

На правах рукописи

Котельникова Марина Николаевна

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ
ОБРАБОТКИ ЧЕРНОЗЁМА ТИПИЧНОГО И СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕВЕРО-ЗАПАДОЙ ЧАСТИ ЦЧР**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Орел – 2020

Работа выполнена на кафедре почвоведения, общего земледелия и растениеводства имени профессора В.Д. Мухи ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова» на базе стационарного полевого опыта лаборатории плодородия почв и мониторинга ФГБНУ «Курский НИИ АПП» в 2012-2015 гг.

Научный руководитель:

Лазарев Владимир Иванович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
заместитель директора по научной работе
ФГБНУ «Курский ФАНЦ»

Официальные оппоненты:

Шаповалов Виктор Федорович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии
ФГБОУ ВО «Брянский
государственный аграрный университет»

Ступаков Алексей Григорьевич
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
профессор кафедры земледелия, агрохимии,
землеустройства, экологии и ландшафтной
архитектуры ФГБОУ ВО «Белгородский
государственный аграрный университет
имени В.Я. Горина»

Ведущая организация: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова

Защита состоится «10» февраля 2021 г. в 12.00 часов на заседании диссертационного совета Д 999.059.04 при ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» по адресу: 302019, г. Орел, ул. Генерала Родина, 69.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в читальном зале библиотеки Орловского ГАУ (г. Орел, Бульвар Победы, 19).

Автореферат размещен « » 2020 г. на официальном сайте ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина» <http://www.orelsau.ru> и на сайте ВАК при Минобрнауки РФ <http://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан « » 2020 г.

Просим присылать письменный отзыв на автореферат в двух экземплярах, заверенных и скрепленных гербовой печатью, ученому секретарю диссертационного совета. Факс: 8(4862)43-13-01, e-mail: dissovet-orelsau@yandex.ru.

Учёный секретарь

диссертационного совета,

доктор сельскохозяйственных наук, доцент



Резвякова Светлана Викторовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В условиях обострившихся экономических и экологических проблем современного состояния земледелия Российской Федерации назрела необходимость значительных изменений, применяемых агротехнологий, базирующихся на их биологизации и ресурсосбережении при обеспечении рентабельности сельскохозяйственного производства.

Важно отметить, что ещё недостаточно изучено влияние таких основных элементов земледелия, как сочетания способов основной обработки почв и систем удобрения на изменение свойств почв, уровня их плодородия.

Представленная научно-исследовательская работа посвящена данной проблеме на примере изучения влияния факторов земледелия на воспроизводство плодородия чернозёма типичного в Северо-Западной части региона и Курской области, в частности. Известно, что каждый тип почвы имеет только ему свойственные генетические и диагностические особенности, знания которых позволяет регулировать уровень плодородия почв на запланированную урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. В связи с чем возникла необходимость в разработке и обосновании агроприёмов, отвечающих ресурсо - энергосбережения с элементами биологизации земледелия.

Целью работы являлось выявление закономерностей изменения агрохимических, агрофизических и биологических свойств чернозёма типичного и продуктивности озимой пшеницы в зависимости от сочетания агротехнических приёмов её возделывания – систем удобрения и способов основной обработки почвы в условиях северо-западной части Центрально-Чернозёмного региона.

В ходе исследований решались следующие **задачи**:

1. Изучить закономерность влияния способов основной обработки почвы и систем удобрения на динамику содержания подвижных форм элементов питания в чернозёме типичном;
2. Выявить влияние способов основной обработки почвы и систем удобрения на запасы продуктивной влаги в почве, её плотность и биологическую активность;
3. Определить влияние способов основной обработки почвы и системы удобрения на засоренность посевов озимой пшеницы;
4. Установить характер влияния комплекса агроприёмов на урожайность и качество зерна озимой пшеницы;
5. Провести анализ экономической эффективности сочетания изучаемых агротехнических приёмов.

Научная новизна. В работе впервые в Центрально-Черноземном регионе проведена комплексная оценка различающихся по интенсивности технологий возделывания озимой пшеницы, основанных на сочетании систем удобрения и способов основной обработки почвы. Показано влияние различных технологий возделывания озимой пшеницы на водный и питательный режимы, засоренность посевов, биологическую активность почвы, урожайность и качество зерна.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что в результате проведенных исследований разработанные агротехнические приёмы позволяют рекомендовать их для разработки технологий возделывания озимой пшеницы, в которых на основе сочетания способов основной обработки почвы и систем удобрения объединены в единые целые принципы повышения продуктивности пашни, охраны окружающей среды и ресурсосбережения.

Выращивания озимой пшеницы по этим технологиям позволяет повысить почвенное плодородие, увеличить урожайность зерна озимой пшеницы на 14,3-16,3 ц/га или на 34,8-39,4 % и повысить его качество, снизить производственные затраты на 10,2-14,1 %, увеличить условно чистый доход на 5,3-5,8 тыс.руб./га или на 28,9-33,1 %.

Защищаемые положения:

1. В условиях северо-западной части ЦЧР на черноземе типичном наиболее рациональной технологией возделывания озимой пшеницы является технология, включающая органо-минеральную систему удобрения и отвальную или чизельную обработки почвы.

2. Возделывание озимой пшеницы по технологии, сочетающей минеральную систему удобрения и вспашку, обуславливает высокую урожайность при наибольших производственных затратах и себестоимости продукции.

3. Биотехнология, совмещающая органическую систему удобрения и вспашку, способствует повышению урожайности и качества озимой пшеницы.

4. Чизельная и минимальная способы обработки почвы в сочетании с органо-минеральной системой удобрения с применением биопрепаратов являются приемами ресурсосбережения.

Место и время выполнения работы. Диссертационная работа выполнена на кафедре почвоведения, общего земледелия и растениеводства имени профессора В.Д. Мухи ФГБОУ ВО «Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова» на базе стационарного полевого опыта лаборатории плодородия почв и мониторинга ФГБНУ «Курский НИИ АПП» в 2012-2015 гг.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были представлены на научных конференциях Курской ГСХА (2012-2015) и на Международных научно-практических конференциях (Курск, 2015, 2017, 2018, 2020).

Публикации. По материалам проведенных исследований опубликовано 11 работ, из них 5 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 166 страницах компьютерной верстки и состоит из введения, 5 глав, выводов, предложений производству и списка литературы, включающего 231 источников, в том числе 27 зарубежных наименований. Работа содержит 25 таблицы, 5 рисунков, 31 приложений.

Автор выражает глубокую благодарность научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору В.И. Лазареву, сотрудникам кафедры почвоведения, общего земледелия и растениеводства имени профессора В.Д. Мухи, межкафедральной аналитической лаборатории, а также всем коллегам, оказывавшим помощь в выполнении научных исследований по подготовке диссертационной работы, за ценные консультации и рекомендации.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Основная обработка почвы, уровень удобренности их влияния на продуктивность озимой пшеницы в условиях чернозема типичного.

В главе приведен анализ исследований по изучению влияния способов обработки почвы и систем удобрения на плодородие и продуктивность культуры (обзор литературы).

Глава 2. Программа, методика и условия проведения исследований.

Исследовательская работа проводилась в 2012-2015 гг. в ФГБНУ «Курский НИИ АПП» в 2012-2015 гг. на базе полевого стационарного опыта лаборатории плодородия почв и на кафедре почвоведения, общего земледелия и растениеводства Курской государственной сельскохозяйственной академии имени профессора И.И. Иванова. Территория опытного участка расположена в северо-западной части Центрально-Черноземного региона. Объектом исследования являлись почва и озимая пшеница. Предметом исследований были свойства чернозёма типичного с содержанием гумуса 6,2 %, подвижных P_2O_5 и K_2O соответственно 145 и 164 мг/кг, pH_{H_2O} 5,9, Hg и S 1,74 и 41,8 мг.-экв./100 г почвы, $V = 96,0$ %.

Метеорологические условия проведения исследований

По количеству атмосферных осадков территория Курского НИИ АПП относится к зоне умеренного увлажнения. Среднегодовое количество осадков, зафиксированное Петренской метеостанцией, по состоянию на 2015 год составляло 599 мм. В среднем за три сельскохозяйственных года осадков выпало на 14 мм или на 2,3 % меньше среднегодовых значений. В 2012-2013 гг. их было больше на 32 мм (5,3 %), в 2013-2014 гг. – меньше на 90 мм (15,0 %) и в 2014-2015 гг. – больше на 17 мм (2,8 %), чем в среднем за многолетний период наблюдений. За период весенне-летней вегетации (апрель-июль) направленность интенсивности осадков существенно изменилась. Так, в 2013г. их выпало на 41 мм меньше (- 20,2 %), а в 2015 г. – на 45 мм больше (22,2 %). И только в 2014 г. их количество практически соответствовало среднегодовым значениям (+ 7 мм или 3,4 %). Среднегодовая температура воздуха за годы исследований превышала среднегодовые значения на 1,9 °С, а соответственно годам наблюдений на 2,1, 2,0 и 1,5 °С. В период апрель-июнь температура воздуха в 2014 г. была наиболее близкой к среднегодовым значениям (+ 1,5 °С), чем в 2013 г. (+ 3,4 °С) и в 2015 г. (+ 3,2 °С).

Программа и методика проведения исследований

Полевые исследования проводились в 2012-2015 гг. в стационарном опыте на базе ФГБНУ «Курский НИИ АПП» в 9-польном полевом севообороте со следующим чередованием культур: клевер 1 г.п., озимая пшеница, сахарная свекла, яровая пшеница, горох, озимая рожь, гречиха, овес, ячмень + клевер. Повторность опыта – трехкратная. Расположение делянок систематическое, размер посевной площади делянки – 189 м² (5,4 x 35 м), учетной площади – 100 м² (4 м x 25 м). За период исследований проводились следующие наблюдения, учеты и анализы: фенологические наблюдения по фазам развития; контроль густоты насаждений путем прямого подсчета всех растений на 1 м².

Плотность почвы определяли методом режущего кольца в два срока: в период возобновления вегетации и перед уборкой урожая озимой пшеницы в слоях почвы 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см. Влажность почвы определялась термостатно-весовым методом в слоях почвы 0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см в 3 срока: перед посевом, в период возобновления весенней вегетации и в период уборки урожая озимой пшеницы. Агрохимические свойства почвы в слое 0-40 см определялись перед посевом, весной в период кущения и перед уборкой урожая: нитратный азот по Грандваль-Ляжу; подвижный фосфор по Чирикову; обменный калий по Масловой.

Засоренность посевов учитывали на каждом варианте опыта в трехкратной повторности количественно-весовым методом (метод рамок) при возобновле-

нии вегетации и перед уборкой. Целлюлозную активность почвы определяли методом «аппликации» по скорости разложения льняной ткани. Полотна закладывали в трехкратной повторности в слое 0-20 см по всем вариантам опыта в фазу кущения. Период экспозиции составлял 30 и 60 дней.

Полевые работы в стационарном опыте проводились в лучшие агротехнические сроки теми же машинами и орудиями, которые применяются на производственных полях.

Навоз и зеленое удобрение вносили и заделывали непосредственно под озимую пшеницу. После уборки клевера проводили лущение стерни на глубину 6-8 см, а затем основную обработку почвы в соответствии со схемой опыта. Глубина отвальной и чизельной обработок составила 20-22 см, минимальной 10-12 см. Минеральные удобрения вносились непосредственно под основную обработку почвы и затем дробно по схеме опыта в виде подкормок. Схема опыта включала следующие системы удобрения: I. Экстенсивную – без удобрений; II. Минеральную – $N_{60}P_{120}K_{120} + N_{30} + N_{30}$; III. Органическую – навоз 60 т/га + сидерат + Нагро; IV. Органо-минеральную – навоз 30 т/га + сидерат + $N_{60}P_{60}K_{60} + \text{Нагро}$. Среди способов основной обработки почвы изучались: вспашка, чизельная и минимальная обработки.

Посев озимой пшеницы проводился сеялкой СЗУ-3,6 на глубину 4,0-5,0 см одновременно по всем вариантам опыта в конце августа. Использовали семена сорта Московская 39, норма высева – 5 млн.шт./га всхожих зерен.

Учет урожая проводили сплошным методом (уборка всей учетной деланки) комбайном САМПО-500 с последующим взвешиванием.

В зерне озимой пшеницы определяли: содержание сырой клейковины, растяжимость и ИДК. Результаты проведенных исследований (урожайность зерна, содержание клейковины) были подвергнуты математической обработке дисперсионным методом на ПЭВМ.

Глава 3. Влияние способов основной обработки почвы и систем удобрения озимой пшеницы на водно-физические, агрохимические, общие биологические свойства чернозема типичного и засоренность посевов.

В зависимости от содержания влаги в почве зависит качество обработки почвы, её физические, физико-химические и микробиологические процессы, которые определяют превращение питательных веществ, передвижение их в почве и поступление с водой в растения.

Водный режим почвы во многом определяется метеорологическими условиями, способами обработки почвы, применением удобрений, особенностями возделывания сельскохозяйственных культур и другими факторами.

Наблюдения показали, что влагообеспеченность почвы под озимой пшеницей в большей степени зависела как от погодных условий, так и от способов основной обработки и систем удобрения (табл. 1).

В среднем за три года наиболее высокие запасы продуктивной влаги в пахотном слое почвы (0-20 см) перед посевом озимой пшеницы были отмечены при возделывании ее по технологии, включающей в себя использование навоза в дозе 60 т/га в сочетании с сидератом и препаратом Нагро (органическая система удобрения), а также применение навоза в дозе 30 т/га совместно с минеральными удобрениями в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$, сидератом и Нагро (органоминеральная система удобрения) по минимальной обработке почвы. Эта технология надежно обеспечивала получение дружных всходов озимой пшеницы в годы с различными погодными условиями и количеством осадков в осенний

период. Превышение над минеральной системой удобрения и технологией без их использования по другим способам обработки почвы составило 0,8-1,8 мм, что может характеризоваться как тенденция.

Таблица 1 – Влияние систем удобрения и способов основной обработки почвы на сезонную динамику запасов доступной влаги в слоях почвы, мм (2012/2013-2014/2015 гг.)

Способы основной обработки почвы		Слои почвы, см								
		0-20			0-40			0-100		
		сроки определения								
		1*	2	3	1	2	3	1	2	3
I. Экстенсивная – без удобрений										
1	Вспашка	19,1	25,3	31,3	26,4	46,1	51,1	74,1	123,3	80,6
2	Чизельная	19,5	25,9	31,7	26,4	46,0	50,4	77,4	122,6	81,4
3	Минимальная	20,0	25,7	32,0	27,0	46,6	49,7	77,3	123,5	80,3
II. Минеральная – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀										
1	Вспашка	18,9	24,4	29,4	30,3	43,4	44,7	83,8	115,6	74,9
2	Чизельная	19,0	25,4	30,6	31,2	44,5	44,1	86,5	116,7	76,1
3	Минимальная	19,8	25,1	30,4	32,9	45,0	45,2	86,6	118,3	75,4
III. Органическая – навоз 60 т/га + сидерат + Na₂PO₄										
1	Вспашка	19,3	20,3	30,3	30,7	41,7	50,1	82,6	116,9	82,2
2	Чизельная	20,2	21,3	33,6	31,9	39,8	49,2	85,1	112,9	77,9
3	Минимальная	20,7	21,4	33,4	33,1	40,9	48,9	86,3	119,9	78,7
IV. Органо-минеральная – навоз 30 т/га + сидерат + N₆₀P₆₀K₆₀ + Na₂PO₄										
1	Вспашка	19,0	20,8	33,1	32,1	44,0	55,0	81,8	119,1	80,0
2	Чизельная	19,6	21,8	32,5	31,8	44,3	53,4	87,2	120,8	88,8
3	Минимальная	20,1	21,0	32,7	33,2	45,9	51,0	87,6	126,3	80,7

* 1 – период посева, 2 – возобновление вегетации, 3 – период уборки урожая.

В среднем за годы исследований запасы доступной влаги, как в пахотном слое почвы, так и более глубоких её слоях перед посевом озимой пшеницы по безотвальным способам обработки почвы были несколько выше, чем по вспашке. Замена отвальной вспашки на чизельную и минимальную обработку приводила к увеличению запасов доступной влаги в слое почвы 0-100 см на 3,2-3,3 мм в технологии без удобрений, на 2,7-2,8 мм в технологии с минеральной системой удобрения, на 2,5-3,7 мм в технологии с органической системой и на 5,4-5,8 мм с органо-минеральной системой удобрения.

Ко времени возобновления весенней вегетации озимой пшеницы, возделываемой по минимальной обработке почвы, преимущество в запасах доступной влаги метрового слоя почвы, в основном, сохранялось. Так, например, её запасы были выше, чем в технологиях, применявших вспашку и чизельную обработку с использованием органо-минеральной системы удобрения, соответственно на 7,2 и 5,5 мм.

В течение лета озимая пшеница использовала большое количество воды. Ко времени уборки урожая содержание влаги в почве уменьшалось, и разница в запасах доступной влаги под озимой пшеницей по различным способам обработки почвы и системам удобрения практически нивелировалась, за исключением несколько меньших запасов влаги с применением минеральной системы удобрения (74,9-76,1 мм по всем способам обработки) по сравнению с другими системами удобрения (77,9-82,2 мм).

Минеральная система удобрения имела заметное преимущество перед органической и органо-минеральной системами удобрения в увеличении запасов влаги в слое почвы 0-20 см и менее заметное – в слое 0-40 см, тогда как в метровом слое почвы она этим системам удобрения уступала.

Характерно, что минеральная система отметилась заметным снижением запасов влаги в почве ко времени уборки урожая (- 11...- 13%), тогда как их динамика по другим системам удобрения менее выражена (+ 9...- 9).

В целом, общей закономерностью для всех технологий является примерно одинаковая интенсивность нарастания запасов влаги в слое почвы 0-20 см в период от посева до уборки урожая озимой пшеницы.

Плотность почвы. Для нормального роста и развития культурных растений требуется оптимальная плотность почвы.

В наших исследованиях она находилась в пределах 1,10-1,24 г/см³ и не выходила за пределы оптимальных значений (табл. 2). В технологии с использованием органической системы удобрения (навоз 60 т/га + сидерат + NaGro) повышение плотности почвы ещё более заметно: 0,08-0,10 г/см³. С использованием органо-минеральной системы удобрения (навоз 60 т/га + сидерат + N₆₀P₆₀K₆₀ + NaGro) самое высокое увеличение плотности отмечено в слое почвы 0-10 см – 0,10 г/см³ по минимальной обработке почвы. В слое 10-20 см разница меньше – 0,05 г/см³. В слое почвы 20-30 см плотность почвы находилась в пределах 1,18-1,20 г/см³ и не зависела от способов обработки почвы и систем удобрения озимой пшеницы. Для слоя почвы 30-40 см характерна тенденция к росту плотности почвы на 0,02-0,03 г/см³ в технологиях без удобрений, с минеральной и органо-минеральной системами удобрений по минимальной обработке.

Таблица 2 – Влияние систем удобрения и способов основной обработки почвы на плотность почвы под озимой пшеницей, 2013-2015 г.

Способы основной обработки почвы		Плотность почвы, г/см ³							
		Период возобновления вегетации				Период уборки урожая			
		Слой почвы, см							
		0-10	10-20	20-30	30-40	0-10	10-20	20-30	30-40
I. Экстенсивная – без удобрений									
1	Вспашка	1,13	1,13	1,18	1,15	1,19	1,21	1,21	1,16
2	Чизельная	1,13	1,15	1,18	1,15	1,19	1,21	1,21	1,18
3	Минимальная	1,16	1,16	1,19	1,17	1,18	1,23	1,19	1,18
II. Минеральная – N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀									
1	Вспашка	1,13	1,15	1,20	1,15	1,17	1,18	1,20	1,17
2	Чизельная	1,15	1,17	1,19	1,18	1,17	1,18	1,18	1,18
3	Минимальная	1,16	1,18	1,20	1,18	1,18	1,23	1,19	1,19
III. Органическая – навоз 60 т/га + сидерат + NaGro									
1	Вспашка	1,08	1,10	1,18	1,09	1,19	1,20	1,18	1,15
2	Чизельная	1,17	1,18	1,18	1,18	1,20	1,20	1,19	1,19
3	Минимальная	1,18	1,19	1,19	1,18	1,24	1,25	1,21	1,19
IV. Органо-минеральная – навоз 30 т/га + сидерат + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + NaGro									
1	Вспашка	1,06	1,11	1,20	1,15	1,18	1,18	1,19	1,16
2	Чизельная	1,08	1,10	1,19	1,11	1,18	1,18	1,19	1,18
3	Минимальная	1,16	1,16	1,18	1,17	1,24	1,25	1,22	1,18

Нарастание плотности почвы с большей интенсивностью происходило при переходе от слоя 0-10 к слоям 10-20 и 20-30 см в технологиях со вспашкой и органической системой удобрения (0,02 и 0,10 г/см³), а также в технологиях со вспашкой и чизельной обработкой почвы в сочетании с органо-минеральной системой удобрения (соответственно 0,05 и 0,14 г/см³ и 0,02 и 0,11 г/см³). При других сочетаниях способов обработки почвы и систем удобрения увеличение плотности почвы с глубиной менее выражено.

На период уборки урожая озимой пшеницы в технологиях без удобрений и с минеральной системой удобрения различий в плотности почвы слоя 0-10 см в зависимости от способов обработки почвы не наблюдалось. Тогда как при проведении минимальной обработки почвы с использованием органической и органо-минеральной систем удобрения отмечено заметное увеличение плотности, соответственно на 0,05 и 0,06 г/см³. Для слоя почвы 10-20 см характерен рост плотности по минимальной обработке почвы для всех систем удобрения на 0,02, 0,05, 0,05 и 0,07 г/см³ соответственно без удобрений, с минеральной, органической и органо-минеральной системой удобрения. В слое почвы 20-30 см варьирование плотности в зависимости от способов обработки почвы при возделывании озимой пшеницы без удобрений и с использованием минеральной системы удобрения не проявилось. В целом по опыту для обоих сроков наблюдения и технологий отмечена тенденция к снижению плотности почвы в слое 30-40 см относительно слоя 20-30 см.

Засоренность посевов озимой пшеницы. Борьба с сорными растениями в посевах сельскохозяйственных культур и в особенности – озимой пшеницы приобретает особую актуальность.

Засоренность посевов в опыте определяли весной в фазе кущения и перед уборкой урожая озимой пшеницы количественно-весовым методом.

Полученные в опыте данные свидетельствуют о том, что на засоренность посевов озимой пшеницы существенное влияние оказывают такие технологические элементы как способы основной обработки почвы и системы удобрения озимой пшеницы. В посевах озимой пшеницы сорные растения были представлены в основном 18 видами. Доминирующей группой, как по численности, так и по вегетативной массе были малолетние сорняки, которые составили 40-65 % общего их числа; среди них редька дикая, багульник обыкновенный, белое куриное просо; из зимующих – ромашка непахучая; из многолетних – осот розовый, осот желтый.

Анализ полученных нами в исследованиях данных выявил более высокую засорённость посевов озимой пшеницы при возделывании по биологической технологии, включающей в себя внесение навоза в дозе 60 т/га, запашку зеленой массы клевера как сидерата и применение биопрепарата Нагро в сочетании с минимальной обработкой почвы. Количество сорняков при этом составило 83,6 шт./м² или 85,1 г/м² в фазу весеннего кущения и 95,2 шт./м² или 98,7 г/м² перед уборкой урожая озимой пшеницы (табл. 3). При этой системе удобрения наименьшее количество сорняков отмечено по вспашке – соответственно 64,2 шт./м² или 65,9 г/м² и 84,0 шт./м² или 85,5 г/м². По уровню засорённости чизельная обработка почвы занимала промежуточное положение – соответственно 69,7 шт./м² или 66,3 г/м² и 88,6 шт./м² или 87,5 г/м².

При возделывании озимой пшеницы без удобрений с применением вспашки в качестве основной обработки почвы наблюдалась самая низкая засорён-

ность в опыте, которая в фазу весеннего кушения составила 52,8 шт./м² или 36,9 г/м² и 64,2 шт./м² или 43,0 г/м² перед уборкой урожая.

В межфазный период «фаза весеннего кушения – период уборки урожая» способы основной обработки почвы и системы удобрения озимой пшеницы также оказали влияние на варьирование численности и массы сорной растительности. В межфазной динамике в технологиях без использования удобрений количество сорняков увеличилось на 9,1-11,4 шт./м² и не зависело от способов обработки почвы.

Таблица 3 – Влияние систем удобрения и способов основной обработки почвы на засоренность посевов озимой пшеницы (2013-2015 гг.)

Способы основной обработки почвы		Фаза весеннего кушения		Период уборки	
		шт./м ²	г/м ²	шт./м ²	г/м ²
I. Экстенсивная – без удобрений					
1	Вспашка	52,8	36,9	64,2	43,0
2	Чизельная	57,2	39,9	66,3	56,7
3	Минимальная	68,6	48,6	78,7	63,8
II. Минеральная – N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀					
1	Вспашка	54,4	37,2	71,8	90,6
2	Чизельная	58,5	50,4	75,4	98,7
3	Минимальная	70,4	52,6	89,1	95,3
III. Органическая – навоз 60 т/га + сидерат + Нагро					
1	Вспашка	64,2	65,9	84,0	85,5
2	Чизельная	69,7	66,3	88,6	87,5
3	Минимальная	83,6	85,1	95,2	98,7
IV. Органо-минеральная – навоз 30 т/га + сидерат + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Нагро					
1	Вспашка	57,5	62,9	70,8	79,9
2	Чизельная	62,3	64,3	72,3	88,4
3	Минимальная	74,8	67,8	84,7	90,0
НСР ₀₅		5,4	-	5,6	-

Масса же сорняков нарастала дифференцированно: по вспашке на 6,1 г/см², а по безотвальным способам обработки почвы – на 15,2-16,8 г/см². Величина относительного увеличения их количества снижалась, соответственно от 21,6 до 14,7-15,9 %, а массы, наоборот, возрастала от 16,5 до 31,3-42,1 %.

Нарастание численности сорняков в технологиях с минеральной системой удобрения составила 16,9-18,7 шт./м² и также, как в технологиях без удобрений, не варьировала в зависимости от способов обработки почвы при слабо выраженной тенденции к снижению роста относительных величин от 32,0 до 28,9 и 26,8 % в ряду вспашка > чизель > минимальная обработка. Прирост их массы в этих технологиях наибольший в исследованиях при заметной тенденции к снижению в указанно ряду способов обработки почвы: от 53,4 до 48,3 и 42,7 г/м². Здесь же максимальные и относительные приросты, соответственно 143,5, 95,8 и 81,2 %.

В технологиях с органической системой удобрения минимальным нарастанием количества сорняков характеризовалась минимальная обработка почвы, а с органо-минеральной системой – безотвальные способы обработки.

Изучаемые агроприёмы по-разному влияли на изменение засорённости в фазу весеннего кушения (табл. 11) и в период уборки урожая.

Выявлено, что минеральная система удобрения практически не повлияла на увеличение численности сорняков по всем способам обработки почвы (1,3-1,8 шт./м² или 2,3-3,0%). Заметно возрастание их массы по чизельной (10,5 г/м² или 26,3%) и минимальной обработкам почвы (4,0 г/м² или 8,2%).

Органическая система удобрения обусловила самое высокое увеличение засорённости, соответственно по вспашке, чизельной и минимальной обработкам почвы на 11,4, 12,5 и 15,0 шт./м² или на 21,6-21,9%. При этом масса выросла на 29,0, 26,4 и 36,5 г/м² или на 78,6 66,2 и 75,1%.

Влияние органо-минеральной системы удобрения озимой пшеницы выразилось в увеличении числа сорняков по вспашке, чизельной и минимальной обработкам почвы соответственно на 4,7, 5,1 и 6,2 шт./м² или на 8,9-9,0%. Однако вспашка привела к большему приросту их массы – 26,0 г/м² или 70,5%, чем по чизельной и минимальной обработкам почвы, соответственно 24,4 и 19,2 г/м² или 61,2 и 39,5%.

Чизельная обработка почвы по сравнению со вспашкой обусловила практически одинаковое увеличение количества сорных растений в технологиях с разными системами удобрения – 4,1-5,5 шт./м² (7,5-8,6%), но заметное увеличение их массы наблюдалось только с минеральной системой удобрения – 13,2 г/м² (35,5%).

На период уборки урожая озимой пшеницы влияние изучаемых агротехнических приёмов на количество сорных растений и на их массу по сравнению с фазой весеннего кушения претерпело изменения.

Минеральная, органическая и органо-минеральная система удобрения в агротехнологиях на вспашке обусловили в период уборки более высокий уровень увеличения засорённости по сравнению с весенним сроком определения. При этом их количество стало больше соответственно на 7,6, 19,8 и 6,6 шт./м² (11,8, 30,8 и 10,3 %). Масса же возросла на 47,6, 42,5 и 36,9 г/м² (110,7, 8,8 и 85,8%).

При проведении чизельной обработки почвы наиболее заметный рост числа сорняков – на 22,3 шт./м² (33,6%) вызван использованием органической системой удобрения. Их масса заметно нарастала как от применения органической, так минеральной и органо-минеральной систем удобрения, соответственно на 30,8, 42,0 и 31,7 г/м² (54,3, 74,1 и 55,9%).

По минимальной обработке почвы наиболее заметная разница с весенним сроком анализа отмечена при использовании минеральной системы удобрения, где нарастание количества сорняков стало больше, и оно оказалось равным 10,4 шт./м² (13,2%).

Общая биологическая активность почвы. В системе агротехнических приемов, обуславливающих повышение плодородия почвы и урожайности озимой пшеницы, важное место занимают способы регулирования почвенных микробиологических процессов.

Экспериментальные данные (2013-2015 гг.) выявили, что внесение в почву минеральных удобрений в технологии возделывания озимой пшеницы слабо отразилось на микробиологической активности (табл. 4). Так, внесение N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀ привело к повышению целлюлозоразрушающей активности почвы по вспашке, чизельной и минимальной обработке почвы соответственно на 2,6, 1,8 и 1,3% за 30 дней и на 3,9, 3,5 и 3,3% за 60 дней.

Наиболее благоприятное действие на микробиологическую активность почвы оказала органическая система удобрения (навоз 60 т/га + сидерат + Нагро) по вспашке, при которой её повышение оказалось равным 10,9% за 30 дней и 13,3% за 60 дней. Значительно меньшую роль в повышении активности почвенных микроорганизмов она играла по безотвальным способам основной обработки почвы. Рост их активности составил соответственно периодам экспозиции 3,0-3,2 и 7,6-8,1%.

Таблица 4 – Влияние систем удобрения и способов основной обработки почвы на микробиологическую активность почвы слоя 0-20 см под озимой пшеницей, 2013-2015 гг.

Способы основной обработки почвы		Разложение полотна к исходной массе, %					
		Экспозиция 30 дней			Экспозиция 60 дней		
		Среднее за 3 года	+ или -		Среднее за 3 года	+ или -	
			от удобрений	от способов обработки		от удобрений	от способов обработки
I. Экстенсивная – без удобрений							
1	Вспашка	5,2	-	-	12,4	-	-
2	Чизельная	5,1	-	- 0,1	11,5	-	- 0,9
3	Минимальная	4,9	-	- 0,3	10,6	-	- 1,8
II. Минеральная – N ₁₂₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀							
1	Вспашка	7,8	2,6	-	16,3	3,9	-
2	Чизельная	6,9	1,8	- 0,9	15,0	3,5	- 1,3
3	Минимальная	6,2	1,3	- 1,6	13,9	3,3	- 2,4
III. Органическая – навоз 60 т/га + сидерат + Нагро							
1	Вспашка	16,1	10,9	-	25,7	13,3	-
2	Чизельная	8,3	3,2	- 7,8	19,1	7,6	- 6,6
3	Минимальная	7,9	3,0	- 8,2	18,7	8,1	- 7,0
IV. Органо-минеральная – навоз 30 т/га + сидерат + N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Нагро							
1	Вспашка	19,4	14,2	-	29,4	17,0	-
2	Чизельная	18,5	13,4	- 0,9	28,9	17,4	- 0,5
3	Минимальная	16,6	11,7	- 2,8	27,1	16,5	- 2,3

Возделывание озимой пшеницы по комплексной технологии, включающей в себя внесение навоза в дозе 30 т/га, зеленое удобрение (287 ц/га зеленой массы), а также минеральное удобрение в дозе N₆₀P₆₀K₆₀ и препарат Нагро (органо-минеральная система удобрения) существенно повысило целлюлозоразрушающую активность микроорганизмов. По сравнению с почвой без удобрений интенсивность разложения ткани возрастала по вспашке, по чизельной обработке и по минимальной обработке почвы соответственно на 14,2, 13,4 и 11,7% за 30 дней экспозиции и на 17,0, 17,4 и 16,5% – за 60 дней. Влияние способов основной обработки почвы на активизацию деятельности микроорганизмов менее выражено по сравнению с зависимостью её от систем удобрения. Наиболее заметное снижение целлюлозоразрушающей активности микроорганизмов по сравнению со вспашкой – на 7,8-8,2% за 30 дней и на 6,6-7,0% за 60 дней наблюдалось при проведении безотвальных обработок почвы с использованием органической системы удобрения. С применением минеральной и органо-

минеральной систем удобрения наметилась тенденция к снижению интенсивности разложения ткани по сравнению со вспашкой в результате проведения минимальной обработки почвы: 1,6-2,8%.

Наиболее высокая интенсивность нарастания целлюлозоразрушающей активности почвы в межэкспозиционной динамике отмечена при использовании в технологиях возделывания озимой пшеницы органической (+ 9,6-10,8%) и органо-минеральной систем удобрения (+ 10,0-10,5%), менее значима – у минеральной системы (+ 7,7-8,5%) и наименьшая – в почве без удобрений (+ 5,7-7,2%).

В технологиях, в которых не предусмотрено применение удобрений, активность деятельности микроорганизмов невысокая при тенденции к снижению в ряду способов основной обработки почвы вспашка > чизельная обработка > минимальная обработка: соответственно 5,2 > 5,1 > 4,9% за 30 дней и 12,4 > 11,5 > 10,6% за 60 дней.

Запасы нитратного азота в почве. При возделывании озимой пшеницы по биотехнологии, при которой 100% потребности растений в элементах питания обеспечивалось за счет органических удобрений (навоз, сидерат, биопрепарат), запасы нитратного азота перед посевом культуры изменились незначительно (рис. 1).

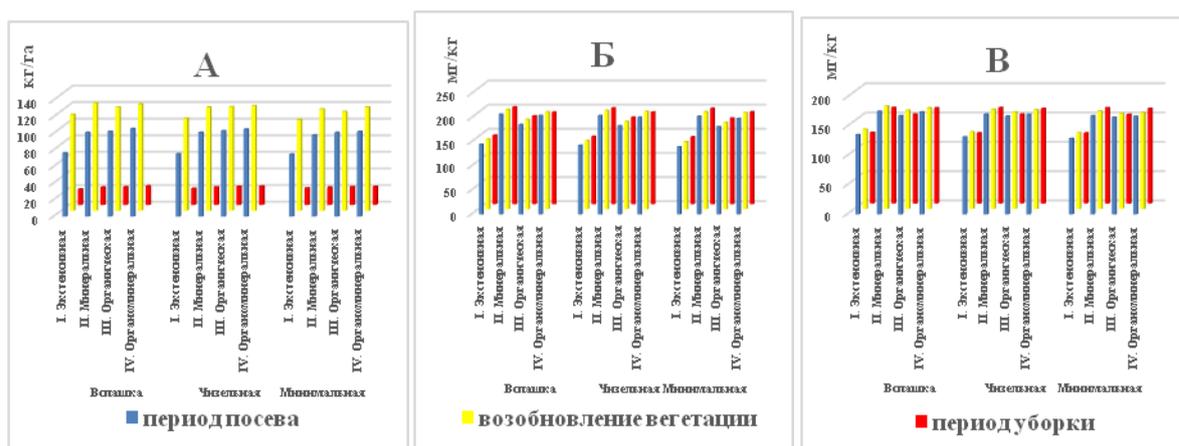


Рисунок 1 – Влияние систем удобрения и способов обработки почвы на запасы нитратов (А), содержание подвижных фосфатов (Б) и обменного калия (В) в слое почвы 0-40 см под озимой пшеницей, 2012/2013-2014/2015 гг.

В технологии с минеральной системой удобрения лишь минимальный способ обработки уступил вспашке по запасам нитратного азота (- 3,3 кг/га).

Наиболее существенное увеличение запасов нитратного азота в почве обеспечила органо-минеральной системы удобрения (+ 27,4-29,4 кг/га), несколько меньше – органическая система (+ 25,8-27,7 кг/га) и наименьшее – минеральная система (+ 23,1-25,6 кг/га).

Ко времени возобновления весенней вегетации озимой пшеницы запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см возрастали, в частности, по вспашке до 116,1 кг/га или на 50,0% в технологии без применения удобрений и до 124,9-129,9 кг/га или на 21,1-27,9% в системах с использованием различных систем удобрения, однако, разница по вариантам, в целом, сохранялась.

Минимальная обработка по сравнению со вспашкой привела к снижению запасов нитратного азота при использовании минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения соответственно на 7,1, 5,2 и 3,6 кг/га, а также в технологии без удобрений на 6,3 кг/га.

Более высокие запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см на период посева озимой пшеницы были отмечены при возделывании её по технологии с применением органо-минеральной системы удобрения по вспашке – 106,3 кг/га, по чизельной обработке – 105,2 кг/га и минимальной обработке почвы – 102,6 кг/га.

Ко времени возобновления весенней вегетации минимальная обработка по сравнению со вспашкой привела к снижению запасов нитратного азота при использовании минеральной, органической и органо-минеральной систем удобрения соответственно на 7,1, 5,2 и 3,6 кг/га, а также в технологии без удобрений на 6,3 кг/га.

Содержание подвижных фосфатов. Анализ фосфатного режима почвы под озимой пшеницей, возделываемой по различным технологиям, показал, что более высокое содержание фосфатов перед посевом пшеницы отмечалось при возделывании её по технологиям с использованием минеральной – $N_{120}P_{120}K_{120}$ (176,2 мг/кг) и органо-минеральной систем удобрения – навоз 30 т/га + сидерат + $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Нагро (175,1 мг/кг почвы) с использованием вспашки. Чизельная и минимальная обработки почвы несколько снижали содержание подвижных фосфатов по сравнению со вспашкой: соответственно на 5,0 и 7,5 мг/кг с минеральной системой удобрения и на 4,5 и 7,6 мг/кг с органо-минеральной.

Минеральная система удобрения обеспечила наибольшее повышение содержания фосфатов в почве в целом по всем способам обработки почвы (+ 39,0-40,1 мг/кг), чем органо-минеральная (+ 37,9-39,0 мг/кг) и органическая (+ 32,6-36,2 мг/кг почвы).

Динамика содержания подвижного фосфора была маловыразительной ко времени возобновления весенней вегетации и проявилась в незначительном снижении к периоду уборки урожая.

Содержание обменного калия. При анализе содержания обменного калия проявилась аналогичная закономерность с содержанием подвижных фосфатов: более высокое содержание калия перед посевом пшеницы отмечалось при возделывании её по технологиям с использованием минеральной – $N_{120}P_{120}K_{120}$ (207,5 мг/кг) и органо-минеральной систем удобрения – навоз 30 т/га + сидерат + $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Нагро (205,3 мг/кг почвы) с проведением вспашки.

Чизельная и минимальная обработки почвы обусловили тенденцию к снижению содержания обменного калия по сравнению со вспашкой: соответственно на 2,4 и 4,1 мг/кг с минеральной системой удобрения и на 3,7 и 6,6 мг/кг с органо-минеральной.

Минеральная система удобрения способствовала наибольшему росту содержания калия в почве по всем способам обработки почвы (+ 62,0-63,2 мг/кг), чем органо-минеральная (+ 58,5-59,9 мг/кг) и органическая (+ 40,5-41,6 мг/кг почвы).

Динамика содержания обменного калия в период от посева до возобновления вегетации весной практически не проявилась и обозначила тенденцию к снижению к периоду уборки урожая озимой пшеницы.

Глава 4. Влияние способов основной обработки почвы и систем удобрения на урожайность и качество зерна озимой пшеницы.

Изучение эффективности различных технологий выращивания озимой пшеницы в течение 2013-2015 гг. показало, что наиболее эффективной была комплексная технология, по которой потребности растений в элементах минерального питания обеспечиваются частью за счет органических удобрений и частью за счет минеральных (навоз 30 т/га + сидерат + $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Нагро), а также технология с минеральной системой удобрения ($N_{60}P_{120}K_{120}$ под основную обработку почвы и N_{30} в подкормку рано весной и N_{30} в фазе кушения) со вспашкой в качестве основной обработки почвы по обеим технологиям. Применение этих технологий позволило получить соответственно 57,0 и 57,7 ц/га зерна озимой пшеницы (табл. 5, рис. 2). Это на 15,6 и 16,3 ц/га или на 37,7 и 39,4% выше, чем на контроле без удобрений.

Таблица 5 – Влияние систем удобрения и способов основной обработки почвы на урожайность зерна озимой пшеницы

Способы основной обработки почвы		Урожайность, ц/га				Изменения, + или -			
		Годы				ц/га		%	
		2013	2014	2015	Среднее	от удобрений	от обработок	от удобрений	от обработок
I. Экстенсивная – без удобрений									
1	Вспашка	33,3	56,0	34,9	41,4	-	-	-	-
2	Чизельная	32,2	55,1	33,1	41,1	-	- 0,3	-	- 0,7
3	Минимальная	31,2	54,6	32,7	39,5	-	- 1,9	-	- 4,6
II. Минеральная – $N_{120}P_{120}K_{120}$									
1	Вспашка	48,2	66,4	58,5	57,7	16,3	-	39,4	-
2	Чизельная	46,9	65,8	57,4	56,7	15,6	- 1,0	38,0	- 1,7
3	Минимальная	45,2	63,3	54,7	54,4	14,9	- 3,3	37,7	- 5,7
III. Органическая – навоз 60 т/га + сидерат + Нагро									
1	Вспашка	49,1	68,1	39,7	52,3	10,9	-	26,3	-
2	Чизельная	46,7	66,2	38,0	50,3	9,2	- 2,0	22,4	- 3,8
3	Минимальная	44,1	63,2	36,1	47,8	8,3	- 4,5	21,0	- 8,6
IV. Органо-минеральная – навоз 30 т/га + сидерат + $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Нагро									
1	Вспашка	52,0	72,7	46,3	57,0	15,6	-	37,7	-
2	Чизельная	51,4	70,8	44,0	55,4	14,3	- 1,6	34,8	- 2,8
3	Минимальная	49,1	68,8	41,4	53,1	13,6	- 3,9	34,4	- 6,8
НСР ₀₅		1,5	2,3	1,7	-	-	-	-	-

Возделывание озимой пшеницы по биотехнологии, включающей в себя внесение навоза в дозе 60 т/га, запашку 287 ц/га зеленой массы клевера, а также обработку посевов препаратом Нагро в фазе кушения в дозе 60 мл/га позволило получить 52,3 ц/га зерна озимой пшеницы, что на 10,9 ц/га или на 26,3% выше, чем на контроле. Замена отвальной обработки почвы на чизельную привела к снижению урожайности озимой пшеницы соответственно с системами удобрения на 1,6, 1,0 и 2,0 ц/га (- 2,8, - 1,7, - 3,8%), а на минимальную обработку почвы дисковой бороной на глубину 8-10 см – на 3,9, 4,5 и 3,3 ц/га (- 6,8, - 5,7, - 8,6

%). При замене отвальной обработки почвы на чизельную практически не изменилась урожайность озимой пшеницы, возделываемой без удобрений, которая составила соответственно 41,4 и 41,1 ц/га. Тогда как снижение урожайности по минимальной обработке составило 1,9 ц/га или 4,6%.

По величине снижения урожайности зерна озимой пшеницы в результате замены отвальной обработки почвы на минимальную обработку системы удобрения расположились в следующий нисходящий ряд: органическая > органоминеральная > минеральная > без удобрений соответственно 4,5 > 3,9 > 3,3 > 1,9 ц/га или 8,6 > 6,8 > 5,7 > 4,6%.

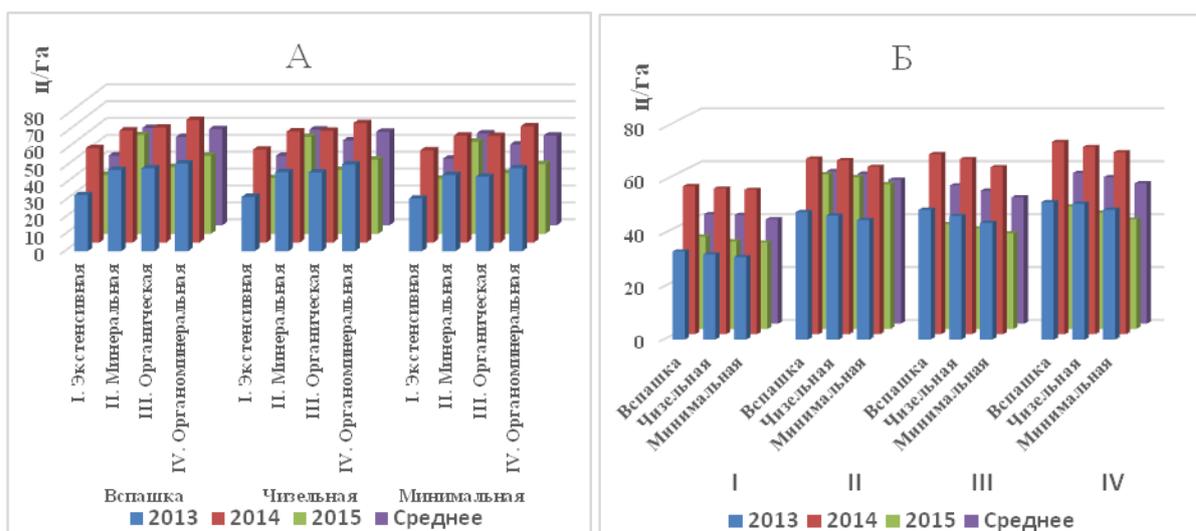


Рисунок 2 – Влияние систем удобрения на фоне способов обработки почвы (А) и способов обработки почвы на фоне систем удобрения (Б) на урожайность зерна озимой пшеницы (системы удобрения: I – экстенсивная, II – минеральная, III – органическая, IV – органоминеральная)

Содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы

На содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы наиболее сильное влияние оказывали минеральные удобрения. Так, внесение по вспашке полного минерального удобрения в дозе $N_{60}P_{120}K_{120}$ под основную обработку почвы и N_{30} в подкормку рано весной и N_{30} в фазе кущения обеспечило максимальное содержание клейковины в зерне: 26,5 %, что на 3,2% выше, чем при возделывании озимой пшеницы без удобрений (табл. 6). Замена вспашки на чизельную обработку почвы обусловила тенденцию к снижению содержания клейковины на 0,2%, а на минимальную обработку – привела к достоверному её уменьшению на 0,5%.

Применение органо-минеральной системы удобрения (навоз 30 т/га + сидерат + $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Нагро) в технологии возделывания озимой пшеницы несколько снизило содержание клейковины в зерне по сравнению с минеральной системой удобрения: на 0,4, 0,3 и 0,2% соответственно по вспашке, чизельной и минимальной обработкам почвы. Однако превышения её относительно контроля имели высокие значения – 2,8-2,8% и не варьировали практически в зависимости от способов обработки почвы.

Органическая система удобрения (навоз 60 т/га + сидерат + Нагро) без минеральных удобрений (биотехнология) менее значительно повлияла на изменение содержания сырой клейковины, чем минеральная и органо-минеральная, но также достоверно повышала её на 2,3% по вспашке, на 2,2% по чизельной об-

работке почвы и на 2,0% по минимальной. Использование органической системы удобрения уступало в содержании сырой клейковины минеральной системе по вспашке и по чизельной обработке на 0,9% и по минимальной обработке почвы на 1,1%, а органо-минеральной системе соответственно обработкам почвы 0,5, 0,6 и 0,9%.

Таблица 6 – Влияние систем удобрения и способов основной обработки почвы на содержание клейковины в зерне озимой пшеницы

Способы основной обработки почвы		Содержание клейковины, %				Изменения, + или -			
		Годы			Среднее	ц/га		%	
		2013	2014	2015		от удобрений	от обработок	от удобрений	от обработок
I. Экстенсивная – без удобрений									
1	Вспашка	24,3	17,6	28,0	23,3	-	-	-	-
2	Чизельная	23,8	17,4	28,4	23,2	-	- 0,1	-	- 0,4
3	Минимальная	23,7	17,1	28,0	22,9	-	- 0,4	-	- 1,7
II. Минеральная – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀									
1	Вспашка	27,6	20,2	31,7	26,5	3,2	-	13,7	-
2	Чизельная	27,2	20,3	31,4	26,3	3,1	- 0,2	13,4	- 0,8
3	Минимальная	26,8	20,2	31,1	26,0	3,1	- 0,5	13,5	- 1,9
III. Органическая – навоз 60 т/га + сидерат + Нагро									
1	Вспашка	26,7	19,4	30,7	25,6	2,3	-	9,9	-
2	Чизельная	26,6	19,3	30,3	25,4	2,2	- 0,2	9,5	- 0,8
3	Минимальная	26,1	18,5	30,1	24,9	2,0	- 0,7	8,7	- 2,7
IV. Органо-минеральная – навоз 30 т/га + сидерат + N₆₀P₆₀K₆₀ + Нагро									
1	Вспашка	27,2	19,9	31,2	26,1	2,8	-	12,0	-
2	Чизельная	27,0	19,8	31,2	26,0	2,8	- 0,1	12,1	- 0,4
3	Минимальная	26,8	19,6	31,0	25,8	2,9	- 0,3	12,7	- 1,1
	НСР ₀₅	0,4	0,2	0,5	-	-	-	-	-

Зависимость содержания сырой клейковины в зерне озимой пшеницы от способов основной обработки почвы менее выражена, хотя отмечалась тенденция к её снижению в среднем по системам удобрения при проведении чизельной обработки почвы на 0,2% и минимальной обработки на 0,5% по сравнению со вспашкой. Наибольшее её снижение (- 0,7%) отмечено при применении органической системы удобрения по минимальной обработке.

ГЛАВА 5. Экономическая эффективность возделывания озимой пшеницы по различным технологиям

Анализ экономической эффективности возделывания озимой пшеницы по различным технологиям показал, что наиболее высокий условно чистый доход – 23664 руб./га был обусловлен возделыванием озимой пшеницей по технологии с применением органо-минеральной системы удобрения (навоз 30 т/га + сидерат + N₆₀P₆₀K₆₀ + Нагро) (комплексная технология) по чизельной обработке почвы (табл. 7). По вспашке он оказался ниже на 426 руб./га, а по минимальной обработке почвы – на 612 руб./га. По минимальной же обработке почвы при

наименьших производственных затратах среди технологий с применением удобрений, равных 30048 руб./га, отмечены и минимальные затраты на единицу полученной продукции – себестоимости продукции, которая составила 565,87 руб./ц при наибольшем уровне рентабельности 76,7%.

Таблица 7 – Экономическая эффективность при основной обработке почвы и различных систем удобрений (2013-2015 гг.)

Способы основной обработки почвы	Урожайность, ц/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Себестоимость, руб./ц	Условно чистый доход, руб./га	Уровень рентабельности, %	
I. Экстенсивная – без удобрений							
1	Вспашка	41,4	41400	23945	578,38	17453	72,8
2	Чизельная	41,1	41100	22747	553,45	18353	80,7
3	Минимальная	39,5	39500	21789	551,62	17711	81,3
II. Минеральная – N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀							
1	Вспашка	57,7	57700	37593	651,52	20107	53,5
2	Чизельная	56,7	56700	34961	616,9	21739	62,2
3	Минимальная	54,4	54400	34961	642,66	19439	55,6
III. Органическая – навоз 60 т/га + сидерат + Naгро							
1	Вспашка	52,3	52300	34720	663,86	17580	50,6
2	Чизельная	50,3	50300	32889	653,85	17411	52,9
3	Минимальная	47,8	47800	30945	647,38	16855	54,5
IV. Органо-минеральная – навоз 30 т/га + сидерат + N₆₀P₆₀K₆₀ + Naгро							
1	Вспашка	57,0	57000	33762	592,32	23238	68,8
2	Чизельная	55,4	55400	31736	572,85	23664	74,5
3	Минимальная	53,1	53100	30048	565,87	23052	76,7

Эти показатели экономической эффективности находились в соответствии с показателями, полученными при возделывании озимой пшеницы в технологии без удобрений (экстенсивная технология): себестоимость продукции по которой составила 551,62-578,38 руб./ц при уровне рентабельности 72,8-81,3% в зависимости от способов обработки почвы. Использование в биологической технологии производства зерна озимой пшеницы с органической системой удобрения (навоз 60 т/га + сидерат + Naгро) привело к резкому снижению условно чистого дохода по сравнению с комплексной технологией с органо-минеральной системой удобрения по вспашке на 5658 руб./га (24,3%), по чизельной обработке почвы на 6253 руб./га (26,4%) и по минимальной обработке на 6198 руб./га (26,9%).

Примечательно, что при малозаметном росте производственных затрат (на 2,8-3,6%) себестоимость продукции возросла значительно – на 12,1-14,4% в зависимости от способов обработки почвы, а уровень рентабельности снизился на 18,2-22,2%.

Условно чистый доход в этой технологии был незначительно выше, чем в экстенсивной технологии без удобрений по вспашке (+ 127 руб./га или 0,7%),

но был заметно ниже по чизельной обработке почвы (- 942 руб./га или 5,4%) и по минимальной обработке (- 856 руб./га или 5,1%).

Возделывание озимой пшеницы по интенсивной технологии с применением минеральной системы удобрения ($N_{60}P_{120}K_{120}$ под основную обработку почвы и N_{30} в подкормку рано весной и N_{30} в фазе кущения) обусловило повышение условно чистого дохода по вспашке на 2654 руб./га (15,2%), по чизельной обработке почвы на 3386 руб./га (18,4%) и по минимальной обработке почвы на 1728 руб./га (9,8%). Уровень рентабельности при этом составил соответственно 53,5, 62,2 и 55,6%. Однако резко возросла себестоимость единицы продукции: на 73,14, 63,45 и 91,04 руб./ц (на 12,6, 11,5 и 16,5%) вследствие ещё более интенсивного роста прямых производственных затрат (на 57,0, 53,7 и 60,5%).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом исследований стала комплексная оценка различных технологических схем возделывания озимой пшеницы, в которых объединены в единые целые принципы повышения продуктивности пашни, охраны окружающей среды и ресурсосбережения. Установлено, что:

1. Наиболее высокие запасы доступной влаги в пахотном слое почвы перед посевом обеспечивала технология возделывания озимой пшеницы, включающая в себя органическую систему удобрения и безотвальную обработку почвы (20,2-20,7 мм). Замена безотвальных способов обработки почвы на вспашку способствовала снижению запасов доступной влаги в пахотном слое почвы на 0,1-0,9 мм в технологии с минеральной системой удобрения – на 0,9-1,4 мм с органической и на 0,6-1,1 мм с органо-минеральной системой удобрения.

2. Органическая система удобрения способствовала меньшему уплотнению почвы по сравнению с минеральной и органо-минеральной системами. Плоскорезная и поверхностная способы основной обработки почвы создавали оптимальную плотность сложения (1,16-1,18 г/см³), при этих способах обработки отсутствовала «плужная подошва» на глубине 20-30 см, тогда как при вспашке и чизельной обработке она хорошо прослеживалась.

3. Максимальная биологическая активность почвы отмечалась в вариантах с возделыванием озимой пшеницы по технологиям, включающим в себя отвальную обработку почвы, органическую и органо-минеральную системы удобрения 25,7-29,4% за 60 дней экспозиции. Безотвальные способы обработки почвы и внесение минеральных удобрений в дозе $N_{120}P_{120}K_{120}$ приводили к снижению целлюзоразлагающей активности почвы до уровня контрольного варианта.

4. Самая низкая засоренность посевов озимой пшеницы отмечалась при возделывании ее по отвальной обработке почвы – 52,8-64,2 шт/м² в зависимости от системы удобрения. Замена отвальной обработки почвы на чизельную повышала засоренность на 7,5-8,5%, а на поверхностную - на 29,4-30,2%. Внесение минеральных удобрений практически не оказывало влияние на количество сорных растений, Использование органических удобрений (навоз, сидерат) приводило к увеличению засоренности посевов озимой пшеницы на 18,6%, в сравнении с минеральной системой удобрения.

5. Наиболее благоприятный питательный режим под озимой пшеницей складывался при возделывании ее по технологии, включающей в себя внесение навоза в дозе 30 т/га, $N_{60}P_{60}K_{60}$, заправку зеленого удобрения. Более высокие запасы нитратного азота в слое почвы 0-40 см на период посева озимой пшеницы были отмечены при возделывании её по технологии с применением органо-минеральной системы удобрения. Ко времени возобновления весенней вегетации минимальная обработка по сравнению со вспашкой привела к снижению запасов нитратного азота.

Минеральная система удобрения обеспечила наибольшее повышение содержания подвижных фосфатов в почве в целом по всем способам обработки почвы. Чизельная и минимальная обработки почвы несколько снижали содержание подвижных фосфатов, а также обусловили тенденцию к снижению содержания обменного калия по сравнению со вспашкой. Минеральная система удобрения способствовала наибольшему повышению содержания калия в почве по всем способам обработки почвы.

6. На урожайность озимой пшеницы существенное влияние оказывали системы удобрения. Наиболее высокая урожайность озимой пшеницы была получена при возделывании ее по технологии с минеральной системой удобрения (внесение $N_{60}P_{120}K_{120}$ под вспашку и по N_{30} в подкормку рано весной и в период выход в трубку-колошение) - 57,7 ц/га. Органическая система удобрения (навоз 60 т/га, заделка в почву зеленой массы клевера на сидерат, обработка посевов биоорганическим удобрением Нагро в фазе кущения в дозе 1л/га) обеспечивала получение 52,3 ц/га, а органо-минеральной (навоза 30 т/га, заделка в почву сидерального удобрения, а также минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ и обработку посевов биоорганическим удобрением Нагро в фазе кущения в дозе 1л/га), - 57,0 ц/га.

7. Отвальная обработка почвы (вспашка) во все годы исследований обеспечивала получение максимальной урожайности озимой пшеницы - 41,4-57,7 ц/га. Замена отвальной обработки почвы на чизельную снижала урожайность озимой пшеницы на 0,3-2,0 ц/га, а на поверхностную обработку дисковой бороной на глубину 8-10 см - на 1,9-4.5 ц/га.

8. Более высокое содержание сырой клейковины в зерне озимой пшеницы было получено при возделывании ее по технологии с минеральной системой удобрения и дробным внесением азотных удобрений - 26,0-26,5%. При возделывании озимой пшеницы по технологии с биологической системой удобрения содержание сырой клейковины в зерне составило 24,9-25,6%, а органо-минеральной - 25,8-26,1%, при содержании сырой клейковины в зерне озимой пшеницы вариантов без внесения удобрений равном 22,9-23,3%. Более высокое содержание сырой клейковины получено в вариантах со вспашкой (23,3-26,5%) и чизельной обработкой (23,2-26,3%), в вариантах с поверхностной обработкой содержание сырой клейковины составило 2,9-26,0%.

9. Лучшие экономические показатели получены при возделывании озимой пшеницы по технологиям, включающим в себя органо-минеральную систему удобрения и безотвальные способы обработки почвы. Величина условно

чистого дохода в варианте чизельной обработкой почвы составила 17411 руб./га, себестоимость 1 ц зерна - 653,85 руб., а в варианте с поверхностной обработкой 16855 руб./га, 647,38 руб/ц, соответственно.

Замена безотвальных способов обработки почвы на вспашку хотя и обеспечивала получение более высокой стоимости валовой продукции (57000 руб/га), вследствие более высоких производственных затрат, повышала себестоимость 1 ц зерна на 19,47-26,45 руб., приводила к снижению уровня рентабельности на 5,7-7,9%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях северо-западной части Центрально-Черноземного региона рекомендуется возделывание озимой пшеницы по технологии, включающей в себя органо-минеральную систему удобрения (навоз 30 т/га + сидерат + минеральные удобрения в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$), обработку посевов биопрепаратом Нагро и безотвальные (поверхностная, чизельная) способы основной обработки почвы.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем планируется продолжение исследования по данной проблеме: влияние способов основной обработки почвы, уровня удобренности и средств защиты растений на продуктивность современных сортов и гибридов основных сельскохозяйственных культур, а также формирование математических моделей по регулированию плодородия почв с целью получения планируемой урожайности и качества возделываемых культур в зависимости от изучаемых агроприёмов и складывающихся погодных условий.

Список работ, опубликованных по материалам диссертации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Котельникова М.Н. Влияние системы удобрения и способа основной обработки почвы на урожайность зерна озимой пшеницы в условиях Курской области / М.Н. Котельникова, В.И. Лазарев // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – 7. – С. 110-114.

2. Соколова И.А. Содержание тяжелых металлов и остаточного количества пестицидов в растениеводческой продукции / И.А. Соколова, Н.В. Беседин, А.А. Белкин, М.Н. Котельникова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – №5. – С. 44-46.

3. Лазарев В.И. Влияние сроков посева на урожайность и качество зерна озимой пшеницы в условиях Курской области / В.И. Лазарев, М.Н. Котельникова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – №5. – С. 52-55.

4. Соколова И.А. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на качество зерна сои / И.А. Соколова, М.Н. Беседина, М.Н. Котельникова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – №7. – С. 26-27.

5. Айдиев А.Я. Совершенствование технологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А.Я. Айдиев, В.И. Лазарев, **М.Н. Котельникова** // Земледелие – 2017. – №1. – С. 37-39.

Публикации в других изданиях:

6. **Котельникова М.Н.** Влияние сроков посева на урожайность озимой пшеницы / Котельникова М.Н., Лазарев В.И. // Актуальные проблемы и инновационная деятельность в агропромышленном производстве: материалы Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 125-128.

7. **Котельникова М.Н.** Поверхностная обработка почвы и система удобрения под озимую пшеницу в Курской области / М.Н. Котельникова, В.И. Лазарев // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства: материалы Международной научно-практической конференции. – Курск: Изд-во Курск гос. с.-х. ак., 2017. – С. 211-215.

8. Сахн-Вальд Ф.В. Влияние различных способов обработки почвы и систем удобрений на урожайность озимой пшеницы в условиях серых лесных почв Курской области / Ф.В. Сахн-Вальд, Н.В. Беседин, **М.Н. Котельникова** // Научное обеспечение агропромышленного производства: материалы Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 147-150.

9. Беседин Н.В. Биостимуляторы роста озимой пшеницы в условиях Курской области / Н.В. Беседин, **М.Н. Котельникова** // Стратегия развития сельского хозяйства в современных условиях – продолжение научного наследия Листопада Г.Е., академика ВАСХНИЛ (РАСХН), доктора технических наук, профессора, национальная научно-практическая конференция. – 2019. – С. 89-94.

10. **Котельникова М.Н.** Особенности технологии возделывания озимой пшеницы в осенний период вегетации / М.Н. Котельникова // Инновации в научно-техническом обеспечении агропромышленного комплекса России. Материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. – Курск, 2020. – С. 293-299.

11. Буланова Ж.А. Применение гуминовых препаратов при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Курской области / Ж.А. Буланова, **М.Н. Котельникова** // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сборник докладов Международной научно-практической конференции Курского отделения МОО «Общество почвоведов имени В.В. Докучаева». – Курск, 2020. – С. 63-68.