пахотном слое. На варианте со вспашкой количество гумуса по годам практически не изменялось и колебалось от 3,30 до 3,32 %. Внесение минеральных азотных удобрений не влияло на содержание гумуса в почве.

Снижение интенсивности обработки почвы заметно повышало количество гумуса. При осеннем дисковании по годам исследований содержание гумуса возросло с 3,32–3,33 до 3,36–3,37 %. Это превышало вариант со вспашкой на 0,05–0,06 %. На варианте с нулевой обработкой количество гумуса возрастало до 3,39–3,43 %. Это выше, чем после глубокого отвального рыхления, на 0,08–0,12 %. Внесение удобрений в данном случае не влияло на содержание гумуса в почве, однако оно достоверно зависело от обработки почвы.

Содержание питательных веществ. Количество нитратного азота в почве под ячменем изменялось как в зависимости от обработки почвы, так и от

внесения удобрений. Причем содержание нитратов в почве во многом зависело от погодных условий и по годам колебалось от 4,6–7,8 до 7,0– 9,5 мг на 1 кг почвы, что связано с интенсивностью нитрификационного процесса (таблица 7).

Таблица 7 – Изменение количества нитратного азота в слое почвы 0–20 см в зависимости от приемов обработки почвы, мг/кг

Вариант опыта	Годы исследований			
	2013	2014	2015	среднее
Глубокое отвальное рыхление	5,1	6,7	8,0	6,6
Глубокое отвальное рыхление+приемы химизации	7,8	7,9	9,5	8,4
Осеннее дискование	5,6	6,8	8,7	7,0
Осеннее дискование+ приемы химизации	7,7	7,9	9,4	8,4
Нулевая обработка	4,6	5,3	7,0	5,6
Нулевая обработка+ приемы химизации	6,2	6,6	8,5	7,1

НСР<sub>05</sub> фактор А (обработка почвы) = 0,658     $F_{\phi}= 24,999$      $F_{T}=3,42$

НСР<sub>05</sub> фактор В (удобрения) = 0,466     $F_{\phi}=23,299$      $F_{T}=4,28$

НСР<sub>05</sub> факторы АВ = 0,380     $F_{\phi}=77,302$      $F_{T}=3,59$

Внесение азотных удобрений под вспашку увеличило количество нитратного азота на 1,2–2,7 мг/кг почвы, на варианте с осенним дискованием на 1,1–2,1 мг/кг, при нулевой обработке почвы – на 1,3–1,6 мг/кг почвы.

Увеличение нитратного азота в почве на фоне удобрений после вспашки в среднем за годы исследований составляло 27,3 %; при осеннем дисковании – 18,5 %, при нулевой обработке – 27,0 %. Очевидно, что минеральный азот из удобрений использовался при осеннем дисковании и нулевой обработке почвы интенсивнее, чем при глубоком отвальном рыхлении.

Внесение минеральных удобрений увеличивало содержание доступного фосфора в почве при осеннем дисковании на 3,7–4,2 мг на 1 кг почвы.

На варианте с нулевой обработкой содержание доступного фосфора было выше, чем при вспашке, на 2,2–4,2 мг на 1 кг почвы.

Наиболее стабильным было содержание в почве обменного калия.

Сумма обменных оснований. В среднем за 2013–2015 гг. сумма обменных оснований колебалась от 30,2 до 30,8 мг-экв./100 г почвы. Различие по вариантам обработки почвы не отмечено. Содержание обменного кальция от суммы обменных оснований составляло 70,5–71,6 %. Наибольшим оно было на варианте с нулевой обработкой почвы. Количество обменного магния не превышало 24,7–25,4 %, натрия – 3,9–4,5 %.

**В седьмой главе** описывается изменение урожайности ячменя под влиянием обработки почвы, удобрений и предшественников.

В среднем за годы исследований урожайность зерна ячменя по вариантам первого опыта не превышала 0,93–1,27 т/га (таблица 8).

Без использования гербицидов и удобрений наибольшую урожайность ячмень сформировал на варианте с глубоким отвальным рыхлением – 1,09 т/га

зерна. На фоновом варианте с осенним дискованием урожайность в среднем снижалась на 14,7 %, а с нулевой обработкой – на 29,4 %.

Таблица 8 – Изменение урожайности ячменя в 2013–2015 гг. при разных способах обработки почвы и приемах химизации

Варианты опыта	Урожайность зерна, т/га	Отклонение от вспашки		Отклонение от фоновых вариантов	
		т/га	%	т/га	%
Глубокое отвальное рыхление	1,09	–	–	–	–
Глубокое отвальное рыхление+приемы химизации	1,27	–	–	0,18	16,5
Осеннее дискование	0,93	–0,16	14,7	–	–
Осеннее дискование + приемы химизации	1,14	–0,13	10,2	0,21	22,6
Нулевая обработка	0,77	–0,32	29,4	–	–
Нулевая обработка + приемы химизации	1,05	–0,22	17,3	0,28	36,4

НСР<sub>05</sub>по фактору А=0,280  $F_{\phi}=18,198$   $F_{\tau}=3,59$

НСР<sub>05</sub>по фактору В=0,090  $F_{\phi}=12,07$   $F_{\tau}=4,45$

НСР<sub>05</sub>по факторам АВ=0,327  $F_{\phi}=13,25$   $F_{\tau}=3,59$

Обработка посевов гербицидами и внесение удобрений повышали урожайность ячменя на варианте с глубоким отвальным рыхлением на 16,5 %, с осенним дискованием – на 22,6 %, с нулевой обработкой – на 36,4 %. Эффективность применения гербицидов и удобрений была выше на варианте с энергосберегающими обработками почвы. Применение приемов химизации повысило урожайность и снизило различие энергосберегающих обработок почвы по сравнению со вспашкой. При осеннем дисковании и нулевой обработке урожайность уменьшилась по сравнению со вспашкой на 10,2–17,3 %. Таким образом, борьба с сорняками и улучшение пищевого режима ячменя на вариантах с энергосберегающей обработкой повышали урожайность ячменя до уровня вспашки без приемов химизации.

Введение в севооборот кукурузы и люцерны повышало урожайность ячменя при энергосберегающих обработках почвы (таблица 9).

Таблица 9 – Изменение урожайности ячменя по звеньям севооборота в среднем за годы исследований, т/га

Звено севооборота	Способ обработки почвы				
	глубокое отвальное рыхление	осеннее дискование	нулевая обработка	в среднем	%
Зерновое звено	0,86	0,61	0,58	0,68	100,0
Пропашное звено	1,00	0,82	0,72	0,85	125,0
Травяное звено	1,92	1,72	–	1,82	267,6
В среднем по обработкам почвы	1,26	1,05	0,65	–	–
%	100	83,3	51,6	–	–

НСР<sub>05</sub>=0,11 т/га  $F_{\phi}=28,319$   $F_{\tau}=4,46$ .

Во втором опыте в пропашном звене севооборота ячмень дал прибавку урожайности 25,0 % по сравнению с зерновым звеном, а в травяном звене прибавка при осеннем дисковании составила 167,6 %, то есть урожайность увеличилась в 2,7 раза. В различных звеньях севооборота энергосберегающая обработка почвы снижала урожайность в различной степени по сравнению со вспашкой. В зерновом звене севооборота осеннее дискование снижало урожайность ячменя на 29,1 %, нулевая обработка – на 32,5 %.

В пропашном звене севооборота разница с глубоким отвальным рыхлением составила соответственно 18,0 и 28,0 %. В травяном звене севооборота снижение урожайности на дисковании по сравнению со вспашкой составило всего 10,4 %. Введение в севооборот кукурузы и люцерны значительно увеличило урожайность на вариантах с энергосберегающими обработками почвы и снизило различие с традиционной обработкой.

Применение гумата калия и реасила совместно с азотными удобрениями на различных фонах обработки почвы существенно повышали урожайность ячменя (таблица 10).

Таблица 10 – Влияние способов обработки почвы в сочетании с гуматом калия и реасилом на урожайность ячменя в среднем за 2013–2015 гг.

Вариант опыта	Гумат калия			Реасил		
	урожайность, прибавка		%	урожайность, прибавка		%
	т/га	т/га		т/га	т/га	
Глубокое отвальное рыхление	1,36	–	–	1,10	–	–
Глубокое отвальное рыхление +гумат калия и реасил	1,44	0,08	5,9	1,18	0,08	7,8
Осеннее дискование	1,24	–	–	0,97	–	–
Осеннее дискование + гумат калия и реасил	1,35	0,11	8,9	1,17	0,20	20,6
Нулевая обработка	1,08	–	–	0,90	–	–
Нулевая обработка + гумат калия и реасил	1,35	0,27	25,0	1,16	0,26	28,9

$HCp_{05}=0,10$

$F_{\phi}=32,111$

$F_{T}=3,11$

Реасил оказывал большее положительное влияние на растения ячменя, чем гумат калия.

Если прибавка урожайности от применения гумата калия составила 5,9–25,0 %, то обработка посевов реасилом повысила урожайность ячменя на 7,8–28,9 %. При глубоком отвальном рыхлении (вспашка) эффект от гумата калия и реасила был значительно ниже, чем при осеннем дисковании и нулевой обработке. При вспашке прибавка урожая составила 5,9–7,8 %, при осеннем дисковании увеличение урожайности достигло 8,9–20,6 %, при нулевой обработке урожайность возросла на 25,0–28,9 %. Это можно объяснить, с одной стороны, улучшением условий произрастания ячменя, а с другой – различием в засоренности посевов.



**Восьмая глава** посвящена энергетической и экономической эффективности возделывания ячменя при различных способах обработки почвы. При возделывании ячменя по традиционной технологии со вспашкой, лущением, культивацией и боронованием затраты на обработку почвы составляли 32 % от общих затрат на возделывание ячменя, при осеннем дисковании – 13 %, при нулевой обработке – 11 %. Это заметно сказалось на эффективности возделывания культуры. Энергозатраты на применение гербицидов и удобрений составили 1,65–1,89 ГДж/га, или 18,6; 23,3 и 31,4 % от общих затрат.

Несмотря на снижение урожайности ячменя при энергосберегающей обработке почвы на 10,2–29,4 %, коэффициент энергетической эффективности увеличивается на 15,2–25,3 %. На варианте с осенним дискованием без приемов химизации он возрос на 15,2 % по сравнению с глубоким отвальным рыхлением, при нулевой обработке – на 25,3 %. При внесении удобрений и гербицидов этот показатель несколько снизился. На фоне химизации на вариантах с энергосберегающими способами обработки коэффициенты энергетической эффективности превышали показатели традиционной обработки на 11,2–26,7%.

Энергетическая эффективность подтвердилась расчетами экономической оценки. Наименьший чистый доход с 1 га был на варианте со вспашкой. При нулевой обработке он был практически одинаков с осенним дискованием. Себестоимость 1 т зерна ячменя снижалась при применении осеннего дискования на 38,8–60,1 %, а при нулевой обработке – на 73,1–78,2 % по сравнению со вспашкой. Уровень рентабельности при выращивании ячменя с применением осеннего дискования возрос по сравнению с глубоким отвальным рыхлением на 31,0–44,0 %, с нулевой обработкой – на 31,0–41,0 %. Внесение удобрений и гербицидов снижало уровень рентабельности при осеннем дисковании на 13 %, а при нулевой обработке – на 10 %.

## **Заключение**

Обработка почвы существенно изменяла плотность почвы, особенно в осенний период. Наименьшей она была после глубокого отвального рыхления – 0,83–1,15 г/см<sup>3</sup>. При осеннем дисковании плотность сложения изменялась от 1,06 до 1,36 г/см<sup>3</sup>, при нулевой обработке – от 1,17 до 1,38 г/см<sup>3</sup>. При вспашке отмечено снижение плотности осенью на 25,5 и 26,5 % соответственно.

За осенне-зимний период отмечено оседание почвы, особенно после вспашки. Весной перед посевом ячменя после вспашки плотность в слое 0–0,3 м составляла 1,22 г/см<sup>3</sup>. После осеннего дискования она равнялась 1,24 г/см<sup>3</sup>, а при нулевой обработке – 1,25 г/см<sup>3</sup>. Различие было на 1,6–2,4 %. Это в пределах ошибки эксперимента.

В среднем за 2012–2014 гг. в осенний период общая пористость почвы в слое 0–0,3 м после глубокого отвального рыхления составляла 63,5 %, при осеннем дисковании – 54,6 %, при нулевой обработке – 52,9 %. Во втором и

третьем случаях она была меньше, чем при глубоком отвальном рыхлении, на 8,9 и 10,6 % соответственно. Перед посевом ячменя общая пористость различалась по вариантам на 0,5 и 1,1 %. Вспашка разрыхляла почву в осенний период. К посеву ячменя почва уплотнялась, и различие в пористости заметно сглаживалось.

Наибольшей в осенний период пористость аэрации была на варианте с глубоким отвальным рыхлением, где она составляла 41,0–41,2 %. После осеннего дискования она снизилась до 32,6–32,9 %, при нулевой обработке – до 28,0–28,5 %. Снижение было на 8,3–8,4 и 12,7–13,0 %. Перед посевом ячменя различие в пористости аэрации уменьшилось на 0,6–0,9 %.

В среднем капиллярная пористость после энергосберегающих обработок была выше, чем после вспашки, на 1,4–2,3 и 2,2–2,4 %. Применение приемов химизации не влияло на величину капиллярной пористости.

После глубокого отвального рыхления структурность почвы равнялась 63,8–61,3 %, а коэффициент структурности – 1,58–1,76. Глыбистая фракция (более 10 мм) составила 28,3–29,4 %. Пылеватая фракция (менее 0,25 мм) не превышала 7,9–9,3 %. При осеннем дисковании количество агрономически ценных структурных агрегатов возросло до 74,7–71,2 %, что больше, чем при вспашке, на 10,9 и 9,9 %. Коэффициент структурности увеличился до 2,47–2,95. Пылеватая фракция снизилась до 1,1–3,5 %, а глыбистая на 4,1 %.

При нулевой обработке почвы структура увеличилась до 73,2 и 76,0 %. Это больше, чем при глубоком отвальном рыхлении на 12,2–12,9 % и больше, чем при осеннем дисковании на 1,3–2,0 %. Коэффициент структурности при нулевой обработке повысился до 2,73–3,17 или на 72,8–80,1 %. Величина пылевой фракции снизилась до 1,0–2,2 %.

В среднем за 2013–2015 гг. запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы после вспашки были наибольшими и составляли 134,2–135,2 мм. При осеннем дисковании этот показатель снизился на 22,3–22,5 мм, или на 16,6–16,7 %. При нулевой обработке снижение запасов влаги достигло 15,8–16,0 мм, или 11,2–11,7 %.

Изучаемые способы обработки почвы заметно сказывались на содержании гумуса в верхних горизонтах. На варианте со вспашкой количество гумуса по годам практически не изменялось и составляло 3,30–3,32 %. Внесение минеральных азотных удобрений не влияло на содержание гумуса в почве. Снижение интенсивности обработки почвы заметно повышало количество гумуса. При осеннем дисковании по годам исследований содержание гумуса возросло с 3,32–3,33 до 3,36–3,37 %. При нулевой обработке количество гумуса увеличилось до 3,39–3,43 %. Это больше, чем после глубокого отвального рыхления на 0,05–0,06 и 0,08–0,12 %.

При глубоком отвальном рыхлении нитратного азота было больше, чем при осеннем дисковании и нулевой обработке. В среднем за 2013–2015 гг. увеличение нитратного азота на фоновом варианте при глубоком отвальном рыхлении превосходило нулевую обработку на 1,0 мг/кг почвы. При осеннем дисковании содержание азота было одинаково со вспашкой.

Осеннее дискование без приемов химизации не изменяло содержания фосфора в почве. Внесение минеральных удобрений при осеннем дисковании увеличивало количество растворимого фосфора в почве на 3,7–4,2 мг на 1 кг. На варианте с нулевой обработкой содержание доступного фосфора было выше, чем при вспашке на 2,2–4,2 мг/кг.

Наиболее стабильным было содержание в почве обменного калия. Количество его различалось по вариантам от 1,6 до 3,1 %, что статистически недостоверно.

В среднем за 2013–2015 гг. урожайность зерна ячменя не превышала 0,93–1,27 т/га. Без использования гербицидов и удобрений наибольшую урожайность ячмень сформировал на варианте с глубоким отвальным рыхлением – 1,09 т/га зерна. При осеннем дисковании урожайность в среднем снижалась на 14,7 %, а с нулевой обработкой почвы – на 29,4 %. Приемы химизации повышали урожайность ячменя при глубоком отвальном рыхлении на 16,5 %, при осеннем дисковании – на 22,6 %, при нулевой обработке – на 36,4 %. Эффективность приемов химизации была выше на вариантах с ресурсосберегающими обработками почвы. При внесении удобрений и применении гербицидов урожайность при глубоком отвальном рыхлении была выше по сравнению с осенним дискованием на 10,2 %, с нулевой обработкой – на 17,3 %. Борьба с сорняками и улучшение пищевого режима ячменя на вариантах с энергосберегающей обработкой повышали урожайность этой культурой до уровня вспашки.

Введение в севооборот кукурузы и люцерны повышало урожайность ячменя при энергосберегающих обработках почвы и снижало различие с традиционной обработкой. В пропашном звене севооборота ячмень дал прибавку урожайности на 25,0 % по сравнению с зерновым звеном, а в травяном звене прибавка составила 167,6 %, то есть урожайность увеличилась в 2,7 раза. В зерновом звене севооборота осеннее дискование снижало урожайность ячменя на 29,1 %, а при нулевой обработке – на 32,5 %. В пропашном звене севооборота разница со вспашкой составила 18,0 и 28,0 %. В травяном звене севооборота снижение урожайности при дисковании по сравнению с глубоким отвальным рыхлением составило 10,4 %.

Снижение урожайности ячменя при ресурсосберегающих обработках почвы на 10,2–29,4 % не уменьшало коэффициенты энергетической эффективности. Напротив, величина их увеличивалась вследствие уменьшения затрат при осеннем дисковании на 15,2 %, а при нулевой обработке – на 25,3 % по сравнению с глубоким отвальным рыхлением. При внесении удобрений и гербицидов этот показатель несколько снизился.

Опрыскивание посевов реасилом и гуматом калия повысило урожайность ячменя при вспашке на 5,9–7,8 %, при осеннем дисковании – на 8,9–20,6 %, при нулевой обработке – на 25,0–28,9 %.

Денежные затраты на возделывание ячменя при нулевой обработке снизились на 44,7% , при осеннем дисковании – на 42,9 % по сравнению со

вспашкой. Внесение удобрений и гербицидов повысило денежные затраты на выращивание ячменя на 16,2–34,2 %.

Наименьший чистый доход с 1 га был на варианте со вспашкой. При нулевой обработке он был практически одинаков с осенним дискованием.

Себестоимость 1 т зерна ячменя снижалась при осеннем дисковании на 38,8–60,1 %, при нулевой обработке – на 73,1–78,2 %.

Уровень рентабельности при выращивании ячменя с применением осеннего дискования возрастал по сравнению с глубоким отвальным рыхлением на 31–44%, с нулевой обработкой – на 31–41 %. Приемы химизации снижали уровень рентабельности при минимальной обработке на 13 %, при нулевой обработке – на 10 %.

### **Рекомендации производству**

Для получения стабильной урожайности ячменя с низкой себестоимостью и сохранения плодородия чернозёма южного необходимо применять осеннее дискование почвы дисковой бороной на глубину 10-12 см в сочетании с обработкой поля гербицидом раундап нормой 4 л/га после уборки предшественника. В фазу кущения ячменя посевы рекомендуется обработать гербицидом альянс нормой 0,7 л/га или диален нормой 2 л/га с внесением азотных удобрений нормой 40 кг д. в. на 1 га.

В зернотравяных и зернопропашных звеньях севооборота рекомендуется применять нулевую обработку почвы с обязательным внесением азотных удобрений нормой 40 кг д. в. на 1 га и обработкой поля в осенний период гербицидом раундап нормой 4 л/га, а в фазу кущения ячменя гербицидом альянс нормой 0,7 л/га или диален нормой 2 л/га.

В фазы кущения и колошения посевы ячменя необходимо опрыскивать гуматом калия нормой 4 л/га и реасилом нормой 3 л/га.

### **Список опубликованных работ по теме диссертации**

#### **в изданиях, включенных в перечень ВАК Минобрнауки РФ:**

1. Денисов, Е.П. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании ячменя и кукурузы на черноземах южных в Поволжье / Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, **В.В. Карпец** // Аграрный научный журнал. – № 1. – 2014. – С. 11–16 (0,39 печ. л.; авт. – 0,20).

2. Денисов, Е.П. Перспективные технологии ячменя и кукурузы как источник дешевого зерна / Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, Ф.П. Четвериков, **В.В. Карпец**, Е.В. Решетов // Научное обозрение. – № 1. – 2015.– С. 10–13 (0,23 печ. л.; авт. – 0,11).

3. Денисов, Е.П. Влияние энергосберегающих обработок на биологическую активность почвы в посевах ячменя / Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, Е.В. Подгорнов, **В.В. Карпец** // Зерновое хозяйство России. – № 1. – 2015. – С. 52–55 (0,42 печ. л.; авт – 0,15).

4. Денисов, Е.П. Люцерна и пропашные культуры – необходимые компоненты зернотравопропашного севооборота / Е.П. Денисов, Ф.П. Четвериков, В.В. Карпец, Е.В. Решетов // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 7. – С. 14–18 (0,40 печ. л., авт. – 0,15).

**Работы, опубликованные в прочих изданиях:**

5. Денисов, Е.П. Особенности возделывания культур при ресурсосберегающей обработке почвы / Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, **В.В. Карпец**, Е.В. Решетов // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: матер. X Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза, 2014. – С. 35–38 (0,25 печ. л.; авт. – 0,10).

6. Денисов, Е.П. Влияние обработки почвы на величину запасов продуктивной влаги / Е.П. Денисов, К.Е. Денисов, **В.В. Карпец**, Е.В. Решетов // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: матер. II Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2014. – С. 56–64 (0,6 печ. л.; авт. – 0,20).

7. Денисов, Е.П. Влияние влажности и плотности почвы на урожайность зерновых культур / Е.П. Денисов, **В.В. Карпец**, И.С. Полетаев // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: матер. III Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2015. – С.44–47 (0,24 печ. л.; авт. – 0,11).

8. Денисов, Е.П. Зависимость урожайности зерновых культур от различных факторов при энергосберегающей обработке почвы / Е.П. Денисов, **В.В. Карпец**, И.С. Полетаев // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: матер. III Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2015. – С.47–51 (0,23 печ. л.; авт. – 0,09).