

На правах рукописи



**Пегова Нина Аркадьевна**

**Повышение продуктивности дерново-подзолистой  
среднесуглинистой почвы за счет биологизации и  
противоэрозийной обработки почвы**

**06.01.01 – общее земледелие**

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

1 0 0 0 0 2 0 0 9

Пермь - 2008

Работа выполнена на кафедре земледелия и защиты растений в ФГОУ ВПО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия». Исследования проведены в отделе земледелия, агрохимии и почвоведения ГНУ «Удмуртский государственный научно-исследовательский институт сельского хозяйства» (1983-2007 гг.)

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,  
профессор Владимир Михайлович Холзаков

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,  
Антонида Ильинична Косолапова

кандидат сельскохозяйственных наук  
Наталья Юрьевна Каменских

Ведущая организация: ФГОУ ВПО «Вятская государственная  
сельскохозяйственная академия»

Защита диссертации состоится 28 ноября 2008 г. в 10<sup>00</sup> час. на заседании диссертационного совета ДМ 220.054.02 в ФГОУ ВПО «Пермская государственная сельскохозяйственная академия имени академика Д.Н. Прянишникова»

Адрес: Россия, 614000, г. Пермь, ГПС-165, ул. Коммунистическая, 23.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке академии.

Автореферат разослан 28 октября 2008 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент



Л.А. Михайлова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Плодородие почвы, созданное природой - основа урожая, и оно не должно снижаться в результате сельскохозяйственного использования. Тем не менее, за последние 50 лет отмечена деградация пахотных почв по содержанию в них органического вещества (ОВ). Для увеличения содержания ОВ в почве необходимым условием является максимальный возврат в почву растительных остатков, использование навоза, соломы, сидератов и других источников.

Направленность трансформации ОВ в почве зависит от многих факторов, в том числе и от обработки почвы. По данным А.И. Пупониной (1991) замена вспашки безотвальной плоскорезной обработкой повышает коэффициент гумификации ОВ на 20-30 %, а на легких супесчаных почвах до 40 %, что увеличивает гумусонакопление.

Успешное ведение растениеводства, направленное в рыночных условиях на высокую урожайность сельскохозяйственных культур при низкой себестоимости продукции, является важнейшей задачей, поэтому изучение вопросов ресурсосбережения в системе обработки почвы, на которую приходится до 40-50 % всех материальных затрат, в сочетании с рациональной системой удобрения в конкретной почвенно-климатической зоне требует глубокого научного обоснования.

Одна из слагаемых сохранения почвенного плодородия - это защита почвы от эрозии, которая наносит большой ущерб сельскому хозяйству и окружающей среде. Большая часть пахотных угодий Удмуртской Республики (75 %) и Пермского края (70 %) представлена дерново-подзолистыми почвами, значительная площадь которых по данным Е.Г. Варакиной (1976) и О.А. Скрыбиной (1982) подвержена эрозионным процессам (соответственно более 70 и 40 %). Такие почвы нуждаются в сохранении и повышении уровня их плодородия за счет применения научно-обоснованных почвозащитных систем обработки почвы и удобрения.

Несмотря на очевидные преимущества в решении задач сохранения почвенного плодородия, ресурсосбережения и эффективного использования почвенных и биологических ресурсов, безотвальные приемы в системе зяблевой обработки почвы за длительный период своего развития не реализуются в полном объеме. Успешный опыт хозяйств в Удмуртской Республике (УОХ «Июльское», СПК «Нива» Сюмсинского района и др.) (Ковриго В.П. и др., 2000), за короткий период увеличивших экономические показатели хозяйствования за счет внедрения почвозащитной, ресурсосберегающей технологии возделывания зерновых культур на основе почвозащитной системы обработки почвы, говорит о необходимости более глубокого изучения безотвальных приемов обработки почвы и выявления причин, препятствующих широкому её внедрению в большинстве хозяйств.

Таким образом, совершенствование безотвальной системы обработки почвы без отрицательных последствий (повышение засоренности и заболеваемости растений), за счет биоэнергетического потенциала и почвозащитной направленности обработки почвы, является актуальной задачей.

**Цель исследований.** Научно обосновать эффективные приемы повышения плодородия дерново-подзолистых почв в Среднем Предуралье за счет снижения эрозии, использования биоресурсов и почвозащитной обработки почвы.

**Задачи:**

1. Изучить влияние соломы зерновых культур в сочетании с различными способами зяблевой обработки почвы на эрозионные процессы в период весеннего снеготаяния.
2. Исследовать действие органических удобрений (навоза и соломы) при разных системах зяблевой обработки почвы в севообороте на агрофизические, агрохимические и биологические показатели почвенного плодородия.
3. Выявить влияние органических удобрений (навоза и соломы) и отвальной и безотвальной систем зяблевой обработки почвы на содержание органического вещества в пахотном слое и его состав.
4. Установить влияние систем зяблевой обработки почвы с разным уровнем плодородия на фитосанитарное состояние посевов и урожайность возделываемых культур.
5. Определить эффективность использования органических удобрений при разных системах основной обработки почвы в севообороте.
6. Дать экономическую и энергетическую оценку результатам исследований.

**Новизна.** Установлена эффективность применения в Среднем Предуралье безотвальной обработки дерново-подзолистой почвы в севообороте с использованием соломы зерновых культур, сидерального пара, клевера двух лет пользования при одновременном улучшении показателей почвенного плодородия. Выявлена высокая эффективность поверхностного мульчирования поля соломой в борьбе с водной эрозией почв на эрозионно-опасных склонах. Установлено, что использование органических удобрений (навоза и соломы) при отвальной системе обработки почвы в севообороте менее эффективно, чем при безотвальной обработке, так как увеличивающаяся от внесения навоза минерализующая и нитрифицирующая способность почвы при отвальной обработке приводит к непроизводительным потерям биогенных элементов питания. Представлено и частично доказано предположение о существенном влиянии солнечного облучения на трансформацию органического вещества, располагающегося на поверхности почвы. При безотвальной обработке под влиянием солнечного облучения одновременно с минерализацией происходит консервация органического вещества (мумификация) и увеличение массовой доли органического вещества в пахотном слое почвы. Предложено для оценки эффективности того или иного технологического приема (обработка почвы, севооборот, использование органических удобрений, различных биопрепаратов и др.) определять массовую долю ОВ в почве. Доказано, что безотвальная система обработки почвы в севообороте, насыщенном органическим удобрением, обеспечивает рациональное его использование и постепенное повышение почвенного плодородия дерново-подзолистых почв.

### **Защищаемые положения:**

- безотвальный способ в системе зяблевой обработки почвы в сочетании с поверхностным мульчированием соломой – надежная защита эрозионно-опасных склонов от эрозии и агротехнический прием сохранения почвенного плодородия;
- преимущество безотвальной системы обработки почвы, по сравнению с отвальной в воспроизводстве плодородия почвы при равном поступлении в нее органического удобрения;
- снижение эффективности использования органических удобрений в полевом севообороте с отвальной системой обработки почвы из-за резкого увеличения нитрифицирующей и минерализующей активности почвы и непроектируемых потерь почвенного плодородия;
- экономическое и энергетическое обоснование использования навоза при разных системах зяблевой обработки почвы в севообороте;
- необходимость определения массовой доли органического вещества в почве в целях более объективной оценки изучаемых агротехнических приемов.

**Практическая значимость.** Установлено положительное действие безотвальной и комбинированной разноглубинной систем зяблевой обработки почвы в севообороте (насыщенность пашни соломой зерновых культур 2,5 т/га; соломой озимой ржи 1,1 т/га и навоза 10 т/га) на плодородные свойства почвы (агрофизические, агрохимические, биологические) при существенном снижении затрат. При безотвальной зяблевой обработке почвы происходит накопление *ОВ* в пахотном слое почвы и, следовательно, постепенное повышение ее плодородия. Продуктивность севооборотной площади и фитосанитарное состояние посевов сохраняется не ниже, чем при отвальной системе обработки почвы. Окупаемость навоза возрастает в сравнении с отвальной обработкой в 1,4 - 1,6 раза.

Внесение навоза в пару при последующей ежегодной зяблевой вспашке, в сравнении с безотвальной обработкой, приводит к резкому увеличению нитрифицирующей и минерализующей способности почвы, что ведет к непроизводительным потерям азота и других элементов питания из почвы.

**Апробация.** Основные положения диссертационной работы были доложены на Всероссийских научно-практических конференциях в ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА», «Пермская ГСХА» и на заседаниях научно-методического совета ГНУ «Удмуртский ГНИИСХ». Материалы исследований применяются в учебном процессе на кафедрах растениеводства, земледелия и защиты растений ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА», были использованы при разработке систем земледелия для хозяйств Удмуртской Республики (1998, 2000, 2003 гг.), при подготовке рекомендаций «Технология возделывания культур в зерноотрапном севообороте» (Ижевск, 2004). По решению Президиума РАСХН (постановление от 20.01.05.) научная разработка под названием «Комбинированная энергосберегающая почвозащитная система обработки дерново-подзолистой почвы на склоне до 3° под культуры зерноотрапного севооборота» признана лучшей завершенной научной разработкой года. Научные разработки, полученные в результате исследований, освоены в Завьяловском районе Удмуртской Республики на площади 4,5 тыс. га и подтвердили увеличение продуктивности сельско-

хозяйственных культур на 0,15-0,31 т з. ед./га и экономию ГСМ на 2,1-3,5 кг/га. По материалам диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе одна работа в рецензируемом издании.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 204 страницах, включает введение, обзор литературы, 5 глав экспериментальной части, заключение, список использованных источников (219 наименований, в т. ч. 5 - на иностранном языке) и 44 приложения. Основной материал изложен на 145 страницах, включает 52 таблицы и 11 рисунков.

### **Методика и условия проведения исследований**

Диссертационная работа выполнена на кафедре земледелия и защиты растений в ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА». Полевые исследования проводились в 1983 – 2007 гг. в ГНУ «Удмуртский государственный НИИ сельского хозяйства» (до 1998 г. - Удмуртская государственная сельскохозяйственная опытная станция), расположенном в Завьяловском районе Удмуртской Республики, относящемуся к Среднему Предуралью, где преобладают дерново-подзолистые почвы. Увалисто-холмистый рельеф почвы способствует развитию водной эрозии. Климат региона умеренно-континентальный с продолжительной холодной многоснежной зимой и коротким теплым летом. За вегетационный период выпадает 250-300 мм осадков. Среднегодовая сумма осадков в Удмуртской Республике составляет 491 мм. Вероятность засушливых явлений составляет 25 %. Сумма активных температур ( $> 10^{\circ}\text{C}$ ) находится в пределах 1300-2100 $^{\circ}\text{C}$ . Безморозный период длится 104-137 дней.

**Схемы закладки опытов.** По теме диссертации было проведено три стационарных многофакторных полевых опыта.

**Опыт 1** – «Эффективность соломы и способов зяблевой обработки почвы в борьбе с водной эрозией, их влияние на плодородные свойства почвы и продуктивность культур». Опыт проводился в 1983 – 1993 гг. в два этапа: первый - исследования проводились в зерновом звене севооборота (овес – ячмень - овес); второй – в севообороте: 1 - пар сидеральный (горчица белая), 2 - озимая рожь, 3 - яровая пшеница, 4 – кукуруза, 5 - ячмень + клевер, 6 - клевер 1 г.п., 7 - клевер 2 г.п., 8 - ячмень.

В опыте изучалось пять вариантов зяблевой обработки почвы под культуры севооборота: 1) вспашка на 20 см (ПН-3-35) + солома, которая вносилась во время уборки зерновой культуры в измельченном виде (ПУН-5); 2) плоскорезное рыхление на 20 см (КПГ-2,2) + солома; 3) дискование до 10 см (БДТ-3) + солома; 4) без зяблевой обработки + солома; 5) без зяблевой обработки, без соломы. Во втором этапе исследований в систему основной обработки почвы входило послеуборочное лущение жнивья (БДТ-3) на всех вариантах опыта.

Размер делянок 2500 кв. м, повторность - 4-х кратная. Расположение делянок систематическое в 2 яруса со смещением.

Опытный участок расположен на склоне  $3^{\circ}$  юго-западной экспозиции. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Содержание

гумуса – 2,5 %, рН<sub>KCl</sub> – 5,6, сумма поглощенных оснований – 16,4 ммоль/100 г почвы, подвижного фосфора – 298, обменного калия – 194 мг/кг почвы.

Подготовка почвы под посев на первом этапе в вариантах с сохранением стерни заключалась в ранневесеннем бороновании игольчатой бороной БИГ-3, в остальных вариантах – зубовой бороной БЗТС-1,0, культивации КПС-4 и предпосевного выравнивания и прикатывания почвы РВК-3,6. На втором этапе вариантов с сохранившейся стерней не было, поэтому закрытие влаги проводилось зубовой бороной (БЗТС–1,0) сплошь по всему опытному участку. Удобрения вносились фоном по всему опытному участку под запланированную урожайность зерновых – 4,0–4,5 т/га, кукурузы – 40,0 т/га.

**Опыт 2** – «Эффективность систем зяблевой обработки почвы при разных уровнях насыщенности органическим веществом и минеральными удобрениями в севообороте». Опыт проводился в 1994 – 2002 гг. в севообороте: 1 - пар чистый, 2 - озимая рожь, 3 - картофель, 4 - яровая пшеница + клевер, 5 - клевер 1 г. п., 6 - клевер 2 г. п., 7 - озимая рожь, 8 – ячмень, 9 – овес.

В опыте изучалось три фактора:

Фактор А – уровень насыщенности севооборота органическим веществом: 1) без органических удобрений (контроль); 2) внесение навоза 90 т/га в чистом пару + солома озимой ржи с двух полей 10 т/га (насыщенность 1 га пашни: навоз 10 т/га, солома оз. ржи 1,1 т/га).

Фактор В - система зяблевой обработки почвы, которая состояла из лущения жнивья и основной осенней обработки: 1) отвальная ( $O_{20}$ ) - ежегодная вспашка на глубину 20 см (к.); 2) комбинированная разноглубинная ( $K_{10-30}$ ) - безотвальное рыхление на 20 см под яровую пшеницу и ячмень, безотвальное рыхление до 30 см под картофель, мелкая обработка (до 10 см) под овес, вспашка пласта клевера второго года пользования до 23 см. При всех способах зяблевой обработки почвы проводилась общепринятая предпосевная подготовка почвы: боронование (БЗТС-1,0); культивация (КПС-4); вторая обработка (РВК-3,6). Навоз в паровом поле заделывался дисковым орудием в два следа, затем в варианте с отвальной системой был запахан на глубину пахотного слоя (0–20 см).

Фактор С – минеральные удобрения: 1) без удобрений ( $(NPK)_0$ , (к.); 2) среднегодовая доза в расчете на продуктивность культур севооборота 3,0 т з.ед./га ( $(NPK)_{30}$ ).

Опыт размещен по методу расщепленных делянок в два яруса. Площадь делянок первого порядка (органическое удобрение) – 1200 м<sup>2</sup>, второго – (обработка почвы) – 600 м<sup>2</sup>, третьего - (минеральные удобрения) – 300 м<sup>2</sup>. Повторность четырехкратная.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, слабо-смытая, в пахотном слое на момент закладки опыта содержала гумуса – 1,62 %, подвижного фосфора и обменного калия, соответственно 301 и 182 мг/кг почвы. Сумма поглощенных оснований составила – 12,8, гидролитическая кислотность – 1,57 ммоль/100 г почвы, рН<sub>KCl</sub> – 5,67.

**Опыт 3** – «Влияние дозы и глубины заделки органического удобрения в пару на плодородные свойства почвы и продуктивность звена севооборота в зависимости от системы зяблевой обработки почвы».

Опыт проводился в 2004 -2007 гг. в звене севооборота: 1 - пар; 2 - озимая рожь; 3 - яровая пшеница; 4 - ячмень.

В опыте изучалось два фактора:

Фактор А – уровень насыщенности пашни органическим удобрением и способ заделки навоза в пару: 1) пар чистый без навоза, мелкая обработка + солома озимой ржи 4,0 т/га, (к.); 2) пар сидеральный (горчица белая 12,5 т/га зел. массы), вспашка на 20 см + солома оз. ржи 4,0 т/га; 3) пар чистый + навоз 60 т/га, мелкая обработка + солома озимой ржи 4,0 т/га; 4) пар чистый + навоз 60 т/га, вспашка на 20 см + солома озимой ржи 4,0 т/га; 5) пар чистый + навоз 60 т/га, вспашка на 25 см + солома озимой ржи 4,0 т/га; 6) пар чистый + навоз 90 т/га, вспашка на 20 см + солома озимой ржи 4,0 т/га; 7) пар чистый + навоз 90 т/га, вспашка на 25 см + солома озимой ржи 4,0 т/га; 8) пар занятый (вико-овес на зел. корм), вспашка на 20 см + солома оз. ржи 3,0 т/га; 9) пар занятый (вико-овес на зел. корм), мелкая обработка + солома оз. ржи 3,0 т/га.

Фактор В - система зяблевой обработки почвы: 1) отвальная (В<sub>20</sub>) – вспашка на 20 см под яровую пшеницу и ячмень, (к.); 2) безотвальная на 20 см (Б<sub>20</sub>) – безотвальное рыхление до 20 см под яровую пшеницу и ячмень; 3) мелкая (Б<sub>10</sub>) – безотвальное рыхление до 10 см под яровую пшеницу и ячмень.

Опыт размещен методом расщепленных делянок. Девять видов паров расщеплено тремя системами основной обработки почвы в два яруса, расположение делянок систематическое. Повторность – четырехкратная. Площадь делянки 20 x 90 = 180 кв.м.

Опыт заложен на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,12 - 2,20 %; сумма поглощенных оснований – 12,8 - 16,9 и гидролитическая кислотность – 1,57-2,30 ммоль/100 г почвы; рН<sub>КСL</sub> 5,3 - 5,8; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 211 - 311 и K<sub>2</sub>O – 108 -158 мг/кг почвы.

Технология возделывания культур, за исключением способов зяблевой обработки, во всех трех опытах - общепринятая для семеноводческих посевов с комплексной защитой растений от сорняков, вредителей и болезней.

**Методика.** В годы исследований для характеристики погодных условий пользовались данными ГМС «Ижевск – 2», находящейся на территории УГНИ-ИСХ. Высота снежного покрова определялась методом замеров линейкой. Запас воды в снеге – с помощью плотномера. Глубина промерзания и оттаивания почвы определялась с помощью мерзлотомера Данилина. Сток талых вод – по методу Соболева. Смыв почвы учитывался по объему водорона.

Агрофизические показатели почвы определяли по общепринятым методикам: влажность почвы (% к абсолютно-сухой почве) - методом высушивания при 105<sup>0</sup>С; плотность пахотного слоя – при помощи цилиндров с ненарушенным сложением почвы; агрегатный состав почвы – по Саввинову; водопрочность почвенных агрегатов – методом качания сит на приборе Бакшеева И. М.; водопроницаемость почвы – по Астахову.

Агрохимические показатели почвы определяли: гумус по методу Тюрина в модификации Смакова ГОСТ 26213-91; массовая доля органического вещества в почве - методом сухого сжигания – ГОСТ 27753,10-88. Фракционный со-



став гумуса - по Тюрину в модификации Пономаревой-Плотниковой; лабильное органическое вещество – методом Пономаревой-Плотниковой; нитратный азот - ионометрическим методом – ГОСТ 26951-86; нитрификационная способность почвы - по Кравкову в модификации ЦИНАО, подвижный фосфор и обменный калий – по Кирсанову в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207-91); сумму обменных оснований ( $S_{\text{осн}}$ ) - по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88); гидролитическую кислотность ( $H_T$ ) – по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91);  $pH_{\text{KCl}}$  - потенциометрическим методом (ГОСТ 26483-85); обменную кислотность ( $H_{\text{обм}}$ ) - (ГОСТ 26484-85); степень насыщенности основаниями ( $V$ ) – расчетным методом.

Биологическая активность почвы определялась методом аппликаций. Учет засоренности проводился количественно-весовым методом по группам малолетних и многолетних сорняков. Анализ структуры урожайности и учет корневых гнилей – по методике государственного сортоиспытания (1985). Учет урожайности сплошной с каждой делянки с последующим пересчетом на 14 % влажность и 100 % чистоту (ГОСТ – 12041-82; 12037-81). Однолетние травы и клевер приводились к абсолютно сухому веществу и зерновым единицам.

Экономическую эффективность определяли на основе технологических карт возделывания сельскохозяйственных культур и складывающихся рыночных цен на продукцию и основные средства производства, энергетическую оценку – на основе технологических карт по общепринятым методикам (Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, 1995). Результаты исследований подвергались статистической обработке методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1979) и на компьютере.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

### **Влияние соломы и приемов обработки почвы на эрозионные процессы и предотвращение потерь почвенного плодородия**

Потери почвенного плодородия в основном связаны с эрозионными процессами. В наших исследованиях замена зяблевой вспашки на безотвальные рыхления и необработанную стерню способствовала большему накоплению снега на 11,4-8,5 см, и меньшему промерзанию почвы - на 21-26 см (табл.1). Запас воды в снеге перед снеготаянием на вариантах с безотвальной обработкой в 1,3-1,8 раза превышал запас воды в вариантах со вспашкой. Сток талых вод в изучаемых вариантах, в зависимости от запаса воды в снеге, глубины промерзания почвы, интенсивности и глубины рыхления почвы под зябь, изменялся от 48,6 мм по плоскорезной зяби до 126,0 мм - по необработанной. Солома, покрывающая поверхность поля в виде мульчи, надежно защищала почву от размыва тальными водами. По плоскорезной и необработанной зяби смыв почвы отсутствовал. По дискованию с заделкой соломы в верхнем слое почвы (0-10 см) почвозащитная функция соломы снижалась, смыв почвы составил – 4,4 т/га. Наибольший смыв почвы отмечен по отвальной зяби -13,5 т/га.

Таблица 1 – Гидрологические показатели зимне-весеннего периода, в зависимости от зяблевой обработки почвы и соломы (среднее за 1983-1985 гг.)

Способ зяблевой обработки почвы	Макс высота снежного покрова, см	Макс глубина промерзания почвы, см	Запас воды в снеге, мм	Сток талых вод, мм	Смыв почвы, т/га	Общие потери элементов питания из почвы, кг/га		
						N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вспашка на 20 см + солома (контроль)	29,7	98	96,4	52,5	13,5	56,3	70,6	222,0
Плоскорезное рыхление на 20 см + сол.	39,9	77	123,1	48,6	0,0	1,8	0,8	1,5
Дискование до 10 см + солома	38,2	72	171,2	75,0	4,4	21,8	23,6	77,3
Необработанная стерня + солома	41,1	74	133,6	126,0	0,0	3,6	1,9	5,5

Только со стоком талых вод потери элементов питания незначительные. С максимальным стоком по стерне (126 мм) потери азота составили - 3,6, фосфора - 1,9, калия - 5,5 кг с гектара почвы. Более значительные потери элементов питания из почвы в период весеннего снеготаяния происходят со смывом почвы. По отвальной обработке они составили: азота - 56,3, фосфора - 70,6, калия - 222 кг/га, что равноценно среднегодовой дозе внесения минеральных удобрений. При замене зяблевой вспашки дискованием потери элементов питания снизились в 2-3 раза. Таким образом, использование мульчирующей безотвальной обработки почвы на эрозионно-опасных склонах предотвращает потери элементов питания из почвы, в результате чего сохраняет плодородие почвы.

### Влияние способов зяблевой обработки почвы с разным уровнем ее плодородия на агрофизические свойства почвы

**Структура почвы.** Исследования по изучению структуры почвы и ее водопрочности в первом опыте показали, что отсутствие рыхления нижней (10-20 см) прослойки пахотного слоя в вариантах с дискованием и лущением жнивья за период ротации севооборота привело к увеличению содержания фракции агрегатов (0,25-10,0 мм) с 54,6 - 55,6 до 68,6 - 63,4 %, но водопрочность агрегатов снизилась с 47,6 - 51,3 % в начале ротации до 41,8 - 42,6 % - в конце. Существенной разницы в содержании структурных агрегатов в верхнем слое (0-10 см) по изучаемым вариантам зяблевой обработки почвы за период ротации севооборота не выявлено. По содержанию водопрочных агрегатов в пахотном слое (0-20 см) к концу ротации севооборота отмечена тенденция к снижению в варианте с отвальной системой зяблевой обработки почвы (43,9 %). В варианте с плоскорезной обработкой и дискованием почвы под зябь водопрочных агрегатов содержалось на 7,7- 6,7 % больше (НСР<sub>05</sub> = 5,8). Это косвенно показывает, что при отвальной системе обработки почвы при равном поступлении в нее ор-

ганического удобрения ее водопрочная структура подвергается большему разрушению, чем при безотвальной обработке.

В опыте 2 при ежегодной вспашке на фоне с органическим удобрением к концу ротации севооборота также отмечено наименьшее содержание структурных агрегатов (0,25-10,0 мм) - 37,8 %, водопрочность их также была наименьшей - 52,3 % (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика содержания структурных и водопрочных агрегатов в пахотном слое (0-20 см) в зависимости от насыщенности пашни органическим удобрением и системы зяблевой обработки почвы в севообороте, %, опыт 2.

Фракции, мм	Перед закладкой опыта, 1993 г	Начало ротации (1996 г.), картофель		Конец ротации, (2001 г), ячмень			
		Фон без органического удобрения	Навоз 10 т/га, солома оз ржи 1,1 т/га	Фон без органического удобрения		Навоз 10 т/га, солома оз ржи 1,1 т/га	
				O <sub>20</sub>	K <sub>10-30</sub>	O <sub>20</sub>	K <sub>10-30</sub>
Фракция размером 0,25 - 10,0 мм	49,0	64,9	59,2	56,1	40,8	37,8	51,0
Сумма фракций <0,25+>10,0 мм	51,0	35,1	40,8	43,9	59,2	62,2	49,0
Коэффициент структурности	0,96	1,90	1,45	1,27	0,69	0,61	1,04
Водопрочные агрегаты (0,25-7,0 мм)	44,5	56,8	57,6	57,2	60,9	52,3	58,1
Водопрочные агрегаты (0,5-3,0 мм)	36,2	43,9	43,3	33,2	30,3	26,0	28,9
Коэффициент водопрочности	0,80	1,31	1,36	1,34	1,56	1,10	1,39

Фракция водопрочных агрегатов размером 0,5-3,0 мм наиболее характерна для дерново-подзолистых почв. Эта фракция при отвальной системе обработки почвы на унавоженном фоне также была наименьшей – 26,0 %. Таким образом, по результатам двух многолетних полевых опытов отмечено отрицательное влияние отвальной системы обработки почвы на содержание водопрочных агрегатов. Подтвердилось предположение о том, что при отвальной обработке почвы в севообороте с внесением навоза, почвенная структура подвергается большему разрушению, чем при безотвальной.

**Плотность почвы** играет существенную роль в создании благоприятных условий для роста и развития растений. Плодородные свойства почвы наиболее полно характеризует равновесная плотность. Для пахотных почв это установившаяся плотность почвы, которая не обрабатывалась 2 года или более (И.Б. Ревут, 1972). Чем ниже равновесная плотность почвы, тем выше её плодородие (А.И. Пупонин, 1984).

В наших исследованиях в опыте 1 в варианте с отвальной обработкой почвы под посевами клевера отмечена наибольшая плотность верхнего (0-10 см) – 1,44 г/см<sup>3</sup> и всего пахотного слоя (0-20 см) – 1,47 г/см<sup>3</sup>. При плоскорезной зяб-

левой обработке за счет меньшей плотности верхнего слоя ( $1,38 \text{ г/см}^3$ ), равновесная плотность пахотного слоя оказалась ниже, чем при отвальной обработке почвы. Разница в сравнении со вспашкой составила  $0,06 \text{ г/см}^3$ ,  $\text{НСР}_{05} = 0,06 \text{ г/см}^3$  (табл. 3).

Таблица 3 – Динамика плотности почвы пахотного слоя (средняя за вегетацию) в зависимости от системы зяблевой обработки почвы в севообороте,  $\text{г/см}^3$ , опыт 1.

Способ зяблевой обработки почвы в севообороте (А)	Слой почвы (В), см	Начало ротации (1983-1985 гг.)		Клевер (1991-1992 гг.)		Конец ротации (1993 г.)	
Вспашка на 20 см + солома (контроль)	0-10	1,25	1,33	1,44	1,47	1,28	1,36
	10-20	1,40		1,49		1,44	
Плоскорезная обработка на 20 см + сол.	0-10	1,26	1,33	1,38	1,41	1,23	1,33
	10-20	1,40		1,43		1,43	
Лущение жнивья до 10 см + солома	0-10	1,34	1,41	1,36	1,44	1,24	1,39
	10-20	1,48		1,53		1,54	
НСР <sub>05</sub> для фактора (А) и делянок первого и второго порядка		1=0,07 2=0,09	0,06	1=0,06 2=0,08	0,06	1=0,06 2=0,07	0,06

В опыте 2 под посевами клевера получены аналогичные результаты. Равновесная плотность пахотного слоя на унавоженном фоне при ежегодной вспашке оказалась наибольшей –  $1,47 \text{ г/см}^3$ . При комбинированной обработке почвы она составила –  $1,41 \text{ г/см}^3$ , с разницей  $0,06 \text{ г/см}^3$  при  $\text{НСР}_{05} = 0,06 \text{ г/см}^3$ . На фоне без органического удобрения разница в равновесной плотности пахотного слоя между этими вариантами была не существенной –  $1,41$  и  $1,43 \text{ г/см}^3$  (табл. 4).

Таблица 4 – Плотность пахотного слоя почвы под посевами клевера в зависимости от насыщенности пашни органическим удобрением и системы зяблевой обработки почвы в севообороте,  $\text{г/см}^3$ , опыт 2.

Фон, насыщенность пашни органическим удобрением (А)	Система обработки почвы (В)	Слой пахотного горизонта (С)			Среднее по фактору (В) и (ВС)		
		0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20
Без органического удобрения (контроль)	O <sub>20</sub>	1,39	1,43	1,41	1,41	1,47	1,44
	K <sub>10-30</sub>	1,43	1,43	1,43	1,41	1,42	1,42
Среднее по фону		1,41	1,43	1,42			
Навоз 10 т/га, солома озимой ржи 1,1 т/га	O <sub>20</sub>	1,43	1,51	1,47			
	K <sub>10-30</sub>	1,40	1,42	1,41			
Среднее по фону		1,41	1,46	1,44			
Среднее по фактору (С)		1,41	1,44	1,43			
НСР <sub>05</sub> для частных различий = $0,04 \text{ г/см}^3$							
НСР <sub>05</sub> для факторов А, В, С, взаимодействия АС, ВС и АВ = $0,03 \text{ г/см}^3$							

Таким образом, проведение ежегодной вспашки в биологизированном севообороте (насыщенность пашни соломой зерновых культур  $2,5 \text{ т/га}$  в первом опыте, и навозом  $10 \text{ т/га}$  + солома озимой ржи  $1,1 \text{ т/га}$  – во втором) привело к

увеличению равновесной плотности пахотного слоя почвы в сравнении с безотвальной и комбинированной системами зяблевой обработки почвы. Это косвенно говорит о более активном при вспашке, чем при безотвальной обработке, разложении внесенного органического вещества, а также подтверждает вышеизложенный вывод о разрушающем воздействии отвальной обработки в севообороте на структуру почвы. Это подтверждается данными А.А. Алферова и А.Ф. Сафонова (2002), которые установили отрицательную корреляционную связь между показателями плотности почвы и количеством водопрочных агрегатов ( $r = -0.85$ ).

**Влажность почвы.** Анализ запаса продуктивной влаги в корнеобитаемом слое почвы в опыте 1 показал, что преимущественное расположение соломы и пожнивно-корневых остатков на поверхности и в верхнем слое пахотного горизонта в вариантах с безотвальной зяблевой обработкой почвы надежно защищает почвенную влагу от испарения в течение всего вегетационного периода. Расход воды на тонну произведенного зерна в первом опыте при вспашке составил 99,3, при плоскорезной обработке – 94,2, при дисковании – 90,7, при нулевой зяблевой обработке – 86,1 мм. Кроме этого, преимущество безотвальных приемов зяблевой обработки почвы связано с меньшим промерзанием почвы и, как результат, – большим впитыванием влаги весной. В годы без прямого влияния соломенной мульчи (1990 и 1993) варианты с лущением жнивья уступали, или были на уровне с отвальной вспашкой по влагообеспеченности.

Под посевами клевера второго и третьего годов жизни при отсутствии осенней обработки почвы запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-70 см в среднем за вегетацию не зависели от системы зяблевой обработки в севообороте: При отвальной обработке влаги в почве содержалось – 134,9-138,3 мм, при плоскорезной – 133,2-134,9 мм, в варианте с лущением жнивья без соломы – 130,2-128,0 мм ( $НСР_{05} = 10,5$  мм при максимальной разнице между вариантами 10,3 мм). Аналогичные результаты по влажности почвы получены во втором опыте.

### **Влияние способов зяблевой обработки почвы с разным уровнем ее плодородия на биологические свойства почвы**

**Степень разложения льняных полотен** – показатель активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в почве. Нашими исследованиями выявлено существенное влияние на него таких факторов как способ, интенсивность и глубина обработки почвы, органическое и минеральное удобрение, возделываемая культура и ее последствие, а также погодные условия вегетационных периодов (влага и тепло). За период исследований в наших опытах этот показатель изменялся от 3,6 до 47,8 %. В среднем за ротацию севооборота (опыт 2) внесение навоза и соломы озимой ржи повысило биологическую активность пахотного слоя на 1,4 % (контроль 20,1 %;  $НСР_{05} = 1,3$  %), а минеральных удобрений на 4,0 % (контроль 18,9 %;  $НСР_{05} = 3,2$  %). При комбинированной разноглубинной системе обработки почвы в севообороте этот показатель оказался ниже, чем при ежегодной вспашке, на 6,2 % ( $НСР_{05} = 3,9$  %). Снижение биологической активности

почвы по комбинированной обработке при оптимальных агрофизических условиях способствовало более экономному расходованию биогенных элементов питания.

Возделывание культур в севообороте (опыт 1) с элементами биологизации (сидеральный пар, солома зерновых культур, клевер двух лет пользования, озимая рожь), введение в севооборот пропашной культуры и послеуборочное лущение жнивья способствовали повышению биологической активности пахотного слоя почвы, и нивелировали отрицательное влияние мелких обработок.

**Нитрификационная способность почвы.** В опыте 3 внесение навоза увеличило активность образования нитратов в пахотном слое почвы под посевами яровой пшеницы на 8,5-16,9 мг/кг почвы ( $HCP_{05} = 7,7$ ). Такая же закономерность отмечена и под посевами ячменя. Замена зяблевой вспашки на безотвальное рыхление снизила нитрифицирующую способность почвы. При безотвальной обработке на 20 и 10 см нитратного азота образовалось на 11,7 и 12,6 мг/кг меньше, чем при вспашке – 61,7 мг/кг почвы ( $HCP_{05} = 8,7$ ).

Отвальная система обработки почвы в сочетании с внесением навоза существенно активизирует образование нитратов в сравнении с безотвальной и мелкой зяблевыми обработками, следовательно, способствует непродолжительным потерям азота из почвы и снижению потенциального плодородия почвы. На фонах без внесения навоза способ зяблевой обработки почвы (отвальный, безотвальный) не оказал существенного влияния на активность образования нитратного азота (рис. 1).

Снижение активности образования нитратов в почве при замене зяблевой вспашки на безотвальную и мелкую обработки в одинаковых условиях влажности и температуры говорит о преобладании процессов иммобилизации азота и закреплении его в микробной массе.

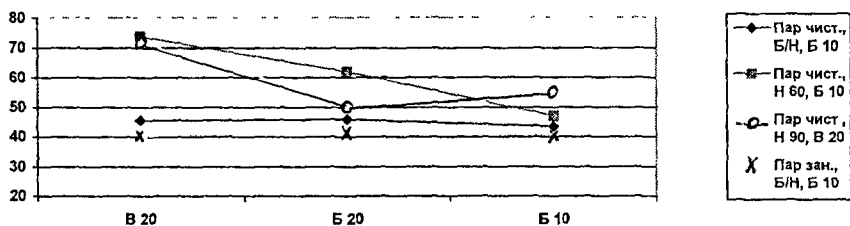


Рис. 1 – Активность образования нитратов в пахотном слое в зависимости от внесения навоза и зяблевой обработки почвы, мг/кг почвы.

### Влияние способов зяблевой обработки почвы в севообороте на агрохимические свойства почвы

**Пищевой режим.** Исследования показали, что во всех трех опытах при отвальной зяблевой обработке к концу ротаций севооборотов содержание подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое при одинаковом количе-

стве внесенных удобрений было существенно ниже, чем в вариантах с безотвальной и комбинированной обработками (табл. 5).

Таблица 5 – Агрохимические свойства пахотного слоя почвы на конец ротации севооборота (2002 г.) в зависимости от фона плодородия и зяблевой обработки почвы, опыт 2.

Фон. Насыщенность пашни органическим удобрением (А)	Обработка почвы (В)	Гумус, %	Сосн.	Нг.	рН <sub>KCl</sub>	V <sub>осн</sub> %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			ммоль/100 г почвы				мг/кг почвы	
Без органических удобрений (к)	O <sub>20</sub>	1,62	20,4	2,25	5,40	90,1	246,5	132,0
	K <sub>10-30</sub>	1,46	19,9	2,32	5,33	89,5	244,5	136,5
Навоз 10 т/га + солома оз ржи 1,1 т/га	O <sub>20</sub>	1,85	20,3	1,97	5,59	91,2	393,5	169,5
	K <sub>10-30</sub>	1,90	21,7	1,80	5,76	92,3	421,5	182,0
НСР <sub>05</sub> для деленок первого и второго порядка		(1)=0,11 (2)=0,06	(1)=2,67 (2)=2,96	(1)=0,09 (2)=0,10	(1)=0,01 (2)=0,12		(1)=26,8 (2)=18,9	(1)=9,5 (2)=6,7

Это говорит о том, что влияние органических удобрений на агрохимические показатели почвы при отвальной и безотвальной системе зяблевой обработки почвы различное. Кроме этого, во втором опыте в варианте с комбинированной обработкой, в сравнении с отвальной, отмечено снижение гидролитической кислотности на 0,17 ммоль/100 г почвы. На фоне без органических удобрений изучаемые способы обработки почвы к концу ротаций севооборотов по содержанию P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O существенных различий не имели.

**Органическое вещество почвы** является составной частью твердой фазы почвы. Оно представлено живой биомассой почвенной биоты, корнями и другими органическими остатками растений и микроорганизмов, продуктами их разной степени разложения и гумусовыми соединениями различного состава и лабильности (М.М. Кононова, 1963; Е.Н. Мишустин, 1972).

Нашими исследованиями выявлено положительное влияние органических удобрений (солома зерновых культур 2,5 т/га, или сочетание навоза 10 т/га и соломы озимой ржи 1,1 т/га) на увеличение общего содержания гумусовых веществ в пахотном слое почвы как при отвальной, так и безотвальной системе зяблевой обработки почвы проводимой на глубину 20 см. Мелкая зяблевая обработка в виде лущения жнивья и дискования до 10 см или только лущения жнивья, (опыт 1), а также безотвальная на глубину пахотного слоя на фоне без органических удобрений (опыт 2) привели к снижению содержания гумусовых веществ в пахотном слое почвы. Таким образом, насыщение почвы органическим удобрением изменяет влияние способов зяблевой обработки на сохранение почвенного плодородия.

В третьем опыте был проведен анализ почвы пахотного слоя на содержание массовой доли органического вещества, углерода гумусовых веществ (С общ.), содержания углерода специфического гумусового вещества почвы (С w) и его группового состава: углерода гуминовых кислот (С г.к.) и углерода фульвокислот (С ф.к.).

Результаты анализов показали, что внесение навоза в пару привело к увеличению содержания углерода гумусовых веществ (С общ.) на 0,12-0,06 % (НСР<sub>05</sub> = 0,06) преимущественно за счет увеличения углерода фульватной фракции.

Внесение соломы озимой ржи (4 т/га) фоном по всему опытному участку под яровую пшеницу (2006 г.) не привело к увеличению содержания С общ., но способствовало снижению содержания углерода специфической его группы (С w) с 0,362 до 0,341 % (НСР<sub>05</sub> = 0,014) за счет снижения углерода фульвокислот с 0,243 до 0,219 % (НСР<sub>05</sub> = 0,012%) (рис. 2). Это косвенно говорит о минерализации гумусовых веществ микроорганизмами для восполнения недостающего азота при разложении соломы озимой ржи. Таким образом, происходит иммобилизация азота и закрепление его в микробной массе.

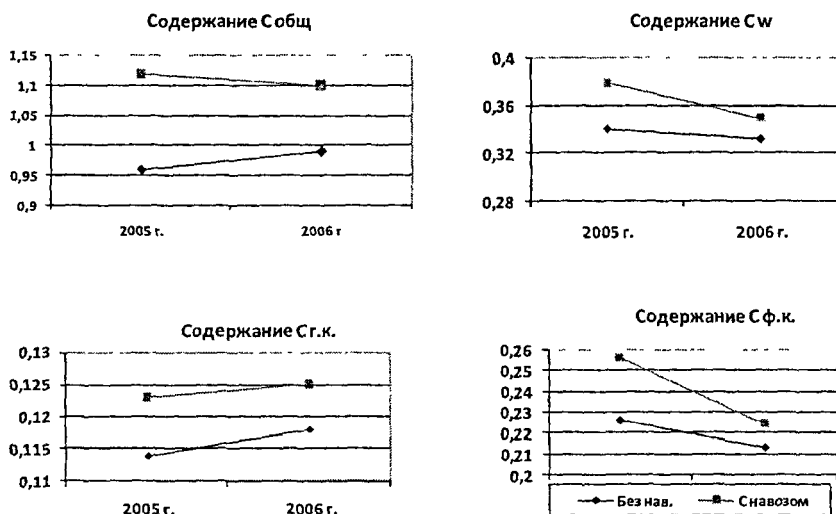


Рис. 2 – Изменение содержания углерода гумусового вещества почвы в результате внесения соломы озимой ржи на унавоженном и не унавоженном фонах, %, опыт 3.

Изучаемые способы зяблевой обработки почвы (вспашка на 20 см, безотвальное рыхление на 20 и на 10 см) также оказали существенное влияние на трансформацию органического вещества в почве. Содержание углерода общего гумусового вещества почвы при замене вспашки на безотвальные обработки имело тенденцию к снижению, особенно на фонах без навоза (рис. 3). При этом массовая доля органического вещества в почве при одинаковом количестве внесенной соломы озимой ржи при безотвальной системе обработки существенно увеличилась в сравнении с отвальной, независимо от того вносился навоз в пару или нет (рис 4).



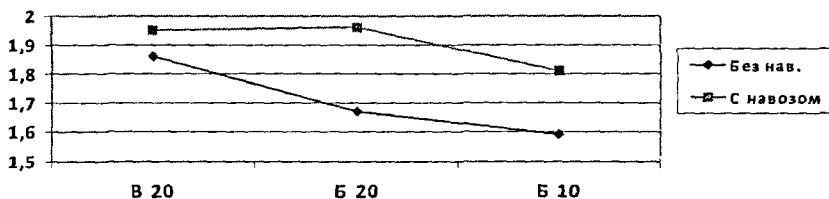


Рис 3 – Содержание гумусовых веществ в пахотном слое почвы в зависимости от внесения навоза в пару и способа зяблевой обработки почвы под яровую пшеницу, %, опыт 3.

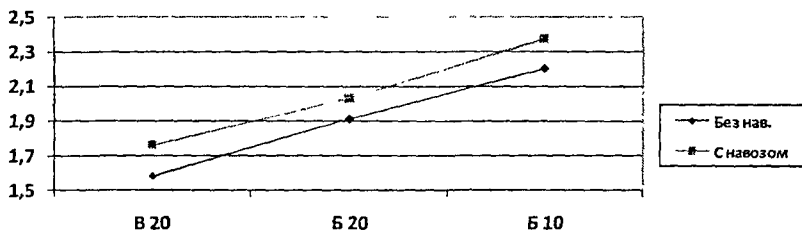


Рис 4 - Массовая доля органического вещества в пахотном слое почвы в зависимости от внесения навоза в пару и способа зяблевой обработки почвы под яровую пшеницу, %, опыт 3.

Причиной такого явления, вероятно, является то, что при безотвальной обработке разложение соломы и пожнивно-корневых остатков осенью происходит в условиях активной солнечной инсоляции, в том числе ультрафиолетовых лучей, которые подавляют развитие большинства микроорганизмов, в результате чего в почвенном агробиоценозе создаются условия для консервации растительных остатков. В верхнем слое почвы происходит накопление не полностью разложившегося органического вещества. Влияние последнего на почвенное плодородие недостаточно глубоко изучено, но совершенно очевидно их положительное влияние на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы: плотность, водно-воздушный и тепловой режим.

На фонах с внесением навоза в пару при безотвальной зяблевой обработке почвы содержание углерода специфического гумусового вещества за счет фульватной его фракции оказалось больше, чем при вспашке. При отвальной обработке на унавоженном фоне отмечено более низкое содержание  $C_w$  и  $C_{ф.к.}$ , чем на унавоженном (рис. 5). Это можно объяснить высокой минерализующей активностью почвы при отвальной обработке с образованием конечных продуктов распада органического вещества ( $H_2O$  и  $CO_2$ ), поступающего в почву. Этим можно объяснить и ухудшение агрофизических и агрохимических показателей почвенного плодородия при отвальной системе обработки почвы в наших опытах и деградацию почвенного плодородия в целом.

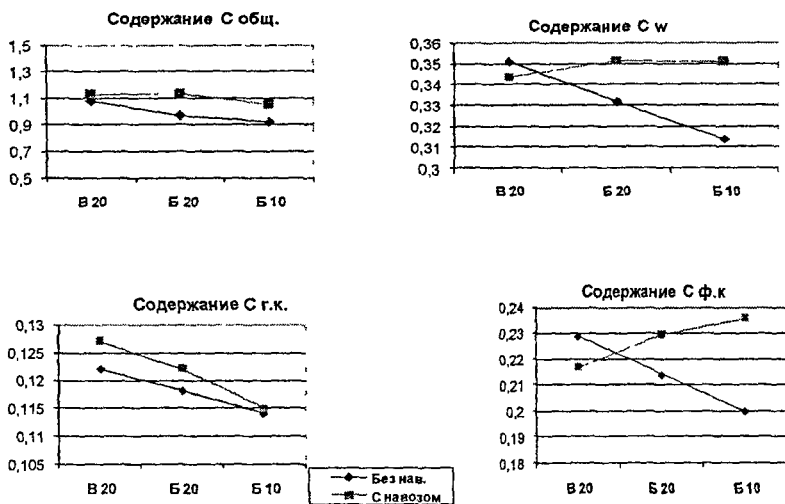


Рис. 5 – Содержание углерода гумуса и его состава в пахотном слое почвы в зависимости от внесения навоза в пару и способа зяблевой обработки почвы под яровую пшеницу, %

Таким образом, внесение навоза в полевом севообороте с отвальной системой зяблевой обработки почвы в результате взаимного влияния двух мощных факторов, усиливающих биологическую активность почвы (навоз и вспашка), приводит к неоправданно высокой минерализации как поступающего в почву органического вещества, так и собственно гумусового вещества почвы.

Безотвальная зяблевая обработка почвы в севообороте с внесением органических удобрений, в сравнении с отвальной, способствует сохранению гумусового вещества в почве за счет преобладания процессов иммобилизации азота над нитрификацией, гумификации - над минерализацией.

### Влияние способов зяблевой обработки почвы на фитосанитарное состояние посевов

**Засоренность.** В наших исследованиях по безотвальной зяблевой обработке количество всходов малолетних сорных растений в 3- 4 раза, а многолетних в 2- 6 раз превышало их количество в варианте с отвальной обработкой. К моменту уборки, в результате обработки посевов гербицидами и фитоценолитического угнетения, малолетних сорняков оставалось 3-4 % от взшедших, а количество многолетников практически не изменялось. Таким образом, организация схемы севооборотов с учетом закона плодосмена, своевременно и качественно проводимые технологические приемы при выращивании культур севооборота, способствовали хорошему их развитию и фитоценолитическому угнетению сорняков, что позволило в первом опыте - с гербицидами, а во втором - без приме-

нения гербицидов, независимо от способа обработки почвы, свести засоренность посевов к минимуму. Тем не менее, мелкая зяблевая обработка почвы даже в биологизированном севообороте с использованием гербицидов привела к увеличению засоренности, преимущественно многолетними сорняками.

**Поражение корневыми гнилями.** Изучаемые способы зяблевой обработки почвы (отвальный, безотвальный), а также минеральные удобрения в 2005 и 2006 гг. не оказали существенного влияния на степень поражения растений корневыми гнилями. Основным фактором, повлиявшим на степень заболеваемости растений, был уровень плодородия. Более сильные и развитые растения, сформировавшиеся на более плодородной почве, меньше поражались болезнями.

### **Влияние способов зяблевой обработки почвы с разным уровнем плодородия на продуктивность севооборотной площади**

Продуктивность севооборотной площади в опыте 1 была высокой - 3,82 - 3,98 т з.ед./га и не зависела от способа зяблевой обработки. В опыте 2 выявлено преимущество комбинированной разноглубинной системы обработки на фоне с насыщенностью почвы навозом 10 т/га и соломой озимой ржи - 1,1 т/га перед отвальной по продуктивности пашни - на 0,23 т/га при НСР<sub>05</sub> = 0,11. На фоне без органических удобрений изучаемые системы зяблевой обработки почвы по выходу продукции с гектара не имели существенных различий - 3,32 и 3,39 т з. е./га. Урожайность подтверждается данными агрофизических, агрохимических и биологических показателей почвенного плодородия, сложившихся в результате отвальной и комбинированной систем зяблевой обработки почвы в севообороте с разным уровнем плодородия.

### **Экономическая и энергетическая эффективность систем основной обработки почвы и применения удобрений**

Обработка почвы в растениеводстве требует до 40 % энергетических и трудовых затрат. Самой энергоемкой операцией остается отвальная обработка (А.Н. Каштанов, И.С. Кочетов, 2001). Замена отвальной зяблевой обработки почвы плоскорезной или дисковым в опыте 1 позволила сократить затраты горючесмазочных материалов на зяблевую обработку на 27-35 % и сэкономить 3-4 кг горючего на каждый гектар.

Комбинированная система зяблевой обработки почвы в севообороте (опыт 2) по отношению к отвальной обеспечила снижение производственных затрат на 22,6 %. Это снижение произошло за счет снижения расхода ГСМ на основную обработку почвы в сравнении с отвальной (16,8 кг/га) на 3,8 кг/га, затрат живого труда - на 14 %, увеличения нормы выработки - на 79 %. Рентабельность от применения комбинированной системы обработки почвы в севообороте с внесением органических и минеральных удобрений увеличилась на 11,2 % в сравнении с отвальной системой обработки почвы (45,3 %).

Экономическая эффективность использования навоза при комбинированной системе обработки почвы оказалась выше, чем при отвальной, за счет увеличения продуктивности севооборотной площади на 0,1-0,21 т з.ед./га и снижения производственных затрат. Рентабельность увеличилась на 52,4 - 88,6 %, окупаемость одной тонны внесенного навоза возросла в 1,4 - 1,6 раза.

Технология выращивания культур севооборота за счет внесения органических удобрений привела к снижению коэффициента энергетической эффективности на 36-37 %, который при комбинированной обработке составил – 1,45, при вспашке – 1,36, на фоне без органических удобрений - соответственно - 2,26 и 2,19.

## ВЫВОДЫ

1. Использование соломы зерновых культур в качестве мульчи, в сочетании с безотвальной системой зяблевой обработки почвы в севообороте, обеспечивает надежную защиту почв от эрозии, предотвращает потери почвенного плодородия, способствует накоплению и сохранению влаги в почве.
2. Замена ежегодной зяблевой вспашки безотвальными способами обработки почвы в севообороте с двумя полями клеверов, двумя полями озимой ржи и одной пропашной культурой, на фоне с высокой насыщенностью пашни органическим удобрением (2,5 т/га соломы зерновых культур в опыте 1 и 10,0 т/га навоза + солома озимой ржи 1,1 т/га – в опыте 2), обеспечила улучшение агрофизических и агрохимических показателей почвенного плодородия. За период ротации севооборотов содержание в пахотном слое почвы подвижных форм фосфора и обменного калия повысилось на 7,1 – 37,0 %. Показатели кислотности почвы имели тенденцию к снижению. Фракционный состав почвы изменился в сторону увеличения содержания структурных агрегатов размером 0,25-10,0 мм на 13,2 %, содержание водопрочных агрегатов увеличилось на 5,8 %. Равновесная плотность пахотного слоя почвы под клеверами оказалась ниже, чем при отвальной обработке на 0,06 г/см<sup>3</sup>.
3. Отвальная система зяблевой обработки почвы в севообороте с внесением навоза существенно активизирует образование нитратов в сравнении с безотвальной на 20 см и мелкой зяблевыми обработками, что способствует неизбирательным потерям азота и снижению потенциального плодородия почвы. На фоне без внесения органических удобрений способ зяблевой обработки почвы (отвальный, безотвальный) не оказал существенного влияния на активность образования нитратов.
4. Внесение навоза в пару приводит к увеличению гумусового вещества почвы преимущественно за счет фульватной его фракции. Внесение соломы озимой ржи за счет иммобилизации азотного фонда почвы на ее разложение микроорганизмами приводит к снижению содержания фульватной фракции гумусового вещества почвы и закреплению азота в микробной массе.
5. Внесение навоза в севообороте с отвальной системой обработки почвы в результате взаимного влияния двух мощных факторов, усиливающих биологическую активность почвы (навоз и вспашка), приводит к неоправданно высокой минера-

- лизации как поступающего в почву органического вещества, так и собственно гумусового вещества почвы. Это приводит к непроизводительным потерям питательных веществ, быстрому распаду почвенной структуры и повышению равновесной плотности почвы.
6. Безотвальная зяблевая обработка почвы в севообороте с внесением органических удобрений в сравнении со вспашкой способствует сохранению органического вещества в почве за счет преобладания процессов иммобилизации азота над нитрификацией, гумификации над минерализацией. Разложение органического вещества в условиях активной аэрации, солнечной инсоляции и минимальном воздействии почвенной микрофлоры, возможно, протекает по пути консервации и происходит увеличение массовой доли органического вещества в почве, что, безусловно, способствует улучшению агрофизических свойств верхнего слоя дерново-подзолистой почвы.
  7. Организация схемы севооборотов с учетом закона плодосмена, своевременно и качественно проводимые технологические приемы при выращивании культур севооборота способствуют хорошему их развитию и фитocenотическому угнетению сорняков, что позволило в первом и третьем опытах с гербицидами, а во втором без применения гербицидов свести засоренность посевов к минимуму.
  8. Предлагаемая к использованию комбинированная система основной обработки почвы в сочетании с внесением органических и минеральных удобрений позволила по сравнению с отвальной системой снизить расход ГСМ на 22,6 %, норму выработки увеличить на 79 %, рентабельность производства - на 11,2 %. При этом коэффициент энергетической эффективности увеличился с 2,19 до 2,26.
  9. Эффективность использования навоза при комбинированной системе обработки почвы выше, чем при отвальной, за счет увеличения продуктивности севооборотной площади на 0,22- 0,24 т з.ед./га. Рентабельность увеличилась на 12,4 - 14,1 %, себестоимость продукции снизилась на 0,48-0,51 руб/га, окупаемость одной тонны внесенного навоза возросла в 1,4 - 1,6 раза. Коэффициент энергетической эффективности увеличился с 1,36 до 1,45.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для дерново-подзолистых почв Удмуртской Республики и Среднего Предуралья наиболее рациональной, с точки зрения использования природного почвенно-климатического потенциала, вносимых органических удобрений, ресурсосберегающей и экономически эффективной является комбинированная или безотвальная система зяблевой обработки почвы в севообороте, насыщенном органическим удобрением (навоз, солома, сидерат, пожнивно-корневые остатки многолетних трав и озимых культур). Такая система обработки почвы способствует повышению почвенного плодородия за счет снижения эрозионных процессов, улучшения агрофизических и агрохимических свойств пахотно-

го слоя, рациональной биологической активности почвы, увеличения массовой доли органического вещества в почве, при сохранении фитосанитарного состояния посевов и продуктивности севооборотной площади на уровне отвальной системы обработки почвы.

### **Работы, опубликованные по теме диссертации**

1. Пегова Н.А. Эффективность поверхностного мульчирования соломой в борьбе с водной эрозией почв / Н.А. Пегова // Роль молодых ученых и специалистов в развитии агропромышленного комплекса: тезисы докладов науч.-практ. конф. – Свердловск. – 1988. - С. 31,
2. Пегова Н.А. Сохранение продуктивной влаги и урожайность сельскохозяйственных культур при различных способах основной обработки почвы / Н.А. Пегова // Труды УралНИИСХоза. – Т. 53. – Свердловск. – 1989. – С. 151-155.
3. Мерзлякова Т.П. К вопросу о чизелевании дерново-подзолистых почв в Удмуртии / Т.П. Мерзлякова, Н.И. Владыкина, Н.А. Пегова, Р.В. Юшкова, А.И.Венчиков // Матер. юбилей. науч. конфер. профес.-препод. состава ИжГСХИ, посвящ. 50-летию ин-та. Ч.1. Агрономия. Ижевск. – 1995. – С. 60-61.
4. Пегова Н.А. К вопросу об усовершенствовании плоскорезной обработки почвы / Н.А. Пегова // Актуальные проблемы аграрного сектора: сб. тр. науч.-практ. конфер. – Ижевск: изд-во ИжГТУ. – 1997. – С. 72-73.
5. Пегова Н.А. Современные направления в системе обработки почвы / Н.А. Пегова // Научные основы адаптивного растениеводства (опыт и рекомендации): сб. тр. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию ГНУ УГНИИСХ. - Ижевск. - 2000. – С. 24-25.
6. Владыкина Н.И. Комбинированная разноглубинная система обработки почвы в севообороте / Н.И. Владыкина, Г.П. Дзюин, Н.А. Пегова //Устойчивому развитию АПК – научное обеспечение: труды всеросс. науч.-практ. конф. Т.1. – Ижевск РИО ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. - 2004. – С. 45-47.
7. Владыкина Н.И. Технологія возделывания культур в зернотравяном севообороте при комбинированной разноглубинной энергосберегающей системе обработки дерново-подзолистой почвы / Н.И. Владыкина, Н.А. Пегова, Г.П. Дзюин //Рекомендации. – Ижевск. - 2004. – 24 с.
8. Пегова Н.А. Система обработки почвы и ее влияние на агрофизические и биологические свойства почвы / Н.А. Пегова, Р.В. Юшкова //Адаптивные технологии в растениеводстве: материалы Всероссийской науч.-практ. конф., посвящ. 50 летию агрономического факультета ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА. - 2005. – С. 131-135.
9. Пегова Н.А. К вопросу о безотвальной почвозащитной, энергосберегающей системе обработки почвы / Н.А. Пегова, Г.П. Дзюин // Материалы межрегиональной науч.-практ. конф., посвященной 55-летию ГНУ УГНИИСХ. – Ижевск. - 2005. - С. 50-52.

10. Пегова Н.А. Влияние вида пара, дозы и глубины заделки навоза на условия произрастания озимой ржи / Н.А. Пегова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2006. - № 8. - С. 70-75.
11. Пегова Н.А. Влияние соломы и системы зяблевой обработки почвы на её плодородие и продуктивность севооборота / Н.А. Пегова, В.М. Холзаков // Научное обеспечение стратегии адаптивной интенсификации АПК на Северо-Востоке Нечерноземной зоны Российской Федерации: матер. регион. науч.-практ. конф. ГНУ «Марийский НИИСХ Россельхозакадемии». - 2007. - С. 59-64.
12. Пегова Н.А. Эффективность различных видов паров / Н.А. Пегова, Н.А. Холзаков В.М. // Земледелие. - 2008. - № 3. - С. 14-15.
13. Пегова Н.А. Изменение содержания углерода органического вещества почвы и его состава под влиянием органических удобрений и способов обработки почвы / Н.А. Пегова, Н.К. Елатова, В.М. Холзаков // Научный потенциал аграрному производству: матер. Всероссийской науч.- практ. конф., Ижевск: ФГОУ ВПО «Ижевская ГСХА». - 2008. - Т 1. - С. 79-86.
14. Холзаков В. М. Эффективность органических удобрений при отвальной и безотвальной системах обработки почвы в севообороте / В.М. Холзаков, Н.А. Пегова // Актуальные проблемы растениеводства и кормопроизводства: сб. науч. трудов регион. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию кафедры растениеводства и 90-летию А.Н. Корлякова. - Пермь: Изд-во ФГОУ ВПО «Пермская ГСХА». - 2008. - С. 153-160.

Подписано в печать 22.10 08 г.  
Заказ № 153 Тираж 100 экз.  
Отпечатано в типографии Ижевской ГСХА  
по оригинал-макету автора  
426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, 11