

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Ярославская государственная
сельскохозяйственная академия»

На правах рукописи



Исаичева Ульяна Алексеевна

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ АГРОТЕХНОЛОГИЙ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ ЦРНЗ

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научные руководители:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, заслуженный деятель науки
Российской Федерации Б.А. Смирнов

кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент А.М. Труфанов

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНОМ АГ- РОТЕХНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....	9
1.1 Роль биологических свойств почвы в агрофитоценозах.....	9
1.2 Содержание органического вещества в почве при агротехническом воздействии разной интенсивности	19
1.3 Изменение биологической активности и фитотоксичности почвы под влиянием различных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов.....	24
1.4 Действие различных систем обработки почвы, удобрений и герби- цидов на численность полезных почвенных беспозвоночных.....	27
1.5 Влияние различных по интенсивности агроприемов на изменение фитосанитарного состояния почвы и посевов.....	30
1.6 Варьирование урожайности полевых культур под действием агро- технологий различного уровня ресурсосбережения.....	34
2. УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	38
2.1 Характеристика почвенного покрова.....	38
2.2 Метеорологические условия в годы исследований.....	39
2.3 Схема полевого стационарного многофакторного опыта	43
2.4 Методика полевых и лабораторных исследований.....	48
3. НАПРАВЛЕННОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЙ АГРО- БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУ- ПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТ- ВЕННЫХ КУЛЬТУР ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХ- НОЛОГИЙ (РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ).....	51
3.1 Динамика изменения содержания органического вещества в дерно- во-подзолистой супесчаной почве.....	52
3.2 Изменчивость целлюлозоразлагающей активности дерново- подзолистой супесчаной почвы.....	65

3.3 Численность хищных жуужелиц и ее изменение в посевах различных культур.....	77
3.4 Влияние систем обработки почвы, удобрений и защиты растений на динамику изменения общей токсичности супесчаной почвы....	82
3.5 Заболеваемость культурных растений в зависимости от систем обработки почвы, удобрений и защиты растений.....	99
3.6 Потенциальная засоренность почвы как биологический фактор, определяющий эффективность систем обработки почвы, удобрений и защиты растений.....	106
3.7 Урожайность сельскохозяйственных культур и ее изменчивость под воздействием агротехнических приемов разной интенсивности	124
3.8 Изменение структуры урожая и качества продукции полевых культур при различном агротехническом воздействии.....	139
4. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР.....	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	163
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	167
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	168
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	191
Приложение 1. Динамика изменения содержания органического вещества в почве за 2006-2011 гг.....	192
Приложение 2. Динамика изменения целлюлозоразлагающей активности почвы за 2007-2011 гг.....	193
Приложение 3. Динамика численности хищных жуужелиц за 2006-2011 гг., шт./10 ловушко-суток (в среднем за вегетацию культур).....	194
Приложение 4. Динамика изменения длины вегетативных органов размножения многолетних сорных растений за 2006-2010 гг., см/м ²	195
Приложение 5. Динамика изменения сухой массы вегетативных органов размножения многолетних сорных растений за 2006-2010 гг., г/м ²	196
Приложение 6. Средняя продуктивность полевых культур за 2006-2011 гг., т/га к.ед.....	197

ВВЕДЕНИЕ

Современные требования к повышению экологического благополучия, сохранению плодородия почвы и получению устойчивых урожаев, ставят задачу по освоению адаптивно-ландшафтных систем земледелия элементы которых будут увязаны с конкретными почвенно-климатическими условиями и характеризоваться энерго- и ресурсосбережением.

Данные требования справедливы и при разработке и внедрении технологий возделывания сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых супесчаных почвах, которые весьма распространены в Нечерноземной зоне, а в Ярославской области их около 20% от всех пахотных угодий. Эти почвы характеризуются рядом особенностей, обуславливающих необходимость их изучения с точки зрения влияния на эффективное и потенциальное плодородие внедряемых перспективных агротехнических приемов как отдельно, так и технологий в целом. К таким особенностям, связанным с высокой дренированностью и неустойчивым водно-воздушным режимом, относятся: относительно низкий уровень потенциального плодородия по показателям содержания органического вещества и элементов питания, слабая обеспеченность влагой, особые закономерности микробиологической активности, фитосанитарного состояния и свойств токсичности.

При этом стоит отметить слабую изученность вопросов сравнительного влияния на агробиологические свойства дерново-подзолистых супесчаных почв, продуктивность и эффективность производства продукции полевых культур разных хозяйственно-биологических групп, традиционных и перспективных технологий возделывания, характеризующихся различным уровнем интенсивности, ресурсосбережения, биологизации и почвозащитных свойств. Это особенно актуально в условиях широкой пропаганды и популярности минимальных ресурсосберегающих технологий, внедрение которых зачастую обосновано лишь экономическими соображениями.

В связи с этим, одним из направлений исследований, результаты которых представлены в данной работе, была адаптация разработанной ранее системы поверхностно-отвальной обработки к дерново-подзолистой супесчаной почве. Данная ресурсосберегающая система основной обработки доказала преимущества ее использования на суглинистых почвах нормального и временно избыточного уложения. Суть ее заключается в периодическом использовании отвальной обработки на глубину гумусово-аккумулятивного горизонта и безотвальных поверхностных обработок, однако вопрос частоты и эффективности проведения вспашки оставался открытым для дерново-подзолистых супесчаных почв, особенно при использовании по фонам систем удобрений и защиты растений различной интенсивности и биологизации.

Цель исследований – определить роль и эффективность систем обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы, удобрений и защиты растений различной интенсивности и ресурсосбережения в управлении агробиологическими свойствами данной почвы, урожайностью и продуктивностью полевых культур.

Задачи исследований:

1. Выявить направленность и интенсивность динамики содержания органического вещества почвы;
2. Определить изменение основных биологических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы (целлюлозоразлагающей активности, фитотоксичности, численности полезной почвенной энтомофауны, потенциальной засоренности почвы органами размножения сорных растений, заболеваемости культурных растений);
3. Определить урожайность и продуктивность полевых культур, качество их продукции;
4. Определить экономическую и энергетическую эффективность технологий производства продукции полевых культур разных хозяйственно-биологических групп.

Научная новизна. Впервые в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв Ярославской области Центрального района Нечерноземной зоны России на основании многолетних исследований установлен оптимальный уровень ресурсосбережения и интенсивности систем основной обработки почвы, удобрений и защиты растений в технологиях возделывания полевых культур различных хозяйственно-биологических групп, позволяющий:

- обеспечить расширенное воспроизводство агробиологических показателей плодородия (содержания органического вещества, целлюлозоразлагающей активности, численности полезной почвенной энтомофауны);

- не усиливать фитотоксичность, потенциальную засоренность почвы органами размножения сорных растений и заболеваемость культурных растений;

- получить запланированную урожайность и качество продукции полевых культур;

- снизить экономические и энергетические затраты на производство продукции до 2,7 раза по сравнению с технологиями на основе ежегодной классической отвальной обработки.

Теоретическая и практическая значимость работы. Проведенные исследования позволили обосновать эффективность применения поверхностно-отвальной обработки дерново-подзолистых супесчаных почв, базирующейся на сочетании поверхностной на глубину 6-8 см (в течение 3 лет) с периодической отвальной (один раз в 4 года), при использовании сидератов и побочной продукции выращиваемых культур на удобрение как совместно с минеральными, так и отдельно.

Реализация данных рекомендаций позволит обеспечить расширенное воспроизводство агробиологических показателей плодородия супесчаной почвы и получить продуктивность полевых культур 2,84-8,56 т к.ед./га, при снижении экономических и энергетических затрат на производство продукции до 2,7 раза по сравнению с технологиями на основе ежегодной классической отвальной обработки почвы.

Внедрение результатов исследований осуществлялось в ОАО «Михайловское» Ярославского района Ярославской области на общей площади 160 га, в том числе на дерново-подзолистых супесчаных почвах – на площади 110 га (за период 2007-2014 гг.), при этом экономический эффект от перехода на технологии выращивания культур с применением ресурсосберегающих систем обработки и удобрений обеспечил уровень рентабельности 65-70% на зерновых культурах и 110-128% – на картофеле.

Результаты исследований могут использоваться в учебном процессе при освоении дисциплин агрономического профиля.

Основные защищаемые положения:

1. Динамика изменения органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве в зависимости от разных по интенсивности систем обработки почвы, удобрений и защиты растений;
2. Роль систем обработки почвы, удобрений и защиты растений в изменении основных биологических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы;
3. Урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур и их изменчивость под воздействием агротехнических приемов разной интенсивности;
4. Экономическая и энергетическая эффективность различных по интенсивности и ресурсосбережению технологий возделывания полевых культур.

Степень достоверности и апробация результатов исследований.

Достоверность и научная обоснованность всех положений и разделов обусловливается тщательной проработкой широкого спектра исследований отечественных и зарубежных ученых в данной научной области, использованием современных и общепринятых методик исследований и анализа полученных данных, а также завершенностью научных изысканий и реализацией в условиях производства предложений по их итогам.

Результаты исследований доложены и получили положительную оценку на научно-практических конференциях: международных – в Ярославской ГСХА (2009, 2011, 2012, 2013 гг.), Тюменской ГСХА (г. Тюмень, 2011), Са-

ратовском ГАУ (г. Саратов, 2012), Белгородской ГСХА (г. Белгород, 2012), на Всероссийском конкурсе на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых вузов Минсельхоза РФ (г. Ярославль – 1-й этап, г. Орел – 2-й этап, г. Москва – 3-й этап, 2009).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 научных статей, в т.ч. 2 – в изданиях, рекомендованных, ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа изложена на 197 страницах компьютерного текста, состоит из введения, четырех глав, выводов, предложений производству и приложений. Список использованной литературы включает 211 наименований, в том числе 21 на иностранных языках. Работа содержит 35 таблиц, 33 рисунка и 6 приложений.

Диссертационная работа выполнена в соответствии с планом научных исследований кафедры «Земледелие» ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА» по теме: «Разработка научных и технологических основ ресурсосберегающих систем обработки по управлению плодородием дерново-подзолистых почв и фитосанитарным состоянием посевов в биологизированном адаптивно-ландшафтном земледелии Нечерноземной зоны РФ», а также в рамках ежегодного тематического плана научно-исследовательских работ научно-исследовательской лаборатории ресурсосберегающих технологий в земледелии (с использованием научного оборудования центра коллективного пользования «Агротехнологии») ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА» по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета.

За оказанную помощь в проведении исследований и консультации выражаю искреннюю благодарность научному руководителю кандидату сельскохозяйственных наук, доценту Труфанову Александру Михайловичу, заведующему кафедрой «Агрономия» («Земледелие») кандидату сельскохозяйственных наук, доценту Щукину Сергею Владимировичу, а также преподавателям и сотрудникам кафедры «Агрономия», лаборатории НИЛРТЗ и руководству ОАО «Михайловское» за создание необходимых условий для проведения исследований.

1 ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ КУЛЬТУР ПРИ РАЗЛИЧНОМ АГРОТЕХНИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Роль биологических свойств почвы в агрофитоценозах

Плодородие почв является матрицей, определяющей эффективность хозяйствования на земле. Среди широкого спектра его показателей неоспорима важнейшая роль свойств почвы, связанных с живыми биологическими объектами – биологическими свойствами почвы.

Одним из наиболее важных биологических показателей и факторов, определяющих уровень почвенного плодородия, является *органическое вещество* и, главным образом, *гумус*.

Агрономическая ценность гумуса в значительной степени определяется соотношением содержащихся в нем гуминовых кислот и фульвокислот. Преимущественный синтез гуминовых кислот, обусловленный спецификой микробиологической гумификации свежего органического вещества, сопровождается формированием в почвах четко выраженного гумусового горизонта. Такие почвы характеризуются высокой поглощательной способностью, водопропрочной структурой, богаты органическими формами азота, фосфора и других элементов питания растений.

При интенсивном образовании фульватного гумуса почвы легко обедняются щелочными катионами и другими питательными элементами, приобретают кислую реакцию среды, обесструктурируются и т.д. Повышение плодородия этих почв связано с длительным окультуриванием. Таким образом, агрономически важные свойства почвы (структура, поглощательная и водоудерживающая способность, кислотность, буферность, биологическая активность) зависят не только от количества гумуса, но и от его качественного состава.

В составе гумуса аккумулируются огромные запасы питательных элементов, которые при постепенной минерализации микроорганизмами переходят в почвенный раствор и используются растениями [19].

Гумусовые вещества благодаря комплексообразующей и поглощательной способности удерживают в почве многие элементы питания растений, способствуя не только значительному снижению непроизводительных потерь этих элементов, но и предотвращению загрязнения окружающей среды [77].

Значение гумусовых веществ как физиологически активных соединений для растений в настоящее время не вызывает сомнений. Высокогумусные почвы отличаются более высоким содержанием различных физиологически активных веществ микробного происхождения. Гумус активизирует биохимические и физиологические процессы, повышает обмен веществ и общий энергетический уровень процессов в растительном организме, способствует усиленному поступлению в него элементов питания, что сопровождается повышением урожая и улучшением его качества.

Практика современного сельскохозяйственного производства показывает, что повышение содержания гумуса является непременным условием их окультуривания.

Гумус является универсальной системой, определяющей и регулирующей уровень практически всех факторов, способствующих неуклонному росту почвенного плодородия [19].

Наряду с содержанием органического вещества существует такой показатель, как **биологическая активность**, которая обуславливается в основном деятельностью почвенной микрофлоры. С последней связаны процессы синтеза и распада органического вещества, минерализации вносимых в почву органических удобрений, пожнивно-корневых остатков возделываемых культур, перевода труднодоступных элементов питания в доступную форму, трансформации вносимых в почву минеральных, в первую очередь азотных, удобрений [105].

Под влиянием микроорганизмов в почве разлагаются растительные и животные остатки. Получаемые продукты разложения органических веществ подвергаются биохимическим превращениям, в результате которых в почве накапливаются специфические вещества, называемые гумусом. В процессах

минерализации и синтеза при образовании гумуса участвуют различные ферменты, синтезируемые микроорганизмами. В органических остатках в первую очередь разлагаются углеводы, затем белки, жиры и в последнюю – структурные углеводы: гемицеллюлоза, целлюлоза и лигнин. Органические вещества, которые не минерализуются под влиянием микроорганизмов, в почве практически отсутствуют.

Синтез органических веществ в почве происходит при участии различных видов микроорганизмов. Особую роль играют автотрофные микроорганизмы: серобактерии, железобактерии, нитрифицирующие бактерии и др., которые в процессе жизнедеятельности превращают минеральные вещества в органические, служащие источником питания для гетеротрофных микроорганизмов.

По мнению многих исследователей, процессы минерализации гумусовых веществ обуславливаются биохимической деятельностью специфической (автохтонной) микрофлоры [28, 155]. В эту группу включены организмы, обладающие способностью использовать углерод наиболее устойчивых к разложению циклических и гетероциклических органических соединений. При этом некоторые исследователи отрицают специализацию микроорганизмов в разложении гумуса и связывают эти процессы с деятельностью всего микробного комплекса почв [6]. Так, экспериментально было доказано участие в процессах минерализации гумусовых веществ актиномицетов, проактиномицетов и миксобактерий [6]. Н.С Кудрина еще в 1951 году обнаружила, что кроме грибов и актиномицетов в разложении гумуса принимали участие *Bacillus mycoides* и азотобактер.

Корни растений и микроорганизмы выделяют в почву различные биологически активные вещества: витамины, ауксины, пантотеновую и никотиновую кислоты, и ферменты, находящиеся в активном состоянии и стимулирующие развитие микрофлоры. В почве присутствуют и выделяемые микроорганизмами антибиотики, которые ингибируют или полностью подавляют жизнедеятельность некоторых вредных видов, способствуя развитию полезных микроорганизмов [116].

Почвенные микроорганизмы могут оказывать не только положительное влияние на плодородие почвы и развитие растений, но и отрицательное влияние на биологические свойства почвы из-за способности некоторых представителей почвенной микрофлоры синтезировать фитотоксичные вещества. Микроорганизмы, синтезирующие токсические вещества, встречаются среди бактерий, грибов и актиномицетов. Способность продуцировать фитотоксичные вещества была обнаружена у грибов-сапрофитов из рода *Penicillium*, у актиномицетов, выделенных из многих почв. Много штаммов грибов из рода *Fusarium* обладают токсичностью, снижают всхожесть семян и рост проростков ржи, овса, ячменя.

Исследованиями была показана способность синтезировать фитотоксичные вещества у 55 видов почвенных актиномицетов, составляющих нередко до половины общей численности аэробной микрофлоры почвы. Отмечено повышенное накопление в почве фитотоксических микроорганизмов при систематическом внесении высоких доз минеральных удобрений (в дозе $N_{100}P_{100}K_{100}$ и выше). Однако в литературе, к сожалению, мало данных о непосредственной связи между накоплением в почве фитотоксических микроорганизмов и **токсичностью почвы**, особенно при длительном применении минеральных удобрений. Так, в дерново-подзолистой и черноземной почвах накопление фитотоксических грибов, относящихся к видам *Penicillium*, зависело в основном от внесения высоких доз минеральных удобрений [181].

Показатели, характеризующие состояние почвенной биоты и биологическую активность почв, можно использовать для контроля за теми изменениями в почвах, которые возникают при включении в них разного рода веществ, чаще всего антропогенного происхождения. Различают следующие типы и характер загрязнения почв: 1) химическое загрязнение пестицидами, тяжелыми металлами, радионуклидами, нефтяными углеводородами, минеральными удобрениями; 2) биологическое загрязнение объектами микробиологического производства белка и белково-витаминных концентратов, энтомопатогенными бактериями, которые используются для борьбы с вредителями леса.

Пестициды – это экологический фактор, появившийся в природе в связи с широким применением человеком чужеродных соединений для борьбы с сорняками (гербициды), насекомыми-вредителями (инсектициды), грызунами (зооциды), фитопатогенными грибами (фунгициды).

Пестициды оказывают разное воздействие на почвенную биоту и биохимическую активность почв. Особую опасность представляют стойкие и кумулятивные пестициды, персистентность которых достигает нескольких лет.

Тяжелые металлы и другие техногенные элементы рассеиваются в природе в результате производственной деятельности человека. Загрязнение почв происходит через атмосферу, воду и путем непосредственного поступления с отходами. Если в осадках содержится большое количество серы в виде серных соединений и серной кислоты, то происходит непрерывное подкисление почв. Это сказывается на составе микроорганизмов и биологической активности почв. Опасными загрязнителями почвы являются ртутные соединения, которые содержатся в промышленных отходах. Ртуть характеризуется значительной химической устойчивостью и свойством аккумулироваться в звеньях пищевой цепи. Микроорганизмы почвы могут давать устойчивые к ртути популяции, которые превращают металлическую ртуть в токсические для высших организмов вещества. Также большую роль в загрязнении играют такие тяжелые металлы, как свинец, кадмий, цинк и др.

Загрязнение почв нефтью и продуктами ее переработки приводит к заметному сдвигу в составе биоты. Нефть стимулирует рост некоторых почвенных грибов, например представителей родов *Paecilomyces*, *Fusarium*.

Минеральные удобрения в высоких дозах в определенных условиях также вызывают отрицательный эффект.

Биологическое загрязнение почв чужеродными микроорганизмами происходит в результате попадания в почву бытовых и сельскохозяйственных отходов и отбросов, а также за счет аэрозолей микробиологических производств. С бытовыми отходами в почву могут попадать потенциально опасные микроорганизмы – патогенные и токсикогенные, способные вызывать

кишечные инфекции и пищевые отравления у человека, эпидемические заболевания у животных, токсикозы у растений.

Нарушение экологической среды под влиянием разного рода токсикантов – одна из важнейших проблем современности, поэтому разработка принципов и методов ранней диагностики повреждения почвенной биоты под воздействием пестицидов, тяжелых металлов, нефти и отходов ее переработки, минеральных удобрений в высоких дозах и других загрязнителей представляет одну из насущных задач биологии почв [118].

В настоящее время рост урожайности сельскохозяйственных культур достигается за счет интенсификации растениеводства. Наряду с возделыванием сортов интенсивного типа, чрезвычайно отзывчивых на полноценное питание и уход, современные технологии предусматривают широкое применение средств защиты от вредителей, болезней и сорняков.

Возделывание неустойчивых к болезням сортов, нарушение агротехники, несбалансированность минерального питания растений (особенно по фосфору) создают условия для массового появления *заболеваний*. Это – корневые гнили различной этиологии, ржавчины, мучнистая роса, септориоз, бактериальные и вирусные болезни. Характерно, что при интенсивных технологиях возделывания культур некоторые заболевания из второстепенных переходят в разряд особо вредоносных.

Так, в некоторых странах недобор урожая пшеницы только от грибных заболеваний достигает 10% при традиционных технологиях и 20% и более при возделывании ее по интенсивной технологии, если не организована научно обоснованная защита посевов от болезней. Корневые гнили не только снижают продуктивность растений и массу зерна, но и уменьшают содержание клейковины, ухудшают пористость и качество теста. Недобор урожая озимой ржи от бурой ржавчины возрастает с 6-8% при традиционном способе ее возделывания до 25% при использовании интенсивной технологии, от мучнистой росы – до 15 и даже до 42%. Во Франции септориоз на пшенице и ячмене наносит ощутимый экономический ущерб вне зависимости от погод-

ных условий. Ринхоспориоз в Англии и Франции снижает урожай озимого ячменя в среднем на 10%, ярового – на 35-40% [122].

Заболевания, как известно, сопровождаются глубокими нарушениями физиологических и биохимических процессов в растениях, что, в конечном счете, отрицательно сказывается на урожайности возделываемых культур. Нередко они являются причиной изреживания и даже гибели посевов.

Болезни принято подразделять на неинфекционные, вызываемые действием абиотических факторов (низкие и высокие температуры, избыток и недостаток влаги, питательных веществ и пр.), и инфекционные, возникающие в результате действия патогенных организмов.

В зависимости от вида патогена различают следующие группы инфекционных болезней: грибные, или микозы, – возбудители грибы; бактериальные, или бактериозы, – возбудители бактерии; вирусные, или вирозы, – возбудители фильтрующиеся вирусы; микоплазменные, или микоплазмы, – возбудители микоплазменные тела; болезни, вызываемые цветковыми паразитами, а также паразитическими нематодами.

Формы проявления болезней растений весьма различны, они зависят от условий окружающей среды, стадий развития растения-хозяина и патогена, а также от характера складывающихся между ними взаимоотношений.

При диагностике болезней нужно знать внешние признаки их проявления и уметь пользоваться методами исследования пораженных растений. Для практических целей различные внешние признаки (симптомы) болезней группируют в отдельные типы, что дает возможность поставить более правильный диагноз заболевания.

Стоит отметить, что оперативная и достоверная информация о фитосанитарном состоянии посевов при проведении комплекса защитных мероприятий позволяет устранить отрицательное влияние вредных организмов в период формирования растениями основных элементов продуктивности и избежать потерь урожая [122].

Наряду с этим борьба с сорняками при интенсивном и почвозащитном земледелии – также важнейший путь увеличения урожайности высокопродуктивных сортов и гибридов в сельском хозяйстве.

Вред, наносимый сорняками народному хозяйству, многосторонен. Они затеняют культурные растения, задерживая их вегетацию; снижают температуру почвы на 2-4⁰С, из-за чего угнетается жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, а также ослабляется процесс фотосинтеза, что вызывает полегание стеблей зерновых культур.

Известно, что сорные растения очень быстро развиваются, значительно опережая развитие культурных растений. Их семена быстрее прорастают, а всходы и молодняк, оттеняя другие посевы, забирают у них свет, создавая тем самым неблагоприятные условия.

На засоренных полях уменьшается полевая всхожесть семян культурных растений, задерживаются их рост и развитие из-за корневых выделений сорняков, содержащих физиологически активные химические вещества (холины или бластохолины).

Сорные растения иссушают корнеобитаемый слой почвы, используя почвенную влагу. Они непроизводительно расходуют большое количество питательных веществ, вносимых вместе с удобрениями и предназначенные для выращивания высоких урожаев культурных растений, т.е. снижают плодородие почвы [160].

Основным источником засоренности полей является **потенциальная засоренность почвы** – наличие в ней большого количества семян, плодов и вегетативных органов различных сорняков.

Засорение почвы семенами сорняков происходит несколькими путями:

1. Осыпание семян непосредственно в поле.

2. Попадание в почву с засоренным посевным материалом. В частности, семена дикой редьки очень трудно отделить от посевного материала ячменя, гречихи. Семена повилики по своим размерам близки к семенам клевера и люцерны, от которого их трудно отделить. Овес трудно очистить от ов-

сюга, ячмень и гречиху – от дикой редьки и т.п., поскольку размер их семена почти одинаков.

3. Внесение вместе с навозом. Семена многих видов сорняков не теряют жизнеспособности после прохождения через органы пищеварения животных.

Важными особенностями семян сорняков являются способность долго сохранять жизнеспособность и продолжительный период прорастания. В частности, семена осота розового сохраняют жизнеспособность в почве более 20 лет, талабана, портулака, подорожника – более 30 лет, дурмана, татарника, паслена, коровьяка – более 40 лет. Прорастание семян горчицы полевой растягивается на 7, калачиков – на 12 лет [52].

Однако наиболее злостные многолетние сорные растения характеризуются способностью к вегетативному размножению. При этом корни размножения (корневища, корневые отпрыски, клубни и т.д.) являются основным источником засорения посевов сельскохозяйственных культур многолетними сорняками. Эффективность же их уничтожения зачастую во многом определяется научно обоснованной и эффективной системой обработки почвы. Применение в совокупности с ней современных системных гербицидов может решить проблему размножения и распространения многолетних сорняков.

Таким образом, в настоящее время невозможно представить возделывание сельскохозяйственных культур без применения средств химизации – пестицидов. В связи с современными требованиями агротехнологии не должны ухудшать качества среды обитания, поэтому особо актуальна оценка их влияния на нецелевые компоненты агроценозов. Для проведения такой оценки необходимо осуществить поиск наиболее удобных объектов биоиндикации (тест-объектов). В агроценозах к ним можно отнести *жуков-жужелиц* – энтомофагов вредителей сельскохозяйственных культур, занимающих высокое положение в цепях питания. Они имеют высокую численность, очень чувствительны к применению пестицидов, а также довольно легко поддаются биологическому мониторингу с последующей статистической обработкой результатов [29].

Хищные жужелицы (*Calosoma auropunctatum* Gebl., *Carabus cribellatus* Ad.) принадлежат к семейству *Carabidae*. В зоне размножения зерновой совки более многочисленны и постоянно присутствуют в составе фауны пшеничного поля. Эти жуки способны жить несколько лет. Численность жужелиц на пшеничных полях заметно увеличивается к осени и весной во время развития гусениц зерновой совки старших возрастов и куколок. Жизненный цикл данных видов жужелиц очень сходен. Зимуют жуки и личинки III, последнего, возраста в почве на полях пшеницы и других сельскохозяйственных культур, а также в лесных полосах. После зимовки жуки и личинки появляются в конце апреля – начале мая при среднесуточной температуре выше 10°C. Темпы созревания зимовавших самок и сроки откладки ими яиц в основном зависят от погодных условий.

По данным учёных, которые заняты изучением хищных жужелиц, это, в свою очередь, определяет продолжительность развития поколений особей даже в пределах потомства одной самки. В результате жизненный цикл их может длиться 1-2 года. Потенциальная плодовитость хищных жужелиц не превышает 60 яиц. Эти жуки очень прожорливы. За сутки один жук уничтожает до 20 гусениц, за весь сезон – до 360 гусениц [95].

Морфологическая характеристика жизненных форм жужелиц позволяет определять основные черты экологии собранных видов в разных природных условиях: выявлять их тип питания, занимаемый ярус в биоценозах, тип движения. Спектры жизненных форм жужелиц по видовому и численному обилию могут служить биоиндикаторами состояния почвенно-растительных условий в различных биогеоценозах. Жизненные формы жужелиц уже давно используются для диагностики и прогноза состояния почвенных экосистем [182].

Таким образом, в связи с большим значением биологических свойств почвы и их изменчивостью под воздействием внешних факторов, актуальным является вопрос влияния на них различных агротехнических приемов возделывания сельскохозяйственных культур с различным почвозащитным уровнем и степенью ресурсосбережения.

1.2 Содержание органического вещества в почве при агротехническом воздействии разной интенсивности

На содержание и качество органического вещества значительное влияние оказывает севооборот, его структура, а также система обработки почвы и система удобрений.

Многими исследованиями установлено, что при отвальной обработке происходит снижение содержания гумуса, а при минимальной обработке, наоборот, – его накопление.

Так, ежегодная вспашка отвальными плугами является главной причиной снижения плодородия почвы и развития эрозии [161]. Это связано с преобладанием процессов минерализации органического вещества над гумусообразованием [83].

При этом Н.С. Матюк и Ф.А. Цвирко [101] установили, что системы минимальной ресурсосберегающей обработки обеспечивают концентрацию питательных веществ за счет минеральных и органических удобрений, растительных и корневых остатков в поверхностном (0-16 см) слое почвы, способствуют более высокому накоплению гумуса, подвижного фосфора и обменного калия в пахотном слое, что приводит к получению более высоких урожаев сельскохозяйственных культур по сравнению с традиционной обработкой. Сходные результаты были получены и в других исследованиях [22, 23, 37, 41, 59, 102, 185, 188].

Например, установлено, что плоскорезная обработка в сравнении со вспашкой снижает эрозию почвы талыми водами в 5-6 раз, потери питательных веществ и гумуса – в 5-7 раз [26]. К такому же выводу пришли и ученые Украинского НИИ сельскохозяйственной микробиологии [67].

Однако в результате снижения темпов минерализации гумуса при минимизации почвообработки, например при поверхностных безотвальных об-

работках, ослабляется процесс минерализации азота. На почвах с дефицитным азотным режимом это может приводить к снижению урожая [75, 109].

Таким образом, одним из путей нивелирования отрицательного действия на баланс органического вещества почв как ежегодной отвальной обработки, так и крайних вариантов минимизации обработок может быть их рациональное сочетание и чередование под культуры в севообороте, то есть применение комбинированных обработок.

На содержание в почве органического вещества сильно влияют удобрения. Исследования К.Т. Мамбеталина [98] показали, что длительное применение нулевой системы удобрений приводит к снижению содержания гумуса в среднем на 0,74%.

При несбалансированном применении удобрений на дерново-подзолистых почвах также возникают неблагоприятные изменения их свойств, в том числе дегумификация [120].

Так, очень сильному снижению плодородия почв, вплоть до их деградации, способствует применение только одних азотных удобрений в повышенных дозах. Они увеличивают доступность органических азотсодержащих соединений в почве для аммонифицирующих микроорганизмов, которые более активно разрушают и минерализуют гумус почвы [164].

Однако зачастую отрицательное действие на плодородие почв минеральных удобрений нивелируется совместным их применением с органическими.

При этом органо-минеральная система удобрения с низкими дозами внесения органических удобрений (до 7 т/га) на дерново-подзолистой супесчаной почве не обеспечивает сохранение компонентов почвенного плодородия (содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия). А при использовании более высоких доз органических удобрений – повышает плодородие и способствует улучшению структурного состояния легких почв в процессе сельскохозяйственного использования [124].

Существует много исследований, подтверждающих то, что более высокое общее содержание гумуса к концу ротации севооборотов отмечается при применении органо-минеральных систем удобрений [39, 172, 179]. Это справедливо как в опытах на дерново-подзолистых супесчаных почвах [47, 88], так и на темно-серых лесных [34].

Так, в исследованиях Н.Е. Завьяловой и В.Р. Ямалтдиновой [48] было установлено, что длительное применение только минеральных удобрений привело к повышению содержания гумуса на 5,5-14,2 т/га, а органо-минеральной системы – на 10,7-17,4 т/га по сравнению с неудобренной почвой.

По итогам своих исследований Н.И. Картамышев, В.В. Нескородов и Н.В. Долгодворова [73] установили, что внесение минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{30}K_{30}$ увеличивает количество произведенного за счет сидератов органического вещества и вместе с ним и количество азота, фосфора и калия на 12,5-17,0%.

В длительном стационарном полевом опыте ВНИИА, проводимом на легкой дерново-подзолистой почве, бездефицитный баланс гумуса был достигнут только при внесении навоза – 16,5 т/га на фоне минеральных удобрений ($N_{120}P_{120}$) [104]. Сходные результаты были получены С.Н. Голуб [36] и В.Н. Дышко и др. [45].

Однако существуют данные длительного опыта на дерново-подзолистой супесчаной почве (левобережное полесье Украины), свидетельствующие, что органо-минеральная система удобрений с внесением 15 т/га навоза и минеральных удобрений в дозах $N_{26-56}P_{16-49}K_{69}$ в сравнении с альтернативной системой – 15 т/га навоза, существенно не изменяла содержание гумуса в почве [12].

Исследования А.Г. Прудниковой [131] также показали, что положительный баланс гумуса отмечается только при отдельном внесении навоза.

Следует отметить, что применение навоза в качестве органического удобрения не всегда является целесообразным по экономическим и фитоса-

нитарным причинам, что вызывает необходимость использования других источников органического вещества.

По данным С.М. Надежкина и Е.В. Жерякова [111], наибольшая гумусированность отмечена при использовании органо-минеральной системы удобрения и ее сочетании с пожнивными сидератами.

С.П. Кострюков и В.П. Арефьев [80] указывают, что положительный баланс гумуса обеспечивает использование сидератов и соломы зерновых культур на удобрение. Это нашло подтверждение в вегетационных опытах с внесением соломы. К этому же мнению пришли и другие ученые [100, 157].

Солома содержит всего 15% воды и примерно на 85% состоит из органического вещества, причем очень ценного для повышения плодородия почвы. Целлюлоза, пентозаны, гемицеллюлоза и лигнин (до 80%) являются основными строительными материалами для синтеза гумуса в почве. В состав органических веществ соломы входят все необходимые растениям питательные вещества, которые микроорганизмы минерализуют в легкодоступные формы. Так, в 5 т соломы содержится 25-30 кг азота, 5-7 кг фосфора, 60-90 кг калия, 10-15 кг кальция, 4-6 кг магния, 5-8 кг серы, а также различные микроэлементы (20 г бора, 15 г меди, 150 г марганца, 2 г молибдена, 200 г цинка, 0,5 г кобальта). При этом в соломе микроэлементов больше, чем в зерне тех же культур. Все это указывает на высокую ценность соломы зерновых как источника самых различных органических и минеральных веществ для почвы и растений [2].

Большую роль в улучшении баланса органического вещества в почве при запахивании соломы, особенно в сочетании с навозом, отмечали С.С. Сдобников [140] и Д.В. Карпова, Н.П. Чижикова [71].

В исследованиях Н.А. Кулинского и др. [84], проведенных на серых лесных почвах, было выявлено, что обогащение почвы органическим веществом за счет возврата в биологический круговорот растительных остатков зерновых культур (в среднем 2,5 т/га ежегодно) значительно оптимизировало

гумусовое состояние пахотного слоя. За годы применения биологизированной системы удобрения содержание гумуса увеличилось с 2,60 до 2,91%.

Подобные результаты были получены и при совместном внесении соломы с азотом при неглубокой заделке в почву дисковыми орудиями [184].

В опыте, проведенном в Германии, были получены также положительные результаты запахивания соломы [192].

Опыты во Франции показали, что за 8 лет исследований на делянках, где солома запахивалась, содержание органического вещества существенно повысилось по сравнению с делянками, где солома не вносилась [209].

В исследованиях Н.А. Батяхиной и Е.Н. Осокина [13], проводившихся на дерново-подзолистых почвах Родниковского района Ивановской области, было выявлено, что дополнительное внесение 5 т/га соломы увеличивало урожайность зерновых культур и способствовало заметному пополнению запасов органического вещества в почве: озимой пшеницы – на 1,5 ц/га, ячменя – на 2,2 и 2,4 ц/га; гумуса – на 2,54; 5,72 и 14,03 ц/га, соответственно.

Ряд опытов, проведенных в России [173, 174, 178], показали, что солома, заделываемая в почву с NPK в течение трех лет, дает лучшие результаты, чем отдельное внесение NPK.

На плодородие почвы, в том числе и на содержание органического вещества, могут оказывать влияние и применяемые системы химической защиты растений, однако спектр комплексных исследований по данному вопросу крайне узок.

Так, исследования, проведенные на темно-серой почве, показали, что химические средства защиты растений оказывают влияние на подвижность гумусовых веществ, а совместное применение их с минеральными удобрениями в интенсивном севообороте не ухудшает гумусовое состояние почвы [34]. При этом применение минеральных удобрений замедляет скорость деградации таких химических препаратов, как Зенкор и Базудин, что было установлено в исследованиях, проведенных на дерново-подзолистой супесчаной почве [148].

Таким образом, содержание органического вещества в почве – весьма важный и динамический показатель, на который большое влияние оказывает применяемая система земледелия. При этом поиск и разработка энергосберегающей системы обработки почвы, обеспечивающей перевес его баланса в сторону накопления в сочетании с оптимальной системой удобрения для конкретных условий агроландшафта, является весьма актуальной задачей и имеет большое практическое значение.

Стоит отметить, что этот баланс зависит не от обработки почвы как таковой, а от условий, которые она создает для различных групп микроорганизмов.

1.3 Изменение биологической активности и фитотоксичности почвы под влиянием различных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов

Известно, что интенсивные обработки почвы, способствующие её аэрации, усиливают активность аэробных микроорганизмов, которые с одной стороны, могут ускорить разложение первичного органического вещества, поступающего в почву, а с другой – могут вызывать и минерализацию самого органического вещества почвы, специфической её части – гумусовых веществ. При этом результатом формирования определенной структуры комплекса почвенных микроорганизмов и его функциональной активности может быть и фитотоксичность почвы.

Так, в исследованиях Х.Х. Хабибрахманова и М.М. Ильясова [162], В.М. Кильдюшкина и А.Ф. Сидоркина [74] было выявлено, что наибольшая численность микроорганизмов была обнаружена на отвальной обработке, минимальная – на поверхностной. Сходные результаты исследований были получены и болгарскими учеными [24]. Динамика увеличения биологической активности почвы при отвальной и трехъярусной обработках наблюдалась в исследованиях Г.С. Муромцева и др. [110]; Р.С. Reicosky и др. [207]; И.Е. Шведун [183].

Часто активность почвенных микроорганизмов характеризуют с помощью показателя интенсивности разложения целлюлозы, поступающей в почву с растительными остатками.

По этому показателю ряд ученых, опираясь на результаты своих исследований, установили, что уменьшение интенсивности механической обработки почвы способствует усилению целлюлозоразлагающей активности пахотного слоя [30, 90, 133].

Длительное применение безотвального разноглубинного и мелкого рыхления способствовало усилению деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в верхней части пахотного слоя.

Однако в исследованиях В.М. Новикова и А.П. Исаева [117], проведенных на темно-серой почве, было выявлено, что степень разложения льняной ткани в почве при 30-дневной экспозиции была практически одинаковой как по отвальной, так и по плоскорезной обработкам.

Неоднозначное мнение учёных существует и по влиянию различных обработок на токсичность почвы.

Например, В.Ф. Мальцев и М.К. Каюмова [97] утверждают, что минимальные обработки почвы не приводят к повышению ингибирующего действия водной вытяжки из почвы.

Однако А.И. Пупонин и др. [133], Н.И. Голубева [37] отмечали в своих исследованиях ингибирующее её действие на прорастание семян тест-культуры после систематического применения дисковой основной обработки.

Таким образом, важно найти оптимальное сочетание обработок почвы, которое бы позволило ускорить биологический круговорот веществ, усилить микробиологическую активность, но при этом не привело бы к истощению запасов гумусовых веществ в почве и повышению её фитотоксичности.

Повышения численности и активности микроорганизмов можно добиться также и внесением удобрений [35, 49, 126]. К таким выводам в своих исследованиях пришли М.К. Вылчу и др. [32], Т.В. Павленкова [119], И.Б. Сорокин [146]; Л.В. Мосина, Г.Е. Мерзлая [108].

Например, опыты, проведенные В.Д. Абашевым [1], показали, что сидеральные удобрения способствуют увеличению активности и численности микроорганизмов почвы.

Длительное применение соломы на удобрение также благотворно сказывается на биологической активности разных типов почв [137, 141, 165] и жизнедеятельности в ней полезных микроорганизмов, которые выполняют самые разнообразные процессы разложения и синтеза органических и минеральных веществ [2]. Исследования, проведенные в Индии, свидетельствуют, что количество и активность микроорганизмов увеличивается при внесении соломы, что способствует существенному увеличению урожайности сельскохозяйственных культур [201].

Заделка соломы ускоряет развитие полезной почвенной микрофлоры, многократно увеличивая количество целлюлозолитических и лигнинразрушающих микроорганизмов, непосредственно участвующих в процессе разложения соломы [43].

Однако зачастую при этом наблюдается образование токсических веществ, что может отрицательно повлиять на урожайность культур [15, 46, 79]. Это явление можно нивелировать правильным выбором сроков внесения соломы, например исключением данного приёма перед посевом озимых зерновых культур.

Применяемые в сельском хозяйстве пестициды также оказывают влияние на микроорганизмы.

Наиболее чувствительны к их воздействию микроводоросли, нитрификаторы, азотфиксаторы, деструкторы, симбионты. Данные организмы можно рассматривать в качестве индикаторов [105].

Так, ряд авторов в своих исследованиях отмечают стимулирующее действие гербицидов на целлюлозоразлагающие бактерии [57, 205]. Например, применение на дерново-подзолистых супесчаных почвах гербицида Зенкор повышало общую биомассу почвенных микроорганизмов, но снижало процент активной биомассы [50].

По данным Н.И. Стрижкова [149], гербициды Трефлан и Триаллат вызвали усиление биологической активности почвы. К такому же выводу пришли и американские учёные [196], проводившие свои исследования с гербицидом Раундап Ультра.

Параллельно с этим есть данные, что гербициды не влияют на количество, состав и качество целлюлозоразлагающих микроорганизмов [156, 208].

С другой стороны, некоторые учёные выявили снижение активности и численности грибов, бактерий и актиномицетов при систематическом применении гербицидов [19, 44, 203].

Г.И. Баздырев [11] в своих исследованиях установил, что систематическое применение этих химикатов приводит к тому, что почва приобретает и токсические свойства. К такому же выводу пришли И.В. Дудкин [44] и А.А. Ищенко и др. [64].

Помимо микроорганизмов, важно отслеживать динамику видового состава и численности полезной почвенной мезофауны.

1.4 Действие различных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на численность полезных почвенных беспозвоночных

Большую роль в гумусообразовании и экологической сбалансированности агроландшафтов играют почвенные беспозвоночные – хищные жужелицы и дождевые черви. Ценность жужелиц в том, что они уничтожают находящиеся в почве личинки насекомых, которые наносят вред сельскохозяйственным культурам, тем самым уменьшая их численность. Дождевые черви, проделывая ходы в почве, рыхлят ее, а пропуская через свой пищеварительный тракт органическое вещество, выделяют биогумус, увеличивая плодородие почв.

Интенсивные обработки, в том числе и безотвальные, отрицательно действуют на данных представителей почвенной фауны.

Так, в опытах М.И. Гречка [40] минимальная обработка почвы на глубину 8-10 см фрезой привела к снижению общей численности различных видов животных, обитающих в почве, в том числе хищных жужелиц, на 50%.

При этом большее количество хищных жужелиц концентрируется на полянках, обработанных плугом, так как при плужной обработке почвы образуются более крупные поры в почве, чем при фрезерной обработке, что облегчает этим насекомым поиск пищи в почве [40, 138, 197].

Однако ряд ученых в результатах своих исследований отмечали, что применение минимальных обработок почвы (культивации и боронования игольчатой бороной, плоскорезной обработки) ведёт к увеличению числа видов хищных жужелиц [5, 80].

Например, в опытах Ярославской ГСХА было установлено, что численность хищных жужелиц была выше по фону поверхностной обработки по сравнению с их количеством на отвальной [142, 145].

В.Г. Безуглов и Р.М. Гафуров [17] установили, что глубина обработки почв влияет на численность и дождевых червей. Так, использование прямого посева создает наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности различных видов дождевых червей.

В опытах австралийских ученых было выявлено, что именно технология прямого посева имеет положительное воздействие на численность дождевых червей по сравнению с отвальной обработкой [191]. Подобные результаты исследований были получены учеными Леткомбской лаборатории [8], а также учеными из США [202].

В опытах Баварской организации земледелия и растениеводства Фрейзинг было установлено, что в варианте с минимальной обработкой дождевых червей содержалось от 25 до 41 шт./м², или 32-82 г/м², а при вспашке плугом – 1-3 шт., или 2-4 г/м² [194]. К аналогичным выводам пришли и другие ученые: Ф. Элмер, С.Крюк, М. Ешко [189].

В качестве примера можно отметить наблюдения Н.И. Картамышева и В.П. Приходько [72], когда при соблюдении минимальной безотвальной тех-

нологии наблюдалось увеличение численности дождевых червей в почве с 1 до 14-20 шт./м².

Так как первостепенная роль в гумусообразовании может принадлежать именно почвенным беспозвоночным животным, жизнедеятельность которых протекает в аэробных условиях, то отсутствует необходимость оборота пласта и глубокого рыхления в процессе обработки почвы как средства для эффективного протекания процесса гумусообразования [72].

А.И. Лахидов [91] и А.М. Сумароков [150] отмечали, что такое агротехническое воздействие, как внесение минеральных удобрений, либо не оказывает заметного влияния на почвенных энтомофагов, либо вызывает некоторое снижение их численности.

Применение минеральных удобрений снижает численность и дождевых червей. При добавлении к минеральным удобрениям органических численность червей снижается меньше [193].

Так, под действием минеральных удобрений, вносимых совместно с соломой, наблюдалось увеличение численности дождевых червей в 1,4-2 раза по сравнению с фоном без удобрений [145]. Это утверждение справедливо и для хищных жуужелиц [38].

По данным G. Uhlen [210] и S.F. Kuiper [200], запахивание соломы благотворно влияет на популяцию дождевых червей. При системе непрерывного выращивания зерновых культур на тех делянках, на которых в течение 13 лет ежегодно запахивалась солома, было вдвое больше дождевых червей, чем на делянках, не получавших соломы.

В исследованиях Н.Г. Власенко [29], а также С.Ю. Борисова [20] было выявлено, что применение средств химизации на посевах озимой пшеницы и ярового рапса способствовало увеличению численности жуужелиц. К аналогичному выводу пришли А. Шалы, З. Шустряк, С. Калуз [180], применявшие в своих опытах триазиновые гербициды и Линурон.

Однако по мнению С.С. Ижевского [63], Г.А. Бурлака, Л.Н. Жичкиной [25], применение гербицидов (Гранстар, Банвел) в фазе кущения культуры приводит к снижению численности жуужелиц на 9-16%.

Учёные ФРГ [211] и Швейцарии [204] также указывают в своих опытах на существенное отрицательное воздействие пестицидов, в частности Линдана, на численность дождевых червей.

С точки зрения Б.А. Смирнова и Е.В. Чебыкиной [143], гербициды оказывают несущественное отрицательное действие на численность дождевых червей только спустя два года после их применения.

Следовательно, при ведении экологического мониторинга агрофитоценозов важно учитывать и контролировать влияние различных по интенсивности и нагрузке агротехнологий на показатели распространения полезных почвенных беспозвоночных.

При этом допустимый уровень минимизации и энергосбережения в системе обработки почвы и, следовательно, уровень химизации в системе защиты растений в высокой степени обусловливается засорённостью почвы генеративными и вегетативными органами размножения сорных растений.

1.5 Влияние различных по интенсивности агроприемов на изменение фитосанитарного состояния почвы и посевов

Для повышения продуктивности земледелия большое значение имеет эффективная защита сельскохозяйственных культур от сорняков. В Нечерноземной зоне России встречается около 400 видов сорных растений, из них около 70 причиняют реальный вред сельскому хозяйству.

На засоренных полях уменьшается полевая всхожесть семян культурных растений, снижается эффективность удобрений, мелиоративных мероприятий и других агротехнических приёмов. Сорняки требуют дополнительных затрат на сушку и очистку семян. Кроме того, они являются местообитанием и временным источником питания многих насекомых – вредителей

сельскохозяйственных культур, способствуют распространению грибных и бактериальных болезней.

При этом наиболее злостные многолетние сорные растения способны размножаться не только семенами, но и вегетативно, что намного усложняет борьбу с ними. Основой методов истощения и удушения корней размножения сорняков служит их подрезание, провокация к прорастанию с последующей глубокой заделкой.

По данным В.М. Передериной и Д.А. Ткаченко [121], оборот пласта при отвальной обработке почвы способствует снижению запаса семян и вегетативных зачатков многолетних сорных растений. Это объясняется различными причинами: деятельностью микроорганизмов, гибелью проростков, повреждением корневищ и др.

А использование ярусного плуга приводит к снижению засоренности почвы корневищами многолетних сорняков на 85% по сравнению с обычной вспашкой [103].

Снижение засоренности пахотного слоя семенами и вегетативными органами сорных растений по фону ежегодной вспашки в сравнении с поверхностными обработками отмечено и другими исследователями [7, 9, 33, 65, 76, 85, 127, 129].

Однако Г.Д. Белов и Я.А. Рассолько [18] в результатах своих исследований отметили, что трехкратное лущение достоверно способствует значительному снижению засоренности пахотного слоя корневищами многолетних сорняков. В исследованиях А.В. Алабушева [4] была отмечена тенденция к снижению засоренности пахотного слоя семенами сорных растений на вариантах поверхностной обработки по сравнению со вспашкой.

Но всё же большинство учёных сходятся во мнении, что применение нулевой, поверхностной и плоскорезной обработок способствует накоплению семян сорных растений, особенно в верхнем слое почвы [94, 195].

В опытах Г.И. Баздырева, А.Ф. Сафонова [9] было установлено, что вариант с чередованием безотвальной обработки со вспашкой через год свиде-

тельствует о его перспективности в борьбе с сорными растениями и необходимости периодичности чередования этих приёмов в полях севооборотов.

В.А. Телегин и др. [154] в своих исследованиях отметили, что при комплексном применении удобрений и гербицидов минимальная обработка почвы практически не уступала по степени засоренности посевов отвальной. К аналогичному выводу пришли в своих исследованиях и другие ученые [61].

Однако применение такого органического удобрения, как солома, приводило к существенному увеличению потенциальной засоренности почвы семенами сорняков [206].

Для полного уничтожения корневой системы многолетних сорняков очень эффективно вносить гербициды, например Раундап. Если провести обработку до середины октября, то на этом поле они будут отсутствовать в течение трёх лет, что дает возможность сократить число механических обработок, сохранить почву [68].

Системные гербициды имеют высокую биологическую эффективность, уничтожая 80-95% многолетних корнеотпрысковых сорняков, у которых корневая система отмирает до глубины 35-45 см [93]. К такому же выводу в своих исследованиях пришли и другие учёные [16, 51, 66, 82, 113, 171, 175].

Однако на полях с высокой потенциальной засоренностью почвы семенами и вегетативными зачатками сорняков кратковременное применение гербицидов, как правило, существенно не уменьшает количества и биомассы сорняков [20].

Кроме сорных растений, ежегодное поражение комплексом болезней обуславливает зачастую относительно низкую продуктивность полевых культур.

Еще в 1909 году А.А. Ячевский отмечал, что среди возбудителей болезней самую большую группу составляют фитопатогенные грибы. На листьях и стеблях пораженных растений можно наблюдать различные пятнистости, налеты и пустулы, состоящие из спор паразита, которые разносятся вет-

ром и поражают новые растения. Эти поражения редко вызывают гибель растений, но снижают их продуктивность.

Многие представители возбудителей болезней сохраняют свою связь с почвой преимущественно в период перезимовки. В основном они сохраняются на растительных остатках или на поверхности почвы [153].

Ряд ученых утверждают, что обработка почвы может прервать жизненный цикл патогенных организмов или ухудшить его, особенно в период перезимовки. Так, при минимальной и плоскорезной обработках запас возбудителя септориоза в растительных остатках был в 15-20 раз выше, чем при вспашке, что и способствовало усилению развития болезни [177].

Ученые Казанской ГСХА также получили результаты, где распространение и развитие ржавчины при отвальной обработке на 3-7% меньше, чем при безотвальной и плоскорезной обработках [151].

Однако в опытах Ивановской ГСХА, при изучении системы отвальной, безотвальной и комбинированной обработок почвы было выявлено, что пораженность ржавчиной озимых культур по комбинированной и безотвальной обработкам наблюдалась в слабой степени, по отвальной – в средней [22].

В научной литературе также есть данные, согласно которым пораженность растений заболеваниями при минимальной и отвальной обработках не имела достоверных различий [199].

Таким образом, при обосновании выбора систем обработки почвы, особенно при отказе от каких-либо приёмов, а также удобрений и средства защиты растений необходимо руководствоваться не только соображениями экономии ресурсов, но и учитывать перспективу повышения засорённости посевов при увеличении запаса семян и корней размножения в почве и поражённости болезнями. Поэтому нужно внимательно подходить к вариантам минимизации обработки применительно к конкретным условиям при допустимом уровне химических обработок, не допуская нарушения экологической сбалансированности в полевых фитоценозах. Это особенно важно в Нечернозёмной зоне, почвы которой харак-

теризуются высокой засорённостью, а ландшафты – промывным типом водного режима с большой сетью больших и малых рек и ручьёв.

Кроме того, засорённость почвы и посевов, а также способы её контроля, оказывают существенное влияние на уровень урожая полевых культур и его качество.

1.6 Варьирование урожайности полевых культур под действием агротехнологий различного уровня ресурсосбережения

Урожайность сельскохозяйственных культур является обобщающим показателем эффективности различных агроприёмов.

Отвальная система обработки почвы часто показывает лучшие результаты по влиянию на урожайность полевых культур, однако, как уже было отмечено выше, это обычно связано с более эффективной борьбой с сорняками.

Это нашло своё подтверждение в исследованиях Л.Д. Чесноковой [176], в которых наибольшая урожайность рапса была получена при вспашке на 20-22 см, чизельная и плоскорезная обработки были менее эффективны, урожайность при них снижалась по сравнению с контролем. Применение поверхностной обработки под рапс приводило к снижению урожайности культуры, что было связано с сильной засоренностью посевов. Сходные результаты исследований были получены В.В. Рзаевой [136].

При этом рациональная научно обоснованная минимизация обработки почвы может достигать по эффективности ежегодную отвальную.

Так, безотвальное рыхление в сочетании с предварительным дисковым лущением по влиянию на урожайность культур и продуктивность севооборота не уступает обыкновенной вспашке [21, 31].

В исследованиях Ю.И. Митрофанова [106], проведенных на легких супесчаных почвах, было установлено, что урожайность озимой ржи по вспашке и по мелкой обработке почвы была практически одинаковой: соответственно 31,9-41,3 и 33,1-41,3 ц/га. Замена вспашки мелкой обработкой позволя-

ет сохранить урожайность культуры на уровне отвальной обработки, снизив при этом общие затраты. Сходные результаты исследований были получены В.Г. Холмовым и Л.В. Юшкевичем [166].

Кроме того, эффективность обработок почвы, в том числе ресурсосберегающих, возрастает при внесении удобрений.

Например, заделка в почву соломы и сидерата на фоне комбинированной обработки почвы позволяет повысить урожайность яровой пшеницы при заметном снижении себестоимости производства зерна [14, 121, 167].

Хотя внесение в почву зелёной массы сидерата – кормовых бобов – позволяет внести минеральных элементов на 37,4% меньше, чем при внесении 60 т/га навоза, но свежее органическое вещество сидерата более эффективно по сравнению с навозом. Поэтому урожайность озимых и яровых зерновых, возделываемых после сидерата, не ниже урожайности в варианте с внесением навоза [73].

Е.И. Коготько и И.Р. Вильдфлуш [78] в своих исследованиях выявили, что из минеральных удобрений при возделывании яровой пшеницы наиболее эффективно применение азотных удобрений. Применение фосфорных и калийных удобрений ($N_{16}P_{60}K_{90}$) с небольшим количеством азота повышало урожайность зерна по сравнению с контролем на 2,4 ц/га, а $N_{65}P_{60}K_{90}$ – на 16 ц/га.

Внесение повышенных доз минеральных удобрений ($N_{135}P_{135}K_{180}$) с оптимальным соотношением питательных элементов (1:1:1,3) на фоне известкования полной дозой доломитовой муки обеспечивало благоприятные условия минерального питания и приводило к повышению урожайности картофеля [159].

Сходные результаты исследований были получены и при внесении дозы $N_{180}P_{180}K_{180}$, получена высокая урожайность картофеля – 49 т/га [69].

В исследованиях В.Д. Абашева [1] для дерново-подзолистых супесчаных почв выявлены оптимальные дозы удобрений: под вико-овсяную смесь на зелёный корм, озимую рожь по сидерату и яровую пшеницу – $N_{30}P_{30}K_{30}$,

под озимую рожь по вико-овсяному занятому пару и под овес – $N_{60}P_{60}K_{60}$, под ячмень с подсевом многолетних трав (клевера) – $N_{20}P_{30}K_{30}$. Наибольшая прибыль с 1 га получена при внесении дозы $N_{60}P_{60}K_{60}$ под овес и озимую рожь, дозы $N_{20}P_{30}K_{30}$ – под ячмень.

Повышение урожайности при внесении минеральных удобрений отмечали многие учёные [58, 61, 86, 87, 92, 107, 164].

При этом результаты многолетних исследований показали, что оптимальным для зерновых культур на дерново-подзолистых почвах Нечерноземья России является внесение невысокой дозы минеральных удобрений в сочетании с повышенной по гидролитической кислотности дозой извести, которая обеспечивает высокие урожаи культур. Увеличение доз извести и минеральных удобрений выше указанных ($N_{40}P_{35}K_{40}$) существенно не изменяет урожай [186].

Однако наибольшую эффективность проявляет органо-минеральная система удобрений.

Например, при внесении $N_{115}P_{230}K_{345}$ и навоза – 30 т/га продуктивность льняного севооборота повышалась на 18,8% [123].

На дерново-подзолистой супесчаной почве урожайность клубней картофеля на уровне 250-300 ц/га сформировалась при внесении органо-минеральной системы удобрения – 70 т/га навоза КРС + $N_{60}P_{40}K_{80}$ [89].

Исследования, проведенные И.Н. Земляновым [53], выявили, что значительная прибавка урожайности (на 35,4-37,4%) наблюдалась у озимой и яровой пшеницы в вариантах с $N_{100}P_{80}K_{80}$ и $N_{100}P_{80}K_{80}$ + солома. Сходные результаты исследований были получены у И.П. Таланова, А.П. Сабирзянова [153]; В.А. Шевченко [184]; Л. Прокина [130].

Неоспоримым также является и факт повышения урожайности полевых культур при применении гербицидов.

Так, урожайность картофеля на уровне 380 ц/га была получена на фоне применения $N_{104}P_{152}K_{152}$ и использования гербицида Зенкор в дозе 1,5 кг/га [57].

По данным А.И. Хайбуллина [163], применение гербицида Линтур в норме 120 и 150 г/га достоверно способствовало увеличению урожая зерна озимой пшеницы. Применение гербицидов 2М-4Х+Лонтрел способствовало получению прибавки урожая овсяницы [115].

Прибавку урожая полевых культур от применения гербицидов получили в своих опытах большинство исследователей [10, 52, 81, 158].

В заключение можно сделать вывод, что на современном этапе развития АПК России неоспоримым является актуальность и значимость изучения энергосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур на основе ландшафтного подхода с учётом расширенного воспроизводства плодородия почв и экологической сбалансированности агрофитоценозов. Решению данных вопросов для условий дерново-подзолистых супесчаных почв Нечернозёмной зоны РФ и посвящена данная диссертационная работа.

2.1 Характеристика почвенного покрова

Общая площадь земельных угодий сельскохозяйственного назначения Ярославской области – 1872,2 тыс. га, из них под сельскохозяйственными угодьями – 992,3 тыс. га, в том числе под пашней – 728,6 тыс. га (73,4%), сенокосами – 93,2 тыс. га (9,4%), пастбищами – 155,8 тыс. га (15,7%).

Опытное поле ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА» было заложено в 2003 году под руководством профессора Б.А. Смирнова в условиях производства ОАО «Михайловское» Ярославского района Ярославской области.

Территория хозяйства расположена в одном земельном массиве, в центральной части Ярославского района, северо-восточнее г. Ярославля. Центральная усадьба ОАО «Михайловское» расположена в д. Кузнечиха, находящейся в 12 км от районного и областного центра г. Ярославля. Через хозяйство проходят шоссейная и железная дороги: Ярославль – Вологда, являющиеся связующими звеньями хозяйства с г. Ярославлем.

Общая площадь землепользования составляет 4539 га. Сельскохозяйственные угодья занимают 3709 га, или 81,7% общей площади ОАО «Михайловское». Площадь пашни составляет 2443 га, или 53,8% общей площади. Осушенные земли – 1432 га, или 31,5% общей площади.

Территория Ярославской области располагается в центральной лесной почвенно-биоклиматической области южно-таежной подзоны и относится к среднерусской провинции дерново-подзолистых среднегумусированных почв.

Область относится к Белорусско-Мезинской геоморфологической области, провинции ледниковых холмистых и плоских равнин со следами Днепровского оледенения. Для нее характерно чередование возвышенностей, равнин и заболоченных низин.

Землепользование ОАО «Михайловское» расположено в пределах западной части Ярославско-Костромской низины, которую характеризуют плоский рельеф, слабоврезанные, петляющие реки, обилие озер и болот. Одно-

образии рельефа несколько нарушается наличием песчаных гряд и холмов, покрытых сосновым лесом.

Из элементов микрорельефа здесь отмечаются блюдцеобразные западинки и канавы осушительной сети. Остальная часть территории хозяйства характеризуется ровной, местами слабо всхолмленной поверхностью. Участки в основном пологие и слабопокатые, иногда с признаками эрозии.

Основными почвообразующими породами в ОАО «Михайловское» являются покровные, древне-аллювиальные и органогенные отложения, из подстилающих пород – моренные отложения, залегающие на глубине 1,0-4,0 м.

Естественная гидрологическая сеть на территории хозяйства развита слабо, представлена рядом мелких ручьев. Уровень грунтовых вод (по уровню воды в колодце) на повышенных участках – на глубине 1,5-3,0 м, в понижениях – 0,5-1,2 м.

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная (таковых почв в Ярославской области около 20% от площади пашни) с исходным средним содержанием гумуса 2,32%, P_2O_5 (по Кирсанову) – 354,8 и K_2O (по Кирсанову) – 154,4 мг/кг почвы, гидролитической кислотностью – 1,08 мг-экв./100 г почвы, pH_{KCl} – 6,12.

Такое сравнительно высокое содержание P_2O_5 в почве обусловлено фосфоритованием данного рабочего участка в конце 80-х гг. путем внесения высоких доз фосфоритной муки.

Почвообразующей породой являются древнеаллювиальные отложения. Опытный участок имеет небольшой склон около 1^0 с юго-западной экспозицией. Глубина залегания грунтовых вод около 3 м.

2.2 Метеорологические условия в годы исследований

Климат места расположения опыта по основным климатическим факторам, определяющим условия роста и развития полевых культур, характери-

зуется умеренно холодной зимой и умеренно теплым летом, с ясно выраженными сезонами весны и осени.

Климатические условия Ярославского района характеризуются следующими показателями.

Среднегодовая температура воздуха $+3,4^{\circ}\text{C}$, температура самого теплого месяца, июля, составляет $+18,2^{\circ}\text{C}$, самого холодного – января $-10,8^{\circ}\text{C}$. Вегетационный период в среднем начинается 19-28 апреля и длится 157-170 дней.

Сумма температур выше 10°C , характеризующая период активной вегетации сельскохозяйственных растений, составляет $1950-2000^{\circ}\text{C}$. Средняя дата последнего заморозка в воздухе приходится на II декаду мая, первого заморозка в воздухе – на II-III декаду сентября. Устойчивый снежный покров устанавливается во II-III декаде ноября, сходит во II декаде апреля и продолжается 150-160 дней. Высота снежного покрова составляет 32 см при объеме запаса воды в снеге 87 мм.

Для вегетации и урожая сельскохозяйственных культур имеют большое значение осадки, как летнего периода, так и осенне-зимнего. За период с температурой воздуха выше 10°C количество выпавших осадков составляет 250-300 мм. Весной (апрель-май) выпадает 70-80 мм, летом – 180-250 мм и осенью (сентябрь-октябрь) – 105-130 мм.

Летом дожди выпадают преимущественно кратковременно и довольно интенсивно. Количество выпавших осадков отличается большой интенсивностью от месяца к месяцу, от года к году.

Большое значение для развития растений имеет относительная влажность воздуха, так как она характеризует интенсивность испарения влаги с поверхности почвы и растений.

Средняя относительная влажность воздуха по месяцам следующая: апрель – 65%, май – 56%, июнь – 60%, июль – 63%, август – 64%, сентябрь – 21%.

Минимальная величина приходится на май, период сева яровых культур, а также их раннего развития, когда растения нуждаются в большом количестве влаги.

В целом климатические условия данной территории вполне благоприятны для нормального роста и развития сельскохозяйственных культур.

Характерной особенностью метеорологических условий за первый период исследований (2006-2008 гг.) было меньшее суммарное количество атмосферных осадков за год по сравнению со средними многолетними данными. Во второй период исследований (2009-2011 гг.) суммарное количество осадков было практически на уровне средних многолетних данных (таблица 1). Однако 2010 год в целом характеризовался как засушливый и недостаток влаги, особенно проявившийся в июле, несколько компенсировался обильными осадками в мае-июне.

В период вегетации картофеля (2006 г.) гидротермические условия мая характеризовались более высокой температурой и суммой осадков по сравнению с многолетними данными. Этот период соответствовал посадке и был весьма благоприятен для прорастания клубней.

Июнь и июль 2006 года характеризовались высокими температурами и низким количеством осадков. Причем в июле сумма осадков была в 2,5 раза меньше по сравнению со среднемноголетними данными. Недостаток влаги в этот период мог негативно отразиться на росте и развитии растений, а также формировании урожая. В августе того же года наблюдалось выпадение большого количества осадков. Среднесуточная температура сентября была выше среднемноголетней, а сумма осадков была на одном уровне с показателем многолетних данных.

В целом вегетационный период картофеля характеризовался высокими среднесуточными температурами воздуха и низким количеством осадков – в начале и середине вегетации и обильным выпадением осадков – во второй половине и конце вегетации. Такие перепады могли неблагоприятно сказаться на формировании урожая картофеля.

За период вегетации яровой пшеницы (2007 г.) метеорологические условия были следующими: гидротермические условия мая и июня характеризовались более высокими температурами воздуха и низким количеством

осадков по сравнению со среднегодовыми данными. Причем за этот период сумма выпавших осадков была почти в 2 раза ниже нормы.

Таблица 1 – Метеорологические условия в период проведения исследований 2006-2011 гг. [3]

Год	Месяц											
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь
Температура воздуха, °С												
среднее многолетнее	-11,3	-10,8	-5,0	3,8	11,3	15,6	17,7	15,7	9,9	3,7	-2,9	-7,7
2006	-12,1	-16,0	-6,0	4,7	12,1	18,6	16,9	16,7	13,1	4,5	-0,8	0,7
2007	-4,1	-14,2	3,3	5,0	14,6	15,5	18,5	19,5	10,6	5,8	-2,8	-3,2
2008	-7,7	-2,8	0,0	7,4	10,8	14,9	18,7	16,3	9,8	8,1	1,9	-2,1
2009	-6,6	-6,5	-2,3	3,0	13,3	17,3	18,4	15,8	13,0	4,5	1,1	-8,2
2010	-15,1	-10,8	-2,9	6,5	16,0	17,4	24,4	19,4	10,7	3,1	0,8	-10,8
2011	-10,1	-13,7	-3,4	4,9	13,1	17,2	22,1	17,7	11,1	6,1	-1,0	-1,3
Сумма атмосферных осадков, мм												
среднее многолетнее	39	27	27	37	53	68	85	63	56	55	43	43
2006	33	18	26	39	60	31	36	85	53	82	51	40
2007	49	29	24	2	26	39	97	38	72	61	74	10
2008	22	36	50	46	30	36	102	66	24	36	47	31
2009	45	26	38	33	42	70	48	34	70	81	64	49
2010	17	33	27	43	79	71	4	84	92	41	89	98
2011	32	14	23	24	38	59	63	19	134	43	52	61

В июле температура и количество осадков превышали среднегодовую норму.

В целом можно сказать, что вегетационный период полевых культур характеризовался высокими температурами на всем своем протяжении и низким количеством осадков в начале вегетации (май-июнь). Такая ситуация могла неблагоприятно сказаться на урожае яровых зерновых культур из-за недостатка влаги в период выхода в трубку и начала колошения.

Период вегетации повторного посева яровой пшеницы 2008 года характеризовался повышенными среднемесячными температурами в апреле, июле и августе в сравнении со среднемноголетними данными. Сумма атмосферных осадков в эти месяцы была выше среднемноголетних значений. В другие месяцы наблюдалась обратная динамика как по температурному режиму, так и по количеству осадков.

Температурные условия 2009 года в период вегетации однолетних трав были практически на одном уровне со значениями среднемноголетних данных. Суммы атмосферных осадков за июль-август были несколько ниже среднемноголетних.

2010-2011 годы характеризовались высоким температурным режимом в летние месяцы. В 2010 году суммы атмосферных осадков в мае, июне и августе превышали значения среднемноголетних данных. А июль, наоборот, оказался весьма засушливым: среднемесячная температура месяца на $6,7^{\circ}\text{C}$ превышала значения среднемноголетних данных. В 2011 году сумма атмосферных осадков была на уровне среднемноголетних значений, кроме августа, когда количество осадков было ниже значений среднемноголетних данных на 44 мм.

Таким образом, исходя из метеорологических данных за вегетационные периоды 2006-2011 годов, можно сделать вывод, что в сравнении со среднемноголетними данными среднесуточные температуры воздуха были несколько выше, а осадков было недостаточно, что в отдельные годы могло негативно сказаться на величине и качестве урожая культур.

2.3 Схема полевого стационарного многофакторного опыта

Опыт заложен методом расщепленных делянок с рендомизированным размещением вариантов в повторениях. Повторность опыта четырёхкратная.

В схему трехфакторного ($4 \times 3 \times 2$) опыта включается 24 варианта. На делянках первого порядка площадью 2352 м^2 (84 м x 28 м) изучаются систе-

мы обработки почвы, на делянках второго порядка 784 м^2 (28 м х 28 м) – системы удобрений и на делянках третьего порядка 392 м^2 (28 м х 14 м) – системы защиты полевых культур от сорных растений. Общая площадь опытного участка – 6,08 га.

В первый период (1-й этап) исследований в данном многолетнем стационарном опыте (первая четырёхлетняя ротация по системам обработки почвы 2004-2008 гг.) по фактору «система основной обработки почвы» изучались три системы поверхностно-отвальной обработки с различным периодом поверхностных обработок, чередующихся с отвальной, которая, в свою очередь, проводилась плугами с разной величиной оборота пласта (с культурным и винтовым отвалами). Это было связано с адаптацией системы поверхностно-отвальной обработки почвы (в соответствии с ландшафтным принципом) к иной почвенной разновидности – супесчаной почве, так как данная система уже была опробована и показала положительные результаты на дерново-подзолистых среднесуглинистых нормального увлажнения и глееватых почвах в других полевых опытах.

Впоследствии после установления и выделения оптимального периода – трехлетней ротации поверхностных обработок в поверхностно-отвальной системе обработки почвы при обороте пласта на 180^0 в год отвальной (при использовании плуга с винтовым отвалом ПБС-2), схема по данному фактору была скорректирована – эта система поверхностно-отвальной обработки («О₂») была взята в качестве одного из вариантов для сравнения с другими вариантами энергосберегающих систем обработки и контрольным вариантом – ежегодной отвальной. Данная схема имеет место с 2009 года (2-й этап).

Схема полевого стационарного трехфакторного (4х3х2) опыта

Фактор А. Система основной обработки почвы, «О»

за период 2004-2008 гг. (1-й этап):

1. Отвальная (контроль): вспашка на 20-22 см плугом ПЛН-3-35 с предварительным лущением на 8-10 см, ежегодно с 2003 года «О₁».

2. Поверхностно-отвальная-1: вспашка плугом ПБС-2 (с винтовыми отвалами) на 20-22+7 см с предварительным дискованием или лушением на 8-10 см в 2004 году + одно-двукратная поверхностная обработка на глубину 6-8 см в 2005-2008 гг. (период поверхностных обработок 3 года), «О₂».

3. Поверхностно-отвальная-2: вспашка на 20-22 см плугом ПЛН-3-35 с предварительным дискованием или лушением на 8-10 см в 2004 году + одно-двукратная поверхностная обработка на 6-8 см в 2005-2008 гг. (период поверхностных обработок 3 года), «О₃».

4. Поверхностно-отвальная-3: вспашка на 20-22 см плугом ПЛН-3-35 с предварительным лушением на 8-10 см в 2003 году + одно-двукратная поверхностная обработка на 6-8 см в 2004-2008 гг. (период поверхностных обработок 4 года), «О₄».

за период 2009-2011 гг. (2-й этап):

1. Отвальная (контроль): вспашка на 20-22 см плугом ПЛН-3-35 с предварительным лушением на 8-10 см, ежегодно, «О₁».

2. Поверхностно-отвальная: вспашка плугом ПБС-2 на 20-22+7 см с предварительным лушением на 8-10 см один раз в четыре года + одно-двукратная поверхностная обработка на глубину 6-8 см в течение трёх лет, «О₂».

3. Поверхностная с рыхлением: рыхление на 20-22 см с предварительным лушением на 8-10 см один раз в четыре года + одно-двукратная поверхностная обработка на глубину 6-8 см в течение трех лет, «О₃».

4. Поверхностная: одно-двукратная поверхностная обработка на 6-8 см, ежегодно, «О₄».

Вспашка была проведена осенью 2008 года на вариантах «О₁», «О₂», «О₄» на глубину 20-22+7см, а на «О₃» – рыхление на глубину 20-22 см.

Фактор В. Система удобрений, «У».

1. Экстенсивная биологизированная (контроль): яровой рапс на сидерат (2004), фон – без удобрений; озимая пшеница (2005), фон – рапс на сидерат 18 т/га; картофель (2006), фон – солома 4 т/га озимой пшеницы; яровая пшеница (2007), фон – ботва картофеля; яровая пшеница (2008), фон –

солома яровой пшеницы; однолетние травы (2009), фон – солома яровой пшеницы + N_{90} кг/га д.в.; озимая тритикале (2010), фон – без удобрений; картофель (2011), фон – солома озимой тритикале, «У₁».

2. Среднеинтенсивная биологизированная: яровой рапс на сидерат (2004), фон – без удобрений; озимая пшеница (2005), фон – рапс на сидерат 18 т/га; картофель (2006), фон – солома озимой пшеницы + $N_{64}P_{64}K_{64}$ + N_{45} (подкормка) кг/га д.в.; яровая пшеница (2007), фон – ботва картофеля + $N_{50}P_{50}K_{50}$ кг/га д.в.; яровая пшеница (2008), фон солома + $N_{50}P_{50}K_{50}$ кг/га д.в.; однолетние травы (2009), фон – солома + $N_{90}K_{100}$ (в запас на 4 года) кг/га д.в.; озимая тритикале (2010), фон – N_{85} (подкормка) кг/га д.в.; картофель (2011), фон – солома озимой тритикале + $N_{50}P_{125}K_{125}$ кг/га д.в., «У₂».

3. Высокоинтенсивная биологизированная: яровой рапс на сидерат (2004), фон – без удобрений; озимая пшеница (2005), фон – рапс на сидерат 18 т/га + $N_{65}P_{65}K_{65}$ кг/га д.в.; картофель (2006) – солома озимой пшеницы + $N_{130}P_{130}K_{130}$ кг/га д.в.; яровая пшеница (2007), фон – ботва картофеля + $N_{100}P_{100}K_{100}$ кг/га д.в.; яровая пшеница (2008), фон – солома яровой пшеницы + $N_{100}P_{100}K_{100}$ кг/га д.в.; однолетние травы (2009), фон – солома яровой пшеницы + $N_{90}K_{400}$ (в запас на 4 года) кг/га д.в.; озимая тритикале (2010), фон – N_{135} (подкормка) кг/га д.в.; картофель (2011), фон – солома озимой тритикале + $N_{150}P_{125}K_{125}$ кг/га д.в., «У₃».

Фактор С. Система защиты растений, «Г».

1. Без гербицидов, «Г₁».

2. С гербицидами: в 2006 году на картофеле применяли почвенный гербицид Зенкор в норме 1,2 кг/га; в 2007 и 2008 гг. на яровой пшенице – Секатор, в норме 0,1 кг/га; в 2009 году гербициды не применялись – изучалось последствие; в 2010 году на озимой тритикале – Линтур, в норме 0,15 кг/га; в 2011 году на картофеле – смесь гербицидов – Зенкор+Титус, в норме 1,2+0,05 кг/га, соответственно, «Г₂».

В опыте выращивались с чередованием во времени следующие сорта полевых культур, рекомендованные для региона: яровой рапс «Шпат» (2004);

озимая пшеница «Московская 39» (2005); картофель «Невский» (2006); яровая пшеница «Мис» (2007, 2008); вико-овсяная смесь (занятый пар) – вика «Ярославская 136» и овёс «Скакун» (2009); озимая тритикале «Антей» (2010); картофель «Жуковский ранний» (2011).

В опыте использовались рекомендованные для региона технологические приемы выращивания культур (кроме изучаемых).

При обработке почвы использовались следующие технические средства: боронование – БЗТ-1,0; поверхностная обработка с заделкой зеленой массы ярового рапса (сидерата) и после уборки картофеля – БДТ-3 в агрегате с трактором ДТ-75; лушение – лушильником ЛДГ-5А, поверхностная обработка – ножевой бороной ТУМЕ-3, вспашка на 20-22 см – плугом ПЛН-3-35 в агрегате с трактором МТЗ-82; вспашка на 20-22+7 см – плугом ПБС-2 в агрегате с трактором МТЗ-82; рыхление на 20-22 см – плугом ПБС-2 со сменными рабочими органами – рыхлителями в агрегате с трактором МТЗ-82.

Минеральные удобрения (в форме азофоски) под озимую, яровую пшеницу, однолетние травы и картофель вносились под предпосевную и предпосадочную обработку при перемешивании с почвой до 10 см. Удобрения под однолетние травы вносились перед основной обработкой почвы в 2008 году. Причём на вариантах «У₂» и «У₃» калийные удобрения (в форме хлористого калия) в соответствующих нормах вносились в запас на 4 года. Это было обусловлено системой обработки почвы поверхностно-отвальная, на которой вспашка проводится 1 раз в 4 года, именно в год вспашки и были внесены калийные удобрения; фосфорные удобрения не вносились по причине высокого содержания этого элемента в почве по данным агрохимического обследования. По интенсивным системам удобрений («У₂» и «У₃») проводили ранневесеннюю подкормку озимой пшеницы и озимой тритикале аммиачной селитрой. Ботва картофеля и солома зерновых в измельченном виде вносились в почву на всех вариантах в нормах, обусловленных фактической урожайностью, полученной на данных вариантах.

2.4 Методика полевых и лабораторных исследований

1. *Определение содержания органического вещества.* Содержание органического вещества определяли по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО [190].

2. *Определение целлюлозоразлагающей способности почвы.* Определение целлюлозоразлагающей способности почвы проводили методом аппликации [54]. В пахотный горизонт закладывали стекла размером 0,2 м х 0,1 м, обшитые льняным полотном. Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов учитывали 1 раз в течение вегетации полевых культур с экспозицией 45-60 дней (в зависимости от культуры) по слоям 0-10 см и 10-20 см. Об интенсивности процесса разрушения клетчатки судили по убыли в весе льняного полотна от первоначальной её массы, выраженной в процентах.

3. *Анализ токсичности почвы.* Анализ токсичности почвы проводили по методу почвенных пластинок [54]. В качестве тест-объекта использовали озимую рожь. В чашку Петри помещали 60 г почвы, увлажняли ее и высевали 25 семян. Всхожесть семян, длину проростков и корней растений учитывали на восьмой день при ежедневном увлажнении почвы. Контролем служили растения, развивающиеся на смоченной водой фильтровальной бумаге.

4. *Учёт численности хищных жуужелиц.* Учёт численности хищных жуужелиц проводится с помощью ловушки Барбера. Ловушкой Барбера служит стеклянная банка с закручивающейся крышкой высотой 12 см и диаметром верхней части 5,8 см. Ее закладывают в почву, так чтобы верхний край выступал над поверхностью почвы на 1-2 см. Затем вокруг банки насыпают земляной валик. Для защиты от атмосферных осадков над банкой на высоте 3–4 см размещают стеклянную пластинку на подставке. Подсчёт насекомых проводится с интервалом 10 дней [27].

5. *Учёт численности дождевых червей.* Учёт проводили методом отлучивания [27]. При этом отбирали по 2 пробы с делянки. Для этого использовали рамку размером 0,2 м х 0,2 м, глубина отбора составляла 20 см, в каж-

дой пробе подсчитывали количество дождевых червей и пересчитывали их число на 1 м². Учет проводился 1 раз в месяц.

6. *Определение потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений.* Засоренность почвы семенами определяли методом малых проб [42]. С помощью тонкого бура с каждой делянки опыта отбирали 10 индивидуальных проб и составляли смешанный образец по слоям 0-10 и 10-20 см. Образцы почвы доводили до воздушно-сухого состояния, а затем брали две навески по 100 г. После отмывания в воде и отделения минеральных частиц в растворе поташа (K₂CO₃) семена выделяли из органической массы и подсчитывали по видам. Результаты подсчета выражались в миллионах штук семян на гектар.

7. *Определение запаса органов вегетативного размножения многолетних сорных растений в почве.* Определение проводили во всех повторениях опыта по методике Б.А. Смирнова и В.И. Смирновой [144]. На делянке выделяли 4 учётные площадки размером 50 см x 50 см (0,25 м²) методом рендомизации. Раскопки велись по слоям 0-10 и 10-20 см.

8. *Учёт пораженности зерновых культур заболеваниями.* Учёт проводился по методике ВНИИЗР [139] в 4-кратной повторности. С делянки отбирались 2 пробы по 20 растений в фазах кущения и колошения культуры. Основными показателями служили распространенность, интенсивность и развитие болезни.

9. *Определение величины и качества урожая.* Урожайность всех полевых культур учитывали сплошным поделяночным методом во всех повторениях опыта.

Уборка зерновых культур проводилась комбайном СК-4 «Нива» и Дон-1500. При уборке урожая отбирались пробы на определение засоренности и влажности, затем масса зерна с делянки пересчитывалась на площадь 1 гектар с поправкой на 14% влажность и 100% чистоту. Перед уборкой зерновых производился отбор проб по всем вариантам опыта для определения структуры урожая. Учет урожая картофеля осуществлялся путем применения карто-

фелекопалки с ручным подбором с одновременным взвешиванием клубней с каждой делянки. Перед уборкой урожая проводился отбор образцов на определение биологической урожайности и качества продукции клубней по таким показателям, как масса клубней, деформированность, пораженность болезнями, озеленение. С каждой делянки в случайных местах отбиралось по 25 кустов для определения структуры урожая. Урожайность однолетних трав определялась при фактической влажности зелёной массы. При уборке урожая на делянке сразу отбирали пробы для определения засоренности и влажности зелёной массы трав.

10. *Определение экономической и энергетической эффективности.* Энергетическая и экономическая оценка перспективных технологий производства продукции полевых культур приведена на основании действующих в хозяйствах области нормативов, цен на продукцию и материалы, а также действующих методик [128].

11. *Статистическая обработка.* Статистическую обработку экспериментальных данных проводили методом дисперсионного анализа (с помощью программ Straz, Disant).

3 НАПРАВЛЕННОСТЬ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗМЕНЕНИЙ
АГРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ
СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ПОД ВЛИЯНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ
АГРОТЕХНОЛОГИЙ
(результаты исследований)

В настоящее время остро стоят вопросы сохранения экологической сбалансированности агрофитоценозов и плодородных свойств основного средства производства земледельца – почвы. Это не только дань моды в отношении потребления «экологически чистых» продуктов, но, в первую очередь, забота о здоровье и благополучии последующих поколений людей и продовольственной безопасности страны. В этом отношении неоспоримым является актуальность и значимость изучения в сравнении различных по интенсивности и направленности технологий выращивания полевых культур или их отдельных звеньев применительно к конкретным условиям, то есть на основе ландшафтного подхода, что подробно было рассмотрено в главе 1 работы при анализе научной литературы.

Оценка почвенного плодородия включает исследование довольно большого спектра показателей и свойств, одни из которых более подвержены изменениям под воздействием агротехнических приёмов, другие – являются более устойчивыми. Однако неоспоримым является факт их взаимной связи, обусловленности и влияния на хозяйственную эффективность сельхозтоваропроизводителей – урожайность и продуктивность культурных растений.

В данной главе приведены результаты изучения динамики изменения основных агробиологических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы, продуктивности и эффективности возделывания полевых культур под влиянием различных систем основной обработки почвы, удобрений и гербицидов за 2006-2011 годы в полевом стационарном трехфакторном опыте, заложенном в 2004 году в условиях Ярославской области.

3.1 Динамика изменения содержания органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве

Как отмечалось выше, большинство учёных сходятся во мнении, что содержание органического вещества в почве является основным показателем, характеризующим её плодородие, а его динамика определяет степень дегра-дационных или почвозащитных изменений. Кроме того, с изменением этого показателя ассоциирована динамика многих свойств почвы.

По результатам опыта на первом этапе исследований (2006-2008 гг.) наблюдалась динамика увеличения содержания органического вещества в почве по годам и в сравнении с исходным значением 2,32% (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание органического вещества в зависимости от системы основной обработки почвы (% в среднем по системам удобрений и гербицидов, 2006-2011 гг.)

Вариант		Слой почвы, см	Год						
			1 этап			2 этап			среднее за 2006-2011
			2006	2007	2008	2009	2010	2011	
O ₁	Отвальная	0-10	2,38	2,76	2,85	2,21	2,62	2,65	2,58
		10-20	2,21	2,68	2,72	2,32	2,55	2,67	2,52
		0-20	2,30	2,72	2,79	2,27	2,59	2,66	2,55
O ₂	1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная	0-10	2,36	2,62	2,90	2,24	2,56	2,76	2,57
		10-20	2,25	2,59	2,80	2,15	2,55	2,73	2,51
		0-20	2,31	2,61	2,85	2,20	2,56	2,75	2,54
O ₃	1 этап – поверхностно-отвальная-2, 2 этап – поверхностная с рыхлением	0-10	2,20	2,66	2,76	2,18	2,57	2,53	2,48
		10-20	2,12	2,61	2,86	2,38	2,48	2,46	2,49
		0-20	2,16	2,64	2,81	2,28	2,53	2,50	2,49
O ₄	1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная	0-10	2,24	2,83	2,77	2,16	2,65	2,30	2,49
		10-20	2,28	2,68	2,73	2,37	2,54	2,41	2,50
		0-20	2,26	2,76	2,75	2,27	2,60	2,36	2,50
НСР ₀₅		0-10	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	0,15	Fφ<F ₀₅
		10-20	Fφ<F ₀₅						
		0-20	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	0,15	Fφ<F ₀₅

Это было обусловлено, с одной стороны, применением расчётных доз минеральных удобрений на двух вариантах удобрений из трёх изучаемых,

что повышало урожайность полевых культур и, соответственно, поступление в почву свежего органического вещества побочной продукции озимой пшеницы, картофеля и яровой пшеницы, а с другой – эффективным последствием сидерата, запаханного в 2004 году.

Следует отметить, что в посадках картофеля 2006 года содержание органического вещества было на довольно низком уровне на всех вариантах обработки, что связано с её интенсивным характером в период вегетации и повышением интенсивности минерализации органического вещества при увеличении аэрации почвы. Данная тенденция некоторого снижения показателя имела место и при возделывании картофеля в 2011 году по сравнению с 2010 годом, но только на вариантах поверхностной с рыхлением и поверхностной обработок («О₃» и «О₄»).

Стоит обратить внимание на то, что проведение вспашки плугом ПЛН-3-35 1 раз в 5 лет (период поверхностных – 4 года, вспашка проведена в 2003 году) в варианте «О₄» на первом этапе исследований способствовало увеличению содержания органического вещества с максимальным значением 2,76% в 2007 году, то есть на 3-й год поверхностных обработок. Та же тенденция максимальных значений показателя отмечалась и в вариантах «О₃» (2,81%) и, особенно, «О₂» (2,85%), но уже в 2008 году, так как на этих вариантах вспашка проводилась в 2004 году, что говорит о нецелесообразности продления периода поверхностных обработок после вспашки до 4 лет на данных почвах. Эти результаты, а также результаты по другим показателям, позволили выделить наиболее эффективный вариант среди поверхностно-отвальных обработок. Им оказался вариант поверхностно-отвальной обработки при проведении вспашки 1 раз в 4 года (период поверхностных – 3 года) с помощью плуга с винтовым отвалом ПБС-2 («О₂»). В дальнейшем (2-й этап) этот вариант был оставлен для сравнения с контролем (отвальной обработкой «О₁»), а вариант поверхностно-отвальной-2 «О₃» был заменен на поверхностную с рыхлением обработку, поверхностно-отвальной-3 «О₄» – на ежегодную поверхностную.

Начало второго этапа исследований (2009 год) характеризовалось перевесом баланса органического вещества в сторону его минерализации, что проявилось в снижении показателя по сравнению с предыдущими годами. Это можно объяснить снижением поступления свежего органического вещества в почву с побочной продукцией яровой пшеницы 2008 года (в связи с повторным её посевом и, как следствие, – со снижением урожайности) и полным отчуждением с поля надземной массы однолетних трав в 2009 году. Кроме того, на вариантах ресурсосберегающих поверхностно-отвальных обработок («О₂», «О₃» и «О₄») данная тенденция снижения содержания органического вещества была обусловлена проведением вспашки в 2008 году. Однако, начиная с 2010 года, вновь отмечалась динамика увеличения содержания органического вещества.

Что касается сравнения систем обработки почвы, то следует отметить, что как в начале проведения исследований после закладки опыта, так и в первые годы их проведения существенных различий по фактору обработки почвы, подтверждённых критерием НСР₀₅, обнаружено не было. Этот факт можно рассматривать как подтверждение целесообразной закладки опыта и размещения вариантов, так как указывает на допустимую однородность почвенного покрова и варьирование плодородия участка.

Наращение различий на 2-м этапе исследований привело в 2011 году к установлению достоверных различий: проведение поверхностной с рыхлением обработки способствовало существенному снижению содержания органического вещества в среднем в слое 0-20 см, а поверхностной – в слое 0-10 см и за счёт него – в слое 0-20 см в сравнении с отвальной.

При этом наибольшему накоплению органического вещества способствовали отвальная «О₁» и поверхностно-отвальная «О₂» обработки почвы. Так, в среднем за 2006-2011 гг. в слое 0-20 см эти значения составили соответственно 2,55 и 2,54%. А максимум за период наблюдений был отмечен на поверхностно-отвальной «О₂» обработке в 2008 году (на 3-й год поверхностных обработок) – 2,85% в среднем в пахотном слое.

В отношении дифференциации пахотного горизонта почвы 0-20 см на слои по содержанию органического вещества на данном этапе проведения исследований каких-либо чётких и существенных закономерностей не обнаружено. Обращает на себя внимание лишь тенденция несколько большего накопления органического вещества в верхнем слое 0-10 см пахотного горизонта на всех вариантах обработки, независимо от кратности проведения вспашки по годам. В среднем за 6 лет исследований разница между слоем 0-10 см и слоем 10-20 см составила 0,01-0,06%. Можно также отметить превышение показателя в слое 10-20 см по сравнению со слоем 0-10 см в 2009 году на всех вариантах обработки, кроме поверхностно-отвальной «О₂» после проведения вспашки 2008 года.

Основные тенденции изменения содержания органического вещества в почве, отмеченные по системам обработки, в среднем были характерны и для систем удобрения (таблица 3).

Таблица 3 – Содержание органического вещества в зависимости от системы удобрения (% в среднем по системам обработки почвы и гербицидов, 2006-2011 гг.)

Вариант		Слой почвы, см	Год						среднее за 2006-2011
			1 этап			2 этап			
			2006	2007	2008	2009	2010	2011	
У ₁	экстенсивная биологизированная	0-10	2,37	2,70	3,03	2,19	2,51	2,66	2,58
		10-20	2,27	2,75	3,04	2,31	2,54	2,84	2,63
		0-20	2,32	2,73	3,03	2,25	2,53	2,75	2,61
У ₂	среднеинтенсивная биологизированная	0-10	2,35	2,73	2,58	2,19	2,70	2,47	2,50
		10-20	2,18	2,55	2,64	2,30	2,57	2,52	2,46
		0-20	2,27	2,64	2,61	2,25	2,64	2,50	2,48
У ₃	высокоинтенсивная биологизированная	0-10	2,15	2,72	2,85	2,21	2,58	2,55	2,51
		10-20	2,19	2,61	2,66	2,31	2,49	2,33	2,43
		0-20	2,17	2,67	2,76	2,26	2,54	2,44	2,47
НСР ₀₅		0-10	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	0,25	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅
		10-20	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	0,37	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	0,23	0,13
		0-20	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	0,22	Fφ<F ₀₅	Fφ<F ₀₅	0,14	0,11

То есть по годам исследований наблюдался рост показателя на первом этапе (2006-2008 гг.) и после 2009 года.

При этом интенсивность изменений была выше, и поэтому заметнее были различия по вариантам систем удобрения. Так, если в 2006 и 2007 годах различия были несущественны с заметной динамикой большего содержания органического вещества на варианте экстенсивной системы удобрения (без применения минеральных форм) «У₁», то уже в 2008 году на этом варианте различия приобрели характер достоверных по сравнению с интенсивными фонами «У₂» и «У₃». Это говорит о более эффективном влиянии органических форм удобрений на баланс органического вещества в сторону его накопления по сравнению с влиянием органо-минеральных форм на данной почве. Это объясняется неоднозначным действием минеральных удобрений на изучаемый показатель: с одной стороны – они могут увеличивать его за счёт поступления большей массы пожнивно-корневых остатков и побочной продукции полевых культур при увеличении урожайности, с другой – могут и снижать за счёт ухудшения некоторых агрохимических показателей плодородия, например, усиления кислотности почвы и повышения подвижности органического вещества.

Нашло подтверждение положение о более низкой эффективности минеральных удобрений по сравнению с органическими по накоплению органического вещества и на втором этапе исследований. По причинам, указанным выше, то есть после вспашки и низкой урожайности повторного посева яровой пшеницы, в 2009 году наблюдалось резкое снижение содержания органического вещества по всем вариантам опыта, при этом ситуацию усугубило внесение минеральных удобрений в запас на 4 года на вариантах интенсивных систем удобрений («У₂» и «У₃»). Начиная с 2010 года наблюдался рост содержания органического вещества, и в 2011 году снова было отмечено существенное снижение показателя на вариантах с интенсивными системами удобрений по сравнению с экстенсивной, где его значения были максимальными (2,75% в слое 0-20 см).

Таким образом, в среднем за 2006-2011 годы проявилась закономерность существенного снижения содержания органического вещества при использовании систем удобрения с применением минеральных форм по сравнению с экстенсивной системой (максимальное значение 2,61% в слое 0-20 см). Разница составила 0,13-0,14% в абсолютных значениях. Обращает на себя внимание также и то, что содержание органического вещества было несколько выше в слое 0-10 см по сравнению со слоем 10-20 см на интенсивных вариантах удобрений, то есть при использовании органо-минеральных форм, тогда как на экстенсивной системе наблюдалась обратная динамика – значения показателя были выше в слое 10-20 см, по которому в основном и отмечалась достоверность различий при сравнении систем удобрения и за счёт него – по слою 0-20 см в среднем. Однако по годам эта тенденция не была однозначной: так, в 2009 году после вспашки на всех вариантах дифференциация пахотного горизонта была обратной – с превышением содержания органического вещества в слое 10-20 см на всех вариантах удобрения, то есть отмечалась «обратно-гетерогенная» модель пахотного слоя.

При вычленении отдельной роли гербицидов в системе защиты растений в среднем по обработкам почвы и системам удобрений достоверных различий обнаружено не было (таблица 4). Однако следует отметить тенденцию повышения содержания органического вещества в почве при отсутствии гербицидов в системе защиты растений, что можно объяснить увеличением обилия сорных растений, их вегетативной массы, которая также может быть источником свежего органического вещества, поступающего в почву. Это подтверждается и тем, что в годы при выращивании культур сплошного способа посева (2007-2010 гг.), в период вегетации которых химический метод является наиболее эффективным в борьбе с сорняками, различия между вариантами защиты по показателю содержания органического вещества были заметнее (0,04-0,08%), а в годы возделывания пропашной культуры – картофеля (2006, 2011 гг.), в посадках которого большую эффективность имеет меха-

нический метод борьбы – междурядные обработки, различия были минимальными (0,01%).

Таблица 4 – Содержание органического вещества в зависимости от системы защиты растений от сорняков (% в среднем по системам обработки почвы и удобрений, 2006-2011 гг.)

Вариант		Слой почвы, см	Год						
			1 этап			2 этап			среднее за 2006-2011
			2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Г ₁	без гербицидов	0-10	2,29	2,76	2,85	2,22	2,66	2,55	2,56
		10-20	2,23	2,68	2,79	2,35	2,51	2,57	2,52
		0-20	2,26	2,72	2,82	2,29	2,59	2,56	2,54
Г ₂	с гербицидами	0-10	2,29	2,67	2,79	2,17	2,54	2,57	2,51
		10-20	2,21	2,60	2,77	2,25	2,56	2,56	2,49
		0-20	2,25	2,64	2,78	2,21	2,55	2,57	2,50
НСР ₀₅		0-10	Fφ<F ₀₅						
		10-20							
		0-20							

В целом же вопрос изучения влияния гербицидов (и других химических средств защиты растений) как опосредованно (например, через сорный компонент полевого фитоценоза), так и непосредственно на содержание и подвижность органического вещества является весьма интересным и требует дальнейшего изучения как с агротехнической, так и с экологической точек зрения.

Важно рассмотреть динамику изучаемого показателя и по сочетаниям факторов – систем обработки, удобрений и защиты растений.

В среднем за период исследований 2006-2011 гг. в слое почвы 0-20 см по фону экстенсивной биологизированной системы удобрений «У₁» существенных различий по изучаемым факторам обнаружено не было, но динамика наибольшего накопления органического вещества отмечалась на поверхностно-отвальной системе обработки почвы – 2,81% (по фону без гербицидов «Г₁»), что было на 0,19% выше, чем на отвальной «О₁» (рисунок 1, приложение 1). Это говорит о создании благоприятных условий накопления органического вещества при периодическом использовании вспашки (1 раз в 4 года).

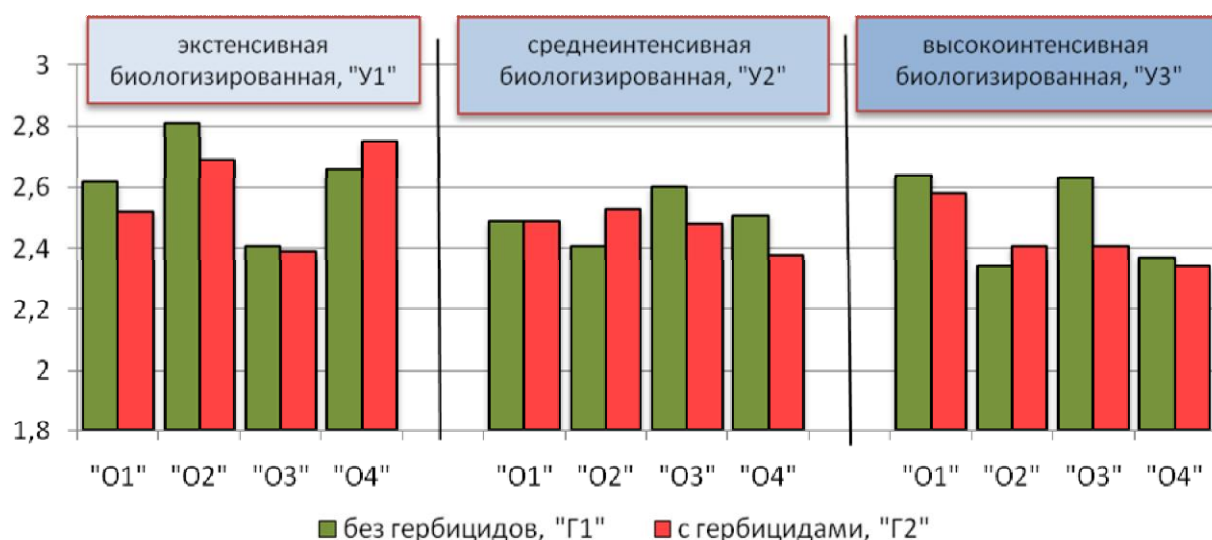


Рисунок 1 – Содержание органического вещества в слое почвы 0-20 см
в среднем за 2006-2011 гг., %

Применение минеральных удобрений совместно с органическими на фонах «У₂» и «У₃» привело к достоверному снижению содержания органического вещества в почве на поверхностно-отвальной обработке «О₂» без применения гербицидов («Г₁») – соответственно на 0,40 и 0,47% и на поверхностной «О₄» при их применении («Г₂») – соответственно на 0,37 и 0,41% по сравнению с экстенсивным фоном «У₁». Тенденция роста значений показателя отмечалась лишь на поверхностной с рыхлением обработке «О₃», а на отвальной «О₁» содержание органического вещества практически не изменялось на различных вариантах удобрений. В целом это говорит о негативном влиянии интенсификации системы удобрения на накопление органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве.

Обращает на себя внимание также факт существенного снижения содержания органического вещества на поверхностно-отвальной «О₂» и поверхностной «О₄» по сравнению с отвальной «О₁» на фоне высокоинтенсивной системы удобрений «У₃» и без внесения гербицидов («Г₁»).

Также необходимо отметить неблагоприятное влияние гербицидов на накопление органического вещества по сравнению с вариантами без их применения. Снижение показателя при использовании гербицидов («Г₂») проис-

ходило практически на всех вариантах обработки почвы и удобрений, причем существенным оно было на варианте поверхностной с рыхлением обработки «О₃» на высокоинтенсивном фоне питания «У₃». Эти тенденции можно объяснить снижением количества поступающей в почву органической массы сорняков при использовании гербицидов. Исключениями были варианты поверхностной обработки «О₄» на фоне экстенсивной системы удобрений «У₁» и поверхностно-отвальной «О₂» на интенсивных фонах «У₂» и «У₃», причем первый случай можно объяснить невысоким обилием сорняков, связанным с экстенсивным фоном питания, а второй – более эффективной борьбой с ними с помощью поверхностно-отвальной обработки почвы.

Если рассмотреть изменение показателя по слоям пахотного горизонта 0-10 и 10-20 см, то выделяется общая тенденция повышения количества органического вещества в слое 10-20 см на экстенсивном фоне питания «У₁» по сравнению со слоем 0-10 см. При интенсификации системы удобрений (на фоне «У₂» и, особенно, «У₃») динамика повышения содержания органического вещества склоняется в сторону слоя 0-10 см (рисунки 2, 3).

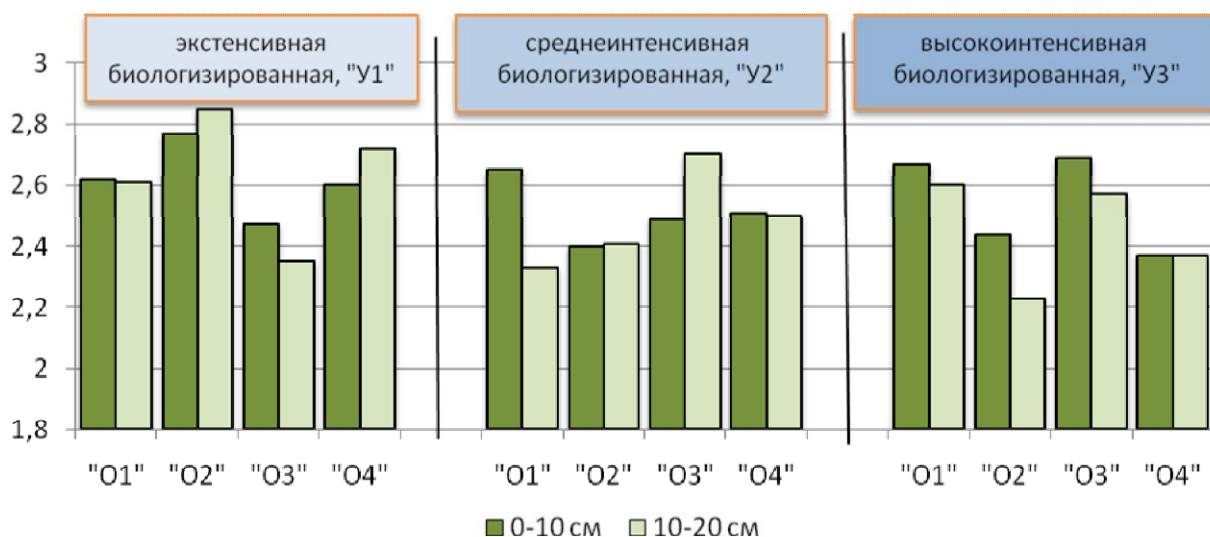


Рисунок 2 – Содержание органического вещества по слоям 0-10 и 10-20 см по фону без гербицидов («Г₁») в среднем за 2006-2011 гг., %

Это связано с тем, что минеральные удобрения после их внесения концентрируются в основном в слое 0-10 см.

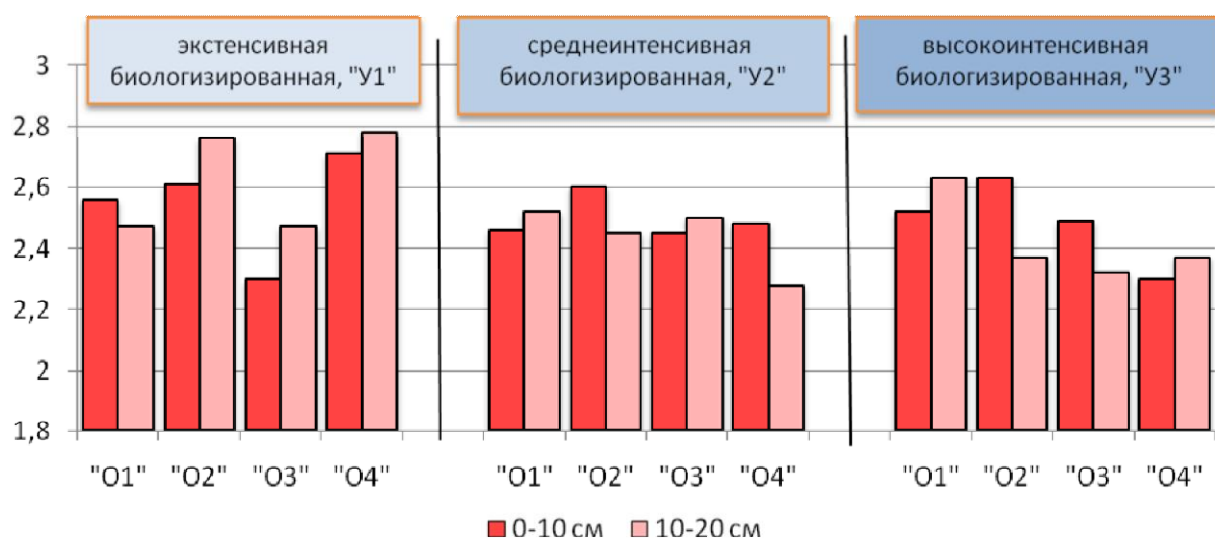


Рисунок 3 – Содержание органического вещества по слоям 0-10 и 10-20 см по фону с гербицидами («Г₂») в среднем за 2006-2011 гг., %

Динамика изменений содержания органического вещества в слое почвы 0-20 см по годам исследований была неоднозначной и зависела от изучаемых факторов.

Так, при применении экстенсивной биологизированной системы удобрений (рисунок 4) системы обработки почвы с применением вспашки (отвальная «О₁» и поверхностно-отвальная «О₂») имели сходную динамику изменений с 2006 до 2010 года, однако поверхностно-отвальная система обеспечила меньшую амплитуду колебаний показателя по сравнению с отвальной и, кроме того, способствовала наиболее быстрому темпу накопления органического вещества в почве среди всех систем обработки после резкого падения его содержания в 2009 году (причины этого были указаны выше при анализе изменений показателя в среднем по факторам). Это выразилось в 2011 году в максимальном значении содержания органического вещества за весь период исследований по фону без гербицидов «Г₁» – 3,42%, по фону с гербицидами «Г₂» – 3,33%. Эти значения были существенно выше, чем на контроле – отвальной обработке почвы «О₁».

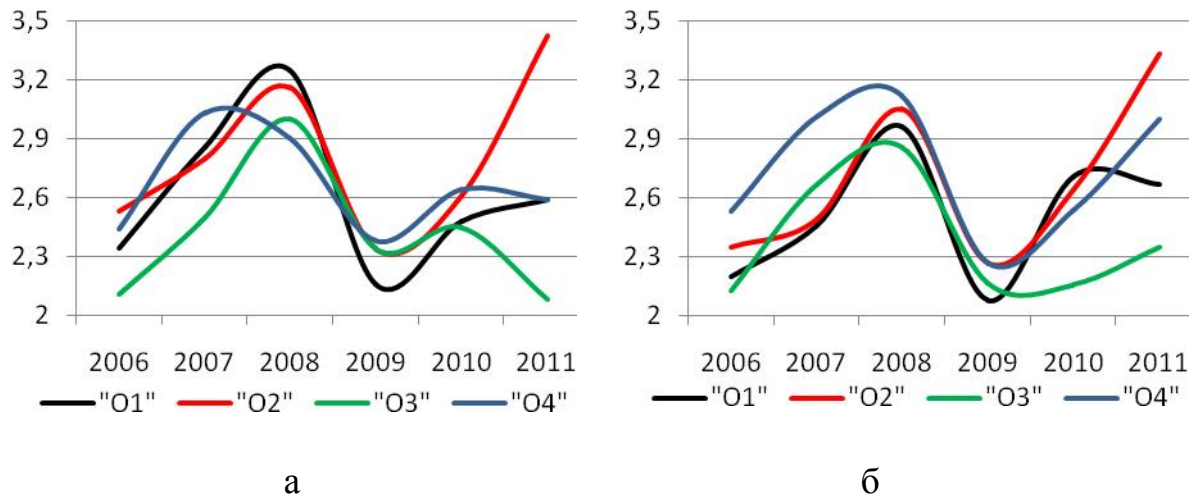


Рисунок 4 – Динамика содержания органического вещества в слое почвы 0-20 см по фону экстенсивной биологизированной системы удобрения «У₁», % (а – без гербицидов, «Г₁», б – с гербицидами, «Г₂»)

Ежегодная поверхностная обработка «О₄» изменяла содержание органического вещества по-разному в зависимости от системы защиты растений. Так, если без использования гербицидов («Г₁») показатель был на уровне отвальной обработки «О₁» (с 2006 по 2009 год), то при их применении (на вариантах «Г₂») наблюдалась динамика увеличения содержания органического вещества по сравнению с другими системами обработки почвы в период 2006-2009 гг., и в том числе с контролем (на 0,30%). После 2009 года динамика роста показателя содержания органического вещества была на уровне поверхностно-отвальной, но все же несколько ей уступала (на 0,22%). Это говорит о необходимости применения гербицидов при использовании ежегодной поверхностной обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы для контроля сорняков и поддержания уровня плодородия почвы.

Поверхностная с рыхлением обработка «О₃» показывала невысокую эффективность в накоплении органического вещества в почве как при внесении гербицидов, так и без них. Это отразилось в значительном снижении показателя в 2010 и 2011 годах по сравнению с отвальной системой обработки «О₁».

Также стоит отметить отрицательное достоверное влияние гербицидов на вариантах «Г₂» по содержанию органического вещества в 2007 году на отвальной обработке «О₁» и их положительное влияние в 2011 году на поверхностной обработке «О₄» по сравнению с вариантами без их применения («Г₁»).

Использование средних норм минеральных удобрений в дополнение к органическим на фоне удобрений «У₂» способствовало сглаживанию различий между обработками почвы (рисунок 5 а). Достоверные изменения коснулись лишь поверхностной с рыхлением обработки «О₃», на вариантах которой в 2011 году без внесения гербицидов («Г₁») содержание органического вещества было существенно больше, чем на отвальной «О₁».

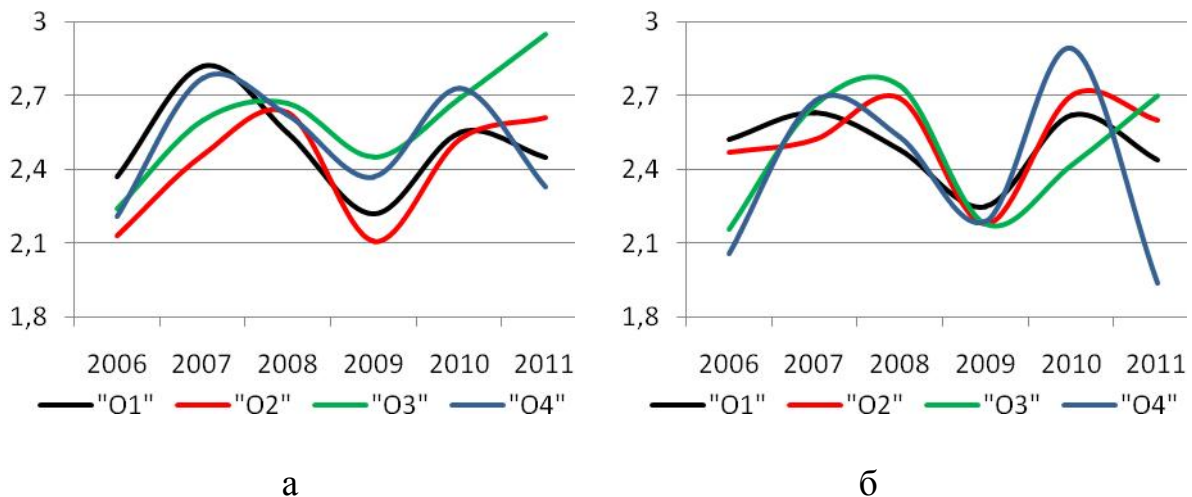


Рисунок 5 – Динамика содержания органического вещества в слое почвы 0-20 см по фону среднеинтенсивной биологизированной системы удобрения «У₂», % (а – без гербицидов, «Г₁», б – с гербицидами, «Г₂»)

На вариантах с применением гербицидов («Г₂») (рисунок 5 б) большему накоплению органического вещества способствовали в основном ресурсосберегающие обработки почвы «О₂», «О₃» и «О₄». Лишь ежегодная поверхностная обработка в 2011 году существенно снизила показатель в сравнении с отвальной обработкой «О₁».

Следует также отметить, что при сравнении вариантов удобрений выделялась тенденция снижения содержания органического вещества при её

интенсификации. Это проявилось в достоверном снижении показателя на поверхностно-отвальной и поверхностной обработках на фоне среднеинтенсивной биологизированной системы удобрений «У₂» по сравнению с экстенсивной биологизированной «У₁» в 2011 году.

Применение высокоинтенсивной биологизированной системы удобрений «У₃» усиливало динамику снижения содержания органического вещества на ресурсосберегающих обработках почвы в сравнении с отвальной, особенно без внесения гербицидов («Г₁») (рисунок 6 а). Причем в 2011 году данная тенденция переросла в существенное снижение показателя на поверхностно-отвальной «О₂» и поверхностной обработках «О₄» по сравнению с отвальной «О₁». При применении гербицидов на вариантах «Г₂» данная закономерность 2011 года коснулась и поверхностной с рыхлением обработки «О₃» (рисунок 6 б).

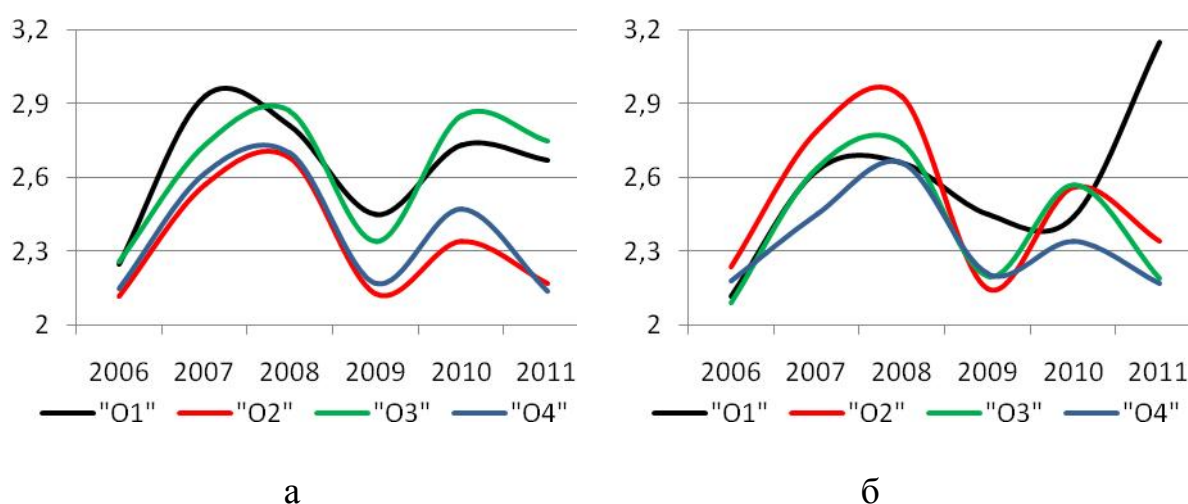


Рисунок 6 – Динамика содержания органического вещества в слое почвы 0-20 см по фону высокоинтенсивной биологизированной системы удобрения «У₃», % (а – без гербицидов, «Г₁», б – с гербицидами, «Г₂»)

При сравнении высокоинтенсивной системы удобрений «У₃» с экстенсивной «У₁» следует отметить тенденцию повышения содержания органического вещества на отвальной обработке почвы «О₁» и снижение на поверхностно-отвальной «О₂» и поверхностной «О₄», причем характер достоверных эти различия получили в 2011 году.

Таким образом, как исключение вспашки из системы основной обработки почвы (вариант «О₄»), так и ежегодное её проведение (вариант «О₁») не обеспечило наибольшего накопления органического вещества в дерново-подзолистой супесчаной почве. Этому способствовало сочетание обработок – поверхностно-отвальная («О₂»), особенно при экстенсивной биологизированной системе удобрений «У₁» (3,33-3,42%). Причем данная система обработки и удобрений была наиболее эффективной в усилении гумусонакопления с 2010 года после падения его содержания в 2009 году. На данном фоне питания «У₁» также была несущественна и роль гербицидов, что говорит о возможности их исключения из системы защиты растений. Применение же интенсивных систем удобрений («У₂ и У₃») было менее эффективно в накоплении органического вещества на ресурсосберегающих обработках, но более эффективно на отвальной «О₁». На этих фонах питания возрастала роль гербицидов в увеличении показателя содержания органического вещества.

Определяющую роль в изменении содержания органического вещества и других свойств почвы играют почвенные микроорганизмы, среди которых целлюлозоразлагающие занимают большую долю.

3.2 Изменчивость целлюлозоразлагающей активности дерново-подзолистой супесчаной почвы

Активность целлюлотиков – один из объективных показателей биологической активности почвы. Это обширная группа микроорганизмов, участвующих в разложении наиболее распространенного органического вещества – целлюлозы. От их жизнедеятельности зачастую зависит баланс органического вещества почвы.

По результатам опыта при сравнении систем основной обработки почвы (в среднем по системам удобрений и защиты растений) на первом этапе исследований в 2008 году наблюдалась динамика повышения целлюлозораз-

лагающей активности почвы на всех обработках по сравнению с 2007 годом (таблица 5).

Таблица 5 – Целлюлозоразлагающая активность почвы в зависимости от системы основной обработки почвы (% разложения льняного полотна, в среднем по системам удобрений и гербицидов, 2007-2011 гг.)

Вариант		Слой почвы, см	Год					среднее за 2007-2010
			1 этап		2 этап			
			2007	2008	2009	2010	2011	
O ₁	Отвальная	0-10	55,05	70,24	55,78	60,08	59,64	60,29
		10-20	41,12	51,23	44,82	55,16	40,96	48,08
		0-20	48,09	60,74	50,30	57,62	35,30	54,19
O ₂	1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная	0-10	59,41	66,85	63,39	50,70	16,48	61,77
		10-20	49,74	54,69	44,93	58,05	29,34	51,85
		0-20	54,58	60,77	54,16	54,38	22,91	56,81
O ₃	1 этап – поверхностно-отвальная-2, 2 этап – поверхностная с рыхлением	0-10	67,74	61,81	66,45	64,97	-	65,24
		10-20	47,54	56,93	45,72	53,02	-	50,80
		0-20	57,64	59,37	56,09	59,00	-	58,02
O ₄	1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап - поверхностная	0-10	54,86	61,33	57,76	55,70	-	57,41
		10-20	52,30	57,75	39,31	49,68	-	49,01
		0-20	53,58	58,04	48,54	52,69	-	53,21
НСР ₀₅		0-10	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
		10-20	10,34	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
		0-20	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅

Стоит отметить, что целлюлозоразлагающая активность несколько снижалась в слое почвы 10-20 см по сравнению со слоем 0-10 см, что может быть вызвано худшей аэрацией почвы в данном слое и меньшим поступлением органических остатков.

В 2007 году на вариантах ресурсосберегающих обработок в целом наблюдалась положительная динамика по сравнению с отвальной. В 2008 году, после заделки соломы значения данного показателя выровнялись по всем обработкам.

Второй период исследований охарактеризовался некоторым снижением активности почвенных микроорганизмов по сравнению с 2008 годом, когда были внесены удобрения в запас на 4 года. Стоит отметить, что преимущества были за системой ресурсосберегающих обработок («О₂» и «О₃»), т.е. динамика изменения целлюлозоразлагающей активности была такая же, как и в 2007 году.

В последующий год (2010) наблюдалась тенденция к усилению целлюлозоразлагающей активности почвы на всех вариантах обработки в сравнении с предыдущим годом. Наиболее высокий процент разложения льняного полотна в слое 0-20 см был отмечен на варианте поверхностной с рыхлением обработки («О₃») – 59,0%, что на 1,38% больше, чем на отвальной обработке, и на 6,31% больше, чем на поверхностной («О₄»), хотя существенных различий выявлено не было.

В 2011 году произошел спад целлюлозоразлагающей активности почвы, особенно на варианте поверхностно-отвальной обработки, – на 31,47% по сравнению с 2010 годом. Такому спаду способствовали метеорологические условия данного года и последствия засухи 2010 года.

В целом можно отметить, что ресурсосберегающие обработки не снижали целлюлозоразлагающую активность почвы по сравнению с ежегодной отвальной.

Что касается систем удобрений (в среднем по системам обработки и защиты растений), то наблюдались скачки в динамике изменения целлюлозоразлагающей активности почвы (таблица 6).

Так, на первом этапе исследований на среднеинтенсивном биологизированном фоне питания наблюдалось усиление биологической активности почвы по сравнению с экстенсивным фоном: на 2,43% – в 2007 году и 7,49% – в 2008 году. Применение высокоинтенсивной системы удобрений («У₃») вызывало достоверное снижение целлюлозоразлагающей активности почвы (в 2007 году) на 9,73% по сравнению с экстенсивной и на 9,59% – со средне-

интенсивной системами удобрений, что связано с негативным влиянием высоких доз минеральных удобрений на почвенную микрофлору.

Таблица 6 – Целлюлозоразлагающая активность почвы в зависимости от системы удобрения (% разложения льняного полотна, в среднем по системам обработки почвы и гербицидов, 2007-2011 гг.)

Вариант		Слой почвы, см	Год					
			1 этап		2 этап			среднее за 2007-2010
У ₁	экстенсивная биологизированная	0-10	62,55	58,58	58,35	55,07	30,02	58,64
		10-20	46,22	54,66	40,54	58,53	34,65	49,99
		0-20	54,39	56,62	49,45	56,80	32,34	54,32
У ₂	среднеинтенсивная биологизированная	0-10	62,41	70,49	65,20	63,85	-	65,49
		10-20	51,10	57,72	49,25	53,50	-	52,90
		0-20	56,76	64,11	57,23	58,68	-	59,20
У ₃	высокоинтенсивная биологизированная	0-10	52,82	66,10	58,99	59,70	16,10	59,41
		10-20	45,70	50,82	41,29	49,87	35,65	46,93
		0-20	49,19	58,46	50,14	54,79	25,87	53,17
НСР ₀₅		0-10	9,44	0,25	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	2,45	5,50
		10-20	Fф<F ₀₅	0,37	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
		0-20	Fф<F ₀₅	0,22	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	4,44	4,60

Подобная динамика сохранилась и на втором этапе исследований, а также отразилась и на средних показателях за весь период исследований.

В среднем за 4 года исследований достоверное увеличение целлюлозоразлагающей активности отмечалось при среднеинтенсивной системе удобрений как в слое 0-10 см (на 6,85% по сравнению с экстенсивной системой удобрений), так и в целом слое 0-20 см (на 4,88% по сравнению с экстенсивной системой удобрений).

По системам защиты растений от сорняков (в среднем по системам обработки и удобрений) (таблица 7) на обоих этапах исследований не отмечалось никаких существенных изменений, кроме 2011 года, когда применение гербицида способствовало усилению биологической активности почвы. Это

можно объяснить дополнительным поступлением в почву органического вещества отмерших в результате действия гербицида частей сорных растений. В среднем за годы исследований гербициды всего лишь на 2,32% способствовали усилению целлюлозоразлагающей активности почвы, но данные различия не были существенными.

Таблица 7 – Целлюлозоразлагающая активность почвы в зависимости от системы защиты растений от сорняков (% разложения льняного полотна, в среднем по системам обработки почвы и удобрений, 2007-2011 гг.)

Вариант		Слой почвы, см	Год					
			1 этап		2 этап			среднее за 2007-2010
					2009	2010	2011	
Г ₁	без гербицидов	0-10	55,25	61,57	62,85	59,68	20,70	59,84
		10-20	45,00	54,29	42,47	54,06	22,09	48,96
		0-20	50,13	57,93	52,66	56,87	21,39	54,40
Г ₂	с гербицидами	0-10	63,28	68,55	58,84	59,40	25,42	62,52
		10-20	50,35	54,51	44,91	53,89	48,21	50,92
		0-20	56,82	61,53	51,88	56,65	36,81	56,72
НСР ₀₅		0-10	6,95	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅
		10-20	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	13,67	Fф<F ₀₅
		0-20	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	11,39	Fф<F ₀₅

В среднем за период исследований (2007-2010 гг.) динамика изменения целлюлозоразлагающей активности почвы была следующей (рисунок 7, приложение 2).

На экстенсивном фоне питания без применения гербицидов достоверное повышение активности почвенной микрофлоры наблюдалось на варианте поверхностно-отвальной обработки («О₂»). Применение гербицида по данному фону питания способствовало усилению биологической активности почвы на вариантах отвальной и поверхностной обработок. На варианте поверхностно-отвальной обработки, наоборот, отмечалось некоторое снижение активности почвенных микроорганизмов.

Среднеинтенсивная биологизированная система удобрений в целом способствовала усилению активности почвенной микрофлоры по сравнению с экстенсивным фоном питания.

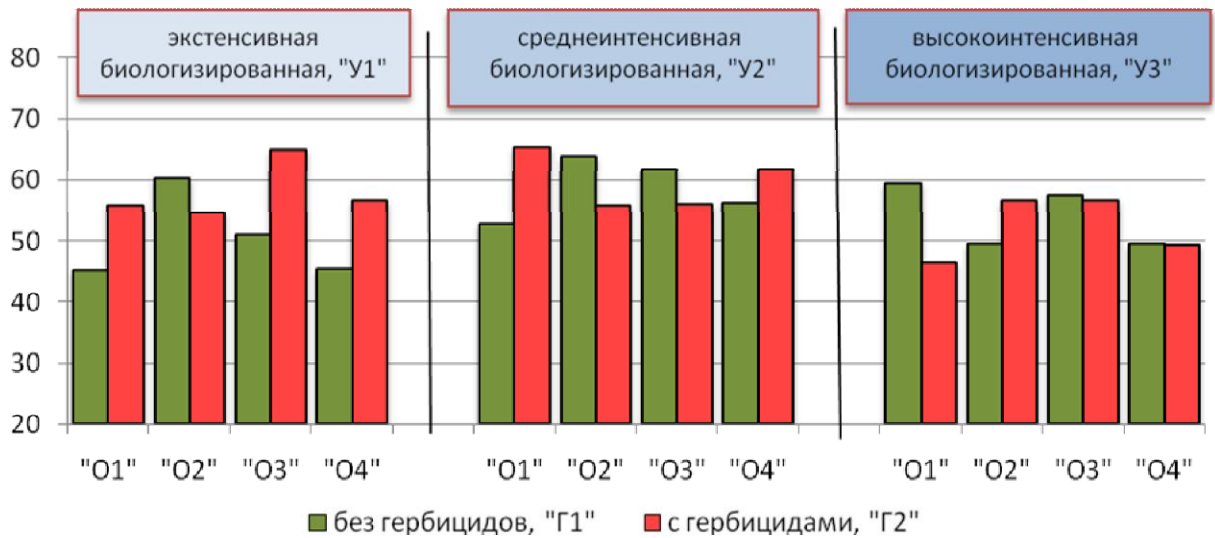


Рисунок 7 – Целлюлозоразлагающая активность в слое почвы 0-20 см в среднем за 2007-2010 гг., % разложения льняного полотна

По фону без применения гербицидов изменения целлюлозоразлагающей активности почвы на вариантах отвальной, поверхностно-отвальной и поверхностной обработок имели ту же динамику, что и при экстенсивной системе удобрений. Поверхностная с рыхлением обработка повела себя при данном фоне питания аналогично поверхностно-отвальной.

Гербициды при среднеинтенсивной системе удобрений способствовали усилению активности почвенных микроорганизмов на вариантах отвальной и поверхностной обработок и снижению активности на вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной с рыхлением.

Повышенные дозы минеральных удобрений при высокоинтенсивной системе удобрений, по фону без применения гербицидов, способствовали усилению биологической активности почвы на вариантах отвальной обработки. Гербицид приводил к резкому снижению активности почвенных микроорганизмов на варианте отвальной обработки и повышению на поверхностно-отвальной. На вариантах ресурсосберегающих обработок («O₃», «O₄»)

процент разложения льняного полотна был примерно на уровне безгербицидных вариантов.

Динамика изменения целлюлозоразлагающей активности почвы на фоне без гербицидов по слоям пахотного горизонта на разных обработках и при всех фонах питания была одинаковой: увеличение активности почвенных микроорганизмов в слое 0-10 см и снижение в слое 10-20 см (рисунок 8). Это связано с ухудшением аэрации почвы в нижних слоях пахотного горизонта, а также меньшим поступлением органических остатков.

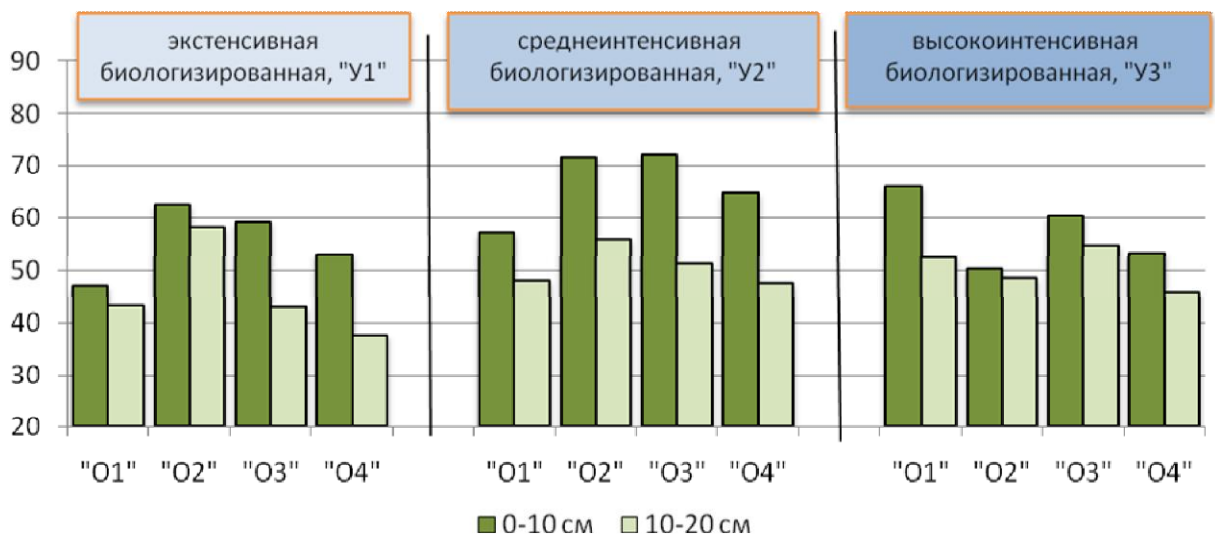


Рисунок 8 – Целлюлозоразлагающая активность почвы по слоям пахотного горизонта (0-10 и 10-20 см) по фону без гербицидов («Г₁») в среднем за 2007-2010 гг., % разложения льняного полотна

Стоит отметить, что при экстенсивной и среднеинтенсивной системах удобрения преимущества были за ресурсосберегающими системами обработки по сравнению с отвальной. Однако при высокоинтенсивной системе удобрений наблюдалась обратная двум предыдущим фонам питания динамика изменения целлюлозоразлагающей активности. Это может быть вызвано отрицательным действием высоких доз минеральных удобрений, особенно на обработках, исключаящих ежегодную вспашку.

Применение гербицидов привело к повышению активности целлюлозоразлагающих микроорганизмов в слое 0-10 см на всех фонах питания и при всех системах основной обработки почвы (рисунок 9).

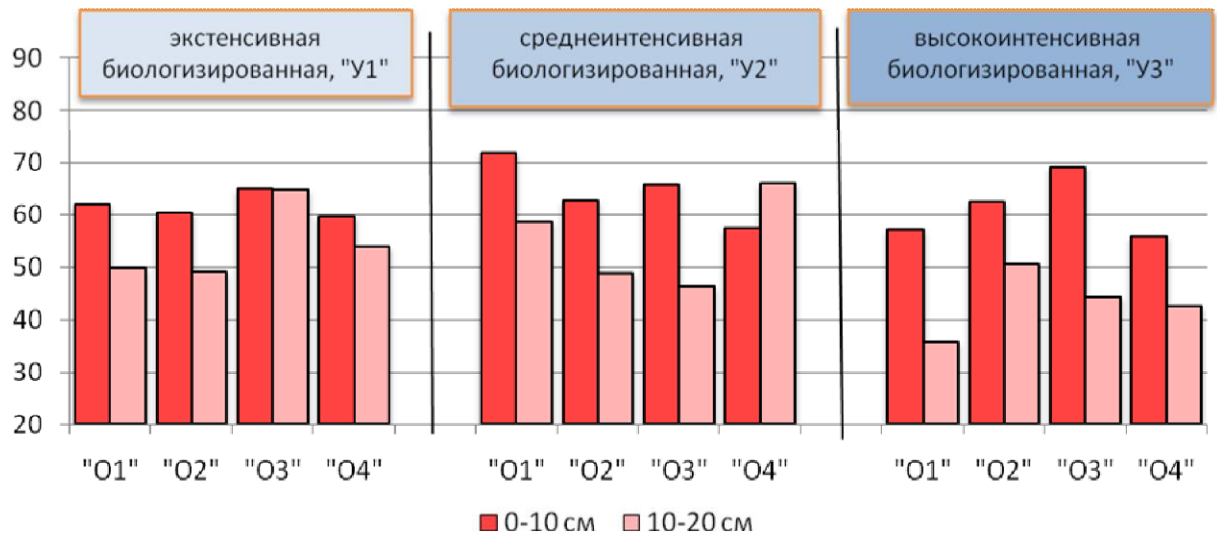


Рисунок 9 – Целлюлозоразлагающая активность почвы по слоям пахотного горизонта (0-10 и 10-20 см) по фону с гербицидами («Г₂») в среднем за 2007-2010 гг., % разложения льняного полотна

При экстенсивном фоне питания в слое почвы 0-10 см некоторое преимущество было за поверхностной с рыхлением обработкой. На остальных обработках процент разложения льняного полотна был примерно на одном уровне. В слое почвы 10-20 см небольшое преимущество так и сохранилось за поверхностной с рыхлением («О₃») обработкой.

Среднеинтенсивная система удобрений в целом способствовала усилению целлюлозоразлагающей активности почвы.

В слое почвы 0-10 см небольшое увеличение активности почвенных микроорганизмов наблюдалось на всех обработках, кроме поверхностной. Однако в слое 10-20 см на варианте поверхностной обработки было отмечено достоверное повышение целлюлозоразлагающей активности почвы.

При высокоинтенсивной системе удобрений отмечалось снижение активности почвенных микроорганизмов по сравнению со среднеинтенсивной системой удобрения. Данное явление связано с токсическим (ингибирую-

щим) действием высоких доз минеральных удобрений в сочетании с гербицидом на почвенные микроорганизмы.

В целом при данной системе удобрений преимущество было за поверхностно-отвальной («O₂») и поверхностной с рыхлением («O₃») обработками, как в слое почвы 0-10 см, так и в слое 10-20 см.

Динамика целлюлозоразлагающей активности в слое почвы 0-20 см по фону экстенсивной системы удобрений без применения средств защиты растений от сорняков изменялась следующим образом (рисунок 10).

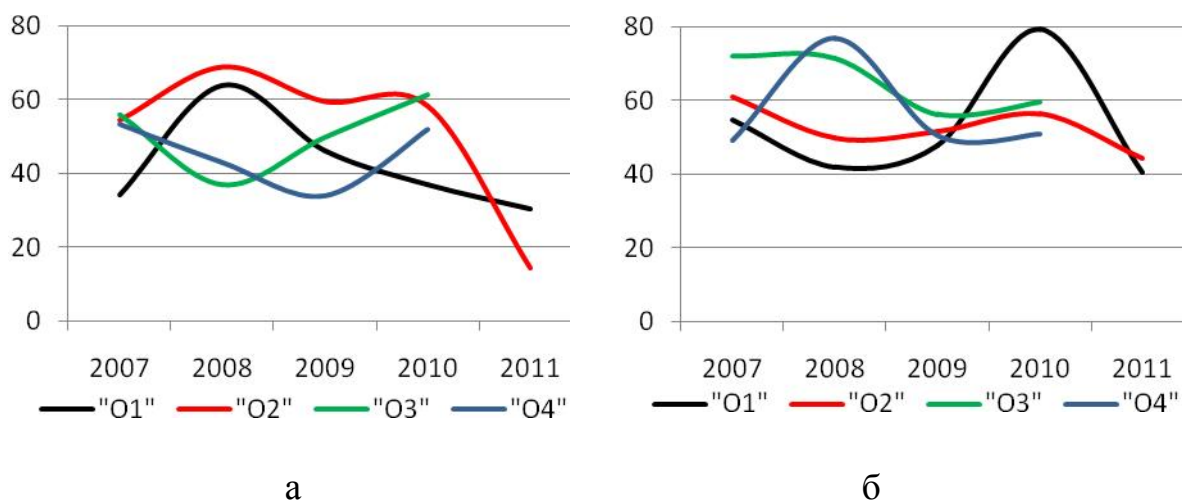


Рисунок 10 – Динамика целлюлозоразлагающей активности в слое почвы 0-20 см по фону экстенсивной биологизированной системы удобрения «У₁», % разложения льняного полотна (а – без гербицидов, «Г₁», б – с гербицидами, «Г₂»)

На варианте ежегодной отвальной обработки тенденция к повышению активности почвенных микроорганизмов отмечалась в 2007-2008 гг. После 2008 года произошел спад в активности почвенной микрофлоры, который продолжался до 2011 года. Такой спад мог быть вызван многими факторами, такими, как выращиваемая культура, минеральные удобрения, метеорологические условия (засуха в 2010 году, а также достаточно сухое лето 2011 года).

На варианте поверхностно-отвальной системы обработки почвы к 2008 году отмечалось усиление целлюлозоразлагающей активности почвы, но в

2009 году произошел небольшой спад, что было вызвано проведенной вспашкой. В 2010 году активность почвенных микроорганизмов снова возросла, но в 2011 году отмечалось резкое снижение деятельности почвенной микрофлоры, что объясняется последствиями засухи 2010 года.

На поверхностной с рыхлением и поверхностной обработках («О₃», «О₄») снижение целлюлозоразлагающей активности почвы отмечалось в 2008 и 2009 годах, повышение активности почвенных микроорганизмов началось с 2009 года на поверхностной с рыхлением обработке, с 2010 – на поверхностной. Далее исследования на этих обработках не проводились.

Применение гербицидов при данном фоне питания достоверно увеличивало активность почвенных микроорганизмов в 2010 году на варианте отвальной обработки почвы, хотя в 2011 году был отмечен спад в активности почвенной микрофлоры.

На варианте поверхностно-отвальной обработки наблюдалась та же динамика, что и на отвальной, но без существенных различий.

Целлюлозоразлагающая активность почвы на вариантах поверхностных обработок имела свой пик в 2007 (на поверхностной «О₄») и в 2008 (на поверхностной с рыхлением «О₃») годах, после спада в 2009 году, т.е. в 2010 году, отмечалась тенденция к повышению активности почвенной микрофлоры.

При среднеинтенсивной системе удобрений без применения средств защиты отмечалась следующая динамика изменения целлюлозоразлагающей активности почвы (рисунок 11).

На варианте ежегодной отвальной обработки отмечался плавный подъем целлюлозоразлагающей активности к 2008 году и спад к 2010 году.

На поверхностно-отвальной и поверхностной обработках наблюдались пики активности почвенной микрофлоры в 2008 году, спады в 2009 году и снова подъемы с 2010 года. Но стоит отметить, что изменения на поверхностной обработке имели более сглаженную амплитуду, чем на поверхностно-отвальной обработке.

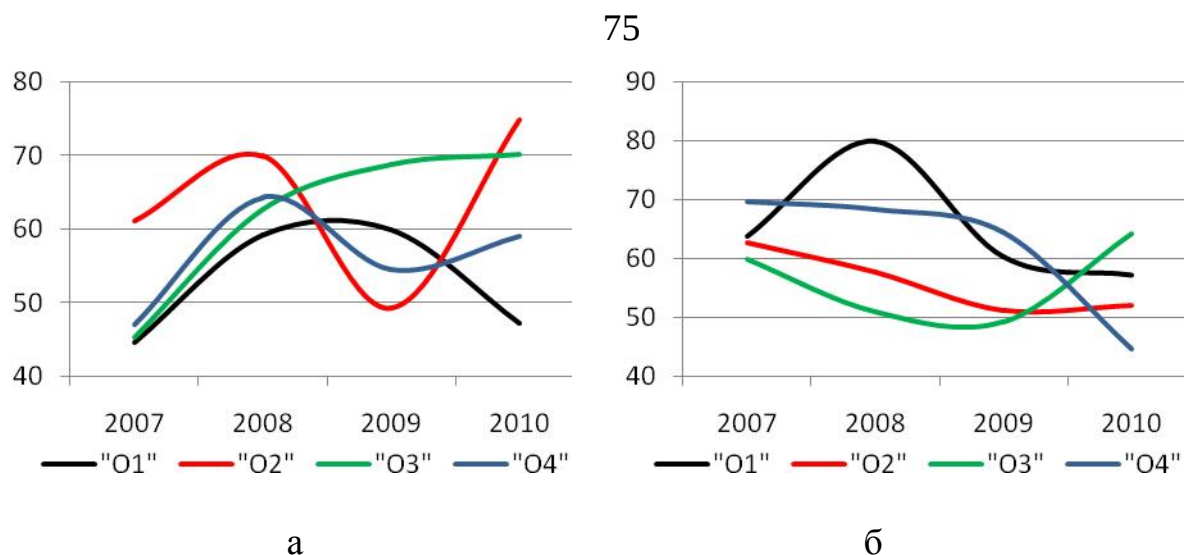


Рисунок 11 – Динамика целлюлозоразлагающей активности в слое почвы 0-20 см по фону среднеинтенсивной биологизированной системы удобрения «У₂», %разложения льняного полотна (а – без гербицидов, «Г₁», б – с гербицидами, «Г₂»)

На варианте поверхностной с рыхлением обработки за все периоды исследований наблюдалось плавное повышение целлюлозоразлагающей активности почвы от 2007 к 2010 году.

Применение гербицидов при данном фоне питания привело к следующей динамике: на варианте отвальной обработки отмечался пик повышения целлюлозоразлагающей активности почвы в 2008 году, затем произошел спад, длившийся до 2010 года. На поверхностно-отвальной обработке наблюдался спад активности почвенной микрофлоры с 2007 и до 2010 года. Поверхностная с рыхлением обработка почвы на первом этапе исследований (2007-2008 гг.) вела себя аналогично поверхностно-отвальной. Но с 2009 года отмечалась тенденция к усилению деятельности почвенной микрофлоры. На поверхностной обработке наблюдалась небольшая тенденция к снижению целлюлозоразлагающей активности почвы с 2007 по 2008 год, а затем произошел резкий спад активности почвенной микрофлоры, длившийся с 2009 по 2010 год.

При высокоинтенсивной системе удобрений без применения средств защиты отмечалась следующая динамика (рисунок 12).

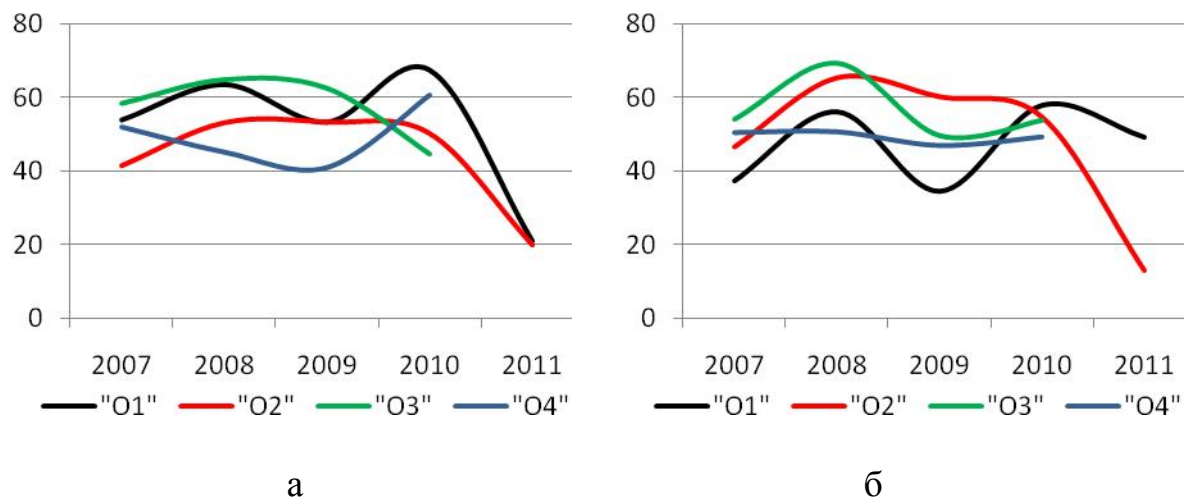


Рисунок 12 – Динамика целлюлозоразлагающей активности в слое почвы 0-20 см по фону высокоинтенсивной биологизированной системы удобрения «У₃», % разложения льняного полотна (а – без гербицидов, «Г₁», б – с гербицидами, «Г₂»)

На варианте ежегодной отвальной обработки отмечался подъем активности почвенных микроорганизмов в 2008 году, спад – в 2009 году, затем снова подъем к 2010 году и снова спад к 2011 году.

На поверхностно-отвальной и поверхностной с рыхлением обработках спад активности почвенной микрофлоры отмечался только к 2010 году.

На варианте поверхностной обработки спад целлюлозоразлагающей активности наблюдался с 2007 по 2009 год, затем наметилась тенденция к увеличению активности микроорганизмов.

По фону применения гербицидов при данном фоне питания отвальная обработка вела себя аналогично безгербицидным вариантам.

На варианте поверхностно-отвальной обработки отмечался подъем активности почвенных микроорганизмов в 2008 году и спад к 2011, особенно резко – с 2010 по 2011 год.

Поверхностная с рыхлением обработка имела пик целлюлозоразлагающей активности в 2008 года и спад последней к 2010 году.

На варианте поверхностной обработки целлюлозоразлагающая активность от 2007 к 2010 году практически не изменялась.

3.3 Численность хищных жужелиц и ее изменение в посевах различных культур

Хищные жужелицы – важный фактор уничтожения вредителей зерновых культур. Кроме того, динамика их численности может использоваться для оценки экологического состояния агроландшафтов, так как они чувствительно реагируют на антропогенное воздействие на окружающую среду.

Численность хищных жужелиц на первом этапе исследований (2006-2008 гг.) имела следующую динамику (таблица 8).

В 2006 году под посадками картофеля достоверное снижение количества хищных жужелиц отмечалось на поверхностно-отвальных обработках «О₃» и «О₄», это связано с тем, что вспашка проводилась в 2003 году на «О₄» и в 2004 году на «О₃», в результате чего поверхность почвы была несколько уплотнена, что создавало не очень благоприятные условия для обитания некоторых видов хищных жужелиц (особенно геобионтов), за счет этого падало и общее количество хищных жужелиц при учетах, также могли сказаться и метеорологические условия данного года.

Таблица 8 – Численность хищных жужелиц в зависимости от основной системы обработки почвы (шт. /10 ловушко-суток, в среднем по системам удобрений и гербицидов, 2006-2009, 2011 гг.)

Вариант		Год					
		1 этап			2 этап		среднее за 2006-2009, 2011 гг.
		2006	2007	2008	2009	2011	
О ₁	отвальная	3,5	10,5	8,4	9,7	12,8	9,0
О ₂	1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная	3,7	9,9	8,2	8,1	9,8	7,9
О ₃	1 этап – поверхностно-отвальная-2, 2 этап – поверхностная с рыхлением	2,7	10,2	12,3	8,8	9,8	8,8
О ₄	1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная	2,8	14,6	9,2	9,3	10,3	9,2
НСР ₀₅		0,62	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅

В 2007 и 2008 годах под посевами яровой пшеницы количество хищных насекомых возросло по сравнению с 2006 годом, соответственно на 7,0% и 4,5%. Такое явление может быть связано с видовыми особенностями жуужелиц, обитающими под посевами разных культур, а также особенностями формирования кормовой базы для этих насекомых в посевах конкретной культуры.

В целом в 2007-2008 годы существенных различий между обработками почвы выявлено не было.

На втором этапе исследований (2009, 2011 гг.) значительных различий по обработкам выявлено также не было. В 2009 году количество хищных жуужелиц было примерно на уровне 2008 года. Небольшая положительная тенденция к увеличению числа хищных насекомых отмечалась в 2011 году (на 1,0-3,1% в зависимости от обработки почвы). В данные годы небольшое преимущество сохранялось за отвальной обработкой почвы.

В среднем за 5 лет исследований численность хищных жуужелиц не имела существенных изменений в зависимости от систем обработки почвы.

В зависимости от систем удобрения динамика численности хищных жуужелиц по этапам исследования была следующей (таблица 9).

Таблица 9 – Численность хищных жуужелиц в зависимости от системы удобрения (шт. /10 ловушко-суток, в среднем по системам обработки почвы и гербицидов, 2006-2009, 2011 гг.)

Вариант		Год					
		1 этап			2 этап		среднее за 2006-2009, 2011 гг.
		2006	2007	2008	2009	2011	
У ₁	экстенсивная биологизированная	4,2	9,8	9,4	11,6	14,8	10,0
У ₂	среднеинтенсивная биологизированная	3,5	9,6	9,4	7,8	8,8	7,8
У ₃	высокоинтенсивная биологизированная	3,3	14,6	9,9	7,4	8,5	8,7
НСР ₀₅		Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	2,31	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅

На первом этапе исследований, в 2006 году, применение средне- и высокоинтенсивной системы удобрения приводило к снижению числа хищных насекомых соответственно на 0,7 и 0,9%, что связано с негативным действием минеральных удобрений на почвенную энтомофауну. Хотя стоит отметить, что существенных различий между вариантами выявлено не было. В 2007 и 2008 годах действие минеральных удобрений было более сглажено, численность хищных насекомых была на одном уровне на всех трех фонах и даже несколько повышалась (на 4,8%) в 2007 году и на 0,5% – в 2008 на «У₃». Все эти явления в большей мере связаны с особенностями видов хищных, жужелиц, обитающих в посевах различных культур.

На втором этапе исследований, в 2009 году, произошло достоверное снижение количества хищных жужелиц на вариантах средне- и высокоинтенсивной системы удобрений (соответственно в 1,49 и 1,57 раза по сравнению с вариантом экстенсивной системы удобрений), что связано с токсичным действием высоких доз минеральных удобрений, внесенных в запас на 4 года осенью 2008 года. В 2011 году сохранилась та же тенденция, хотя и без существенных различий.

В среднем за пятилетний период исследований наблюдалась тенденция к снижению численности хищных жужелиц на вариантах среднеинтенсивной и высокоинтенсивной систем удобрения по сравнению с вариантом экстенсивной системы удобрения соответственно на 1,3 и 2,2%. В целом можно сделать вывод о негативном, а порой и токсическом действии минеральных удобрений на почвенных насекомых, в том числе и хищных жужелиц.

При изучении влияния систем защиты растений от сорняков численность хищных жужелиц изменялась следующим образом (таблица 10).

На первом этапе исследований в 2006 году почвенный гербицид Зенкор достоверно снижал численность хищных жужелиц в 1,58 раза по сравнению с безгербицидными вариантами.

В 2007 и 2008 годах в посевах яровой пшеницы применялся повсходовый гербицид Секатор, который не имел столь токсичного действия на поч-

венную энтомофауну, как Зенкор, поэтому в указанный период тенденция к снижению численности хищных жуужелиц (на 1,3%) наблюдалась лишь в 2007 году.

Таблица 10 – Численность хищных жуужелиц в зависимости от систем защиты растений от сорняков (шт. /10 ловушко-суток, в среднем по системам обработки почвы и удобрений, 2006-2009, 2011 гг.)

Вариант		Год					
		1 этап			2 этап		среднее за 2006-2009, 2011 гг.
		2006	2007	2008	2009	2011	
Г ₁	без гербицидов	4,6	12,0	9,4	9,4	11,4	9,4
Г ₂	с гербицидами	2,9	10,7	9,7	8,6	9,9	8,4
НСР ₀₅		0,82	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅

В начале второго этапа исследований в 2009 году в посевах однолетних трав гербициды не применялись, но тенденция к снижению численности жуужелиц все же сохранилась (на 0,8%). Та же тенденция сохранилась и в 2011 году под посадками картофеля при использовании смеси почвенных гербицидов Зенкор и Титус (снижение численности жуужелиц в 1,15 раза по сравнению с безгербицидными вариантами).

В целом следует отметить негативное действие гербицидов на хищных жуужелиц, степень которого зависит от вида гербицида.

В среднем за 5 лет исследований численность хищных жуужелиц по фону экстенсивной системы удобрений без применения гербицидов увеличивалась на вариантах отвальной «О₁» и поверхностно-отвальной «О₂» обработок (рисунок 13, приложение 3). На других вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы количество жуужелиц снижалось на 1,1-2,2% по сравнению с отвальной обработкой по данному фону питания.

Применение гербицидов при данной системе удобрения способствовало увеличению числа хищных насекомых на варианте отвальной обработки почвы и достоверному снижению числа жуужелиц на варианте поверхностно-

отвальной обработки (в 1,65 раза) по сравнению с безгербицидным вариантом. На обработках «О₃» и «О₄» численность хищных насекомых либо незначительно снизилась, либо осталась на уровне безгербицидного варианта.

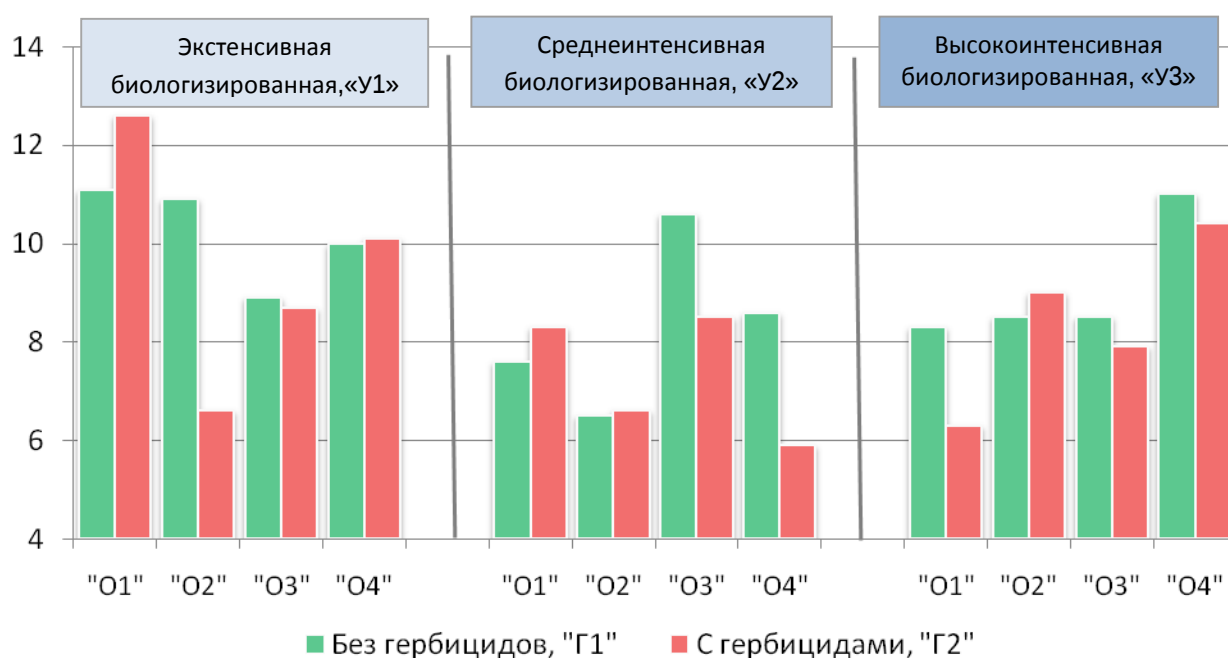


Рисунок 13 – Численность хищных жуужелиц в среднем за 2006-2009, 2011 гг., шт./10 ловушко-суток

Применение среднеинтенсивной системы удобрений без гербицидов привело к снижению количества хищных жуужелиц на вариантах отвальной «О₁» и поверхностно-отвальной обработки «О₂», а также поверхностной «О₄» соответственно на 3,5; 4,4 и 1,4% по сравнению с экстенсивным фоном питания и увеличению на поверхностной с рыхлением «О₃» на 1,7%. Гербициды имели обратное действие – способствовали увеличению численности хищных насекомых на вариантах отвальной (на 1,5%) и поверхностно-отвальной (на 0,1%) обработок почвы, и снижению на поверхностной с рыхлением и поверхностной обработках (на 2,1–2,7 %).

Высокоинтенсивная система удобрения по фону без гербицида, способствовала увеличению численности хищных жуужелиц на варианте поверхностной обработки почвы «О₄» (на 0,6 %), на остальных обработках почвы количество жуужелиц было на одном уровне и в 1,3 раза ниже, чем на поверх-

ностной обработке. Однако существенных различий выявлено не было. Применение гербицида по данному фону питания приводило к некоторому снижению численности хищных жужелиц на вариантах отвальной «О₁», поверхностной с рыхлением «О₃» и поверхностной «О₄» обработок почвы (соответственно на 2,0; 0,6 и 0,6%), а также незначительному увеличению числа насекомых на вариантах поверхностно-отвальной обработки «О₂».

В целом можно сделать вывод, что системы ресурсосберегающих обработок почвы не приводили к достоверному снижению численности хищных жужелиц по сравнению с ежегодной отвальной обработкой.

Средне- и высокоинтенсивные системы удобрения приводили к снижению численности хищных насекомых ввиду токсичного действия минеральных удобрений на насекомых.

Токсичность действия гербицидов на почвенную энтомофауну зависела от вида гербицида. Но в целом гербициды способствовали снижению численности хищных жужелиц.

В целом токсичность почвы определяется не только угнетающим действием на полезную энтомофауну, но чаще диагностируется по ингибированию проростков тест-культур.

3.4 Влияние систем обработки почвы, удобрений и защиты растений на динамику изменения общей токсичности супесчаной почвы

Токсичность почвы – это общий показатель, характеризующий угнетающее воздействие почвы на прорастающие растения. Нижеприведенные результаты изменения токсичности почвы основаны на измерении показателей роста тест-культуры – озимой ржи. При этом считается, что почва проявляет токсические свойства при снижении показателей развития тест-культуры на 20-30% по сравнению с абсолютным контролем – результатами, полученными при выращивании данной культуры на увлажняемой фильтровальной бумаге.

В целом за все годы исследований небольшое токсическое действие почвы в сравнении с фильтровальной бумагой отмечалось на таком показателе, как длина корней. В 2006 и 2009 годах отклонения от контроля составили 32,0-42,0%, а в 2008 году – 44,5-48,4%, в последнем случае это может быть вызвано аллелопатическим действием предшественника на культуру (повторные посевы яровой пшеницы).

Динамика изменения общей токсичности почвы в слое 0-20 см за 2006-2009 годы имела в основном несущественный характер, однако обращают на себя внимание следующие тенденции (таблица 11).

Так, в 2006 году, при экстенсивном фоне питания («У₁») без применения гербицидов, наибольшая всхожесть тест-культуры отмечалась на вариантах поверхностной «О₄» и поверхностно-отвальной «О₃» обработок почвы, по сравнению с ежегодной отвальной – соответственно на 9,3 и 12,3%.

Применение гербицидов при данной системе удобрений способствовало снижению всхожести на вариантах поверхностно-отвальной «О₂» и поверхностной обработок, как по сравнению с отвальной, так и с безгербицидными вариантами; а также некоторому увеличению всхожести на отвальной «О₁» и поверхностной с рыхлением «О₃» обработках.

Среднеинтенсивная система удобрений по фону без гербицида способствовала снижению всхожести семян тест-культуры на вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы («О₂», «О₃», «О₄») по сравнению с отвальной соответственно на 22,7; 2,0 и 4,0%.

На вариантах с применением гербицида при данном фоне питания наблюдалась обратная безгербицидному фону динамика изменения всхожести тест-культуры.

Сходная динамика изменения всхожести наблюдалась и при высокоинтенсивной системе удобрений как по фону применения гербицидов, так и без них.

Таблица 11 – Динамика изменения общей токсичности почвы слоя 0-20 см за 2006-2009 гг.

Вариант			Год, культура								
обра- ботка поч- вы, «О»	сис- тема удоб- ре- ния, «У»	систе- ма за- щиты расте- ний, «Г»	2006, картофель			2008, яровая пшеница			2009, однолетние травы		
			показатель развития тест-культуры (озимой ржи)								
			всхо- жесть, %	длина про- рост- ка, см	длина кор- ней, см	всхо- жесть, %	длина про- рост- ка, см	длина кор- ней, см	всхо- жесть, %	длина про- рост- ка, см	длина кор- ней, см
«О ₁ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	78,00	13,75	7,73	40,10	9,07	5,50	76,33	13,81	8,25
		«Г ₂ »	82,00	11,75	7,41	46,10	7,56	5,06	74,33	12,83	6,45
	«У ₂ »	«Г ₁ »	82,00	11,80	6,35	31,40	8,38	4,53	70,00	12,55	5,75
		«Г ₂ »	80,66	14,10	6,93	27,40	7,33	4,26	70,00	13,68	5,90
	«У ₃ »	«Г ₁ »	72,66	12,85	6,33	52,00	7,98	5,10	84,00	13,30	7,95
		«Г ₂ »	76,66	13,30	6,93	42,10	7,30	4,99	74,33	14,33	6,60
«О ₂ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	87,33	16,00	6,51	41,10	9,38	4,49	88,00	9,67	7,95
		«Г ₂ »	80,00	15,25	7,50	37,20	7,46	3,84	80,00	14,45	8,65
	«У ₂ »	«Г ₁ »	59,33	13,80	5,30	47,10	6,91	2,79	62,33	13,20	5,20
		«Г ₂ »	78,00	12,09	5,76	58,20	7,73	3,89	80,00	12,65	6,28
	«У ₃ »	«Г ₁ »	76,66	12,45	6,13	47,10	8,83	4,56	76,33	13,16	7,35
		«Г ₂ »	72,00	12,25	6,21	43,10	9,08	4,57	68,00	13,40	6,05
«О ₃ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	70,66	14,40	5,75	41,20	7,68	3,99	72,33	13,39	6,40
		«Г ₂ »	74,66	13,30	6,06	41,10	7,84	4,89	82,33	13,27	7,10
	«У ₂ »	«Г ₁ »	80,00	12,10	7,20	40,10	8,95	4,54	88,00	13,13	8,00
		«Г ₂ »	80,00	11,60	6,80	48,65	9,16	6,28	80,00	11,86	7,55
	«У ₃ »	«Г ₁ »	80,66	14,05	7,11	46,10	8,89	4,66	82,00	14,08	7,30
		«Г ₂ »	80,00	15,15	6,98	42,10	7,88	5,52	88,00	14,50	8,50
«О ₄ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	90,33	13,05	7,50	53,00	9,38	4,64	64,33	13,36	8,35
		«Г ₂ »	79,33	12,40	7,45	41,20	8,86	4,83	88,00	13,07	6,85
	«У ₂ »	«Г ₁ »	78,00	9,85	5,99	28,40	9,28	4,28	64,00	15,0	4,50
		«Г ₂ »	88,66	14,70	6,98	42,10	6,89	3,60	80,67	14,73	7,10
	«У ₃ »	«Г ₁ »	83,33	13,70	7,45	40,20	10,30	3,93	90,33	13,84	8,40
		«Г ₂ »	79,33	12,55	6,46	45,60	9,26	4,82	82,00	13,38	6,00
Контроль (фильтр. бумага)			93,33	9,10	10,50	68,00	5,61	8,27	100,00	9,40	11,5
НСР ₀₅ I, II и III по- рядка			Fф<F ₀₅								

В 2008 году всхожесть тест-культуры снизилась, что объясняется аллелопатическим действием предшественника на культуру. При экстенсивной системе удобрений без применения гербицидов преимущество было за ресурсосберегающими обработками почвы («О₂», «О₃», «О₄») – на 1,0; 1,1 и

12,9%, а применение гербицида способствовало развитию динамики, обратной безгербицидному фону.

На среднеинтенсивном фоне питания по фону без применения гербицидов в сравнении с ежегодной отвальной обработкой преимущества были за поверхностно-отвальной «О₂» (на 15,7%) и поверхностной с рыхлением «О₃» (на 8,7%) обработками почвы.

Внесение гербицида при данной системе удобрения также способствовало увеличению всхожести тест-культуры на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы – на 19,7; 21,2 и 14,7% по сравнению с отвальной обработкой.

Использование высокоинтенсивной системы удобрений без применения гербицидов спровоцировало снижение всхожести тест-культуры на вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы по сравнению с отвальной в среднем на 4,9-11,8%. Применение гербицида также спровоцировало снижение всхожести в среднем на 4,0-9,9% на всех вариантах обработки почвы (кроме «О₄», где отмечалось повышение всхожести на 5,4% по сравнению с безгербицидным вариантом).

В 2009 году всхожесть тест-культуры повысилась до уровня 2006 года (осенью 2008 года была проведена вспашка на всех вариантах, а также – смена культуры).

При экстенсивной системе удобрений без применения гербицидов, преимущества перед отвальной были у поверхностно-отвальной «О₂» обработки, повышение составило 11,7%.

На вариантах последствий гербицидов (в 2009 году на посевах однолетних трав на зеленую массу гербициды не применялись), также преимущества оставались за ресурсосберегающими обработками почвы («О₂», «О₃», «О₄»). Но стоит отметить, что наблюдалось некоторое снижение всхожести тест-культуры на всех вариантах обработки почвы, кроме поверхностной «О₄» по сравнению с безгербицидным вариантом.

Среднеинтенсивная система удобрений без применения средств защиты от сорняков обеспечила преимущество поверхностной с рыхлением обработки «О₃» по сравнению с отвальной (на 18,0%), а также с остальными ресурсосберегающими обработками почвы в среднем на 24,0-25,7%. На вариантах последствия гербицида преимущества были у поверхностно-отвальной «О₂» и поверхностной «О₄» обработок почвы.

Высокоинтенсивная система удобрений по фону без применения гербицидов способствовала увеличению всхожести тест-культуры практически на всех обработках почвы, кроме поверхностной с рыхлением «О₃» по сравнению со среднеинтенсивной системой удобрений (на 14,0-26,3%). В целом преимущества на данном фоне питания были у поверхностной обработки «О₄», где всхожесть увеличилась на 6,3% по сравнению с отвальной и на 14,0 и 8,3% в сравнении соответственно с «О₂» и «О₃».

На фоне последствия гербицида отмечалось снижение всхожести на всех вариантах обработки в среднем на 6,0-9,7%, кроме «О₃» по сравнению с безгербицидным вариантом, но все же преимущества сохранялись за сочетаниями обработок почвы «О₃» и «О₄».

В 2006 году при экстенсивной системе удобрений без применения гербицидов максимальная длина проростков тест-культуры наблюдалась на варианте поверхностно-отвальной обработки «О₂», т.е. на 16,0% больше, чем на отвальной обработке. Также увеличение длины проростка отмечалось на варианте поверхностной с рыхлением «О₃» (на 4,7% по сравнению с отвальной обработкой).

Применение гербицида снижало длину проростка на всех вариантах обработки почвы в среднем на 4,7-14,5%, но все же преимущества оставались за ресурсосберегающими обработками почвы.

При среднеинтенсивной системе удобрений по фону «без гербицидов» сохранилась та же динамика, что и при экстенсивном фоне питания. Однако применение гербицида, в отличие от экстенсивного фона питания, способствовало увеличению длины проростка на отвальной «О₁» (на 19,5%) и поверх-

ностной «О₄» (на 49,2%), а на поверхностно-отвальной «О₂» и поверхностной с рыхлением «О₃» отмечалось некоторое снижение данного показателя – соответственно на 12,4 и 4,1%.

На вариантах высокоинтенсивной системы удобрения без применения гербицидов показатели развития тест-культуры возрастали на системе поверхностной обработки почвы – «О₃» и поверхностной «О₄». На отвальной и поверхностно-отвальной обработках длина проростка была примерно на одном уровне.

Внесение гербицида по данному фону питания способствовало увеличению длины проростка на вариантах отвальной и поверхностной с рыхлением обработок, соответственно на 3,5 и 7,8%, а на поверхностно-отвальной и поверхностной – небольшому снижению как по сравнению с отвальной обработкой, так и с безгербицидным фоном.

В 2008 году отмечалось снижение длины проростка (аллелопатическое воздействие предшественника) по сравнению с 2006 годом в среднем на 34,0%.

При экстенсивной системе удобрения без применения гербицидов преимущества перед отвальной обработкой были у поверхностно-отвальной «О₂» (на 3,4%) и поверхностной «О₄» (на 3,4%) обработок почвы.

Применение гербицида при данном фоне питания способствовало снижению длины проростка на всех вариантах обработки почвы по сравнению с безгербицидным вариантом. Здесь небольшое преимущество имели системы поверхностной обработки почвы «О₃» и «О₄».

Среднеинтенсивная система удобрений без применения гербицида способствовала увеличению длины проростка тест-культуры на вариантах поверхностных обработок «О₃» и «О₄», соответственно на 6,8 и 10,7%, и снижению на поверхностно-отвальной (на 17,5%) по сравнению с отвальной обработкой.

Гербицид спровоцировал как снижение длины проростка на вариантах отвальной «О₁» и поверхностных обработок «О₃», «О₄» (соответственно на

12,5; 2,3 и 25,7%), так и увеличение на поверхностно-отвальной «О₂» (на 11,6%) по сравнению с безгербицидными вариантами.

Применение высокоинтенсивной системы удобрения как с внесением гербицида, так и без него давало преимущество ресурсосберегающим обработкам почвы («О₂», «О₃», «О₄»), хотя стоит отметить, что гербицид несколько снижал длину проростка на вариантах «О₁», «О₃» и «О₄» – в среднем на 8,5-11,4% и увеличивал на «О₂» на 14,0%.

В 2009 году длина проростка, так же как всхожесть и длина корней, возрастали до уровня 2006 года.

Экстенсивная система удобрений по фону без применения гербицида способствовала некоторому снижению длины проростка на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы «О₂», «О₃» и «О₄» – в среднем на 3,0-29,9%. Последствие гербицидов привело к снижению длины проростка на всех обработках почвы в среднем на 0,9-7,1%, кроме «О₂» (здесь отмечалось увеличение длины проростка на 16,7% по сравнению с безгербицидным вариантом). Но в целом преимущество было за ресурсосберегающими обработками почвы.

При среднеинтенсивном фоне питания без применения гербицидов отмечалось увеличение длины проростка на вариантах ресурсосберегающих обработок по сравнению с отвальной. На фоне последствия гербицидов отмечалась обратная безгербицидному фону динамика.

На вариантах высокоинтенсивной системы удобрения «У₃» по фону без гербицидов преимущества были у поверхностных обработок почвы, где длина проростка увеличивалась соответственно на 5,8 и 4,1% по сравнению с отвальной обработкой «О₁».

На фоне последствия гербицида отмечалось увеличение длины проростка на вариантах отвальной, поверхностно-отвальной и поверхностной с рыхлением обработок, соответственно на 1,8 и 2,9%, и небольшое снижение на поверхностной «О₄» по сравнению с вариантами без применения гербицидов.

В 2006 году длина корней тест-культуры при экстенсивной системе удобрения по фону «без гербицидов» снижалась на всех вариантах ресурсосберегающих обработок почвы («О₂», «О₃», «О₄») по сравнению с отвальной – в среднем на 2,9-25,6%. Применение гербицида способствовало увеличению длины корней на вариантах поверхностно-отвальной «О₂» – на 15,2% (за ней и было преимущество при данном фоне питания) и поверхностной с рыхлением «О₃» – на 5,4% по сравнению с безгербицидными вариантами.

На фоне среднеинтенсивной системы удобрения без применения гербицидов преимущества были у поверхностной с рыхлением «О₃» обработки почвы по сравнению с отвальной «О₁» (на 13,4%).

Гербицид спровоцировал снижение длины корней тест-культуры на вариантах поверхностно-отвальной «О₂» и поверхностной с рыхлением «О₃», соответственно на 9,0 и 1,9% по сравнению с отвальной обработкой.

На вариантах высокоинтенсивной системы удобрений «У₃» по фону без гербицидов увеличение длины корней наблюдалось на вариантах поверхностных обработок почвы («О₃» и «О₄») в сравнении с отвальной соответственно на 12,3 и 17,7%.

На гербицидном варианте, наоборот, наблюдалось увеличение длины корней на отвальной «О₁» и поверхностно-отвальной «О₂» и снижение на поверхностной с рыхлением «О₃» и поверхностной «О₄».

В 2008 году, так же как и в 2006 году, на экстенсивном фоне питания без применения гербицидов отмечалось незначительное снижение длины корней тест-культуры на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы («О₂», «О₃», «О₄»). Применение гербицидов при данной системе питания способствовало увеличению длины корней на вариантах поверхностных обработок почвы «О₃» и «О₄», соответственно на 22,5 и 4,1%, и снижению на отвальной и поверхностно-отвальной на 14,5% по сравнению с безгербицидным вариантом.

При среднеинтенсивной системе удобрений без применения гербицида снижение длины корней тест-культуры происходило на вариантах поверхно-

стно-отвальной обработки «О₂» по сравнению с отвальной на 38,4%, на остальных обработках почвы значения данного показателя были на уровне отвальной обработки.

Под действием гербицида отмечалось снижение длины корней на вариантах отвальной и поверхностной обработок в среднем на 5,9-15,9% и увеличение на поверхностно-отвальной и поверхностной с рыхлением обработках в среднем на 38,3-39,4% по сравнению с безгербицидными вариантами. В целом по данному фону питания преимущества были за поверхностной с рыхлением обработкой (в 2006 и 2008 годах – поверхностно-отвальной-2), где увеличение длины было на 47,4% по сравнению с отвальной обработкой.

На вариантах высокоинтенсивной системы удобрений по фону без гербицидов, так же как и при экстенсивном фоне питания, наблюдалось снижение длины корней тест-культуры на вариантах ресурсосберегающих обработок («О₂», «О₃», «О₄»), соответственно на 10,6; 8,6 и 22,9%, по сравнению с отвальной обработкой. Применение гербицида при данном фоне питания способствовало развитию обратной безгербицидному фону динамике.

В 2009 году при экстенсивном фоне питания без применения гербицидов наибольшее преимущество было за системой поверхностной обработки почвы «О₄». На других обработках данный показатель был ниже в среднем на 1,2-30,5%. Последствием гербицида способствовало увеличению длины корней тест-культуры на вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной с рыхлением обработок почвы, соответственно на 34,1 и 10,1% по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. В целом же преимущества были за поверхностно-отвальной обработкой почвы.

Среднеинтенсивная система удобрений по фону без гербицидов способствовала снижению длины корней (т.е. усилению токсичности почвы) на вариантах отвальной, поверхностно-отвальной и поверхностной обработок, а также увеличению длины корней, а значит, и снижению токсичности почвы, на варианте поверхностной с рыхлением «О₃» обработки на 39,1% по сравнению с отвальной обработкой.

На варианте последствий гербицида отмечалась обратная безгербицидному фону динамика.

При высокоинтенсивной системе удобрения без применения гербицида снижение токсичности почвы и увеличение длины корней отмечалось на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы «О₂», «О₃», «О₄», соответственно на 24,6; 23,7 и 42,4%, по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. Но на фоне последствий гербицидов, так же как и при среднеинтенсивной системе удобрений, отмечалась обратная безгербицидному фону питания динамика.

Для выделения роли изучаемых факторов в изменении токсичности почвы в среднем рассмотрим следующие результаты (таблица 12).

В 2006 году всхожесть тест-культуры снижалась в слое почвы 10-20 см, по сравнению со слоем 0-10 см. Если рассматривать слой почвы 0-10 см, то преимущества здесь были у поверхностной обработки «О₄» по сравнению с отвальной (всхожесть увеличивалась на 2,2%). На сочетаниях обработок «О₂» и «О₃» данный показатель был несколько ниже, чем на отвальной обработке. Та же динамика сохранилась и в среднем в слое 0-20 см.

В 2008 году на фоне общего усиления токсичности почвы всхожесть снизилась в сравнении с 2006 годом.

В слое 0-10 см отмечалось увеличение всхожести на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы «О₂», «О₃», «О₄» по сравнению с ежегодной отвальной, соответственно на 5,9; 6,2 и 3,6%. В слое почвы 10-20 см наблюдалось увеличение всхожести на вариантах отвальной, поверхностно-отвальной-1 «О₂» и поверхностной обработок, а также снижение на варианте поверхностно-отвальной-2 «О₃». В целом по данному слою преимущество было за поверхностно-отвальной-1 «О₂» обработкой, которое составило 8,8%, и сохранилось в слое 0-20 см.

В 2009 году токсичность почвы снизилась до уровня 2006 года.

Таблица 12 – Общая токсичность почвы в зависимости от системы основной обработки почвы (в среднем по системам удобрений и гербицидов)

Вариант		Слой поч- вы, см	Год, культура								
			2006, картофель			2008, яровая пшеница			2009, однолетние травы		
			показатель развития тест-культуры (озимой ржи)								
			всхо- жесть, %	длина про- рост- ка, см	дли- на кор- ней, см	всхо- жесть, %	длина про- рост- ка, см	дли- на кор- ней, см	всхо- жесть, %	длина про- рост- ка, см	дли- на кор- ней, см
O ₁	отвальная	0-10	82,44	13,38	7,13	36,60	7,24	4,55	85,49	13,91	7,12
		10-20	74,88	12,92	6,74	42,20	8,61	5,09	64,16	12,92	6,52
		0-20	78,66	13,15	6,94	39,40	7,92	4,82	74,82	13,41	6,82
O ₂	1 этап – по- верхностно- отвальная-1, 2 этап – по- верхностно- отвальная	0-10	76,66	14,18	6,09	42,50	8,05	3,94	73,44	13,97	6,45
		10-20	74,41	13,22	6,95	51,00	8,42	4,11	78,11	11,54	7,37
		0-20	75,54	13,70	6,52	46,70	8,23	4,02	75,77	12,75	6,91
O ₃	1 этап – по- верхностно- отвальная-2, 2 этап – по- верхностная с рыхлением	0-10	80,66	14,55	6,55	42,80	8,86	5,48	81,44	13,80	7,15
		10-20	74,88	12,95	6,73	40,50	7,93	4,48	82,77	12,95	7,82
		0-20	77,77	13,75	6,64	41,70	8,40	4,98	82,11	13,37	7,48
O ₄	1 этап – по- верхностно- отвальная-3, 2 этап – по- верхностная	0-10	84,66	12,70	6,90	40,20	9,62	4,20	51,56	13,68	6,87
		10-20	83,66	14,12	6,88	44,80	8,38	4,49	67,05	14,11	6,98
		0-20	84,16	13,41	6,85	42,50	8,99	4,35	74,31	13,89	6,92
Контроль (фильт- ровальная бумага)			93,33	9,10	10,50	68,00	5,61	8,27	100,00	9,40	11,5
НСР ₀₅		0-10	Fφ<F ₀₅								
		10-20									
		0-20									

Так, в слое почвы 0-10 см наблюдалось снижение всхожести на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы «O₂», «O₃», «O₄», по сравнению с отвальной, соответственно на 14,1; 4,7 и 39,7%. Однако в слое 10-20 см отмечалась обратная слою 0-10 динамика, и преимущества в данном слое почвы получили ресурсосберегающие системы обработки почвы, в особенности

поверхностно-отвальная «O₂» и поверхностная с рыхлением «O₃», где увеличение всхожести было на 13,9 и 18,6% по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. В целом по слою 0-20 см наименьшая токсичность почвы (наибольшая всхожесть) отмечалась на варианте поверхностной с рыхлением обработки почвы.

Длина проростка в 2006 году в слое почвы 0-10 см увеличивалась на вариантах поверхностно-отвальной обработки-1 и 2 («O₂» и «O₃») на 5,9 и 8,7% по сравнению с отвальной. На поверхностной обработке почвы токсичность была наиболее высокой.

В слое почвы 10-20 см наблюдалась обратная слою 0-10 см динамика. В целом по слою 0-20 см небольшое преимущество сохранилось за ресурсосберегающими обработками почвы, в частности за поверхностно-отвальными «O₂» и «O₃».

В 2008 году длина проростка, так же как и всхожесть, снизилась по сравнению с 2006 годом.

При этом в слое 0-10 см преимущества оказались у ресурсосберегающих «O₃», «O₃» и «O₄», с разницей по отношению к отвальной «O₁» на 11,2; 22,4 и 32,8%. В слое 10-20 см отмечалось увеличение длины проростка на отвальной и поверхностно-отвальной-1 обработках по сравнению со слоем 0-10 см, а на поверхностно-отвальной-2 и поверхностной «O₄» – некоторое снижение.

В целом по слою наблюдалось снижение длины проростка, что свидетельствует о несущественном увеличении токсичности почвы на вариантах ресурсосберегающих обработок по сравнению с отвальной.

В общем слое 0-20 см преимущества перед отвальной обработкой были за ресурсосберегающими обработками почвы, в особенности за поверхностной «O₄», за счет изменений в слое 0-10 см.

В 2009 году длина проростка возрастала до уровня 2006 года. В слое почвы 0-10 см небольшое снижение токсичности (увеличение длины проростка) отмечалось – на варианте поверхностно-отвальной обработки – на 0,4% по сравнению с отвальной.

В слое 10-20 см длина проростка имела тенденцию к снижению на всех обработках почвы («О₁», «О₂», «О₃»), кроме «О₄», где наблюдалось небольшое увеличение длины проростка по сравнению со слоем 0-10 см, а также отвалной обработкой на 9,2%. В общем слое 0-20 см также наибольшая длина проростка отмечалась на поверхностной обработке почвы.

Динамика изменения длины корней в 2006 году имела следующий характер: в слое 0-10 см отмечалось снижение длины корней на вариантах ресурсосберегающих обработок «О₂», «О₃» и «О₄» на 14,8; 8,13 и 3,2% по сравнению с отвалной, это отразилось и на слое 0-20 см. В слое 10-20 см произошло некоторое снижение длины корней на вариантах отвалной и поверхностной обработок и небольшое увеличение на поверхностно-отвальных 1 и 2 по сравнению со слоем 0-10 см. В целом по слою 0-20 см преимущество, хотя и незначительное, было за отвалной обработкой.

В 2008 году в слое почвы 0-10 см наибольшая длина корней тест-культуры отмечалась на варианте с поверхностно-отвальной-2 обработкой по сравнению с отвалной. Однако в слое почвы 10-20 см наблюдалось увеличение длины корней (а значит, и снижение токсичности почвы) на всех обработках почвы, кроме поверхностно-отвальной-2, где наблюдалось снижение длины корней на 22,0% по сравнению с отвалной. Но в слое 0-20 см наименьшая токсичность почвы оставалась на варианте поверхностно-отвальной-2 обработки за счет изменений в слое 0-10 см.

В 2009 году в слое 0-10 см наибольшая длина корней наблюдалась на поверхностной с рыхлением обработке «О₃», хотя данный показатель был практически на уровне отвалной обработки. В слое почвы 10-20 см произошло увеличение токсичности почвы и, как следствие, снижение длины корней на отвалной обработке «О₁». Также наблюдалось снижение токсических свойств почвы на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы «О₂», «О₃» и «О₄» на 14,3; 9,4 и 1,6% по сравнению со слоем 0-10 см, а также с отвалной обработкой. В целом по слою 0-20 см преимущества были у поверхностной с рыхлением обработки (разница с отвалной в 9,7%).

В целом можно сделать вывод, что системы ресурсосберегающих обработок способствуют снижению токсичности почвы в разные по климатическим условиям годы, а также под посевами различных полевых культур, что отражается в ряде показателей.

Общая токсичность почвы в зависимости от систем удобрения изменялась следующим образом (таблица 13).

Таблица 13 – Общая токсичность почвы в зависимости от системы удобрения (в среднем по системам обработки почвы и гербицидов)

Вариант		Слой поч- вы, см	Год, культура								
			2006, картофель			2008, яровая пшеница			2009, однолетние травы		
			показатель развития тест-культуры (озимой ржи)								
			всхо- жесть, %	длина проро- стка, см	длина кор- ней, см	всхо- жесть, %	длина проро- стка, см	длина кор- ней, см	всхо- жесть, %	длина проро- стка, см	длина кор- ней, см
У ₁	экстенсивная биологизиро- ванная	0-10	81,00	13,94	7,21	40,90	8,80	4,76	78,71	13,83	7,74
		10-20	79,58	13,39	7,00	45,10	8,01	4,43	77,71	12,14	7,27
		0-20	80,29	13,66	7,10	43,00	8,40	4,59	78,21	12,98	7,51
У ₂	среднеинтен- сивная биоло- гизированная	0-10	81,00	12,67	6,05	37,30	7,67	4,31	77,63	13,22	5,89
		10-20	75,66	13,48	6,62	42,90	8,48	4,24	71,13	13,48	6,76
		0-20	78,33	13,07	6,41	40,10	8,08	4,27	74,38	13,35	6,32
У ₃	высокоинтен- сивная биоло- гизированная	0-10	71,33	14,50	6,71	43,40	8,84	4,13	85,12	14,47	7,06
		10-20	73,99	13,03	6,94	45,80	8,51	4,55	73,81	13,03	7,49
		0-20	77,66	13,76	6,82	44,60	8,68	4,34	79,46	13,75	7,27
Контроль (филъ- ровальная бумага)			93,33	9,10	10,50	68,00	5,61	8,27	100,00	9,40	11,50
НСР ₀₅		0-10	Fφ<F ₀₅		0,6	Fφ<F ₀₅					
		10-20	Fφ<F ₀₅								
		0-20	Fφ<F ₀₅		0,8	Fφ<F ₀₅					

В 2006 году в слое почвы 0-10 см всхожесть тест-культуры снижалась на варианте высокоинтенсивной системы удобрения на 9,7% по сравнению с экстенсивным фоном питания. Это может объясняться токсичным действием высоких доз минеральных удобрений. В слое почвы 10-20 см происходило некоторое снижение всхожести на экстенсивном и среднеинтенсивном фонах питания по сравнению со слоем 0-10 см – соответственно на 1,0 и 4,7%, а

также небольшое увеличение всхожести (на 2,7%) на вариантах высокоинтенсивной системы удобрения. В целом по слою 0-20 см преимущества были за экстенсивным фоном питания, т.к. минеральные удобрения, применяемые при средне- и высокоинтенсивных системах удобрения, оказывали некоторое токсичное действие на тест-культуру.

В 2008 году, наоборот, наблюдалось увеличение всхожести в слое 0-10 см на фоне высокоинтенсивной системы удобрения «У₃» – на 2,5% по сравнению с экстенсивным фоном питания. В слое 10-20 см отмечалось снижение токсичности почвы и увеличение всхожести на всех фонах питания. Преимущество, так же как и в слое 0-10 см и в целом слое 0-20 см, сохранилось за высокоинтенсивной системой удобрения.

В 2009 году токсичность почвы несколько возрастала в слое почвы 10-20 см по сравнению со слоем 0-10 см из-за заделанных осенью 2008 года высоких норм калийных удобрений в запас на 4 года на фонах средне- и высокоинтенсивной систем удобрений. Но в целом всхожесть тест-культуры была на уровне 2006 года. По слою почвы 0-20 см преимущества были у высокоинтенсивной системы удобрений.

В 2006 году в слое почвы 0-10 см длина корней снижалась на вариантах среднеинтенсивной системы удобрений (на 9,1%) и увеличивалась на варианте высокоинтенсивной системы (на 4,0%) по сравнению с экстенсивным фоном питания.

В слое почвы 10-20 см отмечалась обратная слою 0-10 см динамика. В целом по слою 0-20 см все три фона питания показали себя примерно одинаково (с разницей 0,7-4,0%).

В 2008 году в слое 0-10 см длина проростка несколько снижалась на вариантах среднеинтенсивной системы удобрений (на 12,8%) по сравнению с экстенсивной. На вариантах высокоинтенсивной системы удобрений значения данного показателя были на уровне экстенсивного фона питания.

В слое 10-20 см отмечалось усиление токсичности и, как следствие, снижение длины проростка на вариантах экстенсивной и высокоинтенсивной

систем удобрения, а также наблюдалось увеличение на среднеинтенсивном фоне на 9,5% по сравнению со слоем 0-10 см. В целом по слою 10-20 см преимущества были у средне- и высокоинтенсивной систем удобрения. В слое 0-20 см лучшее развитие тест-культуры было на высокоинтенсивной биологизированной системе удобрения «У₃».

В 2009 году в слое почвы 0-10 см длина проростка снижалась на варианте среднеинтенсивной системы удобрений по сравнению с экстенсивным фоном питания на 4,4 %, а по сравнению с высокоинтенсивным – на 8,6%. В слое 10-20 см, наоборот, отмечалось снижение длины проростка на экстенсивном и высокоинтенсивном фоне питания, а также небольшое увеличение на варианте среднеинтенсивной системы удобрений. В целом по слою 0-20 см преимущества были у средне- и высокоинтенсивной систем удобрений (разница с экстенсивным фоном питания составила соответственно 2,8 и 5,9%).

В 2006 году существенное токсическое действие на длину корней в слое почвы 0-10 см оказывала среднеинтенсивная система удобрений (отмечалось снижение длины корней на 16,1% по сравнению с экстенсивным фоном питания). Увеличение токсичности почвы отмечалось и на варианте высокоинтенсивной системы удобрений (на 5,4% по сравнению с экстенсивной системой). Такое явление может быть вызвано токсическим действием вносимых минеральных удобрений (в данном случае азофоски) на чувствительные корни развивающихся растений, и в частности тест-культуры (озимая рожь). В слое почвы 10-20 см наблюдалось ослабевание токсичности почвы и увеличение длины корней тест-культуры на вариантах средне- и высокоинтенсивной системы удобрений по сравнению со слоем 0-10 см. В среднем в пахотном слое 0-20 см преимущества оказались у экстенсивной системы удобрения.

В 2008 году в слое почвы 0-10 см токсичность почвы усиливалась не только за счет удобрений, но и за счет аллелопатического влияния предшественника (яровая пшеница в 2007 году). В целом динамика изменений была

сходна с 2006 годом. В слое 0-20 см преимущества также сохранились за экстенсивным фоном питания.

В 2009 году наблюдалась аналогичная с предыдущими годами исследований динамика изменения токсичности почвы.

В целом можно сделать вывод, что высокие дозы минеральных удобрений, увеличивая токсичность почвы, негативно влияют на развитие и длину корней культурных растений.

Общая токсичность почвы в зависимости от системы защиты растений от сорняков была следующей (таблица 14).

Таблица 14 – Общая токсичность почвы в зависимости от системы защиты растений от сорняков (в среднем по системам обработки почвы и удобрений)

Вариант		Слой почвы, см	Год, культура								
			2006, картофель			2008, яровая пшеница			2009, однолетние травы		
			показатель развития тест-культуры (озимой ржи)								
			всхо- жесть, %	длина проро- стка, см	длина кор- ней, см	всхо- жесть, %	длина проро- стка, см	длина кор- ней, см	всхо- жесть, %	длина проро- стка, см	длина кор- ней, см
Г ₁	без гербици- дов	0-10	79,55	13,37	6,54	40,30	8,94	4,31	76,49	13,69	6,76
		10-20	76,95	13,57	6,78	45,90	8,55	4,44	76,50	12,72	7,49
		0-20	78,38	13,47	6,66	43,10	8,74	4,38	76,50	13,21	7,12
Г ₂	с гербици- дами	0-10	82,66	14,04	6,78	40,70	7,94	4,13	84,47	13,98	7,03
		10-20	75,88	13,04	6,88	43,30	8,12	4,77	71,93	13,04	6,85
		0-20	79,28	13,54	6,83	42,00	8,03	4,65	78,20	13,51	6,94
Контроль (филь- тровальная бу- мага)			93,33	9,10	10,50	68,00	5,61	8,27	100,00	9,40	11,50
НСР ₀₅		0-10	Fф<F ₀₅								
		10-20									
		0-20									

В целом стоит отметить, что применение гербицида не сыграло существенной роли в изменения показателей токсичности почвы по сравнению с безгербицидными вариантами, однако наблюдалась положительная тенденция снижения токсичности почвы (в общем слое 0-20 см), так как уничтожались сорные растения, которые могли оказывать негативное аллелопатиче-

ское влияние на культурные растения. Такая тенденция отмечалась в 2006 и 2009 годах на всех показателях токсичности почвы.

В 2008 году на фоне общего повышения токсичности почвы отмечалось негативное воздействие гербицида, особенно в слое 0-10 см, что отразилось на всхожести и длине проростка тест-культуры, значения которых снизились на 1,1% (для обоих показателей).

В заключение по данному разделу можно сделать вывод о том, что ресурсосберегающие системы обработки почвы в целом способствовали снижению токсичности почвы (либо в отдельные годы поддерживали ее на уровне отвальной обработки); средне- и высокоинтенсивные системы удобрения все же оказывали токсическое действие, что отразилось на снижении длины корней тест-культуры, хотя всхожесть была на уровне экстенсивной системы или даже несколько возрастала. Гербициды оказывали негативное воздействие и повышали токсичность почвы, но только на фоне сопутствующих факторов (повторные посевы, аллелопатическое действие предшественников и некоторые другие факторы), что и произошло в 2008 году под посевами яровой пшеницы.

3.5 Заболеваемость культурных растений в зависимости от систем обработки почвы, удобрений и защиты растений

Септориоз пшеницы обнаруживается повсеместно. В отдельные годы он вызывает такие же недоборы урожая, как и ржавчина.

Проявляется септориоз на листьях, стеблях и колосьях. На пораженных листьях и стеблях образуются светлые, желтые и светло-бурые пятна с темным ободком и черными мелкими пикнидами, хорошо видимыми под лупой. Листья бледнеют, постепенно теряют зеленый цвет и полностью усыхают, а стебли буреют, сморщиваются и часто перегибаются. При заболевании колоса на колосковых чешуях обнаруживаются пятна, в результате чего колос

становится пестрым, а иногда бурым. Иногда септориоз может быть причиной бесплодия колосьев, но чаще зерна в колосе щуплые.

Возбудители заболевания – несовершенные грибы из рода *Septoria*, относящегося к порядку *Sphaeropsidales*. Спорообразование представлено пикнидами с пикноспорами. При созревании пикноспор в пикнидах эпидермис ткани растения-хозяина разрывается и пикноспоры выталкиваются силой осмотического давления. Распространяются они с каплями дождя и потоками воздуха, иногда на расстояние 90-100 м. Прорастают в капельках влаги при температуре от 9 до 28°C (оптимум 20-22°C). Инкубационный период болезни – 6-9 дней. За время вегетации растений возбудители дают несколько поколений. Особенно интенсивно развивается болезнь при частом выпадении дождей. Зимуют пикниды грибов, главным образом, на остатках пораженных растений, находящихся на поверхности почвы, а также на всходах озимых зерновых культур. Иногда источником инфекции могут быть зараженные семена (особенно озимых культур).

При септориозе уменьшается ассимиляционная поверхность листьев, отмечаются недоразвитость колоса и преждевременное дозревание хлебов. Недобор зерна иногда достигает 30%.

Ранние посевы озимой и поздние посевы яровой пшеницы поражаются септориозом сильнее, чем посевы оптимальных сроков. При внесении под зерновые культуры полного минерального удобрения (NPK) повышается устойчивость растений к септориозу; при одностороннем внесении азотных удобрений поражаемость септориозом усиливается.

Бурый бактериоз обнаруживается на посевах озимой и яровой пшеницы. Поражает все надземные органы растений. К характерным симптомам относятся потеря листьями тургора, приобретение светло-зеленой окраски и появление маслянистых пятен и полос. Со временем пораженные листья желтеют, размочаливаются и усыхают. У основания стеблей образуются желтые пятна с бурой каймой. Затем пораженные ткани разрываются продольно, темнеют и размочаливаются. Сильно пораженные стебли отмирают. На слабо

пораженных стеблях колосья недоразвиты, зерно щуплое, имеет буроватую поверхность, а иногда и потемневший зародыш. В отдельных случаях болезнь может быть причиной пустоколосости. Возбудителями болезни являются бактерии *Pseudomonas ramonicum* Schneyder et Jlychina и *Pectobacterium carotovorum* Waldee. Источниками инфекции могут быть пораженные остатки растений и семена. Недобор урожая обычно не более 15%.

На первом этапе исследований, в 2008 году, при повторном посеве яровой пшеницы наблюдалась манифестация двух описанных выше заболеваний: септориоза (*Septoria Pycnidiales*) и бурого бактериоза (*Pseudomonas ramonicum*), несмотря на то, что было проведено протравливание семенного материала.

Распространенность септориоза на вариантах поверхностно-отвальной обработки «О₃» и «О₄» превысила значения данного показателя на отвальной («О₁») соответственно на 4,4 и 7,5% (рисунок 14).

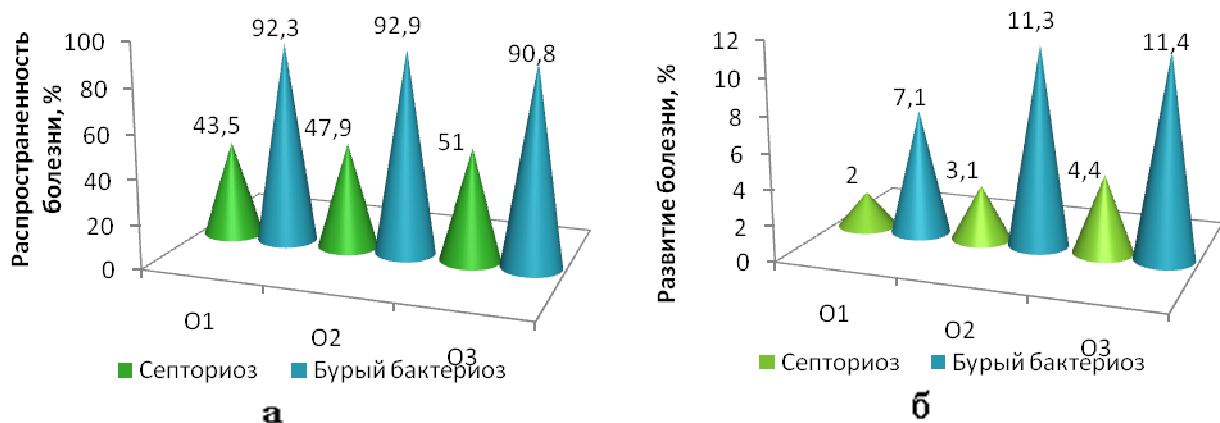


Рисунок 14 – Распространенность (а) и развитие (б) септориоза и бурого бактериоза яровой пшеницы в зависимости от систем обработки почвы, % (в среднем по системам удобрений и защиты растений, 2008)

Сходная тенденция отмечалась и по развитию болезни. Стоит отметить, что на вариантах поверхностно-отвальной-1 («У₂»), на третий год поверхностных обработок (вспашка в 2004 году), усиление развития болезни было лишь на 1,1%, в то время как на поверхностно-отвальной-2 («У₃»), на четвертый год после вспашки, – на 2,4%. Это обуславливается большим накоплением

ем возбудителей заболевания в почве при продлении периода поверхностных обработок с трех до четырех лет после вспашки.

Распространенность бурого бактериоза по всем вариантам обработки почвы была примерно на одном уровне – 90,8-92,9%. Применение ресурсосберегающих систем обработки способствовало некоторому усилению развития заболевания (на 4,2-4,3%) по сравнению с отвальной («О₁»).

Применение средне- («У₂») и высокоинтенсивных («У₃») систем удобрения способствовало усилению распространенности и развития септориоза (на 10,3-7,2% по сравнению с экстенсивной системой «У₁» – для распространенности; и на 1,4-1,0% – для интенсивности развития болезни) (рисунок 15).

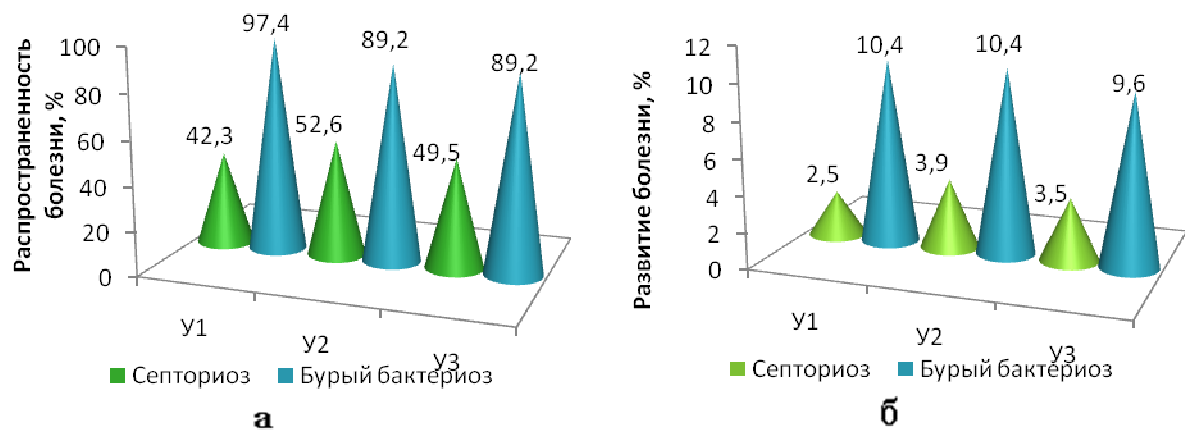


Рисунок 15 – Распространенность (а) и развитие (б) септориоза и бурого бактериоза яровой пшеницы в зависимости от систем удобрений, % (в среднем по системам обработки почвы и защиты растений, 2008)

Такое явление вполне может быть связано с увеличением густоты стеблестоя культуры на этих вариантах и, как следствие, с увеличением влажности внутри стеблестоя, что создает благоприятные условия для развития и проявления болезни.

Распространенность бурого бактериоза снижалась на вариантах средне- («У₂») и высокоинтенсивных («У₃») систем удобрения по сравнению с экстенсивным («У₁») фоном питания на 8,2%. Наиболее низкий уровень развития заболевания наблюдался на вариантах высокоинтенсивной системы

удобрения «У₃» (на 0,8% ниже, чем при экстенсивной и среднеинтенсивной системах удобрения).

Распространенность септориоза на вариантах с применением химических средств защиты («Г₂») незначительно возрастала (на 0,7%) по сравнению с безгербицидным вариантом «Г₁». Та же динамика наблюдалась и по развитию болезни (на 0,2%) (рисунок 16).

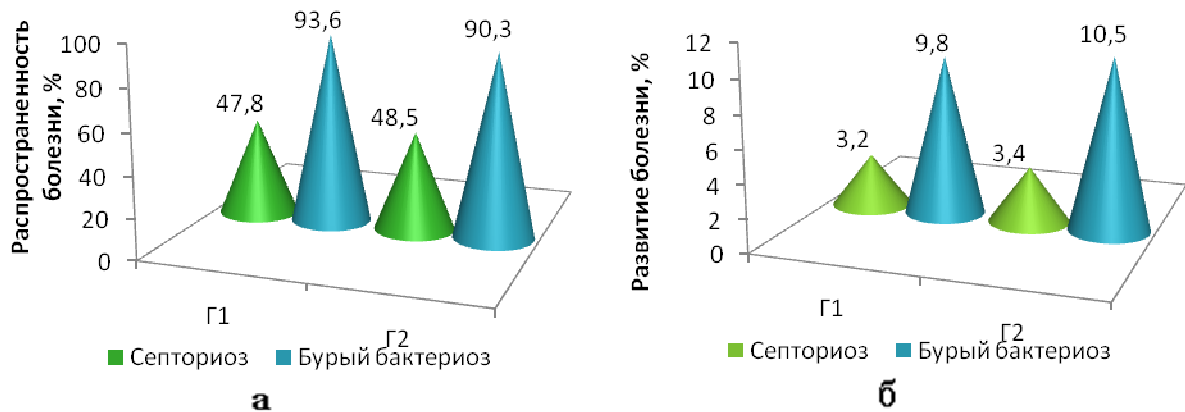


Рисунок 16 – Распространенность (а) и развитие (б) септориоза и бурого бактериоза яровой пшеницы в зависимости от систем защиты растений, % (в среднем по системам обработки и удобрений)

Применение гербицида способствовало снижению распространенности бурого бактериоза на 3,3% по сравнению с безгербицидным вариантом. Однако развитие болезни несколько усиливалось на вариантах с применением средств защиты (на 0,7%).

Распространенность септориоза озимой тритикале в 2010 году (на втором этапе исследований) при выращивании ее по системам ресурсосберегающих обработок почвы «О₂», «О₃» и «О₄» снижалась по сравнению с показателями на отвальной обработке соответственно на 8,1%, 12,6 и 13,7% (рисунок 17). Этому вполне могли способствовать лучшие условия произрастания (влажность внутри стеблестоя, меньшее количество сорняков и некоторые другие показатели), чем на отвальной обработке почвы. Однако стоит отметить, что зависимость распространенности и развития болезни от изучаемых нами систем обработки почвы, удобрений и защиты растений была слабовыраженной.

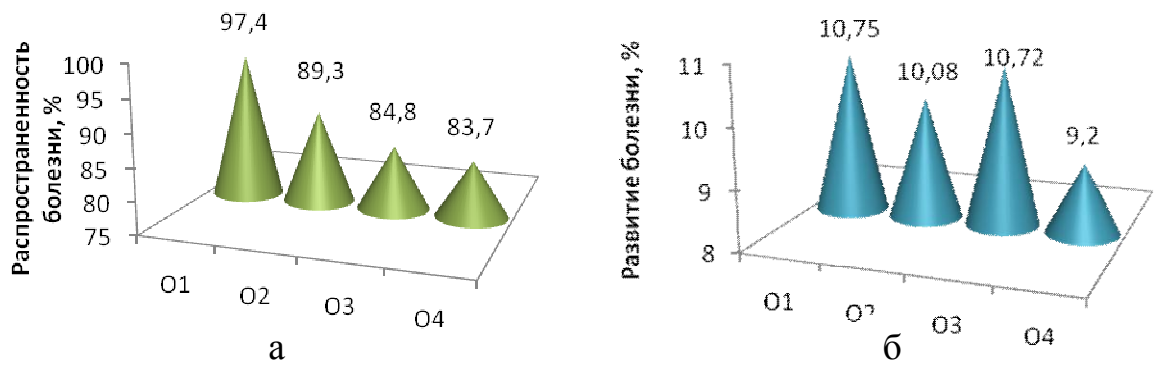


Рисунок 17 – Распространенность (а) и развитие (б) септориоза озимой тритикале в зависимости от обработки почвы, % (в среднем по системам удобрений и защиты растений, 2010).

Интенсивность развития болезни была невысокой и колебалась в пределах 9,2-10,75%, существенных различий между вариантами обработки выявлено не было, однако стоит отметить, что наибольший процент развития болезни был выявлен на вариантах отвальной («O₁») и поверхностной с рыхлением («O₃») обработок. На остальных обработках этот показатель был несколько ниже (на 0,67 и 1,55% соответственно для «O₂» и «O₄» по сравнению с отвальной обработкой).

В среднем по системам удобрений (рисунок 18) стоит отметить некоторое повышение распространенности заболевания на вариантах среднеинтенсивной системы удобрения («Y₂») (на 2,1%) по сравнению с экстенсивным фоном «Y₁».

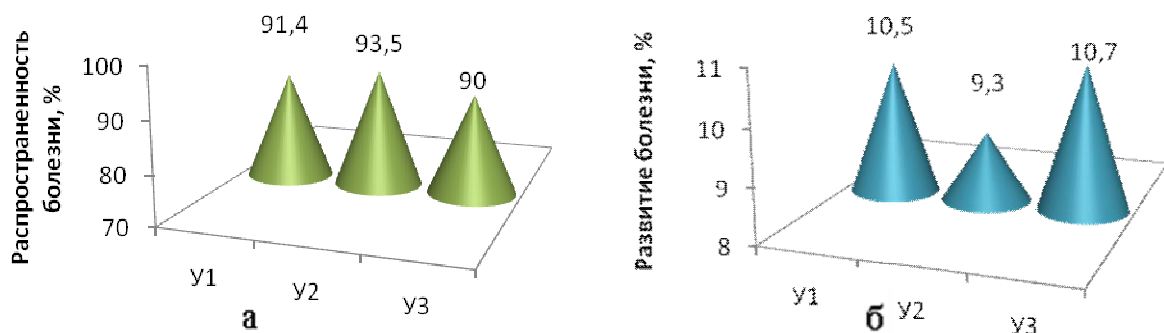


Рисунок 18 – Распространенность (а) и развитие (б) септориоза озимой тритикале в зависимости от систем удобрений, % (в среднем по системам обработки почвы и защиты растений, 2010)

Снижение распространенности септориоза наблюдалось на варианте высокоинтенсивной системы удобрения («У₃») (на 1,4%) по сравнению с экстенсивной, хотя данные отклонения не были существенными.

Несмотря на то, что на вариантах среднеинтенсивной системы удобрения («У₂») распространенность септориоза была выше, чем на других фонах питания, развитие болезни, наоборот, было ниже, чем при экстенсивной и высокоинтенсивной системах удобрения соответственно на 1,3-1,5%.

В среднем по системам защиты растений отмечалось лишь незначительное снижение распространенности септориоза (на 0,4%) на вариантах с применением гербицида «Г₂» (Линтур) по сравнению с безгербицидным вариантом («Г₁») (рисунок 19). Однако процент развития септориоза несколько увеличивался на гербицидных вариантах («Г₂») (на 0,5%) по сравнению с безгербицидными («Г₁»).

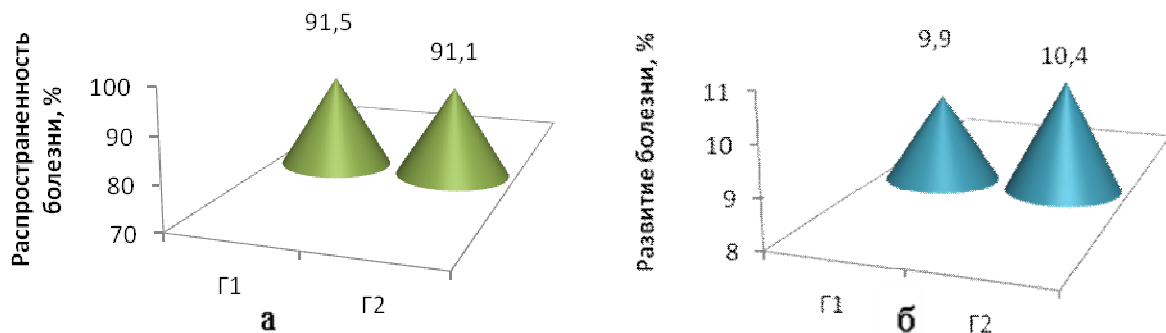


Рисунок 19 – Распространенность (а) и развитие (б) септориоза озимой тритикале в зависимости от системы защиты растений, %
(в среднем по системам обработки и удобрений, 2010)

В целом, распространенность септориоза по всем изучаемым системам обработки почвы находилась в пределах 83,7–97,4%. Применение ресурсосберегающих систем обработки способствовало снижению распространенности болезни на 8,1–13,7% в сравнении с отвальной «У₁». Процент развития болезни также снижался на вариантах ресурсосберегающих обработок – на 0,03–1,55% по сравнению с ежегодной отвальной.

Действие гербицида не оказывало существенного влияния на распространенность и развитие септориоза, отклонения от безгербицидного варианта («Г₁») были на уровне 0,4-0,5% для обоих показателей.

В целом, стоит отметить, что применение ресурсосберегающих обработок почвы не приводило к существенному усилению распространенности и развития болезней культуры по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. Удобрения и гербициды также не имели существенного влияния на процент заболеваемости растений.

К фитосанитарным свойствам посевов и почвы, помимо показателей развития болезней, относится наличие органов размножения сорных растений – так называемая потенциальная засоренность.

3.6 Потенциальная засоренность почвы как биологический фактор, определяющий эффективность систем обработки почвы, удобрений и защиты растений

Потенциальная засоренность почвы, в особенности вегетативными органами размножения многолетних сорняков, может рассматриваться не только как показатель фитосанитарного состояния агроценозов, но и как биологический фактор, определяющий эффективность исследуемых систем обработки почвы, удобрений и гербицидов. Это объясняется тем, что вегетативные органы размножения характерны для многолетних сорняков, которые являются наиболее вредоносными – забирают много питательных веществ из почвы, ухудшая тем самым питание культурных растений, выделяют в почву токсичные для культурных растений вещества (явление аллелопатии), что приводит к угнетению посевов, повышению восприимчивости к болезням и снижению урожайности возделываемых культур. Поэтому борьба с многолетними сорняками и их искоренение подразумевают снижение запаса в почве их вегетативных органов размножения путем правильного подбора предшественников, систем обработки почвы, удобрений, защиты растений и других элементов технологий возделывания.

По результатам опыта при сравнении систем основной обработки почвы на первом этапе исследований в 2008 году наблюдалось снижение длины вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в обоих слоях пахотного горизонта на всех вариантах обработки по сравнению с предыдущими 2006 и 2007 годами (таблица 15).

Таблица 15 – Длина (см/м²) и сухая масса (г/м²) вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в зависимости от системы основной обработки почвы (в среднем по системам удобрений и гербицидов, 2006-2009 гг.)

Вариант		Слой поч- вы, см	Год									
			1 этап						2 этап		среднее за 2006-2009 гг.	
			2006		2007		2008		2009			
			дли- на	мас- са	дли- на	мас- са	дли- на	мас- са	дли- на	мас- са	дли- на	мас- са
O ₁	отвальная	0-10	100,2	5,1	94,6	2,6	27,2	0,6	86,2	3,1	77,1	2,9
		10-20	58,7	3,8	26,5	0,6	6,0	0,2	33,4	2,2	31,2	1,7
		0-20	158,9	8,9	121,1	3,2	33,2	0,8	119,6	5,3	108,3	4,6
»O ₂	1 этап – поверхно- стно-отвальная-1, 2 этап-поверхностно- отвальная	0-10	93,2	4,4	87,7	2,4	29,4	1,2	92,9	3,9	75,8	3,0
		10-20	55,6	2,9	21,3	0,6	11,6	0,4	23,4	2,9	28,0	1,7
		0-20	148,8	7,3	109,0	3,0	41,0	1,6	116,3	6,8	103,8	4,7
O ₃	1 этап – поверхно- стно-отвальная-2, 2 этап – поверхно- стная с рыхлением	0-10	86,3	4,5	65,1	2,3	23,3	1,4	92,3	5,4	66,8	3,4
		10-20	48,9	2,9	9,8	0,3	8,9	0,2	16,4	0,9	21,1	1,1
		0-20	135,2	7,4	74,9	2,6	32,2	1,6	108,7	6,3	87,9	4,5
O ₄	1 этап – поверхно- стно-отвальная-3, 2 этап -поверхностная	0-10	68,7	4,7	52,6	2,6	15,8	0,9	73,1	4,2	60,1	3,1
		10-20	37,3	1,9	17,1	0,4	7,4	0,2	21,0	1,8	20,7	1,1
		0-20	106,0	6,6	69,7	3,0	23,2	1,1	94,1	6,0	80,8	4,2
НСР ₀₅		0-10	Fφ<F ₀₅									
		10-20	Fφ<F ₀₅									
		0-20	Fφ<F ₀₅		Fφ<F ₀₅		Fφ<F ₀₅		Fφ<F ₀₅		18,8	Fφ<F ₀₅

Следует отметить, что длина корней размножения многолетних сорняков снижалась в слое 10-20 см по сравнению со слоем 0-10 см.

В целом по слою 0-20 см положительная динамика в снижении длины вегетативных органов размножения многолетних сорняков отмечалась на двух вариантах поверхностно-отвальной обработки по сравнению с отвальной. Причем на поверхностно-отвальной-2 («O₃») длина корней размножения

снижалась на 3%, а на поверхностно-отвальной-3 («О₄») – на 30,1% по сравнению с вариантом ежегодной отвальной обработки.

Учитывая то, что на этих вариантах обработки вспашка проводилась одним и тем же плугом, но в разный временной период, то есть 1 раз в 3 года («О₃») и 1 раз в 4 года («О₄»), снижение длины корней размножения многолетних сорняков на варианте поверхностно-отвальной обработки-3 («О₄») происходило за счет увеличения количества малолетних сорных растений и вытеснения многолетних.

Второй этап исследований (2009 год) характеризовался некоторым увеличением длины вегетативных органов размножения – примерно до уровня 2007 года, что было вызвано вспашкой осенью 2008 года на всех вариантах обработки почвы, снижением количества малолетних сорняков и занятием их ниши многолетними видами сорняков.

В целом в 2009 году преимущество сохранилось за ресурсосберегающими системами обработки почвы, на вариантах которых длина корней размножения снижалась на 2,8; 9,1 и 21,3% (соответственно для «О₂», «О₃» и «О₄») по сравнению с ежегодной вспашкой.

В среднем за 4 года исследований преимущества также сохранились за ресурсосберегающими обработками, особенно за вариантами «О₃» и «О₄», где снижение длины корней размножения многолетних сорных растений было существенным по сравнению с отвальной обработкой.

На варианте поверхностно-отвальной обработки «О₂» снижение было незначительным (на 4,2%) в сравнении с отвальной обработкой «О₁».

Сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений на 1 этапе снижалась по годам исследований (от 2006 к 2008 году) на всех вариантах обработки почвы, но преимущество было за ресурсосберегающими обработками почвы. Однако в 2008 году сухая масса корней размножения многолетних сорняков на вариантах ресурсосберегающих обработок незначительно превышала значения на варианте отвальной обработки.

На втором этапе исследований, в 2009 году, сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений, так же как и их длина, увеличивалась по описанным выше причинам.

Что касается систем удобрения, то наблюдались следующие изменения длины вегетативных органов размножения многолетних сорных растений (таблица 16).

Таблица 16 – Длина (см/м²) и сухая масса (г/м²) вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в зависимости от системы удобрения (в среднем по системам обработки почвы и гербицидов, 2006-2009 гг.)

Вариант		Слой поч-вы, см	Год									
			1 этап						2 этап		среднее за 2006-2009 гг.	
			2006		2007		2008		2009			
			дли-на	мас-са	дли-на	мас-са	дли-на	мас-са	дли-на	мас-са	дли-на	мас-са
У ₁	экстенсивная	0-10	89,3	5,7	110,4	3,5	32,0	1,1	69,4	2,4	75,5	3,2
		10-20	47,4	3,1	17,3	0,4	11,5	0,3	20,1	1,6	24,1	1,4
		0-20	136,7	8,8	127,7	3,9	43,5	1,4	89,5	4,0	99,4	4,6
У ₂	среднеинтенсивная	0-10	69,4	4,6	94,3	2,1	65,8	0,9	23,2	5,2	69,9	3,2
		10-20	20,1	2,9	52,4	0,5	17,7	0,3	11,1	1,5	27,0	1,3
		0-20	89,5	7,5	146,7	2,6	83,5	1,2	34,3	6,7	96,9	4,5
У ₃	высокоинтенсивная	0-10	92,6	3,7	77,6	1,8	71,3	1,1	16,6	4,8	64,6	2,9
		10-20	23,6	2,7	50,6	0,4	21,1	0,1	2,8	2,8	24,5	1,5
		0-20	116,2	6,4	128,2	2,2	92,4	1,2	19,4	7,6	89,1	4,4
НСР ₀₅		0-10	Fφ<F ₀₅									
		10-20										
		0-20										

Так, при экстенсивной системе удобрений «У₁» на первом этапе исследований в слое почвы 0-20 см происходило постепенное снижение длины корней размножения многолетних сорняков.

Применение среднеинтенсивной системы удобрений «У₂» способствовало снижению длины в 2006 году (под посадками картофеля) на 93,4%, и увеличению в 2007 и 2008 годах (под посевами яровой пшеницы) на 14,9 и 80,8% по сравнению с вариантами без удобрений.

Применение высокоинтенсивной системы удобрения приводило к увеличению длины корней размножения в 2006 году по сравнению со среднеинтенсивной системой в 1,3 раза, но все же значение данного показателя было несколько ниже, чем на фоне экстенсивной системы удобрения.

В 2007 и 2008 годах среднеинтенсивная и высокоинтенсивная системы удобрений приводили к увеличению длины корней размножения многолетних сорных растений по сравнению с фоном, где удобрения не применялись («У₁»), на 14,8 и 0,40% для «У₂» и «У₃» – в 2007 году и на 91,5 и 112,4% – в 2008 году. Это увеличение длины вызвано улучшением питания растений (как культурных, так и сорных) за счет внесенных удобрений.

Однако на втором этапе исследований (в 2009 году), после внесения высоких доз минеральных удобрений в запас на 4 года – K₁₀₀ («У₂») и K₄₀₀ («У₃»), длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений снизилась на вариантах среднеинтенсивной и высокоинтенсивной систем удобрения в 2,6 и 4,6 раза соответственно для «У₂» и «У₃» по сравнению с вариантами без удобрения. Вероятнее всего, это связано с токсическим действием высоких доз минеральных удобрений.

В целом за 4 года исследований применение среднеинтенсивной и высокоинтенсивной систем удобрения незначительно способствовало снижению длины вегетативных органов размножения многолетних сорных растений (на 2,52 и 10,40%) по сравнению с фоном экстенсивной системы удобрения.

Сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в зависимости от систем удобрения на первом этапе исследований имела следующую динамику: в целом по годам исследований (с 2006 по 2008 год) происходило снижение сухой массы корней размножения на всех вариантах систем удобрения. В 2006 году преимущество было за среднеинтенсивной и высокоинтенсивной системами удобрений, там сухая масса корней размножения снижалась в 1,17 и 1,37 раза по сравнению с фоном без удобрений.

В 2007 году тенденция была та же, что и в 2008 году, то есть отмечалось снижение сухой массы на вариантах средне- и высокоинтенсивной систем удобрения по сравнению с экстенсивной системой в 1,5 и 1,8 раза.

В 2008 году показатели на всех трех фонах питания снизились по сравнению с предыдущим 2007 годом – в 2,78, 2,17 и 1,83 раза (соответственно для «У₁», «У₂» и «У₃»), а также выровнялись между собой с разницей в 0,20 г/м².

В 2009 году, после внесения удобрения в запас (осень 2008 года), сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений увеличилась, хотя их длина все же снижалась, вероятнее всего, так могли подействовать калийные удобрения. На фонах средне- и высокоинтенсивной систем удобрения сухая масса возрастала в 1,67 и 1,90 раза по сравнению с фоном без удобрения.

В целом за 4 года исследований сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений на всех трех фонах питания была примерно на одном уровне, вероятнее всего, такая картина произошла из-за изменений в 2009 году после внесения больших доз калийных удобрений в запас на 4 года.

В среднем по системам защиты растений длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений изменялась следующим образом (таблица 17).

Таблица 17 – Длина (см/м²) и сухая масса (г/м²) вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в зависимости от системы защиты растений от сорняков (в среднем по системам обработки почвы и удобрений, 2006-2009 гг.)

Вариант		Слой поч-вы, см	Год									
			1 этап						2 этап		среднее за 2006-2009 гг.	
			2006		2007		2008		2009			
			дли-на	мас-са	дли-на	мас-са	дли-на	мас-са	дли-на	мас-са	дли-на	мас-са
Г ₁	без гербицидов	0-10	84,9	4,6	90,7	2,7	25,4	1,2	82,5	4,0	70,9	3,2
		10-20	53,9	3,1	17,4	0,4	4,8	0,2	31,3	2,8	26,8	1,6
		0-20	138,8	7,7	108,1	3,1	30,2	1,4	113,8	6,8	97,7	4,8
Г ₂	с гербицидами	0-10	89,3	4,7	74,4	2,2	22,5	0,9	89,7	4,2	69,0	3,0
		10-20	46,4	2,7	19,9	0,5	12,2	0,3	15,8	1,1	23,6	1,1
		0-20	135,7	7,4	94,3	2,7	34,7	1,2	105,5	5,3	92,6	4,1
НСР ₀₅		0-10	Fφ<F ₀₅									
		10-20										
		0-20										

На первом этапе исследований, как на фоне без применения гербицидов, так и с их применением, происходило снижение длины корней размножения по годам, от 2006 к 2008 году.

Так, в 2006 году под действием гербицида Зенкор длина корней размножения многолетних сорняков оставалась практически на уровне безгербицидного варианта. Такое явление можно объяснить как действием самого гербицида, так ранними сроками его внесения – до всходов картофеля

В 2007 году, под действием гербицида Секатор, произошло незначительное снижение (в 1,15 раза) длины вегетативных органов размножения по сравнению с безгербицидным вариантом, а в 2008 году, под действием того же Секатора, отмечалось увеличение длины корней размножения. Это вызвано тем, что нишу малолетних сорных растений заняли более устойчивые к данному гербициду многолетние сорняки.

В 2009 году на посевах однолетних трав (вико-овсяная смесь на зеленую массу) гербицид не вносился, поэтому длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений (в слое почвы 0-20 см) увеличилась примерно до уровня 2006 года – последствие гербицида было незначительным.

В среднем за 4 года исследований гербициды незначительно снижали длину корней размножения многолетних сорняков – не более чем на 6% по сравнению с безгербицидными вариантами.

Изменения сухой массы вегетативных органов размножения многолетних сорных растений как на первом, так и на втором этапах исследований, а также в среднем за 4 года имели сходную с длиной корней динамику.

Таким образом, можно сделать выводы о том, что в борьбе с вегетативными органами размножения многолетних сорных растений первую и существенную роль играет обработка почвы. В наших исследованиях системы ресурсосберегающей обработки почвы (сочетания) были более эффективными, даже в сравнении с ежегодной вспашкой. Системы удобрения и защиты растений играют лишь второстепенную роль и существенного влияния не оказали.

В среднем за период исследований (2006-2009 гг.) динамика изменения длины вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в слое почвы 0-20 см была следующей (рисунок 20, приложение 4).

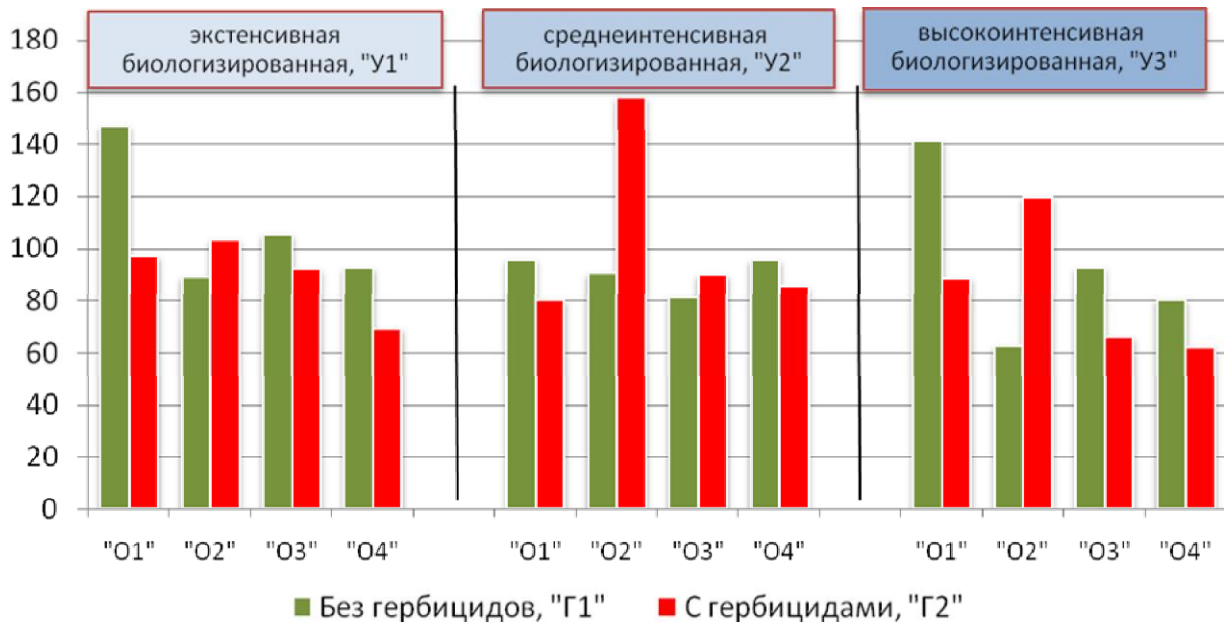


Рисунок 20 – Длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в слое почвы 0-20 см, в среднем за 2006-2009 гг., см/м²

На экстенсивном фоне питания без применения гербицидов достоверное снижение длины корней размножения многолетних сорных растений наблюдалось на вариантах поверхностно-отвальной («О₂») и поверхностной («О₄») обработок почвы по сравнению с отвальной.

Применение гербицида по данному фону питания привело к достоверному снижению длины на варианте отвальной обработки, на вариантах ресурсосберегающих систем обработки («О₃» и «О₄») тоже происходило снижение длины корней размножения многолетних сорных растений, хотя и незначительное. Только на поверхностно-отвальной обработке почвы отмечалось некоторое увеличение длины корней размножения (на 16,2%) по сравнению с безгербицидным фоном.

Среднеинтенсивная система удобрений по фону без применения гербицидов в целом способствовала снижению длины вегетативных органов размножения многолетних сорняков по сравнению с экстенсивной системой пи-

тания на 22,3-39,3%. При данном фоне питания незначительные преимущества были за поверхностно-отвальной и поверхностной с рыхлением обработками почвы.

Применение гербицида при данном фоне питания, наоборот, приводило к увеличению длины корней размножения на вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной с рыхлением обработок соответственно на 77,7 и 10,4% и снижению на отвальной и поверхностной обработках почвы соответственно на 16,1 и 10,4%.

Высокоинтенсивная система удобрения без применения гербицида, способствовала достоверному снижению длины вегетативных органов размножения на всех вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы по сравнению с ежегодной отвальной.

Однако использование гербицида при данном фоне питания способствовало увеличению засоренности почвы вегетативными органами размножения многолетних сорняков на варианте поверхностно-отвальной обработки («О₂») на 91,8 %, на остальных обработках наблюдалось снижение засоренности почвы корнями многолетних сорняков на 37,2; 28,7 и 23,0%, соответственно для «О₁», «О₃» и «О₄».

Динамика изменения сухой массы корней размножения многолетних сорняков в среднем за 4 года исследований изменялась следующим образом (рисунок 21, приложение 5).

Экстенсивная система удобрений по фону без применения гербицидов способствовала снижению сухой массы корней размножения многолетних сорняков на всех вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы, по сравнению с ежегодной отвальной обработкой на 36,5; 26,9 и 26,9% соответственно для «О₂», «О₃» и «О₄».

Применение гербицида привело к снижению сухой массы корней размножения на всех вариантах обработки на 33,3; 10,0 и 19,6%, кроме поверхностной. При данном фоне преимущества были за поверхностно-отвальной («О₂») и поверхностной с рыхлением («О₃») обработками.

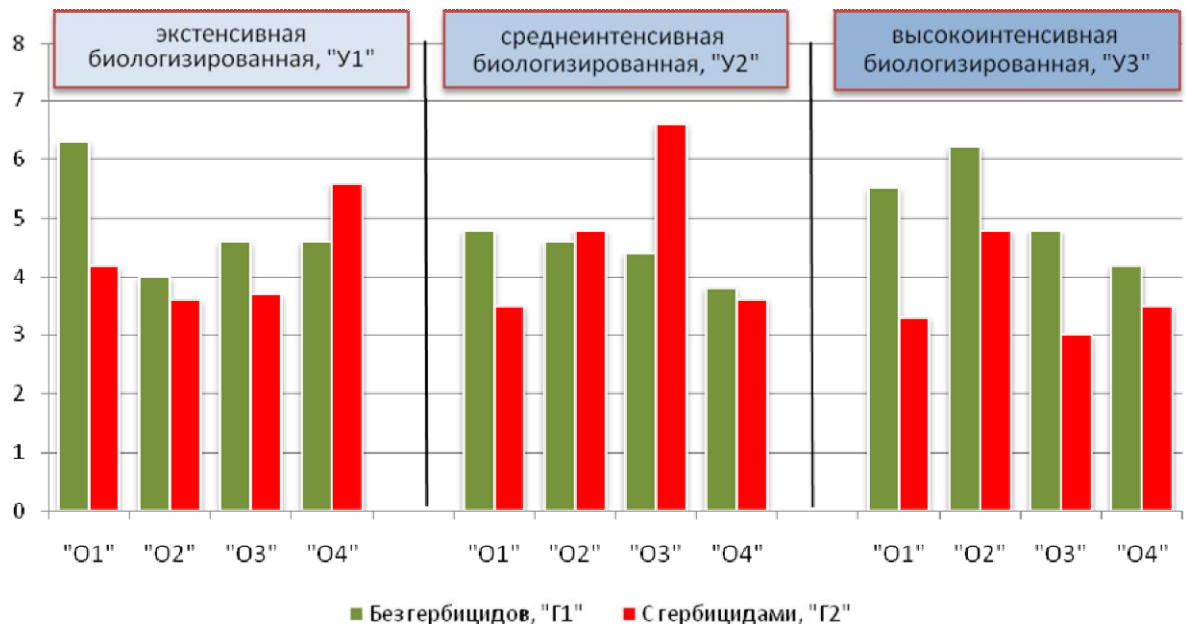


Рисунок 21 – Сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в слое почвы 0-20 см, в среднем за 2006-2009 гг., г/м²

Среднеинтенсивная система удобрений без применения гербицида, так же как и экстенсивная система, оставляла преимущества за ресурсосберегающими обработками почвы («О₂», «О₃» и «О₄») по сравнению с отвальной обработкой.

Внесение гербицида при данном фоне питания привело к достоверному увеличению сухой массы корней размножения на вариантах поверхностной с рыхлением обработки и незначительному – на вариантах поверхностно-отвальной обработки почвы. На вариантах отвальной и поверхностной обработок отмечалось снижение сухой массы корней размножения многолетних сорняков соответственно на 27,1 и 5,3%.

Высокоинтенсивная система удобрений без внесения гербицида способствовала увеличению сухой массы вегетативных органов размножения многолетних сорняков на всех вариантах обработки почвы по сравнению с экстенсивной и среднеинтенсивной системами удобрений в среднем на 29,7%.

Максимальное повышение сухой массы корней размножения многолетних сорняков отмечалось на варианте поверхностно-отвальной («О₂») обработки почвы по сравнению с отвальной, поверхностной с рыхлением и поверхностной обработками соответственно на 12,7; 29,2 и 47,6%. Преимущества при данном фоне питания были за обработками «О₃» и «О₄».

Внесение гербицида при данной системе удобрения способствовало снижению сухой массы вегетативных органов размножения многолетних сорняков на всех вариантах обработки почвы, но преимущества также сохранились за поверхностной с рыхлением и поверхностной обработками («O₃» и «O₄»).

Длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по слоям пахотного горизонта по фону без применения гербицида в среднем за 4 года исследований изменялась следующим образом (рисунок 22).

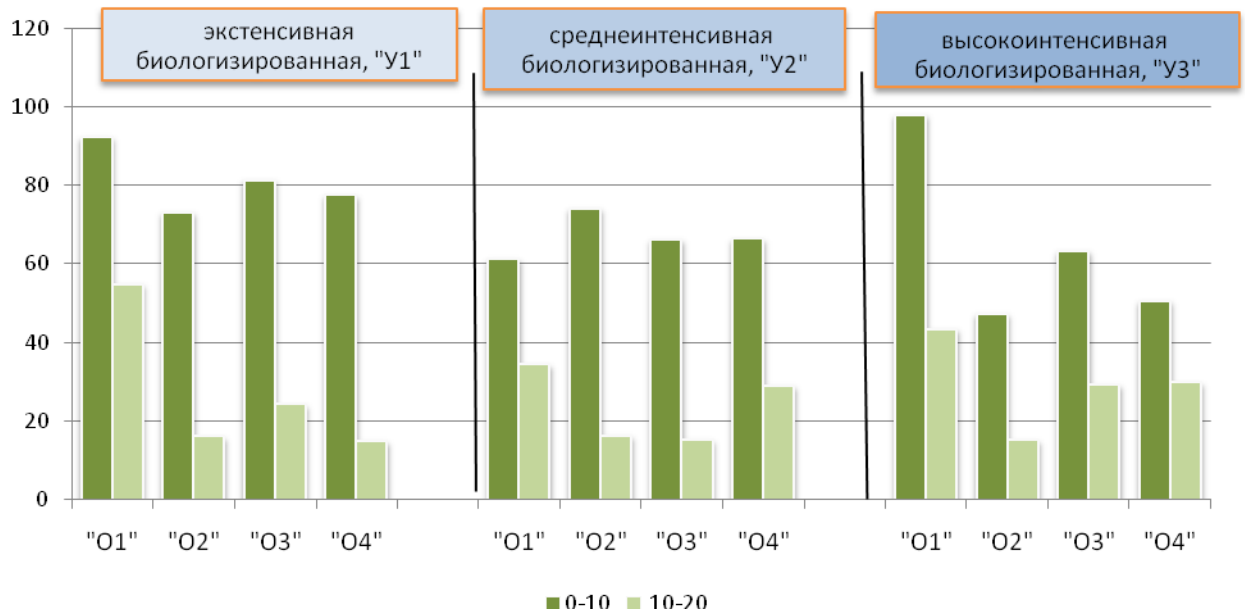


Рисунок 22 – Длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по слоям пахотного горизонта по фону без гербицидов («Г₁») в среднем за 2006-2009 гг., см/м²

В целом следует отметить, что длина корней размножения многолетних сорных растений в слое почвы 10-20 см была ниже, чем в слое 0-10 см, в среднем на 40,6-78,1%. Это отмечалось на всех вариантах обработки почвы, при всех фонах питания.

При экстенсивной системе удобрения преимущества сохранялись за ресурсосберегающими системами обработки почвы («O₂», «O₃», «O₄») в обоих слоях пахотного горизонта в сравнении с ежегодной отвальной обработкой.

При среднеинтенсивной системе удобрения в слое почвы 0-10 см на вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы наблюдалось некото-

рое увеличение длины корней многолетних сорняков по сравнению с отвальной обработкой (на 8,2-21,1%). Но следует отметить, что длина корней размножения многолетних сорных растений на всех обработках почвы при данном фоне питания в слое 0-10 см была ниже таковой при экстенсивном фоне питания на 14,3-33,2%.

Что касается слоя почвы 10-20 см, там преимущества были у ресурсосберегающих обработок. Лучше всего показали себя в данном слое поверхностно-отвальная («O₂») и поверхностная с рыхлением («O₃») обработки почвы.

Высокоинтенсивная система удобрений способствовала снижению длины корней размножения многолетних сорных растений в слое 0-10 см, так же как и в слое 10-20 см, на вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы («O₂», «O₃», «O₄») – на 51,7; 35,3 и 48,3% по сравнению с ежегодной отвальной, а также в сравнении с экстенсивной и среднеинтенсивной системами удобрений в среднем на 4,4-36,2%.

Применение гербицидов (рисунок 23) приводило к увеличению длины корней многолетних сорных растений в слое почвы 0-10 см на варианте поверхностно-отвальной обработки («O₂») на 31,5% по сравнению с отвальной, та же динамика сохранилась и в слое 10-20 см, причем на всех фонах питания.

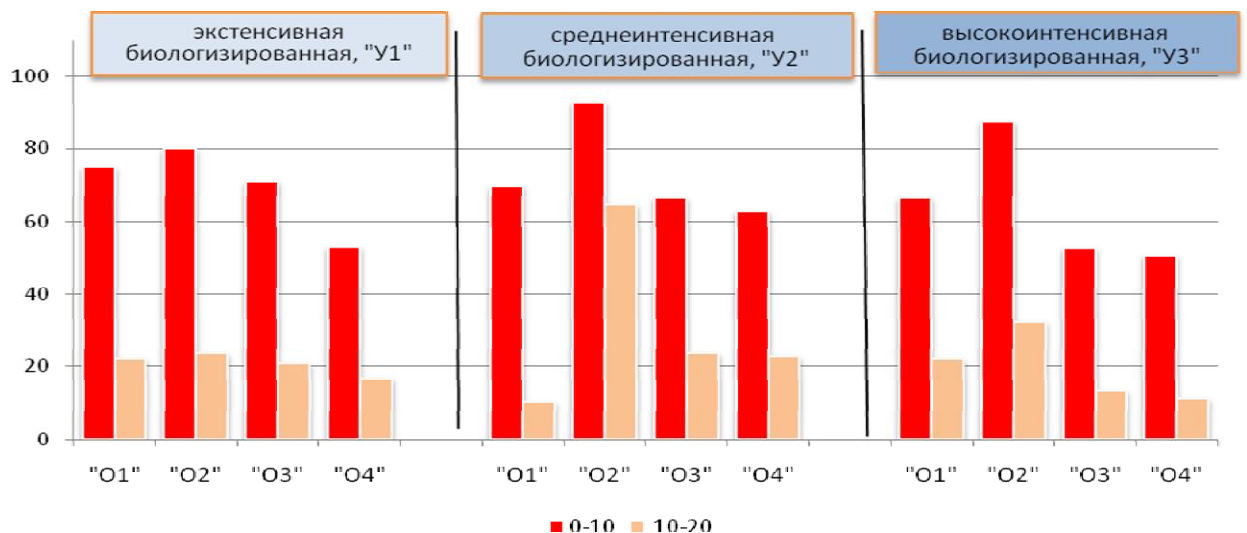


Рисунок 23 – Длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по слоям пахотного горизонта по фону применения гербицидов («Г₂») в среднем за 2006-2009 гг., см/м²

Стоит отметить, что преимущества на всех трех фонах питания были за системой поверхностной обработки почвы как в слое 0-10 см, так и в слое 10-20 см.

Сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по слоям пахотного горизонта по фону без гербицидов в среднем за 4 года исследований изменялась следующим образом (рисунок 24).

При экстенсивной системе удобрений в обоих слоях пахотного горизонта преимущества были за ресурсосберегающими обработками почвы по сравнению с отвальной.

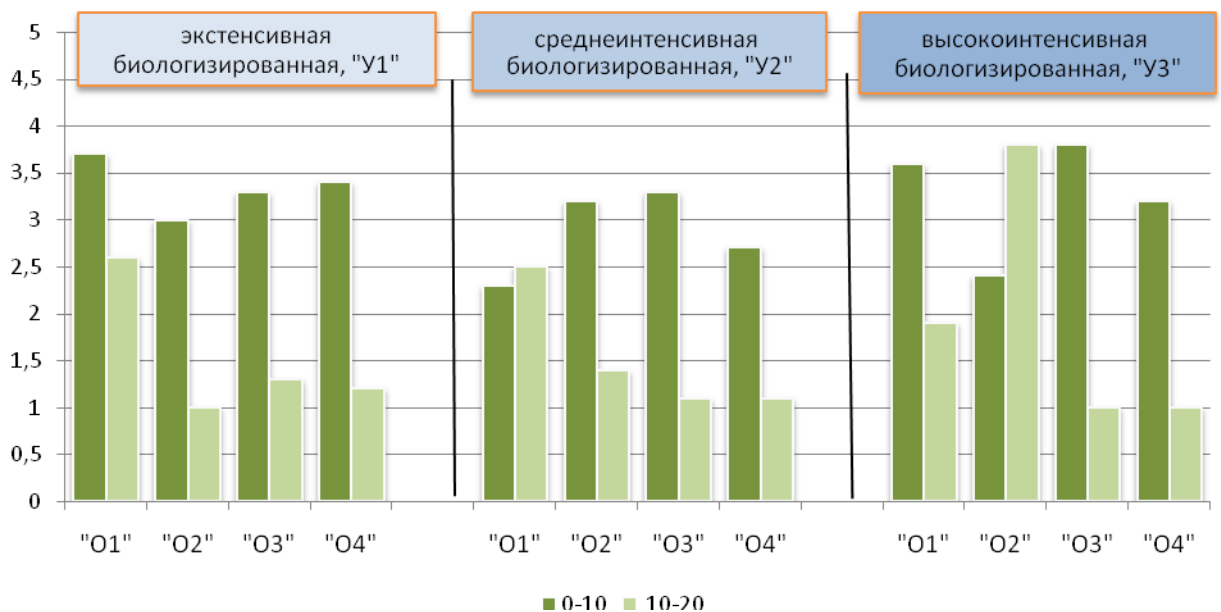


Рисунок 24 – Сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по слоям пахотного горизонта по фону без гербицидов («Г₁») в среднем за 2006-2009 гг., г/м²

Применение среднеинтенсивной системы удобрений вызвало увеличение сухой массы корней размножения многолетних сорных растений в слое 0-10 см на вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы на 17,4-43,5% в сравнении с ежегодной отвальной обработкой, это связано, скорее всего, с внесением минеральных удобрений.

В слое почвы 10-20 см наблюдалась обратная слою 0-10 см динамика – снижение сухой массы корней размножения на вариантах ресурсосберегаю-

щих систем обработки на 53,6; 66,7 и 59,2% (по сравнению со слоем 0-10 см) соответственно для «O₂», «O₃», «O₄» и увеличение на отвальной.

Высокоинтенсивная система удобрений способствовала снижению сухой массы вегетативных органов размножения в слое почвы 0-10 см на варианте поверхностно-отвальной системы обработки («O₂») на 24,0-47,6% по сравнению с остальными обработками. А вот в слое 10-20 см наблюдалась обратная динамика.

В целом можно отметить, что из ресурсосберегающих систем обработок большее преимущество было у «O₃» и «O₄».

Применение гербицида (рисунок 25) способствовало снижению сухой массы вегетативных органов размножения многолетних сорных растений как в слое почвы 0-10 см, так и в слое почвы 10-20 см в среднем на 10,0-21,6% по сравнению с безгербицидными вариантами.

При экстенсивной системе удобрений в слое почвы 0-10 см сухая масса корней размножения была примерно на одном уровне на всех вариантах обработки почвы. В слое 10-20 см небольшое преимущество отмечалось за ресурсосберегающими системами обработки почвы.

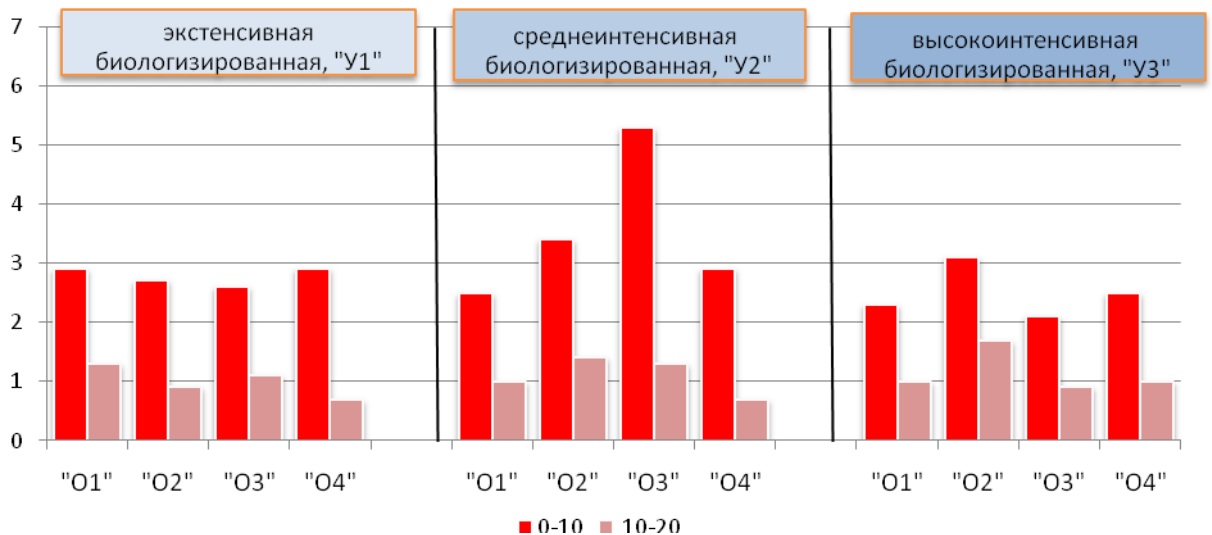


Рисунок 25 – Сухая масса вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по слоям пахотного горизонта по фону применения гербицидов («Г₂») в среднем за 2006-2009 гг., г/м²

Применение среднеинтенсивной системы удобрений спровоцировало увеличение сухой массы корней размножения в слое 0-10 см на всех вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы на 36,0; 112,0 и 16,0% (соответственно для «О₂», «О₃» и «О₄») по сравнению с отвальной обработкой, а также в сравнении с экстенсивной системой удобрения.

В слое 10-20 см наблюдалась сходная со слоем 0-10 см динамика.

Применение высокоинтенсивной системы удобрений в целом способствовало снижению сухой массы вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в слое 0-10 см на 8,0-60,4% в сравнении со среднеинтенсивной системой. Также отмечалось некоторое преимущество за вариантами поверхностной с рыхлением обработки почвы (в сравнении с остальными обработками), что проявилось в снижении показателя на 8,7-32,2%.

Видовой состав корней размножения многолетних сорных растений за 4 года исследований был представлен четырьмя видами: осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) и чистец болотный (*Stachys palustris* L.).

В целом по системам обработки (в среднем по системам удобрений и защиты растений) длина корней размножения осота полевого снижалась на вариантах ресурсосберегающих систем обработок почвы по сравнению с отвальной, причем снижение происходило плавно от наиболее интенсивной «О₁» к наименее интенсивной – «О₄», т.е. снижение длины корней осота сократилось на 8,7; 20,4 и 40,1% соответственно для «О₂», «О₃» и «О₄» по сравнению с отвальной (рисунок 26).

Однако в зависимости от интенсивности систем обработки возрастала длина корней бодяка полевого, хвоща полевого и чистеца болотного (длина корней размножения последнего особенно увеличивалась на вариантах поверхностной обработки почвы), а именно – возрастала на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы по сравнению с отвальной.

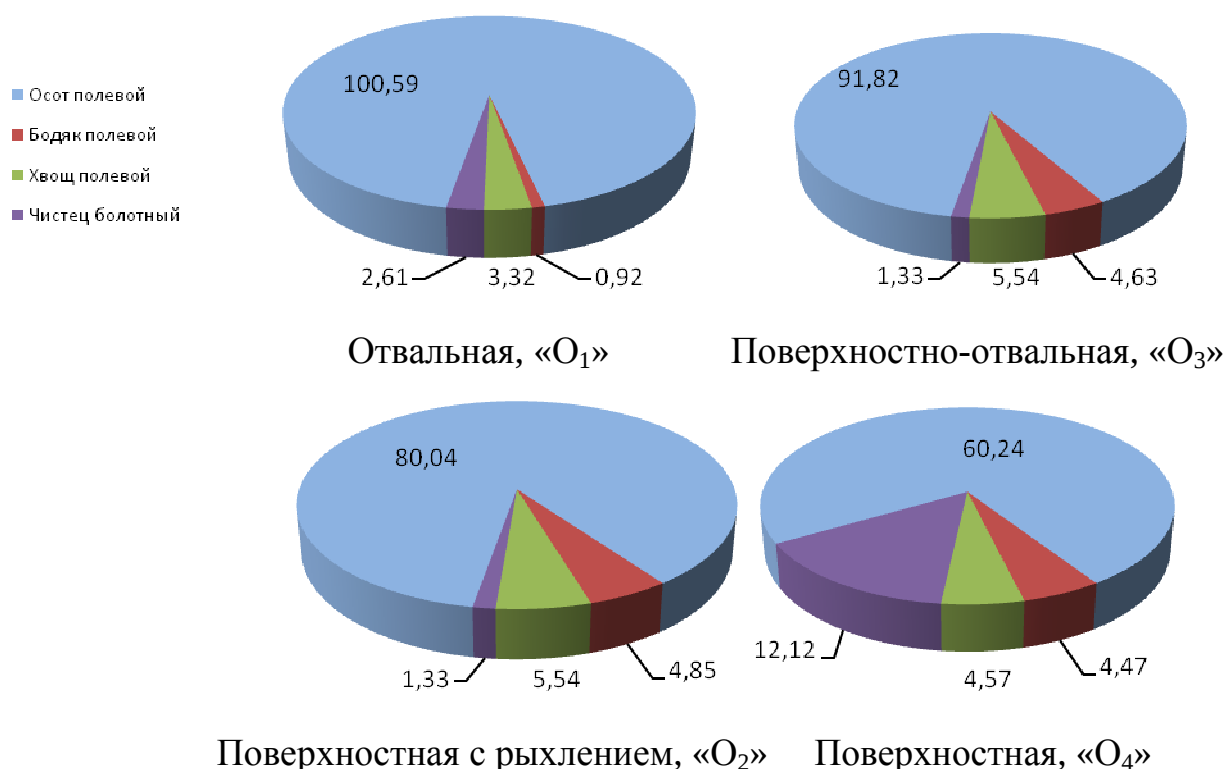


Рисунок 26 – Длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по видовому составу в пахотном слое 0-20 см в зависимости от системы основной обработки почвы, см/м² (в среднем по системам удобрений и гербицидов, 2006-2009 гг.)

Средне- и высокоинтенсивная системы удобрения способствовали некоторому снижению длины корней размножения осота полевого и бодяка полевого по сравнению с экстенсивным фоном питания. Однако на вариантах среднеинтенсивной системы удобрения наблюдалось увеличение длины корней хвоща полевого и чистеца полевого соответственно в 2,9 и 1,5 раза по сравнению с экстенсивной. На вариантах высокоинтенсивной системы удобрений длина корней хвоща была на уровне экстенсивной, а чистеца болотного снижалась в 1,8 раза (рисунок 27).

Применение гербицидов способствовало снижению длины корней размножения осота полевого – на 1,6%, хвоща полевого – на 44,2% и чистеца болотного – на 57,1%, а также увеличению длины корней бодяка полевого на 57,9 % по сравнению с безгербицидными вариантами (рисунок 28).

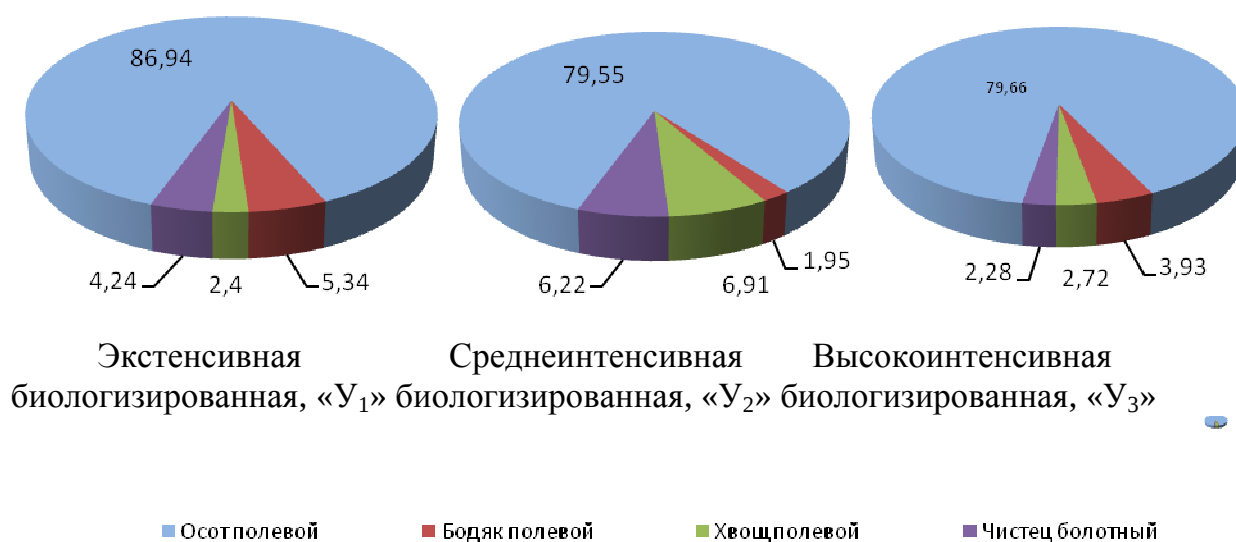


Рисунок 27 – Длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по видовому составу в пахотном слое 0-20 см в зависимости от системы удобрений, см/м² (в среднем по системам основной обработки почвы и гербицидов, 2006-2009 гг.)

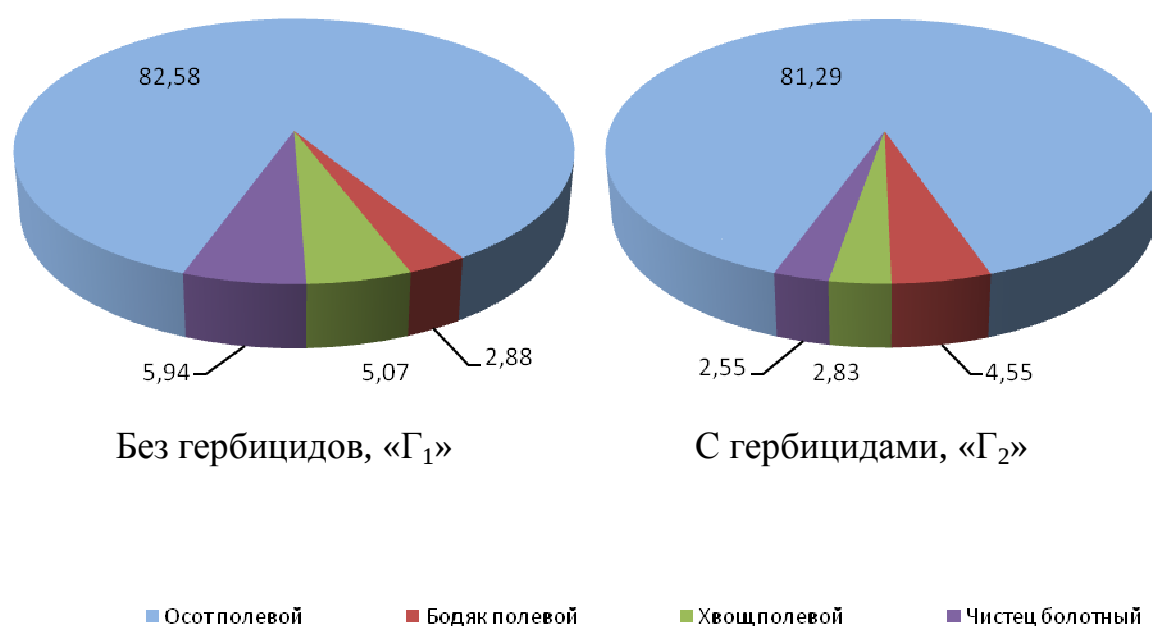


Рисунок 28 – Длина вегетативных органов размножения многолетних сорных растений по видовому составу в пахотном слое 0-20 см в зависимости от системы защиты растений, см/м² (в среднем по системам основной обработки почвы и удобрений 2006-2009 гг.)

Различные по интенсивности агротехнические приемы зачастую определяют изменения потенциальной засоренности почвы и генеративными органами, размножение которыми характерно преимущественно для менее вредоносных малолетних сорняков.

Учет численности семян малолетних сорняков в пахотном слое почвы проводился в 2008 году, при этом общая засоренность слоя почвы 0-20 см семенами сорных растений при экстенсивной системе удобрения без применения гербицидов снижалась на 4,9% на варианте поверхностно-отвальной, а на поверхностной возрастала на 10,5% по сравнению с вариантами ежегодной отвальной обработки (таблица 18).

Применение гербицидов по данному фону питания способствовало небольшому повышению засоренности почвы семенами сорняков на вариантах поверхностно-отвальной обработки, однако она была практически на уровне отвальной, а на вариантах поверхностной обработки засоренность возросла на 20,6% по сравнению с отвальной.

Таблица 18 – Потенциальная засоренность слоя почвы 0-20 см семенами сорных растений, млн шт./га (2008, данные получены совместно с аспиранткой А.А. Кругловой)

Вариант		Система защиты растений, «Г»	
обработка почвы, «О»	система удобрения, «У»	без гербицида, «Г ₁ »	с гербицидом, «Г ₂ »
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	926,3	836,3
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	1008,8	960,3
Поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	881,3	908,0
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	978,8	953,0
Поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	1023,8	1009,0
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	1143,8	1193,0
НСР ₀₅ деланки I, II, III порядка		F _ф < F ₀₅	

При высокоинтенсивной системе удобрения без применения гербицидов наблюдалась динамика снижения засоренности почвы семенами сорня-

ков на вариантах поверхностно-отвальной обработки на 3,0%, а на варианте поверхностной – увеличения на 13,4% по сравнению с отвальной обработкой почвы.

Применение гербицидов при данной системе удобрения обеспечивало снижение засоренности почвы семенами сорняков на вариантах поверхностно-отвальной обработки на 0,8%, а также увеличение численности семян сорняков на варианте поверхностной – на 24,2% по сравнению с отвальной обработкой.

Увеличение засоренности почвы на вариантах поверхностной обработки на фонах применения гербицидов в сравнении с отвальной может объясняться более длительным периодом поверхностных обработок почвы и накоплением семян в верхнем слое почвы, в основном за счет семян сорняков, которые на момент обработки гербицидом не сформировали побеги, а также за счет тех, которые появились после использования гербицида, и обсеменились.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что необходимо проводить отвальную обработку после 3 лет поверхностных обработок, чтобы не допустить размножения адаптированных к данным технологиям видов сорняков как малолетних, так и многолетних, вне зависимости от систем удобрений и защиты растений.

3.7 Урожайность сельскохозяйственных культур и ее изменчивость под воздействием агротехнических приемов разной интенсивности

Урожайность и продуктивность полевых культур являются показателями эффективного плодородия почвы, а также эффективности различных агроприемов и технологий возделывания в целом.

На первом этапе исследований в 2006 году при экстенсивном фоне питания без применения гербицидов наибольшая урожайность картофеля отмечалась на вариантах поверхностно-отвальной обработки почвы «О₂» и была выше по сравнению с отвальной на 2,57 т/га (таблица 19).

Применение гербицида по данному фону питания способствовало некоторому снижению урожая картофеля на вариантах отвальной обработки (на 0,42 т/га) и увеличению на поверхностно-отвальной-1 и поверхностно-отвальной-3 соответственно на 1,04 и 3,7 т/га по сравнению с безгербицидными вариантами. Преимущество при данной системе удобрения имела поверхностно-отвальная-1 обработка почвы.

Среднеинтенсивная система удобрений по фону без гербицидов способствовала увеличению урожайности картофеля на всех вариантах обработки почвы по сравнению с экстенсивным фоном питания (на 8,85; 5,64 и 9,32 т/га соответственно для «О₁», «О₂» и «О₄»). Однако небольшое преимущество все же было за отвальной обработкой почвы.

Таблица 19 – Урожайность основной продукции полевых культур*, т/га

Вариант			Год, культура					
обработка почвы, «О»	система удоб- рений, «У»	система защиты растений, «Г»	1 этап			2 этап		
			2006, карто- фель	2007, яровая пше- ница	2008, яровая пше- ница	2009, однолет- ние тра- вы	2010, озимая трити- кале	2011, кар- тофель
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	17,17	2,50	1,94	23,39	2,86	26,28
		«Г ₂ »	16,70	2,59	1,91	24,60	3,46	25,76
	среднеинтен- сивная, «У ₂ »	«Г ₁ »	26,02	3,22	2,85	22,37	3,84	20,09
		«Г ₂ »	24,57	2,78	2,48	24,14	3,39	23,29
	высокоинтен- сивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	29,61	3,45	3,10	20,83	3,72	24,63
		«Г ₂ »	30,43	4,11	2,72	18,53	3,78	34,68
1 этап – поверхно- стно-отвальная-1, 2 этап-поверхно- стно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	19,74	2,42	1,88	21,63	3,88	19,88
		«Г ₂ »	20,78	2,34	1,95	21,21	3,31	27,66
	среднеинтен- сивная, «У ₂ »	«Г ₁ »	25,38	2,45	2,60	25,28	3,54	24,49
		«Г ₂ »	29,29	3,03	2,48	27,39	3,56	29,69
	высокоинтен- сивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	28,91	3,07	2,81	23,96	3,78	30,03
		«Г ₂ »	29,74	3,59	2,71	22,28	4,98	33,98
1 этап – поверхно- стно-отвальная-3, 2 этап -поверхно- стная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	15,81	2,30	1,74	20,98	3,27	19,45
		«Г ₂ »	19,51	2,32	1,77	21,53	3,16	26,30
	среднеинтен- сивная, «У ₂ »	«Г ₁ »	25,13	2,68	2,15	24,66	3,73	17,94
		«Г ₂ »	26,03	2,78	2,12	21,23	3,87	27,97
	высокоинтен- сивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	30,59	3,04	2,50	22,86	2,98	25,29
		«Г ₂ »	31,14	3,31	2,63	13,82	3,06	30,58
НСР ₀₅ I порядка			Fф<F ₀₅	0,40	0,36	Fф<F ₀₅	1,26	Fф<F ₀₅
НСР ₀₅ II порядка			4,29	0,61	0,32	Fф<F ₀₅	1,07	Fф<F ₀₅
НСР ₀₅ III порядка			3,28	0,43	0,29	Fф<F ₀₅	0,90	7,97

* – для зерновых – урожайность зерна, для картофеля – урожайность клубней, для однолетних трав – урожайность зеленой массы.

Применение гербицида при данной системе удобрения способствовало увеличению урожайности картофеля на вариантах ресурсосберегающих обработок (в особенности на «О₂», где урожайность составила 29,3 т/га), а также некоторому снижению на отвальной.

При высокоинтенсивном фоне питания без применения гербицидов отмечалось увеличение урожайности на вариантах поверхностно-отвальной-3 по сравнению с отвальной на 1,28 т/га. На вариантах поверхностно-отвальной-1 данный показатель был на уровне ежегодной отвальной обработки.

Применение гербицида также способствовало повышению урожайности картофеля на всех вариантах обработки почвы по сравнению с безгербицидными вариантами. Преимущества также остались за поверхностно-отвальной-3, где урожайность составила 34,14 т/га. На поверхностно-отвальной-1 урожайность была на уровне отвальной обработки «О₁».

В 2007 году урожайность яровой пшеницы при экстенсивном фоне питания без гербицидов не имела существенных различий по системам обработки почвы. Однако отмечалась некоторая динамика снижения урожайности на вариантах ресурсосберегающих обработок «О₂» и «О₄» по сравнению с отвальной соответственно на 0,08 и 0,20 т/га. Применение гербицида при данном фоне питания способствовало увеличению урожайности на отвальной обработке и небольшому снижению (на 0,08 т/га) – на поверхностно-отвальной-1, на поверхностно-отвальной-3 данный показатель остался на уровне безгербицидного варианта.

Среднеинтенсивная система удобрений без применения гербицидов способствовала повышению урожайности яровой пшеницы на всех вариантах обработки почвы по сравнению с экстенсивным фоном питания, однако преимущества остались за отвальной обработкой. Применение гербицида при данной системе удобрения спровоцировало снижение урожайности пшеницы на отвальной обработке почвы (на 0,44 т/га) и увеличение на поверхностно-отвальной-1 (на 0,58 т/га) и поверхностно-отвальной-3 (на 0,10 т/га).

Высокоинтенсивная система удобрений как по фону без гербицидов, так и с их применением, способствовала увеличению урожайности культуры на всех вариантах обработки, но преимущества были у отвальной обработки «О₁».

В 2008 году урожайность яровой пшеницы (повторный посев) снижалась по сравнению с 2007 годом, такое снижение обусловлено высоким распространением и степенью пораженности растений пшеницы септориозом и бурым бактериозом.

Так, при экстенсивном фоне питания без применения гербицидов урожайность пшеницы не имела существенных различий по системам обработки почвы, но отмечалась тенденция к снижению урожайности на вариантах обеих систем поверхностно-отвальной обработки по сравнению с отвальной на 0,06 и 0,20 т/га соответственно для «О₂» и «О₄». Это говорит об отрицательном влиянии повышенной засоренности посевов без применения гербицидов на 4-й год поверхностных обработок.

Гербициды при данном фоне питания способствовали увеличению урожайности на поверхностно-отвальных обработках и некоторому снижению на отвальной. Преимущества, хотя и небольшие (0,04 т/га), были за поверхностно-отвальной-1 обработкой почвы.

Среднеинтенсивная система удобрений без гербицидов способствовала существенному увеличению урожайности пшеницы на всех вариантах обработки почвы по сравнению с экстенсивным фоном питания (на 0,91; 0,72 и 0,41 т/га соответственно для «О₁», «О₂» и «О₃»), однако преимущество в 0,25 т/га было у отвальной обработки.

Применение гербицидов на данном фоне питания способствовало снижению урожайности культуры по сравнению с безгербицидными вариантами на всех обработках почвы. А на вариантах отвальной и поверхностно-отвальной-1 обработок почвы урожайность была на одном уровне.

На высокоинтенсивном фоне питания без применения гербицидов отмечалось существенное повышение урожайности яровой пшеницы на всех

вариантах обработки почвы по сравнению с экстенсивным и среднеинтенсивным фонами питания. Однако преимущество в 0,29 т/га (по сравнению с «O₂») были за отвальной обработкой почвы.

Применение гербицидов спровоцировало достоверное снижение урожайности на варианте отвальной обработки почвы, на поверхностно-отвальных также отмечалось некоторое снижение урожайности культуры. При данном фоне питания урожайность на поверхностно-отвальной-1 и отвальной обработках была примерно на одном уровне.

На втором этапе исследований в 2009 году на фоне экстенсивной системы удобрений без применения гербицидов урожайность однолетних трав имела динамику снижения на вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной обработок по сравнению с отвальной на 1,76 и 2,41 т/га, но была незначительной.

Варианты с применением гербицидов показали небольшое увеличение урожайности на отвальной и поверхностной обработках, и незначительное снижение на поверхностно-отвальной (на 0,42 т/га) по сравнению с безгербицидными вариантами.

Среднеинтенсивная система удобрений без применения средств защиты растений способствовала увеличению урожайности однолетних трав на вариантах поверхностно-отвальной (на 1,14 т/га) и поверхностной (на 0,52 т/га) обработок по сравнению с отвальной.

Последствие гербицидов на фоне «Г₂» способствовало повышению урожайности культуры на варианте поверхностно-отвальной обработки почвы по сравнению с отвальной на 3,25 т/га, а по сравнению с безгербицидным вариантом – на 2,11 т/га.

Высокоинтенсивная система удобрения без гербицидов спровоцировала снижение урожайности однолетних трав на всех вариантах обработки почвы по сравнению со среднеинтенсивным фоном питания. Преимущество в 3,13 т/га перед отвальной было у поверхностно-отвальной обработки почвы.

На гербицидных вариантах при данном фоне питания происходило снижение урожайности на всех обработках почвы по сравнению с безгербицидными вариантами. Преимущество в 1,07 т/га осталось за поверхностно-отвальной обработкой почвы.

Снижение урожайности при высокоинтенсивной системе удобрения может быть обусловлено внесением высоких доз калийных удобрений с осени 2008 года (K_{400} в запас на 4 года). Такие дозы минерального удобрения повысили токсичность почвы, что не могло не сказаться на урожайности культуры.

В 2010 году при экстенсивной системе удобрений без применения гербицида существенное повышение урожайности озимой тритикале отмечалось на вариантах поверхностно-отвальной обработки почвы на 1,02 т/га по сравнению с отвальной. Также увеличение урожайности по сравнению с отвальной обработкой наблюдалось и на поверхностной обработке – на 0,41 т/га.

Применение гербицида способствовало незначительному повышению урожайности на отвальной обработке (на 0,60 т/га) и снижению на поверхностно-отвальной (на 0,57 т/га) и поверхностной (0,11 т/га) обработках по сравнению с безгербицидными вариантами.

Среднеинтенсивная система удобрений по фону без применения гербицидов способствовала существенному повышению урожайности озимой тритикале на варианте отвальной обработки почвы. На вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной обработок урожайность была на 0,30 и 0,11 т/га ниже, чем на отвальной.

Гербициды при данном фоне питания способствовали увеличению урожайности тритикале на вариантах поверхностно-отвальной (на 0,17 т/га) и поверхностной (на 0,48 т/га) по сравнению с отвальной обработкой.

Высокоинтенсивная система удобрений способствовала повышению урожайности культуры на варианте поверхностно-отвальной обработки по сравнению с отвальной на 0,06 т/га, тогда как по фону применения гербицидов разница с отвальной составила 1,20 т/га (т.е. урожайность на поверхностно-отвальной обработке поднялась до 4,98 т/га).

В 2011 году на экстенсивной системе удобрения без применения гербицидов отмечалось незначительное снижение урожайности картофеля на вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной обработок почвы по сравнению с отвальной соответственно на 6,40 и 6,83 т/га.

Применение гербицида при данной системе питания, наоборот, способствовало увеличению урожайности картофеля на вариантах поверхностно-отвальной (на 1,90 т/га) и поверхностной (на 0,54 т/га) обработок почвы по сравнению с ежегодной отвальной, а по сравнению с безгербицидными вариантами – на 7,78 и 6,85 т/га.

Среднеинтенсивная система удобрений без гербицидов способствовала увеличению урожайности картофеля на вариантах поверхностно-отвальной обработки почвы по сравнению с отвальной на 4,40 т/га. На вариантах поверхностной обработки почвы отмечалось снижение урожайности на 2,15 т/га по сравнению с ежегодной отвальной обработкой.

Применение гербицида при данном фоне питания способствовало увеличению урожайности картофеля на всех обработках почвы по сравнению с безгербицидными вариантами.

В целом по данному фону отмечалось повышение урожайности на вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной обработок по сравнению с отвальной соответственно на 6,40 и 4,68 т/га.

Высокоинтенсивная система удобрения без применения гербицидов способствовала повышению урожайности картофеля на вариантах поверхностно-отвальной (на 5,40 т/га) и поверхностной (на 0,66 т/га) по сравнению с отвальной обработкой.

Применение гербицида при данной системе удобрения способствовало достоверному повышению урожайности картофеля на вариантах отвальной обработки почвы, но стоит отметить, что урожайность на поверхностно-отвальной обработке была всего лишь на 0,70 т/га ниже, чем на отвальной.

В целом гербициды способствовали повышению урожайности картофеля на всех вариантах обработки почвы по сравнению с безгербицидными вариантами.

В среднем по изучаемым факторам урожайность полевых культур за период исследований имела следующую динамику изменений (таблица 20).

На первом этапе исследований в 2006 году в среднем по системам обработки почвы урожайность картофеля повышалась на вариантах поверхностно-отвальной-1 обработки по сравнению с отвальной на 0,93 т/га.

Таблица 20 – Урожайность полевых культур в среднем по изучаемым факторам, т/га

Вариант		Год, культура					
		1 этап			2 этап		
		2006, карто- фель	2007, яровая пше- ница	2008, яровая пше- ница	2009, однолет- ние тра- вы	2010, озимая трिति- кале	2011, кар- тофель
Фактор А. Система обработки почвы, «О»							
O ₁	Отвальная	24,71	3,11	2,50	22,31	3,51	25,79
O ₂	1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап-поверхностно-отвальная	25,64	2,82	2,41	23,63	3,84	27,62
O ₄	1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап -поверхностная	24,08	2,74	2,15	20,85	3,34	19,93
НСР ₀₅		Fф<F ₀₅	0,16	0,20	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	2,27
Фактор В. Система удобрений, «У»							
У ₁	экстенсивная	18,54	2,37	1,88	23,07	3,33	23,90
У ₂	среднеинтенсивная	26,35	2,84	2,47	24,49	3,51	24,00
У ₃	высокоинтенсивная	31,03	3,48	2,78	20,85	3,82	28,89
НСР ₀₅		1,52	0,22	0,10	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	3,77
Фактор С. Система защиты растений, «Г»							
Г ₁	без гербицидов	24,63	2,79	2,42	23,50	3,51	23,06
Г ₂	с гербицидами	25,98	2,99	2,34	22,11	3,59	28,14
НСР ₀₅		Fф<F ₀₅	0,13	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	Fф<F ₀₅	2,30

Что касается систем удобрения, то урожайность достоверно повышалась на вариантах средне- и высокоинтенсивной систем удобрения «У₂» и «У₃» соответственно на 7,81 и 12,49 т/га по сравнению с экстенсивным фоном питания.

Гербициды незначительно увеличивали урожайность картофеля (на 1,35 т/га) по сравнению с безгербицидными вариантами.

В 2007 году урожайность яровой пшеницы достоверно снижалась на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы «О₂» и «О₄» по сравнению с отвальной соответственно на 0,29 и 0,37 т/га.

Средне- и высокоинтенсивные системы удобрения, так же как и в 2006 году, способствовали достоверному повышению урожайности культуры (на 0,47 и 1,11 т/га) по сравнению с экстенсивным фоном питания).

Гербициды достоверно повышали урожайность яровой пшеницы по сравнению с безгербицидными вариантами (на 0,20 т/га).

В 2008 году, хотя общий уровень урожайности повторного посева яровой пшеницы в целом снижался, но динамика изменений осталась такой же, как и в 2007 году, кроме системы защиты растений, там наблюдалось незначительное снижение урожайности по фону применения гербицида (на 0,08 т/га) по сравнению с безгербицидным вариантом.

На втором этапе исследований в 2009 году урожайность однолетних трав повышалась на варианте поверхностно-отвальной обработки по сравнению с отвальной (на 0,23 т/га).

В среднем по системам удобрений урожайность культуры повышалась на варианте среднеинтенсивной системы удобрения (на 1,42 т/га) и снижалась на высокоинтенсивном фоне питания (на 2,22 т/га) по сравнению с экстенсивным фоном. Это объясняется несколько токсичным действием высоких доз калийных удобрений, внесенных в запас на 4 года, на культурные растения.

Гербициды в 2009 году на посевах однолетних трав не вносились, но на вариантах последствия гербицида 2008 года отмечалось незначительное снижение урожайности культуры по сравнению с безгербицидным вариантом.

В 2010 году урожайность озимой тритикале возрастала на вариантах поверхностно-отвальной обработки почвы по сравнению с отвальной (на 0,33 т/га).

Средне- и высокоинтенсивные системы удобрения способствовали повышению урожайности на 0,18 и 0,49 т/га по сравнению с экстенсивным фоном питания.

Гербициды незначительно способствовали повышению урожайности озимой тритикале (на 0,08 т/га) по сравнению с вариантами, где гербициды не вносились. Это объясняется невысокой засоренностью посевов культуры сорными растениями, поэтому гербицид и не сыграл существенной роли в повышении урожайности тритикале.

Урожайность картофеля в 2011 году повышалась на 1,83 т/га на вариантах поверхностно-отвальной обработки по сравнению с ежегодной отвальной обработкой почвы.

Высокоинтенсивная система удобрений способствовала достоверному повышению урожайности картофеля на 4,99 т/га по сравнению с экстенсивным и среднеинтенсивным фонами питания (там урожайность была примерно на одном уровне).

Гербициды способствовали достоверному повышению урожайности картофеля на 5,08 т/га по сравнению с вариантами без применения гербицидов.

В целом динамика изменения продуктивности полевых культур (т/га к. ед.) в среднем по обработкам почвы была следующей (рисунок 29) .



Рисунок 29 – Продуктивность полевых культур в зависимости от систем обработки почвы (в среднем по системам удобрений и защиты растений), т/га к.ед.

Так, в 2006 году продуктивность картофеля в пересчете на кормовые единицы не имела существенных различий по обработкам почвы, но отмеча-

лась динамика увеличения на вариантах поверхностно-отвальной обработки «О₂» на 0,48 т/га к.ед. по сравнению с отвальной «О₁».

В 2007 году отмечалось достоверное снижение продуктивности яровой пшеницы на вариантах ресурсосберегающих обработок «О₂» и «О₄» по сравнению с отвальной (на 0,26 и 0,39 т/га к.ед.).

В 2008 году снизилась продуктивность яровой пшеницы (повторный посев) в целом по сравнению с предыдущим 2007 годом, и преимущество здесь было за отвальной обработкой почвы.

Снижение урожайности и продуктивности яровой пшеницы на вариантах ресурсосберегающих обработках почвы связано с наступлением ее депрессии после длительного периода применения поверхностных обработок, а также пораженностью растений пшеницы болезнями (септориоз и бурый бактериоз).

Продуктивность однолетних трав (вико-овсяная смесь на зеленую массу) не имела существенных различий по системам обработки почвы, однако отмечалась динамика увеличения продуктивности на вариантах поверхностно-отвальной обработки «О₂» на 0,20 т/га к.ед. по сравнению с ежегодной отвальной обработкой.

Продуктивность озимой тритикале (2010 г.) повышалась на варианте поверхностно-отвальной обработки «О₂» на 0,79 т/га к.ед. по сравнению с вариантами отвальной обработки почвы.

В 2011 году продуктивность картофеля также увеличивалась на вариантах поверхностно-отвальной обработки (на 0,57 т/га к.ед.) по сравнению с отвальной обработкой почвы.

В среднем по системам удобрений динамика изменения продуктивности полевых культур за годы исследований была следующей (рисунок 30).

В 2006 году средне- и высокоинтенсивные системы удобрения («У₂» и «У₃») способствовали достоверному повышению продуктивности картофеля на 2,43 и 3,95 т/га к.ед. по сравнению с экстенсивным фоном питания «У₁».

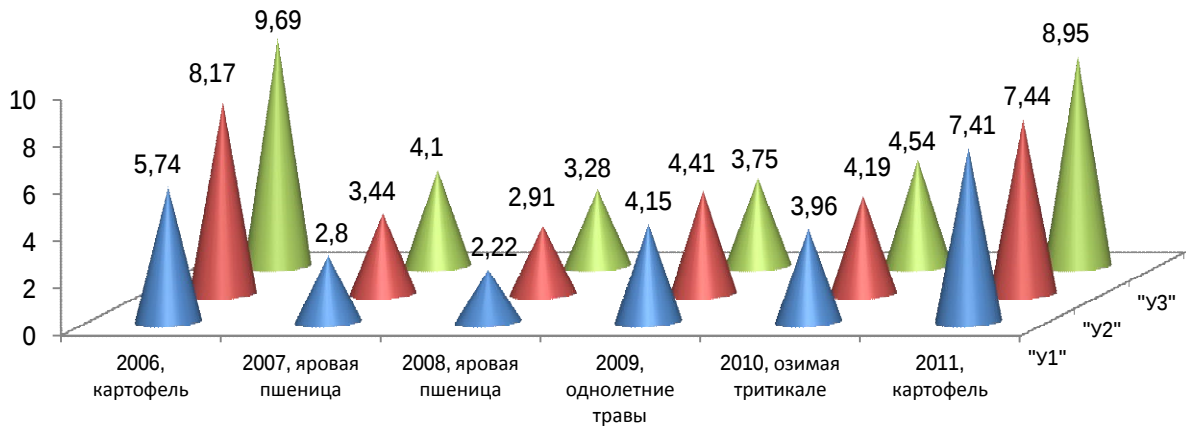


Рисунок 30 – Продуктивность полевых культур в зависимости от систем удобрений (в среднем по системам обработки почвы и защиты растений), т/га к.ед.

В 2007 и 2008 годах также отмечалось достоверное повышение продуктивности культуры (яровая пшеница) на вариантах средне- и высокоинтенсивных фонов питания: на 0,11 и 1,30 т/га к.ед. – в 2007 году и на 0,69 и 1,06 т/га к.ед. – в 2008 году по сравнению с экстенсивной системой удобрения. Но стоит отметить, что продуктивность яровой пшеницы повторного посева (2008) была ниже, чем в 2007 году. Причиной тому были болезни культуры, а также несовершенство систем удобрений в обеспеченности доступным калием.

В 2009 году продуктивность однолетних трав возрастала на вариантах среднеинтенсивной системы удобрения на 0,26 т/га к.ед., и снижалась на высокоинтенсивном фоне питания на 0,4 т/га к.ед. по сравнению с экстенсивной системой удобрения.

Снижение продуктивности на высокоинтенсивном фоне питания связано с повышением токсических свойств почвы, вызванным внесением осенью 2008 года больших доз калийных удобрений (K_{400}) в запас на 4 года, что и отразилось на снижении как урожайности, так и продуктивности культуры.

Продуктивность озимой тритикале (2010), так же как и яровой пшеницы, в 2007-2008 годах возрастала на вариантах средне- и высокоинтенсивных

систем удобрения на 0,23 и 0,58 т/га к.ед. по сравнению с экстенсивным фоном питания.

В 2011 году продуктивность картофеля возросла в основном на варианте высокоинтенсивной системы удобрения – на 1,54 т/га к.ед. по сравнению с экстенсивной системой удобрения. На вариантах среднеинтенсивного фона питания продуктивность картофеля была на уровне экстенсивной системы удобрения.

В среднем по системам защиты растений от сорняков (рисунок 31) продуктивность картофеля в 2006 году достоверно повышалась на вариантах с применением гербицида (Зенкор) (на 0,49 т/га к.ед.) по сравнению с безгербицидными вариантами.

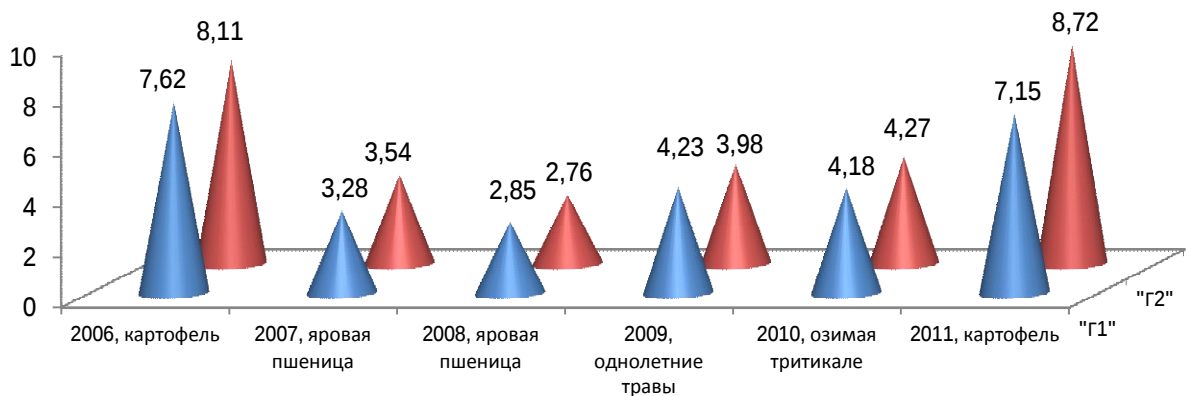


Рисунок 31 – Продуктивность полевых культур в зависимости от систем защиты растений (в среднем по системам обработки почвы и удобрений), т/га к.ед.

В 2007 году использование гербицида Секатор способствовало незначительному (на 0,26 т/га к.ед.) повышению продуктивности яровой пшеницы в сравнении с вариантами, где гербициды не применялись.

В 2008 году на фоне общего повышения токсичности почвы использование средств защиты растений от сорняков (гербицид Секатор) спровоцировало снижение как урожайности, так и продуктивности яровой пшеницы (на 0,06 т/га к.ед.) по сравнению с вариантами, где гербициды не применялись.

В 2009 году на посевах однолетних трав гербициды не применялись, поэтому на вариантах последствия гербицида 2008 года продуктивность (как и урожайность) несколько снижалась (на 0,25 т/га к.ед.) по сравнению с вариантами, где гербициды не вносились.

В 2010 и 2011 годах применение гербицидов (Линтур и Зенкор+Титус соответственно для тритикале и картофеля) способствовало повышению продуктивности озимой тритикале на 0,09 т/га к.ед. и картофеля – на 1,57 т/га к.ед. по сравнению с безгербицидными вариантами.

Показатель продуктивности полевых культур в кормовых единицах позволяет рассчитать среднюю за период исследований (2006-2011 гг.) продуктивность в зависимости от изучаемых факторов (рисунок 32, приложение 6).

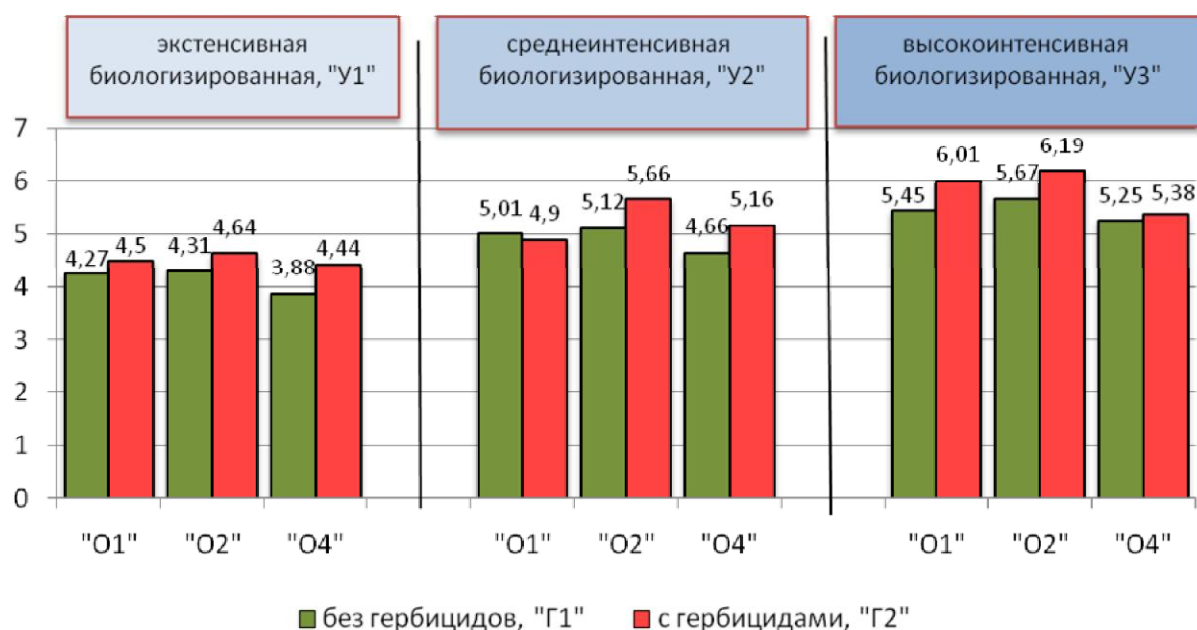


Рисунок 32 – Средняя продуктивность полевых культур 2006-2011 гг., т/га к.ед.

Сравнение полученных результатов свидетельствует о преимуществе поверхностно-отвальной обработки («О₂») в повышении продуктивности культур, особенно это проявляется на интенсивных системах удобрений и при применении гербицидов, однако существенные различия в сравнении с контролем (отвальной обработкой «О₁») отмечались лишь на среднеинтенсивной системе удобрений («У₂») при использовании гербицидов («Г₂»).

Стоит также отметить, что ежегодная поверхностная обработка («О₄») приводила к снижению продуктивности сельскохозяйственных культур на всех фонах удобрений и защиты растений, причем достоверное снижение имело место на высокоинтенсивном фоне при внесении гербицидов в сравнении с отвальной.

Применение интенсивных фонов удобрений повышало продуктивность, однако значительные прибавки на всех вариантах обработки почвы были отмечены лишь при использовании высокоинтенсивной системы удобрений («У₃») в сравнении с экстенсивной («У₁»).

Действие гербицидов было положительным в увеличении показателя продуктивности на всех вариантах обработки почвы и защиты растений, однако носило характер тенденции.

В среднем по изучаемым факторам отмечались достоверные различия по их влиянию на усредненную за 6 лет продуктивность полевых культур (таблица 21).

Таблица 21 – Средняя продуктивность полевых культур за 2006-2011 гг. в среднем по изучаемым факторам, т/га к.ед.

Вариант		Средняя продуктивность, т/га к.ед.
Фактор А. Система обработки почвы, «О»		
О ₁	отвальная	5,03
О ₂	1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная	5,26
О ₄	1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная	4,79
НСР ₀₅		0,24
Фактор В. Система удобрений, «У»		
У ₁	экстенсивная	4,36
У ₂	среднеинтенсивная	5,09
У ₃	высокоинтенсивная	5,71
НСР ₀₅		0,56
Фактор С. Система защиты растений, «Г»		
Г ₁	без гербицидов	4,88
Г ₂	с гербицидами	5,22
НСР ₀₅		0,26

При сравнении систем обработки почвы (в среднем по системам удобрений и защиты растений) выявлено достоверное снижение продуктивности при использовании ежегодной поверхностной обработки почвы («О₄») в сравнении с отвальной («О₁»). Применение поверхностно-отвальной обработки («О₂») имело тенденцию повышения показателя продуктивности на 4,6% в сравнении с контролем («О₁»).

Использование интенсивных систем удобрений («У₂», «У₃») и применение гербицидов («Г₂») в системе защиты растений существенно повышало продуктивность полевых культур в сравнении с экстенсивным фоном («У₁») и системой защиты без гербицидов («Г₁»).

В целом можно сделать вывод о том, что поверхностно-отвальная система обработки почвы «О₂» по годам поддерживала урожайность и продуктивность полевых культур на уровне отвальной, а в среднем за период исследований – способствовала повышению таковой при более низких затратах энергии и ресурсов. Увеличение степени минимизации и энергосбережения системы основной обработки почвы, то есть полное исключение вспашки и проведение ежегодной поверхностной обработки на дерново-подзолистых супесчаных почвах, нецелесообразно вследствие достоверного снижения продуктивности полевых культур.

Средне- и высокоинтенсивные системы удобрения, а также гербициды, способствовали достоверному повышению урожайности и продуктивности полевых культур на обоих этапах исследований (а по продуктивности – и в среднем за 2006-2011 гг.) в сравнении с экстенсивной системой и фоном без гербицидов.

3.8 Изменение структуры урожая и качества продукции полевых культур при различном агротехническом воздействии¹

Анализ структуры урожая – важный метод оценки развития культурных растений, он позволяет установить закономерности формирования урожая и проследить его зависимость от многообразия факторов внешней среды,

¹ Результаты исследований, приведенные в данном подразделе, получены совместно с аспирантами А.А. Шахраем и А.А. Кругловой

изучаемых агротехнических приемов или экстремальных погодных условий, а также влияние болезней, сорных растений, вредителей и т.д.

При определении структуры урожая картофеля пробы, отобранные в соответствии с методикой, разделялись на фракции по массе клубней. Так как каждая фракция имеет свое использование (на кормовые цели, семенной материал, товарная продукция), важно выделить их соотношение в урожае. Фракция клубней с массой менее 50 г, как правило, идет на кормовые или семенные цели, в зависимости от качества клубней, а фракция от 50-80 г и выше идет на товарные цели, поэтому и вызывает больший интерес.

Так, в 2006 году на экстенсивном фоне питания без применения гербицидов на поверхностно-отвальной-1 обработке («О₂») доля фракции клубней массой 50-80 г составила 28,8% и была на уровне отвальной обработки (рисунок 33). На поверхностно-отвальной-3 («О₄») доля данной фракции составила 29,5% (рисунок 33).

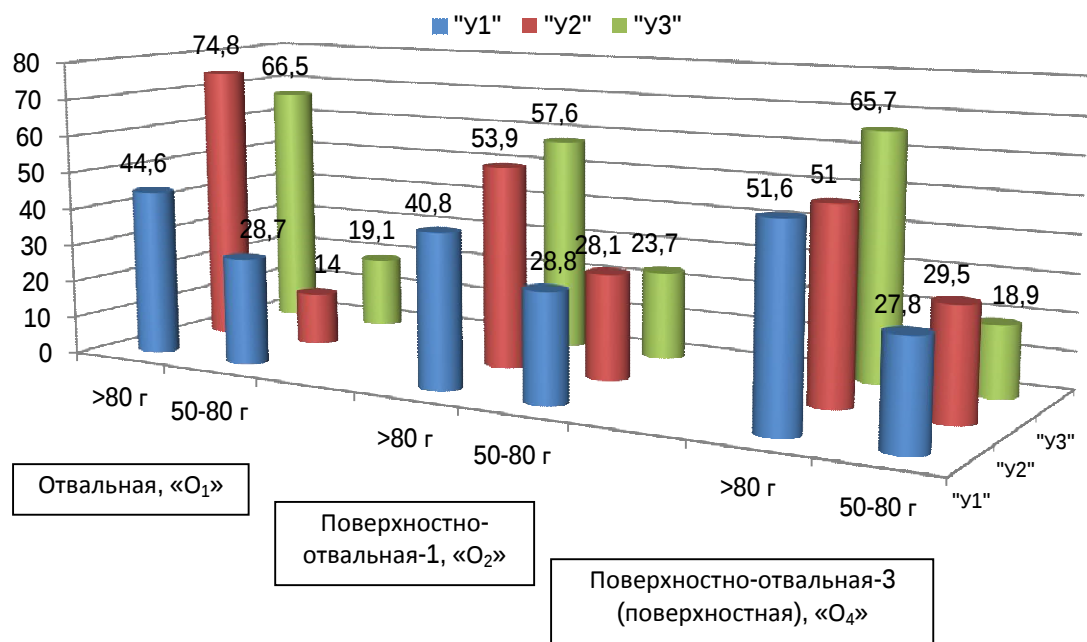


Рисунок 33 – Содержание фракций картофеля 50-80 и более 80 г по фону «без гербицидов», % (2006)

Использование среднеинтенсивной системы удобрений способствовало увеличению 2 раза доли фракции клубней массой 50-80 г на обоих вариантах ресурсосберегающих обработок почвы по сравнению с отвальной.

При использовании высокоинтенсивного фона питания отмечалось увеличение на 4,6% доли фракции клубней массой 50-80 г на вариантах поверхностно-отвальной обработки почвы по сравнению с отвальной обработкой. На вариантах поверхностно-отвальной-3 («О₄») обработки доля данной фракции была практически на уровне вариантов ежегодной отвальной обработки почвы.

Доля фракции клубней массой свыше 80 г при обоих вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы, а также на всех фонах питания снижалась по сравнению с технологией выращивания картофеля, базирующейся на ежегодной отвальной обработке.

Так, на экстенсивном фоне питания отмечалось снижение доли фракции клубней массой свыше 80 г на вариантах поверхностно-отвальной-1 («О₂») обработки на 3,8%, а на поверхностно-отвальной-3 — увеличение на 7,0% по сравнению с вариантами отвальной обработки почвы.

На среднеинтенсивном фоне питания отмечалось снижение доли данной фракции на вариантах ресурсосберегающих обработок «О₂» и «О₄» соответственно на 20,9 и 23,8% по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. Также наблюдалось снижение доли данной фракции на тех же вариантах и при высокоинтенсивной системе удобрения соответственно на 8,9 и 0,8% в сравнении с отвальной обработкой.

Данная динамика говорит о том, что при выращивании картофеля на легкой супесчаной почве на сочетаниях обработки почвы с применением удобрений в общей массе урожая происходит формирование клубней массой 50-80 г, то есть более выровненного размера, чем при возделывании по технологии, базирующейся на отвальной обработке почвы.

Обе системы поверхностно-отвальной обработки почвы (в среднем по системам удобрения и защиты растений) способствовали практически одинаковому выходу фракции клубней массой свыше 50 г (товарной фракции), а также обеспечили снижение доли деформированных (на 2,2-3,2%) и озелененных (на 0,7-1,6%) клубней по сравнению с отвальной обработкой (таблица 22).

Таблица 22 – Качество урожая клубней картофеля по показателям товарности (в среднем по факторам, 2006)

Вариант		Содержание клубней от общей массы урожая, %		
		фракция более 50 г	деформирован- ные клубни	озелененные клубни
Фактор А. Система обработки почвы, «О»				
O ₁	Отвальная	79,4	11,1	3,4
O ₂	1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная	79,0	7,9	2,7
O ₄	1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная	81,1	8,7	1,8
НСР ₀₅		Fф<F ₀₅	-	-
Фактор В. Система удобрений, «У»				
У ₁	экстенсивная биологизированная	75,0	12,3	2,7
У ₂	среднеинтенсивная биологизированная	80,9	7,8	2,5
У ₃	высокоинтенсивная биологизированная	83,1	7,1	2,1
НСР ₀₅		2,9	-	-
Фактор С. Система защиты растений, «Г»				
Г ₁	без гербицидов	79,1	9,5	2,8
Г ₂	с гербицидами	80,2	8,7	2,2
НСР ₀₅		Fф<F ₀₅	-	-

Средне- и высокоинтенсивные системы удобрения способствовали достоверному увеличению доли фракции клубней массой свыше 50 г на 5,9 и 8,1% соответственно для фонов «У₂» и «У₃» по сравнению с экстенсивной системой удобрения. Доля деформированных и озелененных клубней снижалась на вариантах интенсивных систем удобрений.

Применение гербицидов практически не сказалось на выходе фракции клубней массой свыше 50 г, но отмечалась небольшая положительная динамика к снижению доли деформированных и озелененных клубней по сравнению с безгербицидными вариантами. При этом остаточных количеств гербицида (Зенкор), применяемого на картофеле, в клубнях обнаружено не было.

Структура урожая яровой пшеницы (2007 г.) определялась по таким показателям как количество растений на метр квадратный, продуктивная кустистость, число зерен в колосе и масса 1000 зерен (таблица 23).

Таблица 23 – Структура урожая яровой пшеницы в среднем по изучаемым факторам, 2007 г.

Вариант		Показатель			
		количество растений, шт./м ²	продуктивная кустистость	число зерен в колосе, шт.	масса 1000 зерен, г
Фактор А. Система обработки почвы, «О»					
О ₁	Отвальная	357	1,10	23,7	36,8
О ₂	1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная	366	1,08	23,4	38,2
О ₄	1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная	364	1,07	22,0	39,7
НСР ₀₅		Fφ<F ₀₅			
Фактор В. Система удобрений, «У»					
У ₁	экстенсивная биологизированная	344	1,11	19,6	37,3
У ₂	среднеинтенсивная биологизированная	331	1,06	22,6	38,8
У ₃	высокоинтенсивная биологизированная	406	1,06	25,2	38,6
НСР ₀₅		57	Fφ<F ₀₅	3,6	0,2
Фактор С. Система защиты растений, «Г»					
Г ₁	без гербицидов	362	1,08	22,0	37,4
Г ₂	с гербицидами	359	1,07	23,0	39,1
НСР ₀₅		Fφ<F ₀₅			

Количество растений пшеницы на одном метре квадратном в среднем по всем трем системам обработки почвы было примерно на одном уровне, хотя отмечалась некоторая динамика к увеличению количества растений на вариантах поверхностно-отвальной-1 обработки почвы, что вызвано лучшей всхожестью. На данном варианте обработки почвы отмечалось также незначительное снижение продуктивной кустистости и числа зерен в колосе. Однако наблюдалось и увеличение массы 1000 зерен, что может свидетельствовать об улучшении условий влагообеспеченности культуры из-за уменьшения механического воздействия на почву в системе основной обработки, что, несомненно, имеет большое значение для супесчаных почв.

Количество растений на метр квадратный на экстенсивном и среднеинтенсивном фонах питания было примерно на одном уровне. А при высокоинтенсивном фоне питания отмечалось достоверное увеличение количества растений на метр квадратный.

Однако как на среднеинтенсивном, так и высокоинтенсивном фонах питания несколько снижалась продуктивная кустистость растений, но различия с экстенсивной системой не были достоверными, при этом число зерен и масса 1000 зерен существенно увеличивались.

Применение гербицидов обеспечило лишь слабовыраженную динамику снижения количества растений на единицы площади (м^2) и продуктивной кустистости, а также увеличения числа зерен в колосе и массы 1000 зерен в сравнении с безгербицидными вариантами.

4 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Современные условия рыночных отношений требуют от сельхоз товаропроизводителей не только хозяйственной, но и зачастую более важной экономической и энергетической эффективности технологий, при этом следует обращать внимание не только на сохранение и воспроизводство ресурсов плодородия почв, но и на минимизацию материально-денежных и энергетических затрат.

Изучаемые нами системы ресурсосберегающей обработки почвы не только имеют почвозащитный характер, но в то же время сберегают трудовые и материальные ресурсы. Экономия прямых затрат в технологиях возделывания полевых культур происходила за счет снижения глубины и количества обработок в системе основной обработки почвы с наибольшим уровнем минимизации при ежегодной поверхностной обработке и максимальными затратами при ежегодной отвальной, промежуточное положение занимала поверхностно-отвальная обработка как периодическое применение вспашки 1 раз в 4 года. Кроме того, использование соломы в качестве органического удобрения, вносимой во время уборки зерновых культур, также является важным фактором снижения прямых затрат за счет экономии средств на ее уборку и вывоз с поля.

Результаты расчета общепринятых показателей экономической эффективности при возделывании яровой пшеницы в 2008 году по различным технологиям представлены в таблице 24.

На экстенсивном фоне питания без применения средств защиты растений от сорняков наибольший условный чистый доход и большая рентабельность производства зерна отмечались при использовании системы поверхностно-отвальной обработки почвы «О₂» по сравнению с технологией,

базирующейся на ежегодной отвальной обработке «О₁» (на 193,7 руб. по условному чистому доходу и на 12,7% – по уровню рентабельности).

Таблица 24 – Экономическая эффективность технологий производства зерна яровой пшеницы (2008 г.)

Вариант			Показатель							
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	выход продукции		прямые затраты, руб./га	затраты труда		себестоимость, руб./т	усл. чистый доход, руб./га	рентабельность, %
			т/га	руб./га		чел.-час/га	чел.-час/т			
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	1,94	12610	6478,4	6,78	4,2	3339,4	6131,6	94,6
		«Г ₂ »	1,91	12415	7528,4	7,11	4,8	3941,6	4886,6	64,9
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	3,10	20150	12553,8	8,92	3,8	4049,6	7596,2	60,5
		«Г ₂ »	2,72	17680	13593,4	9,16	4,3	4997,6	4086,6	30,1
1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	1,88	12220	5894,7	5,77	3,5	3135,5	6325,3	107,3
		«Г ₂ »	1,95	12675	7128,9	6,26	4,3	3655,8	5546,1	77,8
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	2,81	18265	11590,7	6,40	2,7	4124,8	6674,3	57,6
		«Г ₂ »	2,71	17615	11878,3	6,68	2,0	4383,1	5736,7	48,3
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	1,74	11310	5310,5	5,28	3,9	3052,0	5999,5	113,0
		«Г ₂ »	1,77	11505	7278,5	6,02	4,1	4112,1	4226,5	58,1
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	2,50	16250	11506,7	6,11	2,5	4602,7	4743,3	41,2
		«Г ₂ »	2,63	17095	10738,4	6,60	2,0	4083,0	6356,6	59,2

Следует отметить, что самый высокий уровень рентабельности производства зерна яровой пшеницы наблюдался на вариантах поверхностно-отвальной-3 «О₄» обработки (113,0%), но за счет более низкой, чем при поверхностно-отвальной-1 «О₂» обработке, урожайности условный чистый доход все же снижался по сравнению с вариантом «О₂».

Применение гербицидов при данном фоне питания способствовало повышению прямых затрат, снижению условного чистого дохода и рентабельности производства зерна яровой пшеницы на всех вариантах обработки поч-

вы по сравнению с безгербицидными вариантами. В целом преимущество было за поверхностно-отвальной-1 обработкой, где отмечалось повышение рентабельности производства на 12,9% по сравнению с вариантами ежегодной отвальной обработки почвы.

Высокоинтенсивная система удобрений без применения гербицидов приводила к снижению рентабельности и повышению прямых затрат на производство зерна пшеницы на всех вариантах обработки почвы по сравнению с экстенсивным фоном питания за счет увеличения затрат на удобрения и технологические операции по их внесению.

Если рассматривать ресурсосберегающие системы обработки почвы, то при поверхностно-отвальной-1 «О₂», несмотря на то, что урожайность была ниже, чем на вариантах отвальной обработки, прямые затраты на производство зерна снижались на 963,1 руб./га, при этом рентабельность производства была на уровне отвальной.

Применение гербицидов приводило к увеличению прямых затрат, себестоимости продукции и, как следствие, – снижению рентабельности на всех вариантах обработки почвы по сравнению с безгербицидными вариантами, что говорит о нецелесообразности их применения.

Необходимо отметить, что преимущества были за поверхностно-отвальными обработками почвы «О₂» и «О₄», где прямые затраты были ниже, чем при отвальной системе обработки на 1715,1 и 2855,0 руб./га, а также повышалась рентабельность производства на 18,2 и 29,1% (соответственно для «О₂» и «О₄»).

При возделывании однолетних трав на зеленую массу в 2009 году при экстенсивной системе удобрения без применения гербицидов отмечалось снижение прямых затрат на вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной обработок по сравнению с отвальной (на 486,3 и 672,0 руб./га), но за счет снижения урожайности на этих вариантах несколько увеличилась себестоимость продукции, также снизилась рентабельность производства – на 5,7 и 7,7 % (таблица 25).

Таблица 25 – Экономическая эффективность технологий производства
зеленой массы однолетних трав (вики-овсяной смеси)
(2009 г.)

Вариант			Показатель							
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	выход про- дукции		прямые затра- ты, руб./га	затраты труда		себе- стои- мость, руб./т	усл. чис- тый до- ход, руб./га	рента- бель- ность, %
			т/га	руб./га		чел.- час/га	чел.- час/т			
Отвальная, «О ₁ »	экстен- сивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	23,39	23390	8856,0	10,86	6,8	378,6	14534,0	164,1
		«Г ₂ »	24,60	24600	8946,6	11,19	7,1	363,7	15653,4	175,0
	высоко- интен- сивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	20,83	20830	12360,3	11,56	7,5	593,4	8469,7	68,5
		«Г ₂ »	18,53	18530	12462,5	11,94	8,0	672,6	6067,5	48,7
1 этап – по- верхностно- отвальная-1, 2 этап – поверхно- стно- отвальная, «О ₂ »	экстен- сивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	21,63	21630	8369,7	9,19	5,7	386,9	13260,3	158,4
		«Г ₂ »	21,21	21210	8380,5	10,08	6,1	395,1	12829,5	153,1
	высоко- интен- сивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	23,96	23960	12227	10,21	4,2	510,3	11733,0	96,0
		«Г ₂ »	22,28	22280	12275,9	10,76	5,9	551,0	10004,1	81,5
1 этап – по- верхностно- отвальная-3, 2 этап – поверхно- стная, «О ₄ »	экстен- сивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	20,98	20980	8184,0	8,62	5,4	390,1	12796,0	156,4
		«Г ₂ »	21,53	21530	8240,7	8,77	4,6	382,8	13289,3	161,3
	высоко- интен- сивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	22,86	22860	11894,1	9,51	5,0	520,3	10965,9	92,2
		«Г ₂ »	13,82	13820	11683,3	10,08	6,7	845,4	2136,7	18,3

Так как на посевах однолетних трав гербициды не применялись, то и прямые затраты на производство продукции практически не возрастали.

В плане прямых затрат преимущества в 566,1 и 705,9 руб./га были за поверхностно-отвальной и поверхностной обработками, но из-за снижения урожайности на этих обработках снижались условный чистый доход и рентабельность (на 21,9 и 12,7% соответственно для «О₂» и «О₄»).

На высокоинтенсивном фоне питания без применения гербицидов, а также на фоне их последствий преимущества были у поверхностно-отвальной обработки, где наблюдалось снижение прямых затрат в среднем на 133,3-186,6 руб./га, снижение себестоимости продукции в среднем на 83,1-121,6 руб./т, по-

вышение условного чистого дохода на 3263,3-3936,6 руб./га, а также повышение рентабельности производства продукции на 27,5% по сравнению с технологией производства, базирующейся на ежегодной отвальной обработке.

При производстве зерна озимой тритикале (2010 г.) преимущества на экстенсивном фоне питания без применения гербицидов имела технология, базирующаяся на системе поверхностно-отвальной обработки почвы, за счет повышения урожайности культуры, снижения прямых затрат на производство, себестоимости продукции, увеличения чистого дохода на 5703,6 руб./га и увеличения рентабельности на 83,0% по сравнению с технологией, основанной на ежегодной вспашке (таблица 26).

Таблица 26 – Экономическая эффективность технологий производства зерна озимой тритикале (2010)

Вариант			Показатель							
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	выход продукции		прямые затраты, руб./га	затраты труда		себестоимость, руб./т	усл. чистый доход, руб./га	рентабельность, %
			т/га	руб./га		чел.-час/га	чел.-час/т			
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	2,86	15730	7101,5	8,52	4,8	2483,0	8628,5	121,5
		«Г ₂ »	3,46	19030	9043,9	9,42	4,2	2613,8	9986,1	110,4
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	3,72	20460	10110	9,21	3,9	2717,7	10350,0	102,4
		«Г ₂ »	3,78	20790	12559,9	9,64	3,9	3322,7	8230,1	65,5
1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	3,88	21340	7007,9	6,94	4,4	1806,2	14332,1	204,5
		«Г ₂ »	3,31	18205	8970,8	7,54	4,5	2710,2	9234,2	102,9
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	3,78	20790	9172,6	7,35	3,5	2426,6	11617,4	126,7
		«Г ₂ »	4,98	27390	10338,2	8,85	2,7	2075,9	17051,8	164,9
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	3,27	17985	6138,7	6,73	3,5	1877,3	11846,3	193,0
		«Г ₂ »	3,16	17380	7883,4	6,97	3,8	2494,7	9496,6	120,5
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	2,98	16390	9031,4	6,8	3,9	3030,7	7358,6	81,5
		«Г ₂ »	3,06	16830	10017,9	7,22	3,6	3273,8	6812,1	68,0

Применение гербицидов повысило прямые затраты на возделывание культуры на всех вариантах обработки почвы. Но, несмотря на некоторое небольшое снижение условно чистого дохода, преимущества были за вариантами поверхностно-отвальной обработки почвы, где рентабельность производства была на 10,1% выше, чем при системе отвальной обработки почвы.

На высокоинтенсивном фоне питания как с применением, так и без применения гербицидов преимущества были у технологии, базирующейся на системе поверхностно-отвальной обработки почвы, где рентабельность производства продукции возрастала на 24,3-99,4% по сравнению с системой отвальной обработки.

Рентабельность производства картофеля (2011 г.) на экстенсивном без применения гербицидов фоне повышалась при технологии, базирующейся на отвальной обработке почвы, где урожайность была выше, чем на вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы (таблица 27). Однако стоит отметить, что на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы («О₂» и «О₄») прямые затраты на производство картофеля были ниже, чем при технологии на основе ежегодной вспашки.

Применение гербицидов при данном фоне питания способствовало повышению урожайности на вариантах поверхностно-отвальной и поверхностной обработок, что, в свою очередь, повысило рентабельность производства продукции на 18,1 и 8,9% по сравнению с вариантами отвальной обработки почвы, а также на 59,1 и 53,2% – по сравнению с безгербицидными вариантами. Прямые затраты на поверхностно-отвальной и поверхностной обработках были также ниже, чем на отвальной.

Высокоинтенсивная система удобрений по фону без гербицидов способствовала повышению урожайности картофеля на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы «О₂» и «О₄». Так, рентабельность производства картофеля, базирующегося на системе поверхностно-отвальной обработки почвы, составила 200,7%, что на 57,5% выше, чем при системе отвальной обработки.

Таблица 27 – Экономическая эффективность технологий производства картофеля (2011)

Вариант			Показатель							
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	выход продукции		прямые затраты, руб./га	затраты труда		себестоимость, руб./т	усл. чистый доход, руб./га	рентабельность, %
			т/га	руб./га		чел.-час/га	чел.-час/т			
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	26,28	144540	50752,6	47,99	29,8	1931,2	93787,4	184,8
		«Г ₂ »	25,76	141680	54466,3	55,98	30,0	2114,4	87213,7	160,1
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	24,63	135465	55705,2	49,25	32,8	2261,7	79759,8	143,2
		«Г ₂ »	34,68	190740	59241,9	63,73	25,8	1708,2	131498,1	222,0
1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	19,88	109340	49895,5	37,99	23,6	2509,8	59444,5	119,1
		«Г ₂ »	27,66	152130	54688,9	54,60	29,4	1977,2	97441,1	178,2
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	30,03	165165	54922,1	47,55	20,1	1828,9	110242,9	200,7
		«Г ₂ »	33,98	186890	58694,2	61,51	24,9	1727,3	128195,8	218,4
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	19,45	106975	49563,5	37,00	23,0	2548,3	57411,5	115,8
		«Г ₂ »	26,3	144650	53773,4	54,13	29,5	2044,6	90876,6	169,0
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	25,29	139095	53709,3	41,46	17,5	2123,7	85385,7	159,0
		«Г ₂ »	30,58	168190	57687,1	56,12	22,7	1886,4	110502,9	191,6

Применение гербицидов на данном фоне питания также способствовало повышению урожайности картофеля. Рентабельность производства продукции картофеля как на основе отвальной обработки, так и на основе системы поверхностно-отвальной обработки была примерно на одном уровне (с разницей в 3,6%). Однако при системе поверхностно-отвальной обработки почвы снижались прямые затраты на производство продукции (на 547,7 руб./га), что давало преимущество именно этой технологии.

Таким образом, исходя из расчета экономической эффективности можно выделить поверхностно-отвальную систему основной обработки почвы, обеспечивающую максимальный экономический эффект на интенсивном фо-

не питания на обоих фонах защиты растений при возделывании озимых зерновых, однолетних трав и картофеля. При выращивании яровой пшеницы более выгодно было использовать экстенсивную систему удобрения.

Определение энергетической эффективности технологий производства продукции обусловлено невозможностью их объективной экономической оценки с использованием современных экономических методов в условиях существующих производственных отношений, сопровождающихся диспаритетом цен на сельскохозяйственную продукцию и материально-технические и энергетические ресурсы ее производства, а также постоянным их изменением.

В целом расход энергии на производство сельскохозяйственной продукции складывается из энергозатрат на удобрения, семена, пестициды, ГСМ, амортизационные отчисления на тракторы, оборудование и сельскохозяйственные машины, на автотранспорт, текущий и капитальный ремонт, электроэнергию и живой труд.

Так, совокупные затраты энергии на возделывание яровой пшеницы (2008 г.), базирующееся на системе поверхностно-отвальной обработки-1 «О₂» по фону без применения гербицидов при экстенсивной системе удобрения, составили на один гектар 5620,4 МДж; при высокоинтенсивном фоне питания – 16799,1 МДж, при системе поверхностно-отвальной-3 «О₄» – 5468,5 МДж и 16526,8 МДж, а при системе отвальной обработки почвы энергозатраты составили соответственно 6196,3 МДж и 17611,2 МДж (таблица 28).

Применение гербицида привело к небольшому увеличению энергозатрат, но преимущества перед отвальной обработкой были у ресурсосберегающих систем обработки почвы: 565,9-770,2 МДж – при экстенсивном фоне питания и 814,8-998,5 МДж – при высокоинтенсивном.

В структуре энергозатрат наибольшую долю по всем трем системам обработки занимают затраты на семена (64,3-72,8%), удобрения (62,5-66,5%), горючие и смазочные материалы (18,7-28,9%), автотранспорт (2,5-3,7%). Другие статьи в структуре энергозатрат составляют 0,2-3,2%.

Таблица 28 – Структура энергозатрат на возделывание яровой пшеницы (2008), МДж/га

Вариант			Статьи затрат								
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	машины и оборудование	семена	удобрения	пестициды	ГСМ	электроэнергия	живой труд	автотранспорт	Всего
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	197,9	3982	-	-	1793,4	55,5	12,1	155,4	6196,3
		«Г ₂ »	206,7	3982	-	35	1793,4	55,5	12,1	154	6238,7
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	237,6	3982	11000	-	2049,6	55,5	14,9	271,6	17611,2
		«Г ₂ »	225,9	3982	11000	35	2092,3	55,5	15,0	241,6	17647,3
1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	184	3982	-	-	1238,3	55,5	9,7	150,9	5620,4
		«Г ₂ »	195,2	3982	-	35	1238,3	55,5	10,6	156,2	5672,8
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	218,1	3982	11000	-	1281,0	55,5	12,2	250,3	16799,1
		«Г ₂ »	226,2	3982	11000	35	1281,0	55,5	12,7	240,1	16832,5
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	191	3982	-	-	1024,8	55,5	10,0	205,2	5468,5
		«Г ₂ »	187,7	3982	-	35	1024,8	55,5	9,5	142,6	5437,1
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	208,1	3982	11000	-	1067,5	55,5	10,9	202,8	16526,8
		«Г ₂ »	220,5	3982	11000	35	1110,2	55,5	11,8	233,8	16648,8

Расчет энергетической эффективности производства единицы продукции яровой пшеницы при использовании технологии, базирующейся на системе поверхностно-отвальной обработки («О₂»), в сравнении с технологией на базе отвальной обработки на обоих фонах питания показывает увеличение или поддержание на уровне отвальной обработки (несмотря на снижение урожайности пшеницы) таких показателей, как чистый энергетический доход (на 0,41-2,2 ГДж/га), коэффициент энергетической эффективности посевов, а также биоэнергетический коэффициент посева при снижении (либо поддержании на уровне отвальной) энергетической себестоимости продукции на 0,20-0,36 ГДж/т (таблица 29).

Таблица 29 – Энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы (2008)

Вариант			Показатель									
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты, «Г»	затрачено энергии, ГДж/га	урожайность осн. прод., т/га	урожайность побочн. прод., т/га	получено энергии с урожаем побочн. прод., ГДж/га	получено энергии с урожаем осн. прод., ГДж/га	получено энергии с урожаем всего, ГДж/га	чистый энергетический доход, ГДж/га	коэффициент энергетической эффективности, раз	биоэнергетический коэффициент посева, раз	энергетическая себестоимость зерна, ГДж/т
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	6,20	1,94	3,10	43,15	35,11	78,26	72,06	11,6	12,6	3,19
		«Г ₂ »	6,24	1,91	3,06	42,48	34,57	77,05	70,81	11,4	12,4	3,27
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	17,61	3,10	4,96	68,94	56,11	125,05	107,44	6,1	7,1	5,68
		«Г ₂ »	17,65	2,72	4,35	60,49	49,23	109,72	92,08	5,2	6,2	6,49
1 этап – поверхностно-отвальная-1; 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	5,62	1,88	3,01	41,81	34,03	75,84	70,22	12,5	13,5	2,99
		«Г ₂ »	5,67	1,95	3,12	43,37	35,30	78,66	72,99	12,9	13,9	2,91
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	16,80	2,81	4,50	62,49	50,86	113,36	96,56	5,7	6,7	5,98
		«Г ₂ »	16,83	2,71	4,34	60,27	49,05	109,32	92,49	5,5	6,5	6,21
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	5,47	1,74	2,78	38,70	31,49	70,19	64,72	11,8	12,8	3,14
		«Г ₂ »	5,44	1,77	2,83	39,36	32,04	71,40	65,96	12,1	13,1	3,07
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	16,53	2,5	4,00	55,60	45,25	100,85	84,32	5,1	6,1	6,61
		«Г ₂ »	16,65	2,63	4,21	58,49	47,60	106,09	89,45	5,4	6,4	6,33

Совокупные энергозатраты на возделывание однолетних трав (виковосяная смесь) на зеленую массу в 2009 году, базирующееся на поверхностно-отвальной системе обработки «О₂» при экстенсивной системе удобрения без применения гербицидов, составили на один гектар 6075,68

МДж, при высокоинтенсивном фоне питания – 18 217,08 МДж; при технологии, базирующейся на поверхностной обработке, – 6593,98 и 17 956,88 МДж, в то время как энергозатраты при технологии возделывания культуры на базе отвальной обработки составили 7500,58 и 18 773,68 МДж (таблица 30).

Таблица 30 – Структура энергозатрат на возделывание однолетних трав на зеленую массу (2009), МДж/га

Вариант			Статьи затрат							
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	машины и оборудование	семена	удобрения	ГСМ	электроэнергия	живой труд	автотранспорт	Всего
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	219,9	4158	-	3100	2,08	20,6	-	7500,58
		«Г ₂ »	222,9	4158	-	3176,9	2,08	21,2	-	7581,08
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	231,0	4158	11200	3138,5	2,08	20,1	24	18773,68
		«Г ₂ »	225,6	4158	11200	2997,5	2,08	18,9	24	18626,08
1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 – этап-поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	202,9	4158	-	1695,2	2,08	17,5	-	6075,68
		«Г ₂ »	201,9	4158	-	2416,8	2,08	17,2	-	6795,98
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	226,0	4158	11200	2587,6	2,08	19,4	24	18217,08
		«Г ₂ »	221,9	4158	11200	2485,1	2,08	18,5	24	18109,58
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	197,1	4158	-	2220,4	2,08	16,4	-	6593,98
		«Г ₂ »	198,4	4158	-	2254,6	2,08	16,7	-	6629,78
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	219,0	4158	11200	2335,7	2,08	18,1	24	17956,88
		«Г ₂ »	197,1	4158	11200	1780,6	2,08	13,4	24	17375,18

На фоне последствия гербицида 2008 года энергозатраты несколько увеличились (в основном при экстенсивной системе удобрения) в

основном за счет изменения урожайности на этих вариантах и, соответственно, затрат на машины и оборудование, а также ГСМ. В структуре энергозатрат всех систем обработки почвы при обоих фонах питания наибольшую долю составили затраты на удобрения (59,6-62,4%), семена (22,1-23,1%), горючие и смазочные материалы (16,7-41,3%). Остальные затраты составляли 0,02-2,9%.

В целом отмечалось снижение энергозатрат на вариантах ресурсосберегающих систем обработки почвы, особенно на поверхностно-отвальной «O₂», где затраты снижались на 556,6-1424,9 МДж по сравнению с технологиями, базирующимися на отвальной обработке почвы.

Результаты расчета энергетической эффективности технологии возделывании однолетних трав показывают эффективность технологии, базирующейся на поверхностно-отвальной системе обработки почвы, что выразилось в увеличении чистого энергетического дохода на вариантах высокоинтенсивной системы удобрений (на 57,83-69,14 ГДж/га по сравнению с отвальной системой обработки почвы), а также в повышении коэффициента энергетической эффективности посевов, биоэнергетического коэффициента посевов при снижении энергетической себестоимости зеленой массы (таблица 31).

Совокупные энергозатраты на производство зерна озимой тритикале, базирующееся на системе поверхностно-отвальной обработки почвы, при экстенсивном фоне питания без применения гербицидов, на один гектар составили 6488,2 МДж, а на высокоинтенсивном фоне питания – 17331,7 МДж; при технологиях, базирующихся на системе поверхностной обработки почвы, затраты составили 6209,4 и 17 205,4 МДж, тогда как энергозатраты при использовании технологий на основе отвальной обработки – 6873,5 и 18 065,5 МДж (таблица 32).

Таблица 31 – Энергетическая эффективность возделывания однолетних трав на зеленую массу (2009)

Вариант			Показатель						
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	затрачено энергии, ГДж/га	урожайность, т/га	получено энергии с урожаем всего, ГДж/га	чистый энергетический доход, ГДж/га	коэффициент энергетической эффективности, раз	биоэнергетический коэффициент посева, раз	энергетическая себестоимость зеленой массы, ГДж/т
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	7,50	23,39	428,04	420,54	56,1	57,1	0,32
		«Г ₂ »	7,58	24,60	450,18	442,60	58,4	59,4	0,31
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	18,77	20,83	381,19	362,42	19,3	20,3	0,90
		«Г ₂ »	18,63	18,53	339,10	320,47	17,2	18,2	1,01
1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	6,08	21,63	395,83	389,75	64,1	65,1	0,28
		«Г ₂ »	6,80	21,21	388,14	381,35	56,1	57,1	0,32
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	18,22	23,96	438,47	420,25	23,1	24,1	0,76
		«Г ₂ »	18,11	22,28	407,72	389,61	21,5	22,5	0,81
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	6,59	20,98	383,93	377,34	57,2	58,2	0,31
		«Г ₂ »	6,63	21,53	394,00	387,37	58,4	59,4	0,31
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	17,96	22,86	418,34	400,38	22,3	23,3	0,79
		«Г ₂ »	17,38	13,82	252,91	235,53	13,6	14,6	1,26

Применение гербицидов при обоих фонах питания вызвало небольшое увеличение энергозатрат, но преимущество (в 587,6-841,6 МДж) перед отвальной обработкой было у ресурсосберегающих систем обработки почвы.

В структуре энергозатрат всех трех систем обработки почвы при обоих фонах питания наибольшую долю затрат занимали удобрения (59,8-62,8%), семена (25,0-72,8%), горючие и смазочные материалы (7,7-26,7%) и автотранспорт (1,6-4,7%). Остальные статьи затрат составляли 0,08-3,4%.

Таблица 32 – Структура энергозатрат на возделывание озимой тритикале (2010), МДж/га

Вариант			Статьи затрат								
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	машины и оборудование	семена	удобрения	пестициды	ГСМ	электроэнергия	живой труд	автотранспорт	Всего
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	215,7	4525	-	-	1836,1	55,5	13,8	227,4	6873,5
		«Г ₂ »	234,5	4525	-	52,5	1878,8	55,5	15,6	276,2	7038,1
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	249,2	4525	10800	-	2092,2	55,5	16,1	327,5	18065,5
		«Г ₂ »	242,9	4525	10800	52,5	2177,7	55,5	16,9	333,3	18203,8
1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	219,4	4525	-	-	1366,4	55,5	13,4	308,5	6488,2
		«Г ₂ »	219,1	4525	-	52,5	1323,7	55,5	13,1	261,6	6450,5
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	237,5	4525	10800	-	1366,4	55,5	14,0	333,3	17331,7
		«Г ₂ »	268,8	4525	10800	52,5	1409,1	55,5	16,8	430,5	17558,2
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	206,0	4525	-	-	1152,9	55,5	11,5	258,5	6209,4
		«Г ₂ »	214,0	4525	-	52,5	1110,2	55,5	12,0	250,2	6219,4
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	218,9	4525	10800	-	1323,7	55,5	11,8	270,5	17205,4
		«Г ₂ »	230,1	4525	10800	52,5	1409,1	55,5	12,6	277,4	17362,2

Результаты расчетов энергетической эффективности возделывания озимой тритикале, базирующегося на системе поверхностно-отвальной обработки почвы, показали эффективность данной технологии, что выразилось в увеличении чистого энергетического дохода в среднем на 47,2-55,7 ГДж/га по сравнению с системой отвальной обработки, а также в повышении коэффициента энергетической эффективности с 18,1 (на отвальной) до 26,4 (на поверхностно-отвальной) на экстенсивном фоне питания и с 8,5 до 12,0 – на высокоинтенсивном фоне питания. Также возрастал биоэнергетический коэффициент посева при снижении энергетической себестоимости продукции в среднем на 0,08-1,29 ГДж/т (таблица 33).

Таблица 33 – Энергетическая эффективность возделывания озимой тритикале (2010)

Вариант			Показатель									
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты, «Г»	затрачено энергии, ГДж/га	урожайность осн. прод., т/га	урожайность побочн. прод., т/га	получено энергии с урожаем побочн. прод., ГДж/га	получено энергии с урожаем осн. прод., ГДж/га	получено энергии с урожаем всего, ГДж/га	чистый энергетический доход, ГДж/га	коэффициент энергетической эффективности, раз	биоэнергетический коэффициент посева, раз	энергетическая себестоимость зерна, ГДж/т
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	6,87	2,86	5,72	79,508	51,77	131,27	124,40	18,1	19,1	2,40
		«Г ₂ »	7,04	3,46	6,92	96,188	62,63	158,81	151,78	21,6	22,6	2,03
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	18,07	3,72	7,44	103,416	67,33	170,75	152,68	8,5	9,5	4,86
		«Г ₂ »	18,20	3,78	7,56	105,084	68,42	173,50	155,30	8,5	9,5	4,82
1 этап – поверхностно-отвальная-1; 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	6,49	3,88	7,76	107,864	70,23	178,09	171,60	26,4	27,4	1,67
		«Г ₂ »	6,45	3,31	6,62	92,018	59,91	151,93	145,48	22,6	23,6	1,95
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	17,33	3,78	7,56	105,084	68,42	173,50	156,17	9,0	10,0	4,59
		«Г ₂ »	17,56	4,98	9,96	138,444	90,14	228,58	211,02	12,0	13,0	3,53
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	6,21	3,27	6,54	90,906	59,19	150,09	143,88	23,2	24,2	1,90
		«Г ₂ »	6,22	3,16	6,32	87,848	57,20	145,04	138,82	22,3	23,3	1,97
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	17,21	2,98	5,96	82,844	53,94	136,78	119,58	6,9	7,9	5,77
		«Г ₂ »	17,36	3,06	6,12	85,068	55,39	140,45	123,09	7,1	8,1	5,67

Совокупные затраты на производство картофеля, базирующееся на системе поверхностно-отвальной обработки почвы при экстенсивном фоне питания без применения гербицидов, на один гектар составили 22 247,5 МДж, на высокоинтенсивном фоне – 39 913,9 МДж; при системе поверхностной обработки почвы затраты составили 21 996,4 и 38 914,5 МДж; при системе отвальной обработки почвы затраты составляли – 24 223,0 и 39 545,4 МДж/га. Применение гербицидов вызвало увеличение энергозатрат вследствие повышения урожайности и затрат на транспортировку.

Повышение энергетических затрат в технологии, базирующейся на системе поверхностно-отвальной обработки почвы на высокоинтенсивном фоне питания, вызвано увеличением урожайности на данном варианте и, как следствие, увеличением затрат на автотранспорт. А снижение затрат при поверхностной обработке почвы вызвано снижением урожая картофеля и, следовательно, уменьшением затрат на его транспортировку.

В структуре энергозатрат наибольшую долю занимали затраты на семена (42,4-76,9%), удобрения (37,7-40,5%), автотранспорт (10,0-18,5%), горючие и смазочные материалы (3,9-8,8%). Остальные статьи энергозатрат (машины и оборудование, пестициды, электроэнергия и живой труд) составляли 0,02-2,40% (таблица 34).

Таблица 34 – Структура энергозатрат на возделывание картофеля (2011),
МДж/га

Вариант			Статьи затрат								
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты растений, «Г»	машины и оборудование	семена	удобрения	пестициды	ГСМ	электроэнергия	живой труд	автотранспорт	Всего
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	574,3	16920	-	-	2135	9,7	91,2	4492,8	24223,0
		«Г ₂ »	577,1	16920	-	437,5	2049,6	10,2	93,2	4120,8	24208,4
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	557,7	16920	15750	-	2263,1	9,9	75,9	3968,8	39545,4
		«Г ₂ »	634,6	16920	15750	437,5	2348,5	13,4	114,9	5576,8	41795,7
1 этап – поверхностно-отвальная-1, 2 этап – поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	486,0	16920	-	-	1579,9	8,6	72,2	3180,8	22247,5
		«Г ₂ »	586,8	16920	-	437,5	1494,5	9,6	94,9	4425,6	23968,9
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	608,7	16920	15750	-	1708	9,4	85	4832,8	39913,9
		«Г ₂ »	664,1	16920	15750	437,5	1793,4	12,5	110,8	5464,8	41153,1
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	476,7	16920	-	-	1409,1	8,3	70,3	3112,0	21996,4
		«Г ₂ »	566,5	16920	-	437,5	1323,7	9,4	91,3	4208,0	23556,4
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	548,5	16920	15750	-	1537,2	10,2	74,2	4074,4	38914,5
		«Г ₂ »	619,8	16920	15750	437,5	1622,6	12,6	101,1	4920,8	40384,4

Результаты расчетов энергетической эффективности технологии возделывания картофеля, базирующейся на системе поверхностно-отвальной обработки почвы, в целом показывают достаточную ее эффективность, что выразилось в повышении чистого энергетического дохода в среднем на 1,1 ГДж/га, повышении коэффициента энергетической эффективности (за исключением вариантов экстенсивного фона питания без применения гербицидов), а также повышении биоэнергетического коэффициента при снижении себестоимости в среднем на 0,04 ГДж/т (таблица 35).

Таблица 35 – Энергетическая эффективность возделывания картофеля (2011)

Вариант			Показатель									
обработка почвы, «О»	система удобрений, «У»	система защиты, «Г»	затрачено энергии, ГДж/га	урожайность осн. прод., т/га	урожайность побочн. прод., т/га	получено энергии с урожаем побочн. прод., ГДж/га	получено энергии с урожаем осн. прод., ГДж/га	получено энергии с урожаем всего, ГДж/га	чистый энергетический доход, ГДж/га	коэффициент энергетической эффективности, раз	биоэнергетический коэффициент посадок, раз	энергетическая себестоимость клубней, ГДж/т
Отвальная, «О ₁ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	24,22	26,28	26,28	105,12	123,52	228,64	204,41	8,4	9,4	0,92
		«Г ₂ »	24,21	25,76	25,76	103,04	121,07	224,11	199,90	8,3	9,3	0,94
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	39,55	24,63	24,63	98,52	115,76	214,28	174,74	4,4	5,4	1,61
		«Г ₂ »	41,80	34,68	34,68	138,72	163,00	301,72	259,92	6,2	7,2	1,21
1 этап – поверхностно-отвальная-1; 2 этап-поверхностно-отвальная, «О ₂ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	22,25	19,88	19,88	79,52	93,44	172,96	150,71	6,8	7,8	1,12
		«Г ₂ »	23,97	27,66	27,66	110,64	130,00	240,64	216,67	9,0	10,0	0,87
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	39,91	30,03	30,03	120,12	141,14	261,26	221,35	5,5	6,5	1,33
		«Г ₂ »	41,15	33,98	33,98	135,92	159,71	295,63	254,47	6,2	7,2	1,21
1 этап – поверхностно-отвальная-3, 2 этап – поверхностная, «О ₄ »	экстенсивная, «У ₁ »	«Г ₁ »	22,00	19,45	19,45	77,80	91,42	169,22	147,22	6,7	7,7	1,13
		«Г ₂ »	23,56	26,30	26,30	105,20	123,61	228,81	205,25	8,7	9,7	0,90
	высокоинтенсивная, «У ₃ »	«Г ₁ »	38,91	25,29	25,29	101,16	118,86	220,02	181,11	4,7	5,7	1,54
		«Г ₂ »	40,38	30,58	30,58	122,32	143,73	266,05	225,66	5,6	6,6	1,32

В целом можно сделать вывод, что использование технологий производства продукции сельскохозяйственных культур, базирующихся на периодическом использовании вспашки (1 раз в 4 года), то есть на системе поверхностно-отвальной обработки почвы, дает больший энергетический эффект по сравнению с технологиями, базирующимися на использовании классической отвальной. Это обусловлено уменьшением энергозатрат на основную обработку в среднем в 2,7 раза по сравнению с отвальной.

В отношении классической системы отвальной обработки почвы необходимо отметить, что соблюсти все агротехнические требования при ее использовании весьма проблематично из-за большой энергоемкости и необходимости проведения всех работ в самый короткий период. Поэтому в производственных условиях (по экономическим соображениям или вследствие неблагоприятных почвенно-климатических условий) зачастую эти требования не соблюдаются – нарушаются сроки и интервалы проведения обработок, осуществляется перенос вспашки на весну, отказ от предварительного лущения и т.д., что нивелирует преимущества отвальной системы обработки и подчеркивает ее недостатки.

Полный отказ от вспашки в системе основной обработки дерново-подзолистой супесчаной почвы, то есть переход на ежегодные безотвальные поверхностные, также нецелесообразен вследствие снижения урожайности полевых культур (по причинам снижения плодородия почвы и ухудшения фитосанитарного состояния посевов) и энергетической эффективности, несмотря на меньшие энергозатраты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Накоплению органического вещества в почве способствует поверхностно-отвальная обработка почвы, особенно при экстенсивной биологизированной системе удобрений «У₁» (3,33-3,42%). Применение интенсивных систем удобрений менее эффективно в накоплении органического вещества на ресурсосберегающих обработках (снижение составляет 0,37-0,47%), но более эффективно на отвальной (его содержание было практически на уровне экстенсивной системы удобрений). Роль гербицидов в среднем заключалась в снижении показателя содержания органического вещества на 0,04%.

2. Варианты ресурсосберегающей обработки почвы способствуют повышению целлюлозоразлагающей активности почвенных микроорганизмов на 4,8-7,1% в сравнении с ежегодной отвальной обработкой, за исключением поверхностной обработки. Среднеинтенсивная система удобрений приводит к достоверному повышению целлюлозоразлагающей активности почвенных микроорганизмов (на 4,88% по сравнению с экстенсивным фоном питания). Гербициды не оказывают существенного влияния на целлюлозоразлагающую активность почвы.

3. Системы ресурсосберегающей обработки почвы не приводят к существенному снижению численности хищных жуужелиц по сравнению с ежегодной отвальной обработкой. Средне- и высокоинтенсивные системы удобрения обеспечивают снижение численности хищных насекомых на 14,9-28,2% по сравнению с экстенсивным фоном. Применение гербицидов способствует снижению количества хищных жуужелиц на 11,9% в сравнении с безгербицидным фоном.

4. Распространенность септориоза яровой пшеницы в 2008 г. на вариантах поверхностно-отвальной обработки «О₃» и «О₄» повышается в сравнении с отвальной соответственно на 4,4 и 7,5%. Вариант поверхностно-отвальной-1 обработки приводит к усилению развития болезни на 1,1%, в то время как поверхностно-отвальная-2 – на 2,4%. Распространенность бурого

бактериоза по всем вариантам обработки почвы отмечается на уровне 90,8-92,9%. Применение ресурсосберегающих систем обработки способствует некоторому усилению развития заболевания (на 4,2-4,3%) по сравнению с отвальной.

Распространенность септориоза озимой тритикале в 2010 г. при выращивании ее по системам ресурсосберегающих обработок почвы снижается по сравнению с отвальной соответственно на 8,1%, 12,6 и 13,7%. Развитие болезни на вариантах ресурсосберегающих обработок снижается на 0,03-1,55% по сравнению с ежегодной отвальной.

5. Потенциальная засоренность почвы вегетативными органами размножения многолетних сорных растений снижается на вариантах ресурсосберегающих обработок почвы по сравнению с отвальной обработкой, причем существенно – на вариантах обработки «О₃» и «О₄» по показателю длины корней, а сухая их масса остается на уровне отвальной. Интенсивные системы удобрения способствуют снижению длины корней размножения на 2,6-11,6% и сухой массы – на 2,2-4,5% в сравнении с экстенсивной. Применение гербицидов снижает длину (на 5,5%) и сухую массу (на 17,1%) вегетативных органов размножения многолетних сорных растений в сравнении с безгербицидными вариантами.

6. Система поверхностно-отвальной обработки в целом способствует поддержанию потенциальной засоренности пахотного слоя семенами сорняков на уровне отвальной обработки с тенденцией снижения запаса семян на 3,0-5,1%. Ежегодная поверхностная обработка в наименьшей степени способствует очищению пахотного слоя от семян сорняков.

7. Ресурсосберегающие системы обработки почвы способствуют снижению токсичности почвы (либо в отдельные годы поддерживают ее на уровне отвальной обработки), что приводит к увеличению длины корней тест-культуры в среднем на 9,7%, а также всхожести – до 12,3% по сравнению с отвальной обработкой; при средне- и высокоинтенсивных системах удобрений отмечается усиление токсического действия, что отражается в снижении длины корней тест-культуры в среднем до 6,0% (по сравнению с

экстенсивным фоном). Гербициды оказывают негативное воздействие и повышают токсичность почвы, но только на фоне сопутствующих факторов (под повторными посевами яровой пшеницы – снижение длины проростка тест-культуры до 25,7% и длины корней – на 5,9-22,9%).

8. Поверхностно-отвальная система обработки почвы обеспечивает уровень урожайности и продуктивности полевых культур на уровне отвальной, а в некоторые годы – способствует ее повышению (на картофеле, озимой тритикале и однолетних травах – на 0,23 т/га к.ед.) при более низких затратах энергии и ресурсов. Ежегодная поверхностная обработка приводит к значительному снижению продуктивности полевых культур в сравнении с отвальной: картофеля (2006, 2011) – на 0,63 и 5,89 т/га, зерновых культур – на 0,17-0,37 т/га, однолетних трав – на 1,46 т/га. Средне- и высокоинтенсивные системы удобрения способствуют достоверному повышению урожайности и продуктивности полевых культур на обоих этапах исследований в сравнении с экстенсивной системой на 0,73-1,35 т/га к.ед. Применение гербицидов приводит к увеличению показателя продуктивности на 0,34 т/га к.ед. по сравнению с безгербицидными вариантами.

9. Система поверхностно-отвальной обработки почвы способствует практически одинаковому выходу фракции клубней картофеля массой свыше 50 г (товарной фракции) в сравнении с отвальной, а также обеспечивает снижение доли деформированных (на 2,2-3,2%) и озелененных (на 0,7-1,6%) клубней; способствует повышению количества растений яровой пшеницы на 1 м² (на 2,5%), количества зерен в колосе, массы 1000 семян (на 3,8%) по сравнению с отвальной обработкой. Интенсивные системы удобрения обеспечивают достоверное повышение числа растений на 1 м² (на 18,0%), а также числа зерен в колосе (на 28,6%) и массы 1000 семян (на 4,0%). Гербициды не оказывают существенного влияния на структуру урожая яровой пшеницы.

11. Применение технологий производства продукции полевых культур на основе поверхностно-отвальной системы основной обработки почвы является более целесообразным, так как обеспечивает максимальный экономиче-

ский эффект на интенсивном фоне питания на обоих фонах защиты растений при возделывании озимых зерновых, однолетних трав (уровень рентабельности – 81,5-164,9%) и картофеля (уровень рентабельности – 20,7-218,4%), а при выращивании яровой пшеницы – более выгодно использовать экстенсивную систему удобрения (уровень рентабельности – 77,8-107,3%).

12. Применение системы поверхностно-отвальной обработки почвы в технологиях возделывания обеспечивает увеличение биоэнергетического коэффициента в зависимости от выращиваемой культуры на 5,9-21,7% при снижении энергетических затрат до 2,7 раза (на основную обработку почвы) и энергетической себестоимости продукции на 3,1-20,1% по сравнению с технологиями, базирующимися на использовании классической отвальной обработки.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На дерново-подзолистых супесчаных почвах Центрального района Нечерноземной зоны Российской Федерации в качестве основной рекомендуется система поверхностно-отвальной обработки почвы, базирующаяся на сочетании поверхностной на глубину 6-8 см (в течение 3 лет) с периодической отвальной (один раз в 4 года), включающей вспашку на глубину 20-22+7 см, с предварительным лушением или дискованием на 8-10 см как по экстенсивному, так и по интенсивным фонам питания, при использовании сидератов и измельченной соломы совместно с минеральными удобрениями и отдельно.

Данная технология обеспечивает расширенное воспроизводство агробиологических показателей плодородия супесчаной почвы и позволяет получать урожайность и продуктивность полевых культур выше либо на уровне отвальной обработки почвы, при снижении экономических и энергетических затрат на производство продукции до 2,7 раза по сравнению с технологиями на основе ежегодной классической отвальной обработки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абашев, В.Д. Влияние минеральных и зеленых удобрений на урожайность культур полевого севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве [текст] /В.Д. Абашев//Агрохимия.–2002.–№10.– С.30-40.
2. Авров, О.Е. Использование соломы в сельском хозяйстве [текст] / О.Е. Авров, З.М. Мороз.–Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. – 200 с.
3. Агromетeорoлогичecкий бюллетeнь за 2006-2011 гг. Яpoславcкий ceнтp пo гидpoмeтeopoлoгии и мoнитopингy oкpужaющeй cpeды. Филиал ФГБУ «Цeнтpaльнoe упpaвлeниe пo гидpoмeтeopoлoгии и мoнитopингy oкpужaющeй cpeды». – Яpoслaвлb.–2006. –2011.–С.11.
4. Алабушев, А.В. Основная обработка почвы и продуктивность озимой пшеницы [текст] /А.В. Алабушев// Земледелие.– 2009.– №4.–С.23-24.
5. Александровіч, А.Р. Жужалі захада лясной зоны рускай раўніны (фауна, зоагеографія, экалогія, фаунагэнез) [текст]: автореф. дис.... докт. биол. наук: 03.00.09 /А.Р.Александровіч. – Прилуки, Минский р-н. – 1996. – 34 с.
6. Александрова, Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации [текст] / Л.Н. Александрова. – Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1980. – 287 с.
7. Алекcaшин, В.И. Механизированное возделывание моркови [текст] /В.И. Алекcaшин, М.Н. Стpогaнoв//Сельское хозяйство Нечерноземья. – 1980.– №3.– С. 19-20.
8. Аллен, Х.П. Прямой посев и минимальная обработка почвы [текст] /Х.П. Аллен; пер.с англ. М.Ф. Пушкарева. – М.: Агропромиздат, – 1985. –208 с.:ил.
9. Баздырев, Г.И. Борьба с сорными растениями в системе земледелия Нечерноземной зоны [текст] / Г.И. Баздырев, А.Ф. Сафонов. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 176 с.

10. Баздырев, Г.И. Изменение потенциальной засоренности почвы семенами сорных растений в зависимости от интенсивности обработки почвы, гербицидов и элементов склона [текст] / Г.И. Баздырев, О.В. Куваева // АГРО XXI.– 2007.– №7-9.– С.29-31.
11. Баздырев, Г.И. Эффективность применения почвозащитных технологий [текст] / Г.И. Баздырев // Известия ТСХА.– 2005.– №4. – С. 32-39.
12. Бакун, А.И. Влияние системы удобрения и пестицидов на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность плодосменного севооборота [текст] / А.И. Бакун, Ю.А. Бакун // Агрохимия. – 2003. – №12. – С.21-26.
13. Батяхина, Н.А. Биологические факторы воспроизводства почвенного плодородия [текст] / Н.А. Батяхина, Е.Н. Осокин // Зерновое хозяйство. – 2003.– №8. – С.26.
14. Башков, А.С. Действие удобрений на окультуривание подпахотного слоя дерново-подзолистой суглинистой почвы и его влияние на продуктивность озимой ржи [текст] / А.С. Башков, Т.Ю. Бортник, М.Н. Загребин, А.Ю. Карпова // Плодородие.–2013.– №2.– С. 17-19.
15. Безлер, Н.В. Запашка соломы ячменя и продуктивность культур в зерно-пропашном севообороте [текст] / Н.В. Безлер, И.В. Черепухина // Земледелие. – 2013. – №4. – С.11-13.
16. Безуглов, В.Г. Эффективность комбинированных гербицидов нового поколения в посевах озимой тритикале [текст] / В.Г. Безуглов, Р.М. Гафуров // Агро XXI. – 2013. – №0103. – С.30-31.
17. Безуглов, В.Г. Минимальная обработка почвы [текст] / В.Г. Безуглов, Р.М. Гафуров // Земледелие.– 2004. – №4. – С.21-22.
18. Белов, Г.Д. Минимализация полупаровой обработки почвы под ячмень в Белоруссии [текст] / Г.Д. Белов, Я.А. Рассолько // Всесоюзная акад. с.-х. наук им. В.И. Ленина. – М.: Колос.– 1984.–С. 307.

19. Берестецкий, О.А. Биологические основы плодородия почвы [текст] /О.А. Берестецкий, Ю.М. Возняковская, Л.М. Доросинский // Всесоюз. акад. с.-х. наук им В.И. Ленина, М.: Колос, 1984, – 287 с.
20. Бешанов, А.В. Борьба с сорняками на полях Нечерноземья [текст] /А.В. Бешанов, Г.Е. Шилов, О.С. Выдрина //Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1983. – 166 с.
21. Благополучная, О.В. Влияние энергосберегающих способов обработки почвы и элементов склона на урожайность сельскохозяйственных культур [текст] /О.В. Благополучная, Н.И. Мамсиров // Земледелие. – 2013. – №8. – С.23-24.
22. Борин, А.А. Обработка почвы в севообороте [текст] /А.А. Борин, О.А. Коровина, А.Э. Лощинина // Земледелие.– 2013. – №2. – С.20-26.
23. Борин, А.А. Влияние азотных удобрений на динамику почвенной кислотности в дерново-подзолистой почве [текст] /А.А. Борин, И.И. Мельцаев// Агрохимия. – 2003. – №2.– С.13-16.
24. Борисова, М. Микробиологични процеси в почковата при различни обработки и торене [текст] / М.Борисова, Р. Алтимирска // Почвознание Агрохимия. – 1990.– №5. – С.16-23.
25. Бурлака, Г.А. Динамика численности фитофагов и хищников в агроценозах пшеницы [текст] / Г.А.Бурлака, Л.Н. Жичкина // АГРО XXI. – 2007. – №7-9. –С. 10-11.
26. Венчиков, А.И. Плоскорезная обработка дерново-подзолистых связно-песчаных почв Удмуртии [текст] /А.И. Венчиков // РЖ «Земледелие». – 1990. – №10. – С. 16.
27. Ветуель, Т. Метод определения болезней и вредителей сельскохозяйственных растений [текст] /Т. Ветуель, Б. Фрайер. – М.: Агропроимздат, 1987. – 302 с.
28. Виноградский, С.И. Микробиология почвы: проблемы и методы [текст] /С.И. Виноградский. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – 897 с.

29. Власенко, Н.Г. Влияние пестицидов на сообщество жужелиц в посевах ярового рапса [текст] / Н.Г. Власенко //Агрохимия.– 2007.– №2. – С.89-94.
30. Воронова, Н.Т. Безотвальная и минимальная обработка темно-серых лесных почв Северного Зауралья [текст] /Н.Т. Воронова // Ресурсосберегающие системы обработки почвы: сб. науч. трудов; под ред. И.П. Макарова. – М.: Агропромиздат.– 1990.– С.186-194.
31. Вострухин, Н.П. Основные результаты 25-летних исследований по изучению способов и глубины основной обработки дерново-подзолистых почв в севообороте [текст] /Н.П. Вострухин, В.П. Курганский, Н.П. Вострухина и др.// РЖ «Земледелие». –1988.– №2.– С.7.
32. Вылчу, М.К. Динамика органического вещества серой лесной почвы в зависимости от способов обработки почвы и факторов биологизации [текст] /М.К.Вылчу, Р.З. Набиуллин, М.Р. Ахметзянов// Агрохимический вестник. – 2007. – №4. – С.3-4.
33. Вьюгин, С.М. Регулирование фитосанитарного состояния агроценозов [текст] /С.М. Вьюгин, Г.В. Вьюгина // Земледелие.–2012.–№1.– С.39–41.
34. Гамалей, В.И. Гумусное состояние почв при комплексном применении удобрений и пестицидов в интенсивном земледелии [текст] /В.И. Гамалей, Н.А. Макаренко, С.Г. Корсун// Вестник аграр. науки.–1995.–№7.– С. 33-39.
35. Гамзиков, Г.П. Изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы при длительном применении удобрений [текст] /Г.П. Гамзиков, П.А. Барсуков, О.Д. Варвайн // Доклады Россельхозакадемии. – 2007. – №5. –С.28-32.
36. Голуб, С.Н. Эффективность известкования и удобрений в полевом севообороте на дерново-подзолистой почве западного Полесья Украины [текст] /С.Н. Голуб// РЖ «Земледелие и Агрохимия». – 1992. – №11-12.– С.12.

37. Голубева, Н.И. Свойства почвы и продуктивность посевов при длительном применении мелкой обработки [текст] /Н.И. Голубева// Достижения науки и техники АПК. – 2004.– №5.–С.32-34.
38. Горбунова, Н.Н. Изменение почвообитающей фауны под влиянием внесенных в почву удобрений. Влияние хозяйственной деятельности человека на беспозвоночных [текст] /Н.Н.Горбунова// Минск: Наука и Техника, 1980. – С. 21-38.
39. Горбылева, А.И. Системы удобрения в сочетании с отвальной традиционной обработкой почвы и продуктивность севооборотов [текст] /А.И. Горбылева, Т.В. Лаломова // РЖ «Биология. Почвоведение и агрохимия». – 2006. – №4. – С. 49.
40. Гречка, М.И. Поверхностно-отвальная обработка почвы [текст] /М.И. Гречка // РЖ «Земледелие». – 1976.–№10.– С.5.
41. Долотин, И.И. Изменение содержания и качества гумуса при длительной бессменной основной обработке почвы [текст] /И.И. Долотин// Экол.-агрохим., технолог. аспекты развития земледелия Среднего Поволжья и Урала: тез. докл. конф., посвящ. 75-летию каф. агрохимии и почвовед. Казан. гос. с.-х. акад. Казань, 19-20 дек. 1995. – Казань, 1995. – С. 31-32.
42. Доспехов, Б.А. Учет засоренности почвы семенами сорных растений методом малых проб [текст] /Б.А. Доспехов, А.Д. Чеккрызов// Известия ТСХА. –1972. – Вып.2.
43. Дубовик, С. Утилизация соломы на полях – резерв для повышения урожайности [текст] /С.Дубовик// Главный агроном.– 2011. – №7. – С.8-9.
44. Дудкин, И.В. Влияние гербицидов и способов основной обработки почвы на ее биологическую активность и токсичность [текст] /И.В. Дудкин// Достижение науки и техники АПК.– 1998. – №5. – С.17-19.
45. Дышко, В.Н. Дозы и сочетания удобрений при длительном их применении в севообороте [текст] /В.Н. Дышко, Л.Н. Костина, И.В. Панкратенкова и др. //Плодородие. –2005. – №4. – С.5-7.

46. Емцев, В.Т. Влияние соломы на микробиологические процессы в почве при ее использовании в качестве органического удобрения [текст] /В.Т. Емцев, Л.К.Ницэ// Использование соломы как органического удобрения: сборник научных трудов. – М., 1980. – С. 70-102.
47. Ефремов, В.Р. Органическое вещество навоза и плодородие дерново-подзолистой почвы [текст] /В.Р. Ефремов// Бюл.ВНИИ удобр.и агропочвовед. –2001.– С.23.
48. Завьялова, Н.Е. Влияние длительного применения удобрений на распределение биогенных элементов и углерода по профилю дерново-подзолистой почвы [текст] /Н.Е. Завьялова, В.Р. Ямалтдинова//Достижения науки и техники АПК.– 2006.–№7. – С.19-21.
49. Замятин, С.А. Фитосанитарное состояние почвы и продуктивность семи и внесения удобрений [текст] /С.А. Замятин, О.Г. Марьина-Чермных, Н.И. Богачук// Агро XXI. – 2009.– №1-3. –С.9-11.
50. Заплетнюк, Ю.А. Влияние базудина и зенкора на биологическую активность дерново-подзолистой супесчаной почвы [текст] /Ю.А. Заплетнюк// Тез.докл. Всероссийской молодежной конференции: «Растение и почва», Санкт-Петербург, 6-10 дек. 1999. – СПб., 1999. – С. 42-43.
51. Зарев, В.В. Новые гербициды в посевах зерновых культур [текст] /В.В. Зарев, Г.Д. Гогмачадзе// Главный агроном. – 2005.– №7.– С. 27-32.
52. Захаренко, В.А. Снижение засоренности полей – наша первостепенная задача [текст] /В.А.Захаренко// Защита и карантин растений. –2005.– №3.– С.4-8.
53. Землянов, И.И. Применение соломы и минеральных удобрений в зерно-пропашном севообороте [текст] /И.И. Землянов// Земледелие. –2007.– №6.– С.18-17.
54. Звягинцев, Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии [текст] /Д.Г. Звягинцев, И.В. Асеева, И.П. Бабьева// М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980.– 224 с.

55. Зотов, Б.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве [текст] /Б.И. Зотов, В.И. Курдюмов. – М.: Колос, 2004. – 432 с.
56. Зубарев, Ю.Н. Обработка, сидерация и агробиологические свойства почвы [текст] / Ю.Н. Зубарев, В.Н. Мосин, О.С. Гундин // Земледелие.– 2004.–№6.–С.5-6.
57. Зубец, Т.П. Микробиологическая и биохимическая активность почвы как показатель наличия в ней гербицидов и их метаболитов [текст] / Т.П. Зубец // Поведение, превращение и анализ пестицидов и их метаболитов в почве. – Пушино-на-Оке. –1973. – С.82-89.
58. Иванова, Ж.А. Влияние узколистного люпина и системы его удобрения на питательный режим дерново-подзолистой почвы [текст] /Ж.А. Иванова//Гумус и почвообразование: сборник научных трудов / С.-Петербург. государственный аграрный университет. – СПб., 2002. – С. 56-58.
59. Ивенин, В.В. Предпосадочная обработка почвы и продуктивность картофеля [текст] / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, Р.С. Смирнов, А.М. Магомедкасумов // Земледелие. – 2012. – №6. – С.45-47.
60. Ивенин, В.В. Как лучше обрабатывать почву весной, если зябь не поднята?[текст] / В.В. Ивенин, А.В. Осипов // Земледелие. – 2001.– №2. – С. 28.
61. Ивенин, В.В. Минимализация обработки почвы и урожайность яровой пшеницы [текст] /В.В. Ивенин, В.А. Сторкин, В.В. Осипов // Земледелие.– 2010.–№5.–С.13-14.
62. Ивойлов, А.В. Отзывчивость сортов ярового ячменя на минеральные удобрения [текст] /А.В. Ивойлов//Агрохимия.– 1991. – №9. – С.33-41.
63. Ижевский, С.С. Негативные последствия применения пестицидов [текст] /С.С. Ижевский // Защита и карантин растений. – 2006. – №5.– С.16-19.
64. Ищенко, А.А. Влияние гербицида Паракват на рост, содержание пероксида водорода и активность каталазы в корнях проростков гороха при инокуляции клубеньковыми бактериями [текст] /А.А. Ищенко, Г.Г. Ва-

- сильева, Н.В. Миронова, А.К. Глянько// Агрохимия. – 2006. – №8. – С.47-51.
65. Казаков, Г.И. Эффективность основной обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в лесостепи Заволжья [текст] /Г.И. Казаков, А.А. Марковский, Ю.А. Гниломедов// Агро XXI. – 2009. – №7-9. – С. 33.
 66. Каличкин, В. Влияние удобрений и средств защиты на урожайность яровой пшеницы [текст] /В. Каличкин, С. Ким, И. Бокина, И. Минина// Главный агроном.– 2012.– №1. – С. 26-29.
 67. Канивец, В.И. Влияние способов основной обработки почвы, доз органических и минеральных удобрений на микробиологические процессы и гумусность дерново-подзолистых пылевато-мелкопесчаных и супесчаных почв [текст] /В.И. Канивец, Н.М. Цыганкова, А.М. Кисель// Использование достижений микробиологической науки в повышении эффективности земледелия. –1989. – С. 9-15.
 68. Каракулев, В.В. Ресурсосбережение и экологизация земледелия [текст]/В.В. Каракулев// Земледелие. – 2003. – №5. – С.7-8.
 69. Каргин, И.Ф. Влияние минеральных удобрений на продуктивность картофеля на аллювиальных почвах [текст] /И.Ф. Каргин, А.А. Зубарев// Земледелие.– 2009.–№1.– С.38-39.
 70. Карипов, Р.Х. Как снизить засоренность яровой пшеницы [текст] /Р.Х. Карипов, Д.П. Плужник// Защита и карантин растений. – 2008. – №4.– С.18-19.
 71. Карпова, Д.В. Гумус серых лесных почв при внесении удобрений [текст] /Д.В. Карпова, Н.П. Чижикова, О.С. Чернов, Н.А. Батяхина// Плодородие. –2008.– №2(41). – С.23-24.
 72. Картамышев, Н.И. Как преодолеть упадок земледелия [текст] /Н.И. Картамышев, В.Ю. Приходько// Земледелие. –2003. – №5. – С.21-22.
 73. Картамышев, Н.И. Сидеральные пары – важный источник воспроизводства плодородия почвы [текст] /Н.И. Картамышев, В.В. Нескородов, Н.В. Долгодворова// Плодородие. – 2007. – №2. – С.27.

74. Кильдюшкин, В.М. Способы обработки, удобрения и агрофизические свойства почвы [текст] /В.М. Кильдюшкин, А.Ф. Сидоркин// Земледелие. – 2010. – №1. – С.33.
75. Кирюшин, В.И. Т.С. Мальцев и развитие теории обработки почвы [текст] /В.И. Кирюшин// Земледелие. – 2005. – №6. – С. 6-9.
76. Кислов, А.В. Эффективность ресурсосберегающих систем обработки почвы [текст] /А.В. Кислов, Ф.Г. Бакиров, С.А. Федюшин// Земледелие.– 2003.–№5. – С.5-6.
77. Ковда, В.А. Основы учения о почвах [текст] /В.А. Ковда. – М.: Наука, 1978. – 448 с.
78. Коготько, Е.И. Эффективность применения микроудобрений и комплексных препаратов на основе микроэлементов и регуляторов роста на яровой пшенице сорта Сабина [текст] /Е.И. Коготько, И.Р. Вильдфлуш// Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №3. – С.74-78.
79. Колсанов, Г.В. Солома как удобрение в зернопропашном севообороте на черноземе лесостепи Поволжья [текст] /Г.В. Колсанов // Агрохимия.– 2006. – №5. – С. 30-40.
80. Коротич, А.И. Ресурсосберегающая обработка светло-каштановых почв Нижнего Поволжья в полевых севооборотах зерновой специализации [текст] /А.И. Коротич, В.И. Марымов, А.Н. Сухов// Ресурсосберегающие системы обработки почвы: сборник научных трудов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 59 с.
81. Кочурко, В.И. Сравнительная эффективность средств защиты растений в формировании урожая озимой тритикале на дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы [текст] /В.И Кочурко, Э.Ч. Жук// Известия ТСХА.– 1999. – №2.– С.101-106.
82. Крючкова, Г.В. Эффективная защита картофеля [текст] /Г.В. Крючкова, А.И. Гувенов, Г.В. Гувенова// Защита и карантин растений.–2004.–№10.– С.31.

83. Куликова, А.Х. Системы основной обработки почвы [текст] /А.Х. Куликова, А.В. Карпов, Н.В. Семенова// Земледелие. – 2003. – №5. – С. 27.
84. Кулинский, Н.А. Биологизированная система земледелия в Нечерноземной зоне [текст] /Н.А. Кулинский, Н.В. Русакова, М.Н. Новиков // Земледелие. – 2006. – №11. – С. 8-9.
85. Кушенов, Б.М. Основная обработка почвы [текст] /Б.М. Кушенов// Достижения науки и техники АПК.– 2003. – №12. – С. 32-33.
86. Лавриненко, А.Н. Урожайность зерна яровой пшеницы в зависимости от предшественника и уровня минерального питания [текст] /А.Н. Лавриненко, Л.П. Огородников // Земледелие. – 2012. – №3. – С. 38-39.
87. Лапа, В.В. Влияние доз и форм минеральных удобрений на урожайность и качество гречихи на дерново-подзолистой супесчаной почве [текст] /В.В. Лапа, В.С. Тарасенко //Агрохимия. – 2002. – №10. – С. 25-30.
88. Лапа, В.В. Изменение плодородия дерново-подзолистых почв при систематическом применении удобрений [текст] /В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, Е.М. Лимантова // Почвоведение. – 2000. – №13. – С. 340-345.
89. Лапа, В.В. Продуктивность зернового севооборота и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы при различных системах применения удобрений [текст] /В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко, А.С. Васько, О.Е. Шаковец //Агрохимия. – 2003. – №1. – С. 20-30.
90. Ласомова, Т.В. Свойства дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в зависимости от способов обработки и систем удобрений [текст] /Т.В. Ласомова//Достижения науки и техники АПК. – 2002. – №9. – С. 5-7.
91. Лахидов, А.И. Афидаагроценокомплекс Центрально-Черноземной зоны [текст] /А.И. Лахидов. – СПб, 1997. – 200 с.
92. Лифаненкова, Т.П. Изменение продуктивности зернотравянопропашного севооборота в зависимости от систем удобрения [текст] / Т.П. Лифаненкова// Земледелие. – 2012. – №1. – С. 14–17.

93. Лукменев, В.П. Как повысить эффективность и уменьшить токсическое действие пестицидов [текст] /В.П. Лукменев// Земледелие. – 2003. – №5. – С. 12.
94. Лысенко, А.К. Основная обработка почвы засоренность посевов [текст] /А.К. Лысенко, А.М. Машенко, Е.И. Дорошенко// Земледелие.–1988.– №9.–С.37-39.
95. Макаров, К.В. Личинки жуков-жужелиц трибы Carabini (Coleoptera, Carabidae) фауны СССР [текст]: /К.В. Макаров// автореф. канд. с.-х. наук дис.... Матер-лы X Съезда ВЭО 11-15 сен 1989.– С.1-18.
96. Максимов, М.М. Планирование, экономика и организация производства на предприятиях АПК (нормативно-справочные материалы) [текст] /М.М. Максимов. – Ярославль, 2004. – 468 с.
97. Мальцев, В.Ф. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России [текст] /В.Ф. Мальцева, М.К. Каюмова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех». – 2002. – Часть I. – 544 с.
98. Мамбеталин, К.Т. Длительность применения нулевой технологии [текст] /К.Т. Мамбеталин// Достижения науки и техники АПК.– 2006. – №5.– С. 30-31.
99. Матвеев, В.В. Энергосберегающая обработка почвы [текст] /В.В. Матвеев, А.М. Голованов, С.Н. Северьянов// Земледелие. – 2003. – №2. – С. 18.
100. Матюк, Н.С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве [текст] / Н.С. Матюк, О.В. Селицкая, С.С. Солдатова //Известия ТСХА. – 2013. – №3. – С. 63-74.
101. Матюк, Н.С. Оптимальные параметры пахотного слоя и способы их поддержания в современном земледелии [текст] /Н.С. Матюк, Ф.А. Цвирко //Плодородие.–2005.– №1.– С.33-35.
102. Матюк, Н.С. Урожайность культур и плодородие почвы в зависимости от ее обработки и удобрения [текст] /Н.С. Матюк, В.Д. Полин, Е.Д. Аб-

- ражкина, В.А. Шевченко, Осама Заде// Плодородие.– 2008.–№1.– С.38-40.
103. Матюхин, А.П. Как снизить засоренность посевов льна-долгунца [текст] /А.П. Матюхин, Л.М. Захарова, Г.Н. Матюхина// Защита и карантин растений. – 2003. – №2. – С.28.
 104. Мерзлая, Г.Е. Гумус и органические удобрения как основа плодородия [текст] /Г.Е. Мерзлая, Л.К. Шевцова// Плодородие. – 2006. – №5. – С.27-29.
 105. Минеев, В.Г. Агрохимия, биология и экология почвы [текст] /В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе// М.: Росагропромиздат, – 1990. – 206 с.
 106. Митрофанов, Ю.И. Ресурсосберегающая обработка почвы под озимую рожь на осушаемых землях [текст] /Ю.И. Митрофанов// Земледелие.– 2010. – №5. – С.15-16.
 107. Морковкин, Г.Г. Влияние способов основной обработки почвы и оптимизированных полных удобрений на мобилизацию подвижных элементов минерального питания растений и урожайность зерна яровой пшеницы [текст] / Г.Г. Морковкин, С.В. Жандарова, И.П. Аверьянова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – №7. – С. 29.
 108. Мосина, Л.В. Экологическая оценка влияния органических и минеральных удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроценоза в экстремальных погодных условиях [текст] /Л.В. Мосина, Г.Е. Мерзлая // Известия ТСХА. – 2013. – №5. – С. 5-19.
 109. Мощенко, Ю.Б. Новое в основной обработке почвы в степной зоне Западной Сибири [текст] /Ю.Б. Мощенко// Земледелие. – 2001.– №2.– С.8.
 110. Муромцев, Г.С. Биологическая активность дерново-подзолистых почвы разной степени окультуренности и использование растениями высоких доз минеральных удобрений [текст] /Г.С. Муромцев, Т.С. Тарвис, З.П. Рыбакова// Труды ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии.–1988.– №58.– С.105-116.

111. Надежкин, С.М. Содержание и состав гумуса в зависимости от севооборота и удобрений [текст] /С.М. Надежкин, Е.В. Жеряков// Плодородие.– 2006.–№5.– С.17-18.
112. Нарезная, Е.Д. Гербициды на озимой пшенице [текст] /Е.Д. Нарезная //Защита и карантин растений. – 1999. – №5. – С.14.
113. Немченко, В.В. Системы применения гербицидов в ресурсосберегающих технологиях в возделывании зерновых культур [текст] /В.В. Немченко, А.С. Филиппов, А.А. Замятин, А.М. Заргарян // Агро XXI. – 2013. – №1012. – С.17-20.
114. Немченко, В.В. Борьба с засоренностью посевов при ресурсосберегающих технологиях в земледелии Зауралья [текст] /В.В. Немченко, Д.Д. Рыбина, А.И. Копылов// Земледелие. – 2012. – №5. – С. 49.
115. Нечаев, В.Н. Действие органических удобрений и гербицидов на формирование сорного компонента агрофитоценоза и урожайность многолетних трав [текст] /В.Н. Нечаев. – Москва, 1990. – С. 17-19.
116. Никитин, Д.И. Процессы самоочищения окружающей среды и паразиты бактерий [текст] /Д.И.Никитин, Э.С. Никитина. – М.: Наука, 1978. – С. 364.
117. Новиков, В.М. Способы основной обработки почвы и засоренность посевов [текст] /В.М. Новиков, А.П. Исаев// Земледелие.–1990. – №6. – С.9.
118. Одум, Ю. Основы экологии [текст] / Ю. Одум. – М.: Мир, 1976. – 741 с.
119. Павленкова, Т.В. Изменение количества нитратного аммиачного азота, биологической активности почвы при использовании удобрений [текст] /Т.И. Павленкова// Аграрный вестник Урала. – 2008. – №3. – С. 68-69.
120. Панов, Н.П. Продуктивность культур в севообороте при различных дозах удобрений на дерново-подзолистой почве [текст] /Н.П. Панов, В.П. Савич, Т.Б. Кириллова, Ю.Н. Жуков//Агрохимия. – 2004. – №1. – С. 65-70.
121. Передерина, В.М. Влияние предшественников и способов основной обработки почвы на основные показатели плодородия [текст] /В.М. Передерина, Д.А. Ткаченко// Агрохимический вестник.–2005.–№4.– С.14-45.

122. Пересыпкин, В.Ф. Болезни сельскохозяйственных культур [текст] /Под ред. В.Ф. Пересыпкина. – Т.3. Болезни овощных и плодовых культур. – К.: Урожай, 1991. – 208 с.
123. Петрова, Л.И. Оптимальные параметры агрохимических свойств окультуренной дерново-подзолистой почвы в льняном севообороте [текст] /Л.И. Петрова, Т.Г. Анюшина// РЖ «Земледелие». – 1989. – №2. – С.8.
124. Пироговская, Г.В. Влияние различных систем удобрения на изменение минеральной части дерново-подзолистой песчаной почвы [текст] /Г.В. Пироговская, С.Д. Астанова, А.Ф. Санько// Почвоведение. – 2004. – №1. – С. 27-30.
125. Пискунова, Х.А. Сидеральные предшественники, удобрения и урожайность озимой пшеницы [текст] /Х.А. Пискунова, А.В. Федорова, Т.С. Ершова // Земледелие. – 2012. – №2. – С. 20-21.
126. Поддымкина, Л.М. Последствие гербицида на основе хлорсульфурона в посевах льна в зависимости от севооборота, удобрения и известкования [текст] /Л.М. Поддымкина// Агро XXI. – 2007. – С. 18-20.
127. Порохня, З.И. Влияние обработки почвы на ее засоренность семенами сорняков [текст] /З.И. Порохня, И.Д. Кобяков//Земледелие. – 2006. –№4. – С. 36-38.
128. Посыпанов, Г.С. Растениеводство [текст] /Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др. – М.: КолосС, 2006. – 612 с.
129. Придворев, Н.И. Приемы воспроизводства плодородия почвы и засоренность посевов [текст] /Н.И. Придворев, Е.А. Сидяков//Земледелие. – 2010. – №2. – С.23.
130. Прокина, Л. Отзывчивость озимой пшеницы на внесение макро-и микроудобрений в условиях лесостепи [текст] /Л.Прокина // Главный агроном. – 2011. – №7. – С. 15-17.
131. Прудникова, А.Г. Влияние органических и минеральных удобрений на свойства дерново-подзолистой почвы, на урожайность зернопропашного

- севооборота [текст] /А.Г. Прудникова // Доклады ТСХА. – 2003. – №275. – С. 164-167.
132. Пупонин, А.И. Действие многолетнего применения систем обработки почвы и гербицидов на сорный компонент и урожайность полевых культур [текст] /А.И. Пупонин, А.В. Захаренко, К.Б. Карабаев// Известия ТСХА. – 1999. – №3. – С.3-9.
133. Пупонин, А.И. Научно-практические основы окультуривания дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны [текст] /А.И. Пупонин, А.Я. Рассадин, В.Н. Маймусов // Окультуривание почв: научные основы, опыт и направления: сборник научных трудов. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 15-24.
134. Пупонин, А.И. Влияние разных систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на засоренность посевов и урожайность полевых культур [текст] /А.И. Пупонин, А.В. Захаренко, К.Ш. Дебердеев// Известия ТСХА. – 1991. – №6. – С.12-29.
135. Решетникова, Н.Г. Агрономическая эффективность почвозащитных технологий обработки почвы и средств химизации при выращивании озимой ржи [текст] /Н.Г. Решетникова, Г.И. Баздырев, Л.Ш. Спивак// Известия ТСХА. – 1991. – №2. – С. 28-37.
136. Рзаева, В.В. Засоренность яровой пшеницы при различных способах обработки почвы в Северном Зауралье [текст] /В.В. Рзаева // Земледелие. – 2013. – №8. – С. 23-24.
137. Русакова, И.В. Солома – важный фактор биологической защиты земледелия [текст] /И.В. Русакова, Н.А. Кулинский// Земледелие. – 2003. – №1. – С. 9.
138. Самойленко, А.А. Влияние обработки почвы на энтомофагов в агроценозах яровой пшеницы в лесостепи среднего Поволжья [текст] /А.А. Самойленко, Р.Х. Самойленко // Вестник АГАУ. – 2013. – №6. – С.46.
139. Санин, С.С. Фитосанитарная экспертиза зерновых культур [текст] / С.С. Санин. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – С. 24-29.

140. Сдобников, С.С. Способ повышения эффективности плодородия корнеобитаемого слоя дерново-подзолистых почв [текст] /С.С. Сдобников//Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. – 1992. –№4. – С. 43-45.
141. Силин, М.И. Использование соломы зерновых культур на удобрение [текст] /М.И. Силин, Л.А. Белоусова// Повышение эффективности химизации в интенсивном земледелии. – 1988. – С .62-66.
142. Смирнов, Б.А. Влияние систем минимальной обработки, удобрений и защиты растений на биологические показатели плодородия дерново-подзолистой глееватой почвы [текст] /Б.А. Смирнов, П.А. Котьяк, Е.В. Чебыкина, А.М. Труфанов //Известия ТСХА. – 2013. – №1. – С. 85-97.
143. Смирнов, Б.А. Биологические показатели плодородия почвы и фитосанитарное состояние посевов при использовании разных систем минимальной обработки, удобрения соломой и гербицидов [текст] /Б.А. Смирнов, Е.В. Чебыкина// Известия ТСХА. – 2003. – №2. – С. 3-17.
144. Смирнов, Б.А. Методика учета засоренности посевов в полевом опыте [текст] /Б.А. Смирнов, В.И. Смирнова// Известия ТСХА. – 1976. – Вып. 224. – С. 4.
145. Смирнов, Б.А. Система поверхностно-отвальной обработки на почвах с избыточным увлажнением. Почвозащитный ресурсосберегающий агротехнический комплекс [текст] /Б.А. Смирнов, С.В. Щукин, Е.В. Чебыкина// Ярославль, 2005. – 233 с.
146. Сорокин, И.Б. Солома и зеленое удобрение на серых оподзоленных почвах [текст] /И.Б. Сорокин//Агрохимический вестник.–2008.–№4.– С.32-33.
147. Справочник по тарификации механизированных и ручных работ в сельском, водном и лесном хозяйстве. –М.: Экономика, 1998. –59 с.
148. Старицын, Е.И. Влияние минеральных удобрений и поведение пестицидов в почве [текст] /Е.И. Старицин // Тез.докл. Всеросс. молодежной

- конференции: «Растение и почва». Санкт-Петербург, 6-10 дек. 1999. – СПб., 1999. – С. 207-208.
149. Стрижков, Н.И. Эффективность Анкора-85 [текст] /Н.И. Стрижков, В.Б. Лебедев, А.П. Силкин и др. // Защита и карантин растений. – 2008. – №1. – С.36.
 150. Сумароков, А.М. Пути сохранения хищных жуужелиц в условиях интенсивной культуры озимой пшеницы [текст] /А.М. Сумароков// Тезисы докладов 3 Съезда украинского энтомологического общества. – 1987. – С. 190-191.
 151. Таланов, И.П. Влияние схем защиты на урожайность яровой пшеницы [текст] /И.П. Таланов, А.М. Сабирзянов, Р.Ю. Миндубаев// Защита и карантин растений. – 2008. – №5. – С. 26-27.
 152. Танский, С.П. Влияние способов обработки почвы на развитие вредных организмов [текст] /С.П. Танский// Вестник защиты растений. – 2007. – №3. – С. 14-22.
 153. Таракановский, А.И. Влияние заделки растительных остатков на сохранение патогенов [текст] /А.И. Таракановский//Защита и карантин растений. – 2003. – №4. – С.23.
 154. Телегин, В.А.Фитосанитарный аспект повышения плодородия черноземов сидеральными смесями [текст] /В.А. Телегин, С.Д. Гилев, И.Н. Цымбаленко, О.С. Бастричкина// Земледелие.–2011. – №3. – С.27-29.
 155. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии [текст] /Е.З. Теппер / М.: Колос, 1976. – 109 с.
 156. Тиллеходжаева, Н.Р. Влияние гербицидов на почвенные микроорганизмы [текст] /Н.Р. Тиллеходжаева // Защита и карантин растений.–2000.– №6.–С.45-46.
 157. Тиранова, Л.В. Внесение органо-минеральных удобрений на плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроэкосистем в условиях

Новгородской области [текст] /Л.В. Тиранова, А.В. Тиранов // Агро XXI. – 2013. – №0406. – С.27-28.

158. Толорая, Т.Р. Влияние основной обработки почвы и гербицидов на продуктивность кукурузы [текст] /Т.Р. Толорая, Д.А. Таран, Р.В. Ласкин, В.П. Малоканова, Д.В. Ломовской, М.М. Ахтырцев, И.Н. Вакуленко // Земледелие. – 2012.– №4. – С. 36-37.
159. Федотова, А.С. Условия минерального питания, продуктивность и качество картофеля [текст]/А.С. Федотова//Агрохимия. – 2003. – №2. – С. 31-36.
160. Фисюнов, А.В. Сорные растения [текст] /А.В. Фисюнов// М.:Колос, 1984. – С. 320.
161. Фолкнер, Э. Безумие пахаря [текст] /Э. Фолкнер, П. Стир//РЖ «Земледелие». – 1988. – 48 с.
162. Хабибрахманов, Х.Х. Эффективность лущения стерни при безотвальной обработке почвы [текст] /Х.Х. Хабибрахманов, М.М. Ильясов// Земледелие. – 1991. – №11. – С. 67-68.
163. Хайбуллин, А.И. Линтур на посевах озимой пшеницы [текст] /А.И. Хайбуллин// Защита и карантин растений. – 2002. – № 4. – С.33.
164. Харченко, В.Я. Влияние доз азотных удобрений на динамику почвенной кислотности и содержание алюминия в дерново-подзолистой почве Полесья Украины под посевами кукурузы [текст] /В.Я. Харченко// Агрохимия.–2002.–№2.– С.13-17.
165. Хвостов, Н.В. Влияние соломы возделываемых культур на динамику целлюлозоразлагающей активности почвы [текст] /Н.В. Хвостов// Молодые ученые – агропромышленному комплексу: материалы областной межвузовской научно-практической конференции, Ульяновск, 19 фев. 2002. – Ч. 1. – Ульяновск, 2002. – С. 59-61.
166. Холмов, В.Г. Особенности обработки почвы под яровую пшеницу на черноземах лесостепи Западной Сибири [текст] /В.Г. Холмов, Л.В. Юшкевич // Земледелие. – 2010. – №2. – С .26-28.

167. Хузин, В.Н. Влияние сидерата и соломы на урожайность яровой пшеницы [текст] /В.Н. Хузин, Х.Х. Хабибрахманов// АГРО XXI. – 2008. – №1 – 3. – С. 39-40.
168. Хузин, В.Н. Эффективность биологических факторов при возделывании озимой ржи [текст] /В.Н. Хузин, А.И. Шакуров, Х.Х. Хабибрахманов//Земледелие. – 2008. – №1. – С. 31-32.
169. Цыганова, Н.А. Изменение агрогенетических свойств дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава Северо-Запада России при окультуривании [текст] /Н.А. Цыганова //РЖ «Биология. Почвоведение и агрохимия». – 2006. – №1. – С.31.
170. Цыганова, Н.А. Изменение гумусного состояния легких дерново-подзолистых почв Северо-запада России при сельскохозяйственном использовании [текст] /Н.А. Цыганова// РЖ «Биология. Почвоведение и агрохимия». – 2006. – №3. – С. 16.
171. Часовских, В.П. Влияние предшественников и приемов агротехнических и химических мер борьбы с сорняками на урожайность яровой пшеницы в Приобской зоне Алтайского края [текст] /В.П. Часовских, Ю.М. Тареник //Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – №13. – С. 16-20.
172. Чеботарев, Н.Т. Влияние извести и минеральных удобрений на свойства дерново-подзолистой почвы [текст] /Н.Т. Чеботарев, А.Г. Туликов// Земледелие. – 2012. – №2. – С. 18-19.
173. Чеботарев, Н.Т. Длительное применение удобрений и продуктивность дерново-подзолистой почвы [текст] / Н.Т. Чеботарев, А.А. Хомченко, Н.В. Булатова // Земледелие. – 2012. – №8. – С.13-15.
174. Черкасов, Г.Н. Использование растительных остатков как органических удобрений [текст] /Г.Н. Черкасов, Н.А. Чуян, Р.Ф. Еремина// Плодородие. – 2007. – №6. – С. 22-23.
175. Черкашин, В.И. Осеннее применение гербицидов в посевах озимой пшеницы [текст] /В.И. Черкашин// Защита и карантин растений. – 2006. – №12. – С. 25.

176. Чеснокова, Л.Д. Способы основной обработки почвы под яровой рапс в звене севооборота [текст] /Л.Д. Чеснокова// Земледелие. – 2009. – №2. – С. 31-32.
177. Чулкина, В.А. Агротехнический метод защиты растений [текст] /В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Ю.И. Чулкин и др. // М.:ЮКЭА, 2000. – С. 109-177.
178. Чуян, Н.А. Влияние минеральных удобрений, извести и растительных остатков на плодородие почвы [текст] /Н.А.Чуян, Г.М. Берескина, Р.Ф. Еремина//Земледелие. – 2009. – №3. – С. 22-23.
179. Шакиров, Р.С. Биологические факторы интенсификации земледелия [текст] /Р.С. Шакиров, Х.Г. Асхадуллин//Земледелие. – 2006. – №3. – С. 8-9.
180. Шалы, А. Почвенная фауна – биоиндикаторы химизации почв [текст] /А. Шалы, З. Шустряк, С. Калуз// Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – №1. – С. 75-76.
181. Шарифуллин, Л.Р. Особенности интенсивной технологии возделывания озимой ржи [текст]/Л. Р. Шарифуллин, С. С. Жилин, А. Х. Кольцов и др. // Интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Марийской АССР. – Йошкар-Ола: Мар. кн. изд-во, 1985.– С. 166-197.
182. Шарова, И.Х. Жизненные формы жужелиц (Coleoptera, Carabidae)[текст] /И.Х. Шарова// М.: Наука. – 1981. – С. 283.
183. Шведун, И.Е. Биологическая активность дерново-подзолистой почвы и урожайность полевых культур в зависимости от разных систем обработки почвы [текст]: автореф. дис.... канд. с.-х. наук: 06.01.01 /И.Е. Шведун. – Москва, 2000. – 22 с.
184. Шевченко, В.А. Использование соломы озимой тритикале на удобрение в системе биологизации земледелия Верхневолжья [текст] /В.А. Шевченко, П.Н. Просвирык// Плодородие. – 2008. – №3. – С. 17-19.
185. Шикула, Н.К. Ответ оппонентам бесплужного земледелия [текст] /Н.К. Шикула// РЖ «Земледелие». – 1989. – №11. – С. 26.

186. Шильников, И.А. Известкование повышает эффективность и окупаемость минеральных удобрений [текст] /И.А. Шильников, Ю.А. Духанин, Н.И. Аканова, Л.П. Удалова, А.А. Нестеров// Плодородие, 2001. – №5. – С. 23-25.
187. Шпилько, А.В. Экономическая эффективность механизации сельскохозяйственного производства [текст] /А.В. Шпилько, В.И. Драгайцев, И.М. Морозов, П.И. Кабанов и др. – М.: Росакадемия с/х наук. – 2001. – 345 с.
188. Элмер, Ф. Влияние предшественников и системы обработки почвы на показатели плодородия глинисто-песчаной почвы [текст] /Ф. Элмер, Ю.Синих// Докл. ТСХА. – 1995. – №266. – С. 27-33.
189. Элмер, Ф. Влияние сельскохозяйственных культур и систем обработки почвы на содержание гумуса и активность дождевых червей в глинисто-песчаной почве [текст] /Ф. Элмер, С. Крюк, М. Ешко// Известия ТСХА. – 1996. – №2. – С. 71-76.
190. Ягодин, Б.А. Практикум по агрохимии [текст] /Б.А. Ягодин, И.П. Дорогин, Ю.П. Жуков.– М.: Агропромиздат, 1987.– 512 с.
191. Avon. Earthworms and agriculture: seeking a simbiosis [текст] /Avon// Rural Res. – 1988/1989. – №141. – P. 14-21.
192. Boguslawski, E. Der Einfluß landjähriger Stroh- und Gründüngung sowie Striksdoffdüngung auf Faktoren der Bodenfruchtbarkeit [текст] /E. Boguslawski, F. Zadrazil, J. Debruck//Z. Acker-Pflanzenbau. – 1976.– № 4. – P. 249-269.
193. Cao, Zhi-Ping. Влияние практики поддержания плодородия почвы на популяцию земляных червей в высоко продуктивной системе на севере Китая [текст] /Cao Zhi-Ping, Qiao Yu-Hui, Wang Bao-Qing, Xu Qin//Shangtai xulbao=Acta ecol. sin. – 2004.
194. Diez, T. Einfluss reduzierter Bodenbearbeitung auf Bodergefüge, Wasserhaushalt und Ertrag [текст] /T. Diez// Feldwirtschaft. – 1991.

195. Gardina, John. Crop rotation and tillage system effects on weed seedbank [текст] /John Gardina// Weed Sci. – 2002. – 50. – № 4. – P. 448-460.
196. Haney, R.L. Effect of roudup ultra on microbiol activity of sequence and N fertilizer rate [текст] /R.L. Haney, S.A. Sanseman, F.M. Hons//J.Envirn, Qual. – 2002. – 31. – №3. – P. 730-735.
197. House, G.J. Soil arthropods from weed and crop roots of an agroecosystems in a wheet-soybean-corn rotation: impact of tillage and herbicides [текст] /G.J. House// Agr. Ecosystems Environm. – 1989. – 2. – P.233-244.
198. Köhnlien, J., Vetter H. Ergebnisse zehnjähriger Feldversuche mit Stroh- und Stallmistdüngung auf Parabraunerde und Heidepodsol. [текст] /J. Köhnlien, H. Vetter// Z. Acker-Pflanzenbau, 1963. – №117 (4). – P. 379-94.
199. Krupinsky, I.M. Leaf spot diseases on winter wheat influenced by nitrogen, tillage, and haying after a grass-alfalfa mixture in the Conservation Reserve Program [текст] /I.M. Krupinsky, D.L. Tanaka//Plant Disease. – 2001. – №7. – P. 785-789.
200. Kuiper, S.F. Effekt of ploughing-in straw on soil properties. Landouwmech. [текст] /S.F. Kuiper// 1960. – №11. – P.705-11.
201. Niranjane, J. Microbiol population as influenced, by incorporation of wheat straw inatypic usthortent [текст] /J. Niranjane, R.B. Somani, R.B. Puranik // J. Indian, Soc.Soil. Sci.– 1993. – 41. – №2. – P.368-369.
202. Parmelec, R.W. Earthworms and enchytraeids in conventional and no-tillage agroecosystems: a biocide approach to assess their role in organic matter break-down [текст] /R.W. Parmelec, M.H. Beare, W.Cheng// Biol. Fertil: Soils. – 1990. – №1. – P. 1-10.
203. Piskorz, B. The effect of quackgrass controlling herbicides on soil microorganisms [текст] /B. Piskorz // Ann.Warsaw Agr. Univ. – SGGW.Agr. – 1998. – №32. – P. 59-64.
204. Ramseier, H. Les vers de Terre: bioindicateurs de la fertilite [текст] /H. Ramseier// UFA Rev. – 1989. – №2. – P.47-49.

205. Rankov, V. Effect of the herbicide ramrod on the cellulose decomposing activity of soil [текст] /V. Rankov, B.Velev// Rocz.Glebosn. – 1975. – vol. 26. – №2. – P. 233-239.
206. Razmerska-Pietka, Justyna. Wplyw wieloletniego nawozenia mineralnego I organicznego na biologic dominuja cych chwastow w monokulturze zyta [текст] /Justyna Razmerska-Pietka, Zofia Legowiak, Andrzej Radecki// Ann. UMCS.E. 2007.62. – №2. – P.109-116.
207. Reicosky, P.C. Soil organic matter changes resulting from tillage and biomass production [текст] /P.C. Reicosky, G.W. Langdale, W.O. Kemper // Soil and Water Conserv. – 1995. – №3. – P.253-261.
208. Simon, L. The influense of herbicides on soil microorganisms [] /L.Simon// Acta Fac.rerum.natur.univ.comen Microbiol. – 1976. – №5. – P.489-493.
209. Staniforth, A.R. Cereal straw [текст] /A.R. Staniforth. – Clarendon Press Oxford, 1979. – P. 191.
210. Uhlen, G. The effect of ploughed-in cereal straw on yields and soil properties [] /G.Uhlen// Meld. Nor. Landbrukshogsr.– 1973. – P.52-10.
211. Viswanathan, R. Untersuchungen zun wechselwinkung zwischen pfbazen schutzmitteln, Boden und Renenwun [текст] /R. Viswanathan// Mern. Mitt. Dt.Bodenkundl. Ges. Gottigen. – 1989. – 59. – №1. – P.489-493.

Приложения

Приложение 1 – Динамика изменения содержания органического вещества в почве за 2006-2011 гг.

Вариант			Год, культура																					
обра- ботка почвы, «О»	удоб- рение, «У»	герби- цид, «Г»	среднее за 2006-2011 гг.		2006, картофель		2007, яровая пшеница		2008, яровая пшеница		2009, однолетние травы		2010, озимая тритикале		2011, картофель									
			Слой почвы, см																					
«О ₁ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20							
		«Г ₂ »	2,62	2,61	2,62	2,49	2,19	2,34	2,74	2,98	2,86	3,49	3,01	3,25	2,27	2,04	2,16	2,46	2,49	2,48	2,24	2,93	2,59	
		«Г ₁ »	2,56	2,47	2,52	2,18	2,22	2,20	2,57	2,34	2,46	3,05	2,87	2,96	2,01	2,15	2,08	2,81	2,61	2,71	2,72	2,61	2,67	
	«У ₂ »	«Г ₁ »	2,65	2,33	2,49	2,51	2,23	2,37	3,02	2,61	2,82	2,52	2,58	2,55	2,21	2,23	2,22	2,84	2,25	2,55	2,79	2,10	2,45	
		«Г ₂ »	2,46	2,52	2,49	2,59	2,44	2,52	2,72	2,53	2,63	2,42	2,54	2,48	2,21	2,29	2,25	2,61	2,63	2,62	2,20	2,67	2,44	
		«Г ₁ »	2,67	2,60	2,64	2,39	2,10	2,25	2,95	2,90	2,93	2,87	2,75	2,81	2,37	2,52	2,45	2,62	2,83	2,73	2,83	2,50	2,67	
«О ₂ »	«У ₃ »	«Г ₂ »	2,52	2,63	2,58	2,14	2,10	2,12	2,55	2,70	2,63	2,74	2,57	2,66	2,21	2,69	2,45	2,37	2,50	2,44	3,11	3,19	3,15	
		«Г ₁ »	2,77	2,85	2,81	2,42	2,64	2,53	2,88	2,72	2,80	3,17	3,15	3,16	2,46	2,22	2,34	2,49	2,72	2,61	3,18	3,66	3,42	
		«Г ₂ »	2,61	2,76	2,69	2,31	2,38	2,35	2,37	2,61	2,49	3,05	3,04	3,05	2,28	2,25	2,27	2,48	2,79	2,64	3,19	3,47	3,33	
	«У ₁ »	«Г ₁ »	2,40	2,41	2,41	2,12	2,14	2,13	2,48	2,44	2,46	2,60	2,65	2,63	1,96	2,26	2,11	2,48	2,55	2,52	2,78	2,44	2,61	
		«Г ₂ »	2,60	2,45	2,53	2,82	2,13	2,47	2,61	2,43	2,52	2,53	2,85	2,69	2,41	1,94	2,18	2,75	2,65	2,70	2,48	2,72	2,60	
		«Г ₁ »	2,44	2,23	2,34	2,21	2,03	2,12	2,51	2,63	2,57	2,88	2,48	2,68	2,07	2,18	2,13	2,47	2,21	2,34	2,47	1,87	2,17	
«О ₃ »	«У ₃ »	«Г ₂ »	2,63	2,37	2,41	2,27	2,21	2,24	2,88	2,70	2,79	3,19	2,66	2,93	2,25	2,05	2,15	2,71	2,40	2,56	2,45	2,22	2,34	
		«Г ₁ »	2,47	2,35	2,41	2,28	1,93	2,11	2,59	2,41	2,50	3,09	2,90	3,00	2,09	2,58	2,34	2,65	2,25	2,45	2,12	2,03	2,08	
		«Г ₂ »	2,30	2,47	2,39	2,18	2,07	2,13	2,49	2,84	2,67	2,50	3,21	2,86	2,10	2,23	2,17	2,03	2,29	2,16	2,49	2,20	2,35	
	«У ₂ »	«Г ₁ »	2,49	2,70	2,60	2,26	2,22	2,24	2,51	2,68	2,60	2,51	2,82	2,67	2,23	2,67	2,45	2,88	2,50	2,69	2,56	3,33	2,95	
		«Г ₂ »	2,45	2,50	2,48	2,20	2,11	2,16	2,73	2,59	2,66	2,70	2,77	2,74	2,10	2,26	2,18	2,27	2,57	2,42	2,72	2,68	2,70	
		«Г ₁ »	2,69	2,57	2,63	2,20	2,31	2,26	2,82	2,64	2,73	2,85	2,88	2,87	2,42	2,25	2,34	2,98	2,72	2,85	2,87	2,62	2,75	
«О ₄ »	«У ₁ »	«Г ₂ »	2,49	2,32	2,41	2,08	2,10	2,09	2,80	2,47	2,64	2,88	2,60	2,74	2,12	2,27	2,20	2,59	2,55	2,57	2,46	1,91	2,19	
		«Г ₁ »	2,60	2,72	2,66	2,47	2,40	2,44	2,97	3,08	3,03	2,88	2,92	2,90	2,23	2,53	2,38	2,72	2,56	2,64	2,32	2,85	2,59	
		«Г ₂ »	2,71	2,78	2,75	2,68	2,38	2,53	3,00	3,02	3,01	3,02	3,22	3,12	2,07	2,46	2,27	2,48	2,59	2,54	3,01	2,98	3,00	
	«У ₂ »	«Г ₁ »	2,51	2,50	2,51	2,23	2,19	2,21	2,94	2,59	2,77	2,62	2,62	2,62	2,17	2,56	2,37	2,80	2,65	2,73	2,27	2,38	2,33	
		«Г ₂ »	2,48	2,28	2,38	2,10	2,01	2,06	2,81	2,55	2,68	2,73	2,32	2,53	2,23	2,14	2,19	2,99	2,78	2,89	2,00	1,88	1,94	
		«Г ₁ »	2,37	2,37	2,37	1,95	2,34	2,15	2,75	2,48	2,62	2,66	2,74	2,70	2,14	2,19	2,17	2,57	2,36	2,47	2,15	2,13	2,14	
НСР ₀₅ I порядка	«У ₃ »	«Г ₂ »	2,30	2,37	2,34	2,00	2,35	2,18	2,51	2,39	2,45	2,74	2,58	2,66	2,11	2,31	2,21	2,35	2,32	2,34	2,08	2,25	2,17	
				0,29	0,29	0,26	0,42	0,72	0,70	0,74	0,72	0,64	0,82	0,98	0,47	0,63	0,61	0,62	0,63	0,69	0,47	0,55	0,69	0,36
				0,31	0,36	0,30	0,63	0,66	0,61	0,67	0,86	0,68	0,74	0,93	0,62	0,50	0,54	0,44	0,55	0,62	0,42	0,52	0,59	0,40
			0,22	0,19	0,14	0,48	0,41	0,47	0,48	0,46	0,35	0,78	0,80	0,67	0,53	0,42	0,35	0,51	0,54	0,41	0,45	0,54	0,29	

Приложение 3 – Динамика численности хищных жуужелиц за 2006-2011 гг., шт./10
ловушко-суток (в среднем за вегетацию культур)

Вариант			Год, культура							
обра- ботка почвы, «О»	удоб- ре- ние, «У»	гер- би- цид, «Г»	среднее за 2006- 2011 гг.	среднее за 2006- 2009, 2011 гг.	2006, карто- фель	2007, яровая пшеница	2008, яровая пшеница	2009, однолет- ние травы	2010, озимая тритикале	2011, кар- тофель
«О ₁ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	12,2	11,1	4,3	10,2	8,7	13,1	18,0	19,0
		«Г ₂ »	14,0	12,6	3,7	17,6	6,3	14,4	20,7	21,0
	«У ₂ »	«Г ₁ »	7,6	7,6	3,4	9,3	7,3	8,7	-	9,3
		«Г ₂ »	8,3	8,3	3,2	9,6	7,7	9,6	-	11,3
	«У ₃ »	«Г ₁ »	9,6	8,3	4,1	11,5	10,0	5,7	16,3	10,0
		«Г ₂ »	10,5	6,3	2,8	5,1	10,7	6,8	31,3	6,0
«О ₂ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	10,9	10,9	3,9	6,3	10,7	15,4	-	18,3
		«Г ₂ »	6,6	6,6	3,9	6,2	5,0	6,6	-	11,3
	«У ₂ »	«Г ₁ »	6,5	6,5	3,4	8,3	7,3	5,1	-	8,3
		«Г ₂ »	6,6	6,6	5,7	6,6	6,3	6,6	-	7,7
	«У ₃ »	«Г ₁ »	8,5	8,5	3,4	14,3	11,3	7,4	-	6,0
		«Г ₂ »	9,0	9,0	3,8	18,1	8,7	7,3	-	7,0
«О ₃ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	11,3	8,9	3,0	7,6	10,3	9,7	23,7	13,7
		«Г ₂ »	10,5	8,7	3,1	7,8	9,7	10,1	19,3	12,7
	«У ₂ »	«Г ₁ »	10,6	10,6	3,7	10,5	12,3	11,2	-	15,3
		«Г ₂ »	8,5	8,5	2,2	7,3	19,0	7,9	-	6,0
	«У ₃ »	«Г ₁ »	9,6	8,5	3,5	14,8	10,3	8,0	14,7	6,0
		«Г ₂ »	7,7	7,9	2,8	13,2	12,3	6,0	6,3	5,3
«О ₄ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	10,0	10,0	4,7	11,0	10,3	13,0	-	11,0
		«Г ₂ »	10,1	10,1	2,3	11,8	14,3	10,8	-	11,3
	«У ₂ »	«Г ₁ »	8,6	8,6	3,8	18,0	5,3	7,9	-	8,0
		«Г ₂ »	5,9	5,9	2,8	7,1	9,7	5,9	-	4,0
	«У ₃ »	«Г ₁ »	11,0	11,0	4,4	21,9	9,0	7,3	-	12,3
		«Г ₂ »	10,4	10,4	1,7	17,7	6,7	10,8	-	15,0
НСР ₀₅ I порядка			-	5,19	3,48	20,31	6,95	6,95	41,27	10,34
НСР ₀₅ II порядка			-	5,62	4,56	26,57	4,19	6,07	29,34	7,69
НСР ₀₅ III порядка			-	3,01	2,03	18,36	3,35	5,59	27,47	6,41

Приложение 4 – Динамика изменения длины вегетативных органов размножения многолетних сорных растений за 2006-2010 гг., см/м²

Вариант			Год, культура																				
обра- ботка поч- вы, «О»	удоб- ре- ние, «У»	герби- цид, «Г»	среднее за 2006-2009 гг.		среднее за 2006-2010 гг.		2006, картофель		2007, яровая пшеница		2008, яровая пшеница		2009, однолетние травы		2010, озимая тритикале								
			Слой почвы, см																				
			0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20			
«О ₁ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	92,2	54,8	146,9	90,4	46,7	137,1	90,5	58,8	149,3	162,0	26,7	188,7	39,0	2,2	41,2	77,1	131,3	208,4	83,3	14,7	98,0
		«Г ₂ »	74,9	21,9	96,8	80,4	21,5	101,9	86,7	53,5	140,2	104,9	15,7	120,6	22,7	15,7	38,4	85,3	2,7	88,0	102,2	20,0	122,2
	«У ₂ »	«Г ₁ »	61,2	34,4	95,6	61,2	34,4	95,6	97,3	54,8	152,1	51,0	9,5	60,5	18,9	15,0	33,9	77,4	58,4	135,8	-	-	-
		«Г ₂ »	69,8	10,4	80,2	69,8	10,4	80,2	87,5	23,8	111,3	58,5	15,7	74,2	29,5	1,0	30,5	103,6	1,0	104,6	-	-	-
	«У ₃ »	«Г ₁ »	97,9	43,4	141,3	100,5	48,7	149,2	137,0	104,5	241,5	154,3	66,8	221,1	31,4	1,1	32,5	68,7	1,0	69,7	111,0	70,0	181,0
«Г ₂ »		66,6	22,1	88,7	66,9	20,0	86,9	102,3	56,8	159,1	37,2	24,5	61,7	21,9	1,2	23,1	105,1	6,0	111,1	67,8	11,7	79,5	
«О ₂ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	73,1	16,0	89,1	73,1	16,0	89,1	52,5	43,0	95,5	98,2	15,5	113,7	44,7	4,4	49,1	96,9	1,0	97,9	-	-	-
		«Г ₂ »	79,9	23,6	103,5	79,9	23,6	103,5	105,8	49,5	155,3	101,1	22,0	123,1	35,7	22,0	57,7	77,1	1,0	78,1	-	-	-
	«У ₂ »	«Г ₁ »	74,1	16,3	90,4	74,1	16,3	90,4	63,8	46,5	110,3	68,3	7,7	76,0	54,8	7,7	62,5	109,4	3,3	112,7	-	-	-
		«Г ₂ »	92,9	64,8	157,7	92,9	64,8	157,7	142,8	63,3	206,1	110,0	32,3	142,3	31,3	32,2	63,5	87,3	131,3	218,6	-	-	-
	«У ₃ »	«Г ₁ »	47,3	15,1	62,4	47,3	15,1	62,4	70,5	53,3	123,8	30,2	3,0	33,2	4,2	3,0	7,2	84,3	1,0	85,3	-	-	-
«Г ₂ »		87,6	32,1	119,7	87,6	32,1	119,7	123,5	77,8	201,3	118,5	47,5	166,0	5,8	0,3	6,1	102,6	2,7	105,3	-	-	-	
«О ₃ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	81,3	24,2	105,5	77,0	22,0	99,0	111,8	79,3	191,1	112,8	8,3	121,1	18,5	8,3	26,8	81,9	1,0	82,9	60,0	13,3	73,3
		«Г ₂ »	71,0	20,9	91,9	68,9	19,4	88,3	97,5	22,5	120,0	70,5	30,0	100,5	51,4	30,0	81,4	64,5	1,0	65,5	60,5	13,7	74,2
	«У ₂ »	«Г ₁ »	66,2	15,2	81,4	66,2	15,2	81,4	87,3	49,3	136,6	66,3	5,3	71,6	19,5	5,3	24,8	91,7	1,0	92,7	-	-	-
		«Г ₂ »	66,4	23,5	89,9	66,4	23,5	89,9	102,8	70,3	173,1	41,2	3,3	44,5	5,5	1,7	7,12	115,9	18,7	134,6	-	-	-
	«У ₃ »	«Г ₁ »	63,3	29,2	92,5	61,3	24,5	85,8	73,5	32,3	105,8	52,8	5,2	58,0	26,9	3,3	30,2	99,9	76,0	175,9	53,3	5,5	58,8
«Г ₂ »		52,6	13,3	65,9	56,1	14,6	70,7	44,8	40,0	84,8	47,2	6,9	54,1	18,3	5,2	23,5	100,1	1,0	101,1	70,2	20,0	90,2	
«О ₄ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	77,4	14,9	92,3	77,4	14,9	92,3	111,0	50,0	161,0	131,9	6,9	138,8	23,5	0,7	24,2	43,3	2,0	45,3	-	-	-
		«Г ₂ »	52,9	16,5	69,4	52,9	16,5	69,4	59,0	23,0	82,0	102,2	13,3	115,5	20,8	8,9	29,7	29,4	20,7	50,1	-	-	-
	«У ₂ »	«Г ₁ »	66,3	29,0	95,3	66,3	29,0	95,3	92,5	62,8	155,3	80,0	46,7	126,7	9,9	5,3	15,2	82,7	1,0	83,7	-	-	-
		«Г ₂ »	62,7	22,7	85,4	62,7	22,7	85,4	80,5	48,3	128,8	51,2	20,8	72,0	16,1	20,8	36,9	102,8	1,0	103,8	-	-	-
	«У ₃ »	«Г ₁ »	50,6	29,8	80,4	50,6	29,8	80,4	31,3	12,0	43,3	80,4	7,3	87,7	13,2	1,2	14,4	77,3	98,7	176,0	-	-	-
«Г ₂ »		50,6	11,3	61,9	50,6	11,3	61,9	38,0	28,0	66,0	50,0	7,3	57,3	11,3	7,3	18,6	103,1	2,7	105,8	-	-	-	
НСР ₀₅ I порядка			32,4	21,3	46,1	-	-	-	-	-	90,94	58,54	245,60	50,39	32,18	78,41	115,68	137,20	294,10				
НСР ₀₅ II порядка			45,1	39,7	67,9	-	-	-	-	-	83,18	51,76	199,83	49,89	26,86	73,12	109,30	120,29	187,15				
НСР ₀₅ III порядка			33,7	36,4	48,8	-	-	-	-	-	83,16	38,26	120,65	28,37	22,26	68,03	98,42	116,48	169,38				

Приложение 5 – Динамика изменения сухой массы вегетативных органов размножения многолетних сорных растений за 2006-2010 гг., г/м²

Вариант			Год, культура																					
обра- ботка поч- вы, «О»	удоб- рение, «У»	гер- бицид, «Г»	среднее за 2006-2009 гг.			2006, картофель			2007, яровая пшеница			2008, яровая пшеница			2009, однолетние травы			2010, озимая тритикале						
			Слой почвы, см																					
			0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	
«О ₁ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	3,7	2,6	6,3	3,3	2,2	5,5	6,7	5,4	12,1	4,8	0,4	5,2	0,6	0,1	0,7	2,8	4,5	7,3	1,5	0,4	1,9	
			2,9	1,3	4,2	2,6	1,1	3,7	5,9	4,1	10,0	3,1	0,4	3,5	0,6	0,4	1,0	1,8	0,3	2,1	1,5	0,5	2,0	
	«У ₂ »	«Г ₂ »	2,3	2,5	4,8	2,3	2,5	4,8	4,3	3,8	8,1	2,0	0,3	2,3	0,9	0,2	1,0	1,9	5,8	7,7	-	-	-	
			2,5	1,0	3,5	2,5	1,0	3,5	4,4	2,4	6,8	1,5	0,3	1,8	0,5	0,1	0,6	3,5	1,0	4,5	-	-	-	
			3,6	1,9	5,5	3,7	1,6	5,3	5,2	4,9	10,1	2,9	1,4	4,3	0,7	0,1	0,8	5,5	1,1	6,6	4,0	0,4	4,4	
«О ₂ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	2,3	1,0	3,3	2,0	0,8	2,8	4,2	2,5	6,7	1,5	0,7	2,2	0,3	0,1	0,4	3,1	0,5	3,6	1,0	0,2	1,2	
			3,0	1,0	4,0	3,0	1,0	4,0	4,2	2,4	6,6	2,7	0,3	3,0	1,3	0,3	1,6	3,9	1,0	4,9	-	-	-	
	«У ₂ »	«Г ₂ »	2,7	0,9	3,6	2,7	0,9	3,6	3,1	1,7	4,8	3,8	0,5	4,3	1,4	0,5	1,9	2,6	1,0	3,6	-	-	-	
			3,2	1,4	4,6	3,2	1,4	4,5	3,6	2,8	6,4	2,7	0,8	3,5	1,5	0,8	2,3	4,9	1,0	5,9	-	-	-	
			3,4	1,4	4,8	3,4	1,4	4,8	5,6	3,3	8,9	2,8	1,2	4,0	0,7	0,5	1,2	4,6	0,4	5,0	-	-	-	
«О ₃ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	2,4	3,8	6,2	2,4	3,8	6,2	3,3	2,2	5,5	0,4	0,1	0,5	2,1	0,1	2,2	3,8	12,9	16,7	-	-	-	
			3,1	1,7	4,8	3,1	1,7	4,8	6,7	5,3	12,0	1,8	0,5	2,3	0,4	0,1	0,5	3,5	1,0	4,5	-	-	-	
	«У ₂ »	«Г ₂ »	3,3	1,3	4,6	2,9	1,1	4,0	5,0	4,6	9,6	4,3	0,1	4,4	1,8	0,1	1,9	1,9	0,3	2,2	1,7	0,2	1,9	
			2,6	1,1	3,7	2,5	0,9	3,4	4,1	1,8	5,9	2,5	0,7	3,2	1,7	0,7	2,4	2,1	1,0	3,1	2,0	0,2	2,2	
			3,3	1,1	4,4	3,3	1,1	4,4	5,1	3,1	8,2	2,4	0,2	2,6	0,9	0,2	1,1	4,8	1,0	5,8	-	-	-	
«О ₄ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	5,3	1,3	6,6	5,3	1,3	6,6	6,9	4,4	11,3	1,6	0,2	1,8	0,1	0,1	0,2	12,6	0,5	13,1	-	-	-	
			3,8	1,0	4,8	3,3	0,8	4,1	4,3	1,5	5,8	1,8	0,2	2,0	1,7	0,2	1,9	7,5	2,1	9,6	1,0	0,1	1,1	
	«У ₂ »	«Г ₂ »	2,1	0,9	3,0	2,0	0,8	2,8	1,7	2,1	3,8	1,0	0,2	1,2	2,4	0,2	2,6	3,3	1,0	4,3	1,4	0,4	1,8	
			3,4	1,2	4,6	3,4	1,2	4,6	8,1	2,9	11,0	3,2	0,3	3,5	0,9	0,1	1,0	1,3	1,4	2,7	-	-	-	
			4,0	1,6	5,6	4,0	1,6	5,6	9,0	1,9	10,9	3,8	0,5	4,3	0,8	0,3	1,1	2,5	3,5	6,0	-	-	-	
НСР ₀₅ I порядка	«У ₃ »	«Г ₃ »	2,7	1,1	3,8	2,7	1,1	3,8	3,5	2,2	5,7	2,0	0,7	2,7	1,9	0,4	2,3	3,4	1,0	4,4	-	-	-	
			2,9	0,7	3,6	2,9	0,7	3,6	3,0	1,4	4,4	1,7	0,2	1,9	1,1	0,2	1,3	5,8	1,0	6,8	-	-	-	
			3,2	1,0	4,2	3,2	1,0	4,2	2,2	1,2	3,4	3,4	0,4	3,8	0,5	0,1	0,6	6,6	2,1	8,7	-	-	-	
	НСР ₀₅ II порядка	«У ₃ »	«Г ₃ »	2,5	1,0	3,5	2,5	1,0	3,5	2,3	1,9	4,2	1,7	0,1	1,8	0,6	0,1	0,7	5,5	1,7	7,2	-	-	-
				2,2	2,0	2,7	-	-	-	-	-	-	2,94	1,12	2,31	2,58	0,68	1,78	9,53	6,51	8,32	1,94	0,62	3,36
НСР ₀₅ III порядка			3,4	2,2	4,2	-	-	-	-	-	-	2,60	0,95	3,34	2,25	0,59	0,94	8,46	8,98	9,63	1,80	0,34	3,48	
НСР ₀₅ IV порядка			1,7	2,3	3,1	-	-	-	-	-	-	2,86	0,70	2,10	1,60	0,68	0,87	7,89	8,51	12,04	0,71	0,70	4,21	

Приложение 6 – Средняя продуктивность полевых культур за 2006-2011 гг., т/га к.ед.

Вариант			Средняя продуктивность, т/га к.ед.
обработка почвы, «О»	удобрение, «У»	гербицид, «Г»	
«О ₁ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	4,27
		«Г ₂ »	4,50
	«У ₂ »	«Г ₁ »	5,01
		«Г ₂ »	4,90
	«У ₃ »	«Г ₁ »	5,45
		«Г ₂ »	6,01
«О ₂ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	4,31
		«Г ₂ »	4,64
	«У ₂ »	«Г ₁ »	5,12
		«Г ₂ »	5,66
	«У ₃ »	«Г ₁ »	5,67
		«Г ₂ »	6,19
«О ₄ »	«У ₁ »	«Г ₁ »	3,88
		«Г ₂ »	4,44
	«У ₂ »	«Г ₁ »	4,66
		«Г ₂ »	5,16
	«У ₃ »	«Г ₁ »	5,25
		«Г ₂ »	5,38
НСР ₀₅ I порядка			0,59
НСР ₀₅ II порядка			1,37
НСР ₀₅ III порядка			0,78

«УТВЕРЖДАЮ»:
Внешний управляющий
ОАО «Михайловское» _____ А.В. Популо
«15» декабря 2014 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Ректор ФГБОУ ВПО
«Ярославская ГСХА», профессор
_____ П.И. Дугин
«15» декабря 2014 г.

**Акт внедрения
результатов научно-исследовательской работы и передового опыта**

Мы, нижеподписавшиеся представители ФГБОУ ВПО «Ярославская государственная сельскохозяйственная академия» в лице заведующего кафедрой «Агрономия» доцента Щукина С.В., заведующего научно-исследовательской лабораторией ресурсосберегающих технологий в земледелии (НИЛРТЗ), доцента Труфанова А.М., заведующей кафедры «Экология» Чебыкиной Е.В. и научного сотрудника НИЛРТЗ Исаичевой У.А. с одной стороны, и внешнего управляющего ОАО «Михайловское» Популо А.В. с другой стороны, составили настоящий акт о том, что совместная работа по внедрению элементов ресурсосберегающего комплекса (поверхностно-отвальной системы обработки почвы, биологизированных систем удобрений с применением побочной продукции полевых культур) выполнена на общей площади 160 га за период 2007-2014 гг., в том числе на дерново-подзолистых супесчаных на площади 110 га.

ОАО «Михайловское» совместно с сотрудниками сельскохозяйственной академии имеет многолетние опыты по разработке и внедрению ресурсосберегающих технологий возделывания с/х культур в условиях производства с 2004 года. За это время разработанные и проверенные ресурсосберегающие почвозащитные элементы технологий показали преимущества при выращивании озимых зерновых культур, яровых кормовых культур и картофеля: урожайность картофеля и ярового рапса поддерживалась на уровне традиционных технологий на основе отвальной обработки, озимой тритикале – была выше на 15%, а однолетних трав на зелёную массу – выше на 6% без ухудшения фитосанитарного состояния агрофитоценозов и сохранении почвенного плодородия. Эффективность применения ресурсосберегающих технологий с элементами биологизации подтверждается как экономическими расчетами (себестоимость зерна озимой тритикале снизилась на 12,9% в сравнении с традиционной технологией; картофеля – на 11,6%; зелёной массы однолетних трав – на 9,1%, ярового рапса – на 12,6%), так и энергетической оценкой (энергетическая себестоимость зерна озимой тритикале снизилась на 22,7%; клубней картофеля – на 11%; зелёной массы однолетних трав – на 18,5%, ярового рапса – на 5,4%).

Ответственные за внедрение:

представители от
ОАО «Михайловское»
Внешний управляющий
_____ А.В. Популо
«15» декабря 2014 г.

представители от
ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»
Зав. кафедрой «Агрономия» _____ С.В. Щукин
Зав. НИЛРТЗ _____ А.М. Труфанов
Зав. каф. «Экология» _____ Е.В. Чебыкина
Науч. сотрудник НИЛРТЗ _____ У.А. Исаичева
«15» декабря 2014 г.