

*На правах рукописи*

**Яников Андрей Дмитриевич**

**ВЛИЯНИЕ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ОБРАБОТОК  
ПОЧВЫ И УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА  
ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ПЛОДОРОДИЕ  
ЧЕРНОЗЕМОВ ЮЖНЫХ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

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

Саратов - 2014

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

Научный руководитель – **Денисов Евгений Петрович**,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор

Официальные оппоненты: **Шабает Анатолий Иванович**,  
доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», заместитель директора по научной работе

**Богомазов Сергей Владимирович**,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент, ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА», заведующий кафедрой общего земледелия и землеустройства

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Пензенский НИИСХ»

Защита состоится 29 декабря 2014 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета Д 220.061.05 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

Е-mail: [dissovet01@sgau.ru](mailto:dissovet01@sgau.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ» и на сайте [www.sgau.ru](http://www.sgau.ru)

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2014 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Нарушев Виктор  
Бисенгалиевич

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследований.** Основной сельскохозяйственного производства является зерновая продукция. Яровая пшеница имеет большое значение в увеличении производства зерна.

В настоящее время в системе традиционной технологии возделывания зерновых культур отмечается тенденция насыщения сельского хозяйства тяжеловесной техникой, интенсивное использование которой приводит к переуплотнению почвы, снижению количества гумуса, а следовательно, и к падению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Самое затратное звено в системе возделывания культур – обработка почвы, которая также претерпела в процессе развития системы земледелия ряд изменений. В технологии любой культуры 40 % затрат идет на обработку почвы. С этой точки зрения именно обработка требует новых подходов к этому процессу (Н.А.Рендов, 2006).

Состояние земледелия в России в настоящее время нуждается в значительном улучшении. Один из путей выхода из сложившегося положения на текущий момент просматривается в новом направлении, которое получило название сберегающего земледелия. Данный тип земледелия основывается на энергосберегающих технологиях выращивания сельскохозяйственных культур в совокупности с точным земледелием.

Необходимым условием современного земледелия является разработка более экономичных технологий обработки почвы, обеспечивающих снижение энергетических и трудовых затрат, получение стабильных урожаев яровой пшеницы, снижение отрицательного последействия на плодородие почвы. Таким направлением является минимализация обработки почвы (М.Г. Калинин, 2000; П.Н. Рыбалкин, 2001).

**Степень разработанности темы.** В современной научной литературе доказано, что минимализация обработки почвы осуществима при технической оснащенности хозяйства современными комбинированными почвообрабатывающими и посевными агрегатами, совмещающими за один проход по полю несколько технологических операций (Я.В. Губанов, Н.Н. Иванов, 1983; В.И. Столяров, 2006). Ее применение повышает производительность труда в земледелии, спо-

способствует устранению эрозии почвы, снижению затрат на производство продукции растениеводства.

Внедрение данной системы предполагает высокий технологический уровень выращивания культур и требует дальнейшего изучения особенностей борьбы с засоренностью посевов сорняками, приемов использования почвообрабатывающих и посевных агрегатов, обеспеченности средствами защиты растений, особенно гербицидами, а также удобрениями (М.М.Сабитов, 2002; Е.П. Денисов, 2003).

Нет единой точки зрения по влиянию минимализации обработки почвы на урожайность и плодородие в конкретных условиях Поволжья. Продолжение изучения данной проблемы и является направлением наших исследований.

**Цель работы** заключается в изучении эффективности энергосберегающих приёмов обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в сравнении с традиционной обработкой и её влияния на урожайность культуры и плодородие черноземов южных.

Для достижения цели решали следующие задачи:

изучить изменение агрофизических свойств южного чернозёма под влиянием различных обработок;

определить роль обработок почвы на накопление доступной влаги в течение осенне-зимнего периода;

исследовать изменение агрохимических свойств почвы под воздействием обработок и удобрений;

выявить роль различных обработок почвы в снижении засорённости посевов яровой пшеницы;

определить влияние изучаемых агроприёмов на урожайность яровой пшеницы;

дать оценку влияния различных факторов на формирование урожайности яровой пшеницы при разных обработках почвы;

рассчитать энергетическую и экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы при энергосберегающих обработках почвы.

**Научная новизна исследований.** Выявлено влияние различных обработок почвы на изменение агрофизических и агрохимических свойств чернозёма южного в посевах яровой пшеницы. Отмечено различие плотности, влажности, пористости при энергосбере-

гающих обработках по сравнению с традиционной вспашкой. Выявлена причина снижения урожайности пшеницы на вариантах с нулевой обработкой в сухие годы. Показано содержание питательных веществ в почве на вариантах с различными обработками. Установлено воздействие обработок почвы на засорённость посевов яровой пшеницы. Определена урожайность яровой пшеницы при разных обработках почвы. Рассчитана энергетическая и экономическая эффективность при возделывании яровой пшеницы на фоне ресурсосберегающих обработок почвы. Уровень рентабельности на опытных вариантах с минимальной обработкой почвы возрос по сравнению со вспашкой с 11 до 54 %.

**Практическая значимость** заключается в разработке конкретных рекомендаций по использованию приемов минимальной обработки почвы, позволяющих получать стабильные урожаи зерна яровой пшеницы с низкой себестоимостью и высокой рентабельностью. Для этого следует в качестве осенней обработки почвы на чернозёмах южных Правобережья применять вместо традиционной вспашки минимальную обработку дисковой бороной Catros на глубину 8–10 см. При отсутствии засорённости и при внесении соломы в сочетании с азотом в дозе 40 кг д.в./га под посевы яровой пшеницы можно использовать нулевую обработку почвы. Это значительно повышает энергетические и экономические показатели производства зерна данной культуры.

**Методология и методы исследований** базируются на современных научных представлениях практического земледелия и на частных методиках проведения экспериментов. Были использованы системный подход, методы анализа и синтеза, индукции и дедукции, обобщения, наблюдения, сравнения и классификации. Расчёты и обработку результатов выполняли методом математической статистики с применением пакетов прикладных программ Statistika 7.0 и Microsoft Excel.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

сравнительная характеристика влияния обработок почвы на динамику изменений агрофизических и агрохимических свойств чернозёма южного в течение переходного периода;

воздействие изучаемых обработок почвы на формирование весенних запасов продуктивной влаги перед посевом яровой пшеницы;

влияние приёмов обработки на содержание питательных веществ в почве и засорённость;

изменение урожайности яровой пшеницы при применении энергосберегающих обработок почвы в сравнении с традиционными;

энергетическая и экономическая оценка использования различных обработок почвы при возделывании яровой пшеницы в полевом севообороте.

**Достоверность полученных результатов** подтверждена многолетними исследованиями, применением широко апробированных методик, необходимым объемом проведённых анализов, замеров, наблюдений, обработкой экспериментального материала математическими методами дисперсионного, вариационного, регрессионного и корреляционного анализов, проверкой результатов исследований.

**Апробация результатов научных исследований.** Результаты исследований были доложены на внутривузовских, всероссийских и международных научно-практических конференциях (Саратов, 2011, 2012, 2013; Пенза, 2013; Брянск, 2014; Волгоград, 2014).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 8 научных работ, в том числе 2 – в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация изложена на 134 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 8 глав, выводов и предложений производству, включает в себя 57 таблиц, 7 рисунков и 35 приложений. Список использованной литературы содержит 200 наименований, в том числе 11 – на иностранных языках.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Глава 1. Роль обработки в регулировании плодородия почвы и получении стабильных урожаев яровой пшеницы (обзор литературы)**

В главе приведен обзор литературы по изучаемому вопросу. Показано значение пшеницы как ценной продовольственной культуры. Наряду с повышением качества зерна пшеницы особое внимание должно быть обращено на снижение себестоимости его производства за счет уменьшения затрат на обработку почвы. Раскрывается противоречивость относительно эффективности различных способов обработки почвы при возделывании яровой

пшеницы как с точки зрения влияния их на урожайность сельскохозяйственных культур, так и с точки зрения воздействия на плодородие почвы. Это обуславливает необходимость изучения различных приёмов ресурсосберегающих обработок почвы в конкретных районах засушливой части Поволжья.

## **Глава 2. Условия, схема и методика проведения исследований**

**2.1. Почвенно-климатические условия.** Работа выполнена на опытном поле Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова в 2011–2014 гг. на слабосмытых чернозёмах южных с содержанием гумуса в пахотном слое 3,0–3,3 %. Погодные условия 2012 и 2014 гг. были средневлажными, 2013 г. – влажными. В 2012 г. гидротермический коэффициент составил 0,70; в 2014 г. – 0,8; в 2013 г. – 1,6. Осадков за вегетацию пшеницы выпало соответственно 100,9 мм; 110,1 и 253,0 мм.

**2.2. Схема опыта.** Изучали различные способы основной обработки почвы: вспашка, два осенних дискования, одно осеннее дискование, нулевая обработка на фоне внесения азотных удобрений в дозе 40 кг д.в./га и без удобрений.

Схема опыта включала в себя восемь вариантов: 1 – вспашка; 2 – вспашка + удобрения; 3 – два дискования; 4 – два дискования + + удобрения; 5 – одно дискование; 6 – одно дискование + удобрения; 7 – нулевая обработка; 8 – нулевая обработка + удобрения. Опыт проводили в четырёхкратной повторности. Площадь каждой деланки 200 м<sup>2</sup>. Размещение деланок рендомизированное. Весной яровую пшеницу высевали нормой 3,5 млн всхожих зёрен на 1 га. Сорт Фаворит. После уборки предшественника (чечевица) поле обрабатывали гербицидом раундап дозой 4 кг/га. Вспашку проводили плугом ПЛН-5-35, дискование – дисковой бороной Satros-3001. В фазу кущения посевы опрыскивали гербицидом дифезан нормой 0,2 л/га.

**2.3. Методика проведения опыта.** Для наблюдений и исследований были использованы общие методические указания по проведению полевого опыта (Роде А.А., 1970; Доспехов Б.А., 1987; Кирюшин Б.Д., 2004, 2005; Дружкин А.Ф., 2003, 2013).

В процессе исследований определяли: влажность почвы – полевым, термостатно-весовым методом с отбором проб почвенным буром АМ-16; плотность почвы – в полевых условиях буром Н.А.

Качинского методом режущих колец послойно через 0,1 м до глубины 0,6 м; структурность почвы – сухим рассеиванием; степень водопрочности структурных агрегатов – по П.И. Андриянову; наступление фенологических фаз – глазомерно на смежных участках опыта; содержание нитратного азота – дисульфифеноловым методом с помощью реактива Лунге – Грисса; содержание доступного фосфора – по Мачигину; обменного калия – по Масловой; нитрификационную способность почвы – по «Методическим указаниям...» (М., 1984); подвижные формы фосфора – по Мачигину в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26205–84; содержания обменных оснований  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  – согласно МРТУ № 46-15-67; обменного натрия – по ГОСТ 26950–86; гумуса – по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО, ГОСТ 26213–84; урожайность зерна пшеницы – методом пробных снопов с площадок 0,50 м<sup>2</sup>.

Экспериментальные данные обрабатывали методами дисперсионного, корреляционного и регрессионного анализов на компьютере по Б.А. Доспехову (1985).

### **Глава 3. Агрофизические свойства почвы**

**3.1. Изменение структуры почвы под действием обработки.** В опыте на структуру почвы заметно влияла обработка. В слое 0–0,3 м наибольшее количество ценных структурных агрегатов (0,25–10,0 мм) отмечено на варианте с ресурсосберегающей обработкой почвы. При двух осенних дискованиях количество ценных структурных агрегатов составило 72,7 %. Это выше, чем при вспашке на 2,9–3,0 %.

При одном дисковании в качестве основной обработки количество структурных агрегатов возросло по сравнению со вспашкой на 4,9–5,6 %, а при нулевой обработке – на 5,9–6,5 %. Коэффициент структурности на варианте со вспашкой был ниже, чем при двойном осеннем дисковании на 15,1–16,3 %; ниже, чем при одноразовом дисковании на 27,7–32,9 % и меньше, чем при нулевой обработки на 35,1–39,7 %. В наших опытах водопрочность структурных агрегатов после вспашки была заметно ниже, чем на вариантах с энергосберегающей обработкой почвы. После двух осенних дискований водопрочность в течение шести лет повысилась на 5,7–5,8 %; после одного дискования – на 6,8–7,1 %, на вариантах с нулевой обработкой – на 18,3–18,9 %. Удобрения практически не влияли на водопрочность

структурных агрегатов южного чернозёма. Различия с фоновым вариантом не превышали 0,4–0,9 %.

**3.2. Плотность почвы в осенний период после основной обработки.** Обработка почвы является важным фактором регулирования ее плотности. Особенно сильно изменяется плотность почвы в осенний период после вспашки (табл. 1). В среднем за последние три года шестилетнего периода проведения опытов (2008–2013 гг.) плотность почвы в слое 0–0,3 м при вспашке составила 1,05 г/см<sup>3</sup>. При осеннем дисковании она возросла до 1,15 г/см<sup>3</sup>, а при нулевой обработке достигала 1,27 г/см<sup>3</sup>. По сравнению с исходным состоянием за последний год плотность снизилась в этом слое на 0,03 г/см<sup>3</sup> при вспашке, а по сравнению со средней величиной – на 0,04 г/см<sup>3</sup>. Это можно считать в пределах ошибки опыта.

При минимальной обработке почвы (однократное дискование) плотность верхнего слоя снизилась за шестилетний период на 0,06 г/см<sup>3</sup>.

**Таблица 1 – Плотность почвы в слое 0–0,3 м в осенний период после основной обработки почвы, г/см<sup>3</sup>**

Основная обработка почвы	2008 г. (исходное состояние)	2011 г.	2012 г.	2013 г.	В среднем за три года
1. Вспашка	1,05	1,03	0,99	1,02	1,01
2. Два дискования	1,15	1,13	1,19	1,17	1,16
3. Одно дискование	1,24	1,16	1,9	1,18	1,17
4. Нулевая обработка	1,27	1,30	1,27	1,28	1,28
НСР <sub>05</sub> = 0,049					

По вариантам опыта в осенний период отмечено статистически достоверное повышение плотности почвы по сравнению со вспашкой. При минимальной обработке плотность почвы в этом слое была выше, чем при вспашке на 0,15 и 0,16 г/см<sup>3</sup>; при нулевой обработке – на 0,27 г/см<sup>3</sup>, что статистически достоверно.

**3.3. Плотность почвы перед посевом яровой пшеницы.** Под действием осенних осадков и талой воды весной почва уплотнялась до определённого предела. С одной стороны, значительно уплотнялась рыхлая почва за счёт уменьшения межагрегатных пор, а с другой – осадки разрыхляли почву за счёт расклинивающего действия влаги, набухания органического вещества и коллоидных частиц.

Плотность почвы по сравнению с исходной в динамике возросла за шесть лет на вариантах с минимальной обработкой на 0,03–0,05 г/см<sup>3</sup>, а при нулевой обработке – на 0,09 г/см<sup>3</sup>, что статистически достоверно (табл. 2).

**Таблица 2 – Плотность почвы в слое 0-0,3 м весной перед посевом яровой пшеницы, г/см<sup>3</sup>**

Основная обработка почвы	2009 г. (исходное состояние)	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем за три года
1. Вспашка	1,25	1,24	1,27	1,26	1,26
2. Два дискования	1,26	1,28	1,30	1,29	1,29
3. Одно дискование	1,24	1,27	1,32	1,29	1,29
4. Нулевая обработка	1,24	1,29	1,33	1,33	1,32
НСР <sub>05</sub> = 0,018					

При вспашке плотность почвы весной перед посевом пшеницы была ниже, чем при минимальной обработке на 0,03 г/см<sup>3</sup>, а при нулевой обработке – на 0,06 г/см<sup>3</sup>.

**3.4. Общая пористость почвы осенью после основной обработки.** В осенний период после основной обработки почвы наиболее высокая общая пористость отмечена после вспашки. В пахотном слое 0–0,3 м в среднем за последние три года исследований общая пористость в осенний период после вспашки составила 62,6 %. При минимальной обработке она снизилась на 5,6 и 5,9 %, а при нулевой – на 10,0 %, что статистически достоверно.

**3.5. Пористость почвы под яровой пшеницей весной перед посевом.** Весной после осенне-зимнего оседания почвы общая пористость заметно снизилась. В слое 0–0,3 м при вспашке она составила 53,4 %, а на остальных вариантах была ниже на 1,1 %; 1,3 и 2,4 %, что статистически достоверно.

За шестилетний период на варианте со вспашкой в этом слое общая пористость практически не изменилась. Различие по годам было в пределах ошибки опыта. При минимальной обработке она снизилась по сравнению с исходным состоянием на 1,2–1,8 %, а при нулевой обработке – на 3,3 %.

Таким образом, в условиях проведения опыта отмечена тенденция снижения общей пористости почвы в верхнем пахотном горизонте.

**3.6. Пористость аэрации.** Пористость аэрации в слое 0–0,3 м осенью была наибольшей после вспашки. В среднем за три по-

следних года шестилетнего периода после вспашки пористость аэрации составила 35,3 %. На вариантах с минимальной обработкой она снизилась на 9,6–10,3 %, а при нулевой обработке – на 17,1 %. По годам пористость аэрации практически не изменялась. Колебания были в пределах 34,2–36,8 % после вспашки, 24,0–27,8 и 23,9–25,9 % при минимальной обработке и 17,0–18,9 % после нулевой обработки. Коэффициенты вариации по вариантам опыта равнялись соответственно 3,5 %; 4,9; 2,7 и 3,5 %.

Подобное изменение по годам наблюдалось и при анализе капиллярной пористости. При вспашке её колебания составили 26,6–27,7 %, а на остальных вариантах – соответственно 30,4–32,0 %; 31,2–32,2 и 34,1–34,9 %. Коэффициенты вариации не превышали 1,7 %; 2,1; 1,4 и 1,0 %.

#### **Глава 4. Влияние обработки на формирование весенних запасов продуктивной влаги в почве**

В слое 0–1,0 м запасы влаги при вспашке и после нулевой обработки почвы были практически одинаковыми и колебались в пределах 135,2–141,3 и 139,0–138,8 мм (табл. 3).

**Таблица 3 – Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-1,0 м весной  
перед посевом яровой пшеницы, мм**

Основная обработка почвы	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем за 3 года
1. Вспашка (контроль)	135,2	136,0	141,3	137,4
2. Два дискования	112,8	122,8	126,4	120,5
3. Одно дискование	123,5	125,7	122,0	123,7
4. Нулевая обработка	139,0	136,5	138,8	138,1
НСР <sub>05</sub> = 7,789				

После дискования запасы продуктивной влаги снизились по сравнению со вспашкой на 11,7–22,4 мм. Это можно объяснить сильным распылением почвы при ежегодном дисковании и снижением не только пористости аэрации, но и капиллярной пористости.

В метровом слое почвы после вспашки было наибольшее количество влаги – 141,2 мм. При нулевой обработке снижение по срав-

нению со вспашкой составило 2,4 мм, а при дисковании – 14,8–19,2 мм. В формировании весенних запасов влаги в почве участвовали как пористость аэрации, так и капиллярная пористость. Первая обеспечивала водопроницаемость, а вторая – фильтрацию.

Водопроницаемость под яровой пшеницей в осенний период была выше после вспашки – 82 мм/ч. После дискования она снизилась до 27 и 21 мм/ч, или на 67 и 74,4 %. Наименьшая водопроницаемость отмечена при нулевой обработке почвы – 16 мм/ч, или в пять раз меньше, чем после вспашки. Фильтрация при вспашке составила 0,034 мм/ч, а при нулевой обработке – 0,193 мм/ч. При минимальной обработке она равнялась 0,032 мм/ч. Таким образом, в осенний период наибольшее количество влаги поступало в почву на варианте со вспашкой. В течение осенне-зимнего и ранневесеннего периодов благодаря фильтрации в почву интенсивно поступала влага при нулевой обработке, где была выше капиллярная пористость.

### **Глава 5. Засоренность посевов яровой пшеницы**

Видовой состав сорной растительности на опытном участке характеризовался в основном тремя группами: ранними яровыми, зимующими однолетними и многолетними сорняками.

На вариантах без обработки почвы преобладали зимующие и многолетние корнеотпрысковые сорняки, а на вариантах с обработкой почвы – ранние яровые однолетние и многолетние сорные растения. Ранних яровых сорняков на вариантах со вспашкой было до 70 % от всех сорных растений, при минимальной обработке – до 50 %, а при нулевой обработке – до 30 % .

Наименьшее количество сорняков отмечено после вспашки. По годам число сорных растений колебалось в пределах 1,4–4,5 шт./м<sup>2</sup> без внесения удобрений и в пределах 2,3–4,9 шт./м<sup>2</sup> при внесении удобрений (табл. 4).

При минимальной обработке почвы сорняков было больше, чем при вспашке на 1,8–2,1 и на 1,7–2,4 шт./м<sup>2</sup>. Наибольшее количество сорняков отмечено при нулевой обработке почвы: 7,7–

10,3 шт./м<sup>2</sup> без удобрений и 8,2–10,7 шт./м<sup>2</sup> с внесением удобрений. Это больше, чем при вспашке в 2,0–3,0 раза.

**Таблица 4 – Общая засорённость посевов яровой пшеницы, шт./м<sup>2</sup>**

Основная обработка почвы	2009 г. (исходное состояние)	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем за 3 года
1. Вспашка	2,9	1,4	3,4	4,5	3,1
2. Вспашка + + удобрение	3,8	2,3	3,7	4,9	3,6
3. Два дискования	2,4	3,5	4,3	6,3	4,7
4. Два дискования + + удобрение	3,3	4,1	4,8	6,8	5,2
5. Одно дискование	3,2	3,9	5,1	6,9	5,3
6. Одно дискование + + удобрение	4,0	5,8	6,1	7,5	6,4
7. Нулевая обработка	10,0	7,7	8,9	10,3	9,0
8. Нулевая обработка + + удобрение	10,4	8,2	8,8	10,7	9,2
Фактор <i>A</i> : $HCP_{05} = 0,393 F_{\phi} = 347,70$ ; фактор <i>B</i> : $HCP_{05} = 0,278 F_{\phi} = 23,27$ ; <i>AB</i> : $HCP_{05} = -F_{\phi} = 2,17$					

Примечание: фактор *A* – обработка почвы; фактор *B* – удобрение.

В среднем за последние три года шестилетнего периода исследований яровая пшеница была меньше засорена при вспашке на 44,4–51,6 и 47,2–77,7 %, чем после дискования, и в 2,5–3,0 раза по сравнению с нулевой обработкой. Несмотря на увеличение засорённости на вариантах с энергосберегающей обработкой почвы, число сорняков при этом не превышало порога вредоносности.

## **Глава 6. Изменение агрохимических свойств почвы**

Интенсивная обработка почвы приводит к ухудшению плодородия, особенно без внесения должного количества органических и минеральных удобрений. В первую очередь уменьшается в почве количество органического вещества.

За шестилетний период на варианте со вспашкой было отмечено статистически достоверное снижение содержания гумуса. Если в исходном состоянии почва имела гумуса 3,20–3,23 %, то через шесть лет на этом варианте его количество снизилось до 3,10–3,20 %, а в среднем за последние три года оно не превышало 3,15–3,17 %.

При минимальной обработке почвы (осеннем двукратном дисковании) содержание гумуса за шестилетний период возросло с 3,23–3,30 до 3,40–3,45 %, или на 0,15–0,17 %. В среднем за последние три года оно составило 3,37–3,42 %. При однократном дисковании изменение в содержании гумуса было аналогичным предыдущему варианту. При нулевой обработке почвы содержание гумуса за шестилетний период увеличилось на 0,30–0,33 %, что статистически достоверно. В среднем за последние три года количество гумуса в почве составило 3,46 %. Прибавка по сравнению со вспашкой – 0,29–0,31 %, по сравнению с минимальной обработкой – 0,04–0,09 %. Таким образом, снижение интенсивности обработки способствует сохранению гумуса в почве.

На всех вариантах опыта отмечено увеличение содержания количества нитратного азота в почве (табл. 5). При вспашке за шесть лет его количество возросло с 4,3–5,8 до 6,6–8,0 мг на 1 кг почвы, или на 2,2–2,3 мг/кг. В среднем за три года на этом варианте нитратного азота содержалось 7,6–9,1 мг/кг. Отмечено некоторое увеличение количества нитратного азота за шестилетний период при минимальной обработке почвы. На варианте с двумя осенними дискованиями содержание азота увеличилось с 4,8–5,7 до 8,2–10,4 мг на 1 кг почвы, или на 3,4–4,7 мг/кг, что статистически достоверно.

**Таблица 5 – Изменение содержания нитратного азота в слое 0–0,3 м под яровой пшеницей при различной обработке почвы, мг/кг**

Основная обработка почвы	2009 г. (исходное состояние)	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем за 3 года
1. Вспашка	4,3	6,8	9,5	6,6	7,6
2. Вспашка + удобрение	5,8	9,3	10,0	8,0	9,1
3. Два дискования	4,8	6,7	10,4	7,1	8,1
4. Два дискования + + удобрение	5,7	10,9	11,7	8,8	10,1
5. Одно дискование	4,8	8,3	11,2	8,2	9,1
6. Одно дискование + + удобрение	5,7	10,4	12,2	10,4	11,0
7. Нулевая обработка	4,2	7,9	12,3	7,7	9,3
8. Нулевая обработка + + удобрение	5,9	10,3	13,7	8,7	10,9
Фактор <i>A</i> : $HCP_{05} = 1,41 F_{\phi} = 7,25$ ; фактор <i>B</i> : $HCP_{05} = 0,99 F_{\phi} = 6,4$ ; <i>AB</i> : $HCP_{05} = 0,70 F_{\phi} = 30,36$					

Примечание: фактор *A* – обработка почвы; фактор *B* – удобрение.

В среднем за три последних года содержание азота в почве составило 8,1–10,1 мг/кг.

При одном весеннем дисковании содержание нитратного азота возросло с 4,8–5,7 до 8,2–10,4 мг/кг, или на 3,9–4,7 мг/кг. При нулевой обработке почвы количество нитратов увеличилось за шестилетний период с 4,2–5,9 до 7,7–8,7 мг/кг, или на 2,9–3,5 мг/кг, что статистически достоверно.

На шестой год количество доступного фосфора возросло с 18,7–20,5 до 21,9–22,0 мг на 1 кг почвы, или на 1,5–3,2 мг/кг; при минимальной обработке – на 2,1–2,5 мг/кг, при нулевой обработке – 1,6 мг на 1 кг почвы. По вариантам различие в количестве доступного фосфора за последние три года практически не выявлено. В среднем за последние три года оно не превышало  $25,0 \pm 0,43$  мг/кг.

Содержание обменного калия по годам и по вариантам опыта было практически одинаковым и колебалось в среднем за 3 года в пределах 294–310 мг/кг –  $303 \pm 4,6$  мг на 1 кг почвы. Коэффициент вариации не превышал 1,5 %.

Сумма обменных оснований на варианте со вспашкой по сравнению с исходным состоянием практически не изменилась. Различие со средним значением по годам составило 0,1–0,3 ммоль на 100 г почвы. При минимальной обработке почвы этот показатель возрос до 0,4–0,7 ммоль/100 г при двух дискованиях и практически не изменился при одном дисковании. Различие не превышало 0,4 ммоль/100 г. При нулевой обработке различие также было в пределах ошибки опыта – 0,3–0,5 ммоль на 100 г почвы, что меньше  $НСР_{05}$  (0,96 ммоль/100 г).

На вариантах со вспашкой удельный вес обменного кальция в среднем за 3 года в сумме обменных оснований составил 68,0–69,2 %, при минимальной обработке – 68,2–68,4 %, при нулевой обработке – 68,7 %. За последний год шестилетнего периода он возрос при минимальной обработке почвы до 75,6–77,0 %, при нулевой – 77,0–77,3 %.

Повышение удельного веса кальция в сумме обменных оснований положительно сказывалось на других свойствах почвы.

## **Глава 7. Урожайность яровой пшеницы**

В среднем за три последних года шестилетнего периода исследований урожайность яровой пшеницы при вспашке составила 0,96 т/га (табл. 6). Проведение двух осенних дискований в

качестве основной обработки почвы вместо вспашки практически не изменило этот показатель (1,00 т/га). Различие с вариантом со вспашкой не превышало ошибки опыта.

На фоне одного дискования урожайность снизилась по сравнению со вспашкой до 0,89 т/га, или на 7,3 %. Ещё более уменьшилась урожайность при нулевой обработке почвы. По сравнению со вспашкой она снизилась на 0,21 т/га, или на 21,9 %.

**Таблица 6 – Урожайность зерна яровой пшеницы  
в среднем за годы исследований, т/га**

Основная обработка почвы	2009 г. (исходное состояние)	2012 г.	2013 г.	2014 г.	В среднем за 3 года
1. Вспашка	0,96	1,04	0,95	0,90	0,96
2. Вспашка + удобрение	1,10	1,44	1,38	1,22	1,35
3. Два дискования	0,86	1,10	0,99	0,92	1,00
4. Два дискования + + удобрение	0,99	1,35	1,34	1,24	1,31
5. Одно дискование	0,82	0,99	0,85	0,82	0,89
6. Одно дискование + + удобрение	0,91	1,26	1,10	1,08	1,15
7. Нулевая обработка	0,78	0,97	0,68	0,60	0,75
8. Нулевая обработка + + удобрение	0,88	1,27	0,95	0,82	1,01
Фактор <i>A</i> : $HCP_{05} = 0,099$ $F_{\phi} = 11,43$ ; фактор <i>B</i> : $HCP_{05} = 0,070$ $F_{\phi} = 72,54$ ; <i>AB</i> : $HCP_{05} = 0,140$ $F_{\phi} = 16,16$					

Примечание: фактор *A* – обработка почвы; фактор *B* – удобрение.

Внесение удобрений повысило урожайность зерна яровой пшеницы при вспашке на 29,6 %; при двойном дисковании – на 31,0 %; при одном дисковании – на 29,2 %; при нулевой обработке – на 34,7 %. Наиболее эффективным в среднем за три года оказалось применение удобрений при нулевой обработке почвы. В этом случае урожайность поднялась до уровня вспашки без внесения удобрений.

По сравнению с исходным состоянием в последний год шестилетнего периода при вспашке урожайность пшеницы практически не изменилась и составила 0,90 т/га при  $HCP_{05} = 0,099$  т/га. В среднем за последние три года урожайность на этом варианте не превышала 0,96 т/га. При внесении удобрений в последний

год шестилетнего периода исследований она возросла по сравнению с исходным вариантом на 10,9 %, а в среднем за три последних года – на 22,7 %.

При двукратном дисковании без внесения удобрений урожайность по сравнению с исходным состоянием возросла на 8,1 и 16,2 %, а при внесении удобрений – на 25,3 и 32,3 %.

На варианте с одним дискованием почвы осенью без внесения удобрений урожайность пшеницы не увеличилась по сравнению с последним годом шестилетнего периода, а в среднем за 3 последних года возросла на 8,4 %. При внесении удобрений прибавка составила соответственно 18,6 и 26,4 %.

При нулевой обработке урожайность пшеницы практически не возрастала за шестилетний период. Без удобрения она уменьшилась в последний год на 24,0 %, а в среднем за три года не изменилась. При внесении удобрений за последний год шестилетнего периода при нулевой обработке урожайность не изменилась, а в среднем за последние три года возросла на 14,8 %.

Таким образом, за шестилетний период при вспашке урожайность яровой пшеницы возросла только при внесении удобрений, при минимальной обработке – как без удобрений, так и с удобрениями, а при нулевой обработке практически не изменилась.

## **Глава 8. Энергетическая и экономическая эффективность возделывания яровой пшеницы**

Наибольшие энергозатраты при выращивании яровой пшеницы отмечены на вариантах со вспашкой – 9,11–10,87 ГДж/га. Это выше, чем при двойном дисковании на 20,8–24,3 %, а при одном дисковании – на 28,0–33,0 % и больше, чем при нулевой обработке на 37,4–43,9 %. Внесение удобрений повысило энергозатраты на 19,3–28,4 %. Самая низкая энергетическая эффективность была после вспашки. Коэффициент энергетической эффективности в данном случае не превышал 2,04–2,39 ед. При минимальной обработке почвы он колебался от 2,79 до 2,93, а при нулевой обработке – 2,83–2,86 ед.

С учетом увеличения плодородия почвы (повышение содержания гумуса) коэффициент энергетической эффективности заметно повысился. При вспашке коэффициент энергетической эффективности возрос незначительно – всего на 2,9–3,4 %, при

минимальной обработке – на 30,0–39,4 и 33,8–43,4 %. При нулевой обработке почвы коэффициент энергетической эффективности с учетом повышения плодородия почвы увеличился до 4,40–5,05 ед., или на 53,8–78,4 %.

Расчет экономической эффективности подтвердил результаты энергетической эффективности. Самые высокие затраты при возделывании пшеницы были на варианте со вспашкой – 4,34–5,18 тыс. руб./га. При двойном дисковании они снизились на 17,7–30,3 %, при однократном дисковании – до 2,90–3,93 тыс. руб./га, или на 31,8–49,6 %, при нулевой обработке – на 50,6–78,6 %. Внесение удобрений повысило затраты при вспашке на 19,4 %, при минимальной обработке – на 32,1–35,5 %; при нулевой – на 41,6 %. Себестоимость зерна при этом снизилась по вариантам опыта на 14,2–35,7 %; 18,5–39,0 и 20,0–39,5 %.

Чистый доход при вспашке составил 0,46–1,60 тыс. руб./га, при минимальной обработке – 1,67–2,15 и 1,55–1,82 тыс. руб./га, при нулевой обработке – 1,32–1,61 тыс. руб./га. Наибольший чистый доход получен при минимальной обработке почвы.

При нулевой обработке чистый доход возрос на 186,9 %. Во всех случаях отмечено увеличение чистого дохода при внесении удобрений. При вспашке он повысился в 3,5 раза, при минимальной обработке – на 18,7–28,7 %, а при нулевой – на 22 %.

Уровень рентабельности при вспашке составил 11–31 %, при минимальной обработке он возрос до 48–50 % и 46–53 %, а при нулевой – до 46–54 %. Внесение удобрений увеличило уровень рентабельности при вспашке на 20 %, а на вариантах с энергосберегающей обработкой почвы – всего на 2–8 %. При вспашке эффективность удобрений была самой высокой.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Обработка почвы существенно влияла на структурное состояние чернозёма южного. Наилучшая структурность отмечена после минимальной и нулевой обработок почвы. Коэффициент структурности на этих вариантах был наибольшим. При вспашке количество ценных структурных агрегатов составило 69,7 %, при минимальной обработке – 72,7 %, при нулевой – 75,6 %.

2. В осенний период основная обработка почвы способствовала заметному разуплотнению верхнего горизонта. Разрыхление почвы происходило главным образом на глубину обработки.

Наибольшее разрыхление верхнего слоя отмечено после вспашки. Плотность почвы в верхнем слое в осенний период составила  $0,99\text{--}1,03\text{ г/см}^3$ . На вариантах с минимальной обработкой этот показатель повысился до  $1,13\text{--}1,19\text{ г/см}^3$ . На варианте с нулевой обработкой плотность почвы равнялась  $1,16\text{--}1,19\text{ г/см}^3$ .

3. Весной плотность почвы по всем вариантам заметно сглаживалась. На варианте со вспашкой она увеличилась на  $0,25\text{ г/см}^3$ , при минимальных обработках – на  $0,12\text{--}0,13\text{ г/см}^3$ , при нулевой обработке – всего на  $0,04\text{ г/см}^3$ .

4. В соответствии с плотностью изменялась и пористость почвы. В осенний период наибольшая пористость наблюдалась на варианте со вспашкой –  $61,9\text{--}63,4\%$ . При минимальных обработках она снизилась и составила  $56,0\text{--}58,2\%$ , а при нулевой обработке она не превышала  $51,9\text{--}57,1\%$ . К весне величина пористости сгладилась по всем вариантам и составила при вспашке  $53,4\%$ , при минимальных обработках –  $52,2\%$ , при нулевой –  $51,2\%$ .

5. Изменение агрофизических свойств почвы влияло на величину запасов влаги. Наибольшие запасы продуктивной влаги перед посевом пшеницы были после вспашки и нулевой обработке почвы. Различия с минимальной обработкой и со вспашкой составили в метровом слое почвогрунта  $13,7\text{--}16,9\text{ мм}$ . Снижение запасов влаги при дисковании объясняется распылением почвы и снижением некапиллярной и капиллярной влагоёмкости.

6. При вспашке посевы пшеницы были засорены меньше по сравнению с другими вариантами на  $51,6\text{--}70,9\%$ . Самая сильная засорённость отмечена при нулевой обработке. Она превышала по числу сорняков вспашку в 3 раза и более. Применение гербицидов раундап по стерне предшественника ( $4\text{ л/га}$ ) и дифезан ( $0,2\text{ л/га}$ ) в фазу кущения яровой пшеницы уменьшило засорённость при ресурсосберегающей обработке почвы.

7. За шестилетний период на варианте со вспашкой отмечено снижение содержания гумуса на  $0,1\%$ . В среднем за последние 3 года исследований при ежегодной вспашке количество гумуса не превышало  $3,17\%$ . При минимальных обработках оно возросло на

0,15–0,17 %, при нулевой – на 0,30–0,33 %. Снижение интенсивности обработки почвы способствовало сохранению гумуса.

8. На всех вариантах опыта отмечено увеличение содержания нитратного азота в почве. При вспашке за три года его количество возросло на 2,2–2,3 мг на 1 кг почвы, на вариантах с дискованием – на 3,4–4,7 мг/кг, при нулевой обработке – на 2,9–3,5 мг/кг.

9. На шестой год проведения экспериментов количество доступного фосфора возросло при вспашке на 1,5–3,2 мг на 1 кг почвы, при минимальной обработке – на 2,1–2,5 мг/кг, при нулевой обработке – на 1,6 мг/кг. По вариантам различий в содержании доступного фосфора в почвы не выявлено. В среднем его количество составило  $25,0 \pm 0,43$  мг/кг. Коэффициент вариации не превышал 1,7 %. Содержание обменного калия по годам и по вариантам опыта было практически одинаковым и равнялось 294–310 мг на 1 кг почвы. Коэффициент вариации – 1,7 %.

10. Наибольшая урожайность зерна в средневлажные годы яровая пшеница сформировала при вспашке – 0,96 т/га без удобрений и 1,45 т/га при внесении удобрений. Применение ресурсосберегающих обработок уменьшало урожайность зерна пшеницы на 7,3–14,8 %, нулевой обработки – на 21,9–25,9 %. Использование минеральных удобрений увеличивало урожайность зерна соответственно по вариантам на 31,3 %; 29,2; 34,7 %.

11. Производство зерна яровой пшеницы при ресурсосберегающих обработках почвы было энергетически и экономически выгодным. Самая низкая энергетическая эффективность отмечена при вспашке. Коэффициент энергетической эффективности в этом случае составил 2,04–2,39. При минимальной обработке он увеличился до 2,79–2,93 ед., при нулевой – до 2,83–2,86 ед. С учетом повышения плодородия почвы коэффициент энергетической эффективности возрос до 4,40–5,05 ед. Расчёт экономической эффективности подтвердил результаты энергетической эффективности. Уровень рентабельности при ресурсосберегающих обработках увеличился по сравнению со вспашкой на 22–35 %.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

Для обеспечения стабильной урожайности зерна яровой пшеницы в засушливых условиях Поволжья на уровне 1,0–1,5 т/га, снижения себестоимости его производства на 24,0–28 % и

увеличения рентабельности на 19–35 % следует рекомендовать в качестве основной осенней обработки почвы минимальную (одно или два дискования) и нулевую с послеуборочным внесением соломы предшественника в сочетании с азотными удобрениями 40 кг д.в./га. Для борьбы с сорняками необходимо применять гербициды: в осенний период – раундап (4 л/га), а в период кущения – дифезан (0,2 л/га). Нулевую обработку необходимо применять после предшественников, оставляющих после себя большое количество органического вещества в виде солоmistых остатков для мульчирования поверхности почвы (люцерна, озимая пшеница и рожь, кукуруза на зерно).

## **СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

### ***Статьи в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ***

1. Яников, А. Д. Энергосберегающие обработки почвы как фактор сохранения её плодородия и снижения себестоимости зерновой продукции / А. Д. Яников, Е. П. Денисов, Ф. П. Четвериков, Д. Ф. Сураев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2014. – № 5. – С. 30–32.

2. Яников, А. Д. Влияние энергосберегающих обработок почвы на засорённость посевов яровой пшеницы / А. Д. Яников, Е. П. Денисов, Ф. П. Четвериков, А. С. Линьков, А. Д. Яников // Нива Поволжья. – 2014. – № 31. – С. 8–14.

### ***Статьи в других изданиях***

3. Яников, А. Д. Влияние энергосберегающих обработок на плодородие почвы / А. Д. Яников, Е. П. Денисов, З. С. Сералиев, Ф. П. Четвериков // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК : материалы XI Международной конференции / Брянская ГСХА. – Брянск, 2014. – С. 35–38.

4. Яников, А. Д. Влияние энергосберегающих обработок на плодородие чернозёма южного / А. Д. Яников, И. С. Полетаев, Ф. П. Четвериков, Е. П. Денисов // Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 70-летию Волгоградского государственного аграрного университета и кафедры «Земледелие и агрохимия». – Волгоград, 2014. – С. 73–78.

5. Яников, А. Д. Зависимость урожайности яровой пшеницы от различных способов обработки почвы / А. Д. Яников, Р. К. Биктеев // Экологические аспекты развития АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию со дня рождения профессора В. Ф. Кормилицына. – Саратов, 2011. – С. 15–17.

6. Яников, А. Д. Экономическая эффективность выращивания зерновых культур при различных способах обработки почвы / А. Д. Яников, Р. К. Биктеев, А. С. Даренков // Экологические аспекты развития АПК : материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию со дня рождения профессора В. Ф. Кормилицына. – Саратов, 2011. – С. 18–20.

7. Яников, А. Д. Эффективность энергосберегающих обработок почвы при возделывании яровой пшеницы на южных чернозёмах Правобережья / А. Д. Яников, Е. П. Денисов, Ф. П. Четвериков, Р. К. Биктеев // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. – Саратов, 2011. – С. 55–60.

8. Яников, А. Д. Влияние обработки почвы и гербицидов на урожайность яровой пшеницы / А. Д. Яников, Е. П. Денисов, И. С. Полетаев // Состояние и перспективы инновационного развития АПК. – Саратов, 2013. – С. 174–178.