

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»

На правах рукописи



ГУМАРОВА ЖАННАР МАРАТОВНА

**АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОСВОЕНИЯ
ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ
СЕВЕРО-ЗАПАДА КАЗАХСТАНА**

06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель – доктор сельскохозяйственных
наук Лоцинин О.В.

Саратов – 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	10
1.1. Современное состояние почв Казахстана	10
1.2. Характеристика темно-каштановых почв Казахстана	14
1.3. Факторы оптимизации земледелия в зоне темно-каштановых почв ..	20
1.4. Залежные темно-каштановые почвы	50
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	60
2.1. Место проведения и объекты исследований	60
2.2. Схемы опытов.....	60
2.3. Почвенно-климатические и погодные условия района проведения исследований	63
2.4. Методы исследования.....	69
ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗУЧАЕМЫХ ПОЧВ	72
3.1 Морфологические особенности.....	72
3.2 Мощность гумусового горизонта.....	75
3.3 Гранулометрический состав	76
3.4 Водно-физические свойства.....	77
3.5 Структурный состав.....	78
3.6 Плотность сложения	79
3.7 Агрехимические свойства.....	80
3.8 Микробиологическая активность	81
3.9 Солевой режим исследуемых почв	82

Глава 4. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ОСВАИВАЕМЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ	83
4.1 Водный режим осваиваемых залежных темно-каштановых почв.....	83
4.2 Пищевой режим осваиваемых залежных темно-каштановых почв.....	92
4.3 Микробиологическая активность осваиваемых залежных темно-каштановых почв.....	94
4.4 Плотность сложения осваиваемых залежных темно-каштановых почв	101
Глава 5. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ТРАВΟΣМЕСИ.....	104
Глава 6. ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ	110
Глава 7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСПАХАННЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	122
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	126
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	128
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	146

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность проблемы. Проблемными вопросами в агропромышленном комплексе Казахстана в настоящее время является повышение потенциального плодородия почв, которое в значительной степени было утеряно интенсивным использованием земель, снижением применения минеральных и органических удобрений, ухудшением технологической дисциплины, отсутствием научно-обоснованного чередования культур в севооборотах и т.д.

В силу этих же причин республика Казахстан, один из крупнейших производителей и экспортеров зерна, столкнулась с недостатком производства высококачественного зерна, необходимого для продовольственных и кормовых целей. По данным Министерства финансов Казахстана затраты на импорт качественной продукции растениеводства в 2007-2011 гг. ежегодно составляли 76 млн. долларов, в том числе на импорт ячменя 17,8; подсолнечника – 13,2; пшеницы – 4,2; кукурузы – 1,1; гречихи – 0,8 млн. долларов.

Решение указанных проблем – повышения уровня плодородия почв и создание условий для получения продукции с высокими пищевыми и кормовыми качествами, требует применения экономически затратных элементов агротехники: качественного семенного материала, удобрений, средств защиты от вредителей и болезней, применения современной техники, наличия квалифицированных кадров и т.д., что в условиях мелкотоварного производства для многих сельскохозяйственных производителей республики пока затруднительно.

В связи с этим актуальным для многих хозяйств Казахстана в настоящий момент может быть возвращение в разряд пахотных около 2,8 млн. га залежных земель, которые из-за экономических трудностей в свое время были исключены из сельскохозяйственного использования.

Известно, что для производства высококачественного зерна, в том

числе яровой твердой пшеницы лучшим предшественником является оборот пласта многолетних трав, так как почва после многолетних трав очищается от сорняков, болезней и вредителей, характерных для посевов зерновых культур, обогащается подвижными элементами минерального и органического питания растений, улучшается ее гранулометрический состав. Это полностью относится и к залежным почвам, освоение которых поможет частично решить проблему увеличения производства высококачественного продовольственного зерна и кормов для животноводства.

Однако в залежных почвах, так же как и под многолетними травами, существенно ухудшается способность почвы накапливать влагу, ее водный режим становится неблагоприятным. В связи с этим освоение залежных почв должно проводиться в соответствии с научно обоснованными технологиями, которые позволили бы создать оптимальные условия для выращивания однолетних культур. Разработка данных технологий и явилась целью настоящей диссертационной работы.

Степень разработанности темы. В Казахстане в зоне сухих степей с темно-каштановыми почвами, где сосредоточены основные площади залежных почв, практически нет научно обоснованных технологий освоения и использования таких угодий. Это связано с тем, что залежные почвы были сформированы в республике сравнительно недавно – в период наиболее трудного экономического положения сельхозтоваропроизводителей в 1995-2005 гг. И лишь в последние годы наметилась тенденция повторного вовлечения залежей в пашню и увеличения коммерчески выгодных посевов зерновых.

Однако исследований по залежным почвам в Казахстане очень мало. Известны работы К.Ш. Оразбаева (2004 г.), в которых изучались технологии низкочатратного залужения данных почв на фоне мелких (на 6-8 см) обработок почвы и применения гербицидов. В работах В.В. Вьюркова (2009 г.) приводятся агрофизические, агрохимические и биологические свойства темно-каштановой 15-летней залежи. Н.Х. Сергалиев (2010 г.) проводит сравнительный анализ

развития микроорганизмов в залежных почвах.

В существующих рекомендациях производству нет однозначного вывода об агротехнике освоения залежных почв и дальнейшего их использования – в одних случаях говорится о применении той агротехники, которая использовалась при освоении целины, в других указывается, что повторное вовлечение брошенных сельскохозяйственных земель не всегда экономически и экологически оправдано.

Цель исследований – определить влияние различных основных обработок почвы (отвальная вспашка, плоскорезная обработка на глубину 25-27 см и мелкое рыхление на глубину 14-16 см) на плодородие осваиваемых залежных темно-каштановых почв и продуктивность звеньев севооборотов чистый пар – яровая пшеница и чистый пар – яровая пшеница + травосмесь – травосмесь 2 и 3-го года жизни.

Для решения поставленной цели были определены следующие задачи:

- изучить морфологические, агрофизические, агрохимические и микробиологические свойства 7-12-летней темно-каштановой залежи в сравнении с целинной и старопахотной почвой;
- изучить динамику накопления и расходования влаги почвой под влиянием основных обработок залежи и полей севооборота;
- исследовать изменения пищевого и микробиологического режимов почвы под воздействием основных обработок залежи и полей севооборота;
- изучить влияние основных обработок залежи на плотность сложения почвы в полях севооборотов;
- определить влияние основных обработок залежи на урожайность яровой пшеницы и травосмеси;
- уточнить корреляционную зависимость урожая яровой пшеницы от основных показателей плодородия темно-каштановой почвы;
- рассчитать энергетическую и экономическую эффективность возделывания яровой пшеницы и многолетних трав в звеньях севооборотов при изучаемых способах основной обработки осваиваемой залежи.

Объект и предмет исследований. Объект исследований – типичные для степной зоны темно-каштановые почвы северо-запада Казахстана, на которых расположены различные сельскохозяйственные угодья – целина, 7-12 летняя залежь, старопахотные почвы.

Предмет исследований – влияние приемов основной обработки почвы при освоении залежи и технологий возделывания на продуктивность яровой пшеницы и многолетних трав.

Научная новизна. Изучено воздействие различных основных обработок и звеньев севооборотов на основные физико-химические и биологические свойства осваиваемой залежной темно-каштановой почвы.

Установлено, что на фоне глубоких (на 25-27 см) основных обработок и последующего парования почвы неблагоприятный водный режим залежи меняется коренным образом. Улучшается водопроницаемость почвы, существенно увеличивается поглощение влаги осенне-зимних и ранне-весенних осадков, водный режим становится благоприятным для возделывания культурных растений. Мелкая основная обработка залежи (рыхление на 14-16 см) по всем показателям водного режима почвы существенно уступает глубоким обработкам.

Выявлено позитивное влияние глубоких основных обработок темно-каштановой залежи на динамику содержания в почве нитратного азота и подвижного фосфора, микробиологическую активность и плотность сложения.

Установлено существенное повышение продуктивности яровой пшеницы и многолетних трав на фоне глубоких основных обработок залежи.

Рассчитана экономическая и энергетическая эффективность возделывания яровой пшеницы и многолетних трав при изучаемых агроприемах освоения залежной темно-каштановой почвы.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в обосновании применения глубоких основных обработок при освоении залежных темно-каштановых почв и приемов агротехники возделывания на этих почвах яровой пшеницы и многолетних трав.

Проведенные исследования позволяют в производственных условиях северо-запада Казахстана выбрать эффективные приемы освоения и использования залежных темно-каштановых почв, позволяющие наиболее полно использовать их потенциальное плодородие для производства высококачественной зерновой и кормовой продукции. Доказана возможность повышения урожайности зерна яровой пшеницы на 30%, сена многолетних трав – на 45-55% при применении рекомендованных приемов освоения залежных темно-каштановых почв, основанных на глубоких основных обработках залежи.

Методология и методы исследования. Методология исследований основана на применении общепризнанных методик полевых опытов, опубликованных в специальной литературе. В работе использовались аналитический, экспериментальный, статистический, энергетический и экономический методы исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

- сравнительная характеристика современного состояния основных показателей плодородия целинных, залежных и старопахотных темно-каштановых почв северо-запада Казахстана;

- характер изменения водно-физических, агрохимических и микробиологических свойств темно-каштановой почвы под влиянием изучаемых приемов освоения и использования залежи;

- влияние различных основных обработок почвы залежи на продуктивность яровой пшеницы и многолетних трав в паровом и травяном звеньях севооборотов;

- энергетическая и экономическая эффективность различных приемов освоения и использования залежных темно-каштановых почв.

Достоверность результатов исследований подтверждается многолетними исследованиями, проведенными в соответствии с методиками закладки и проведения полевых опытов, требуемым количеством наблюдений, измерений и анализов, дисперсионным и корреляционным анализами

полученных экспериментальных данных.

Апробация работы. Основные диссертационные положения доложены, обсуждены и одобрены на международных и республиканских конференциях: Международной научно-практической конференции «Лесоразведение и сохранение биологического и ландшафтного разнообразия аридных экосистем: история, современное состояние и перспективы», (Уральск, 2010); Международной научной конференции, посвященной 55-летию Оренбургского государственного университета «Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации» (Оренбург, 2010); Международной научной конференции «Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности юга России» (Ростов – на Дону, 2011); VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Организация территории: Статика, Динамика, Управление» (Уфа, 2011); Международной научно-практической конференции «Перспективы инновационного развития АПК в Казахстане: Том 2» (Семей, 2014); Международной научно-практической конференции «Инновационное развитие аграрной науки и образования: мировая практика и приоритеты» (Гянджа, 2015); Международной научно-практической конференции посвященной 85-летию аграрного университета и международному году почв «Эволюция и деградация почвенного покрова» (Ставрополь, 2015).

Результаты внедрены на площади 64 га в ТОО «Пермское» Уральской области Казахстана в 2014–2015 гг., прибавка урожая яровой пшеницы составила 0,04-0,14 т/га. Стоимость дополнительно полученной продукции в 2014 г. составила 73,5 тыс. тенге, в 2015 г. – 81,9 тыс. тенге.

Публикации. По теме исследований издано 8 работ, из них 2 – в изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации. Общий объем с учетом долевого участия в коллективных публикациях составляет 2,87 п. л., из них лично принадлежат автору – 1,13 п. л.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ КАЗАХСТАНА

По определению В. В. Докучаева [52], почва есть результат совокупного взаимодействия шести факторов почвообразования – климата, почвообразующих пород, рельефа местности, живых организмов и деятельности человека, она связана с ними во времени и пространстве. Естественно, что изменение одного из факторов влечет за собой то или иное изменение в свойствах почв.

С каждым годом все большую опасность для почвенного покрова представляет промышленная деятельность человека. Общая площадь разрушенных и уничтоженных почв, ранее дававших биологическую продукцию, исчисляется колоссальной величиной порядка 20 млн. км². Это превышает всю площадь пахотных земель, используемую в земледелии в настоящее время (14-15 млн. км²). Важная роль в процессе возрождения плодородия принадлежит гумусу почв как потенциальному источнику элементов питания, мелиоратору физических свойств почв. Гумус обеспечивает плодородие и устойчивость молодых почв.

По свидетельству многочисленных ученых стран СНГ, ближнего и дальнего зарубежья, процессы разрушения почв и снижение ее продуктивности по разным причинам во всем мире приобретают катастрофические размеры. Так, немецкий ученый Schulte A. [171] отмечает, что ежегодно в мире теряется 7-10 млн. га полезной сельскохозяйственной и лесоводственной площади, из них минимум 15-20% земель сильно разрушены в результате деятельности человека. По прогнозам, тенденция роста деградации почв сохраняется и даже усугубится.

Неблагоприятная ситуация сложилась и в Республике Казахстан, где большая часть ее почвенных ресурсов в различной степени подвержена деградационным процессам. В настоящее время почти все пахотные почвы

заметно утратили исходное плодородие, содержание гумуса уменьшилось в среднем на 25-30%, и значительно изменился его состав, а ежегодные его потери оцениваются в 0,6-1,2 т/га. Сложившаяся критическая ситуация во многих регионах Казахстана предопределяет необходимость максимального учета природных условий и рациональное размещение сельскохозяйственных растений в агроландшафтах в соответствии с агроэкологическими требованиями и средообразующим их влиянием [68].

В Казахстане из общей площади пашни 24,9% имеет очень низкое содержание гумуса (до 2%), 46,5% - низкое (2-4%), 23,9% среднее (4-6%), и только 4,7% почв обладает высоким (более 6%) содержанием гумуса [57].

По данным Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Казахстан, почти все пахотные почвы от черноземов до сероземов утратили до 20-30% гумуса, 12 млн. га подвержены ветровой, 5 млн. га водной и 500 тыс. га ирригационной эрозии, половина орошаемой пашни испытывает вторичное засоление. В результате бессистемного выпаса скота 63 млн. га пастбищ в различной степени подвержены деградации. В региональном экологическом плане в северном Казахстане на черноземах и темно-каштановых почвах прогрессируют процессы дегумификации и, как следствие, эрозия, дефляция, снижение продуктивности пашни и кормовых угодий. В связи с этим чрезвычайно важно сохранение в современных условиях природных свойств почв и воспроизводство их плодородия путем внедрения необходимых почво-водо-ресурсосберегающих технологий. Внедрение почвозащитной системы земледелия, повышение плодородия, травосеяние и возделывание лесокустарниковых насаждений ликвидируют дегумификацию почв, сохраняют их от опустынивания, будут способствовать созданию ландшафтов с благоприятным комплексом биоразнообразия и высокой продуктивности [123].

Аграрная политика страны, переориентированная на рыночную экономику, способствовала образованию множества сельхозформирований, имеющих слабое материально-техническое обеспечение. Разрушена

контролируемая сеть сельхозпредприятий, в связи с чем, при возделывании сельскохозяйственных культур, в основном, не учитывались разработанные научно обоснованные рекомендации. Это привело к ухудшению плодородия почв, снижению их продуктивности и качества сельхозпродукции. Еще более усугубилось падение плодородия почвы нарушением системы питания растений, нерациональным использованием удобрений, а во многих крестьянских и фермерских хозяйствах и полным отсутствием их применения. В силу ограниченных экономических возможностей фермеры, имеющие незначительные площади, не в состоянии применять какие-либо удобрения даже для поддержания плодородия на исходном уровне. Данная ситуация способствовала нарушению естественного равновесия в аграрных ландшафтах, снижению их продуктивности и устойчивости к возрастающим антропогенным нагрузкам. Ученые стали активно пропагандировать методы хозяйствования, ставящие экологическое благополучие завтрашнего дня выше, чем экономическую эффективность сегодня [76].

Антропогенное воздействие на биogeоценозы может быть и положительным, и отрицательным. В начале XXI века в зонах экстенсивного природопользования, применяя мощные орудия рудо-, газо- и нефтедобычи, человечество перешло грань умеренного вмешательства в природные процессы экосистем. Во многих регионах возможности функционального естественного равновесия в почвах, в фито- и зооценозах разрушены и экосистемы теряют возобновление или воспроизводство в годовом цикле развития. Об этом говорилось в «Послании Президента народу Казахстана» (Астана, 19 марта 2004 г.) в обосновании достижений конкурентоспособной экономики [93].

История развития сельского хозяйства показывает, что в течение многого ряда лет, вопросы экологической ее устойчивости оставались первостепенными. Известными учеными-почвоведом П.А. Костычевым, В.В. Докучаевым еще в конце XIX века был проведен тщательный анализ причин вариабельности и урожайности основных культур за многолетний

период и разработаны конкретные предложения по повышению устойчивости отечественного сельскохозяйственного производства. В их предложениях была высказана мысль о необходимости использования более широкого видового разнообразия культивируемых видов и сортов растений, которые в наибольшей мере приспособлены к местным условиям хозяйствования и особенностям агроэкологического состояния агроландшафтов.

Научные разработки современной мировой сельскохозяйственной практики показывают большую роль многоотраслевого хозяйствования в зонах рискованного земледелия. Применяя опыт подобного хозяйствования можно наиболее рационально приспособляться к подобным климатическим условиям. При этом следует учесть, что важно предусматривать не только оптимальное сочетание растениеводства и животноводства, определяющее соотношение в хозяйстве зерновых культур и кормовых угодий, но и разнообразие в самой растениеводческой отрасли [65].

Для устойчивого производства высококачественного зерна необходимо совершенствование структуры посевных площадей, дальнейшее повышение качества растениеводческой продукции с учетом новейших научных и практических достижений. Страна имеет огромный экспортный потенциал по производству зерна. Огромные возможности диверсификации растениеводства заложены в северных районах Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областей. Важным моментом в развитии рынка зерна является увеличение внутреннего потребления за счет роста поголовья скота и птицы. К примеру, только производство продукции животноводства для удовлетворения оптимальных потребностей может увеличить внутреннее потребление фуражного зерна на 1,7-1,8 млн. т при сокращении в то же время производства пшеницы низкого качества [86].

Предлагаются следующее размещение культур на пашне регионов [86]:

Обыкновенные черноземы: мягкая пшеница, кормовой и пивоваренный ячмень, рапс, горох, овес, озимая рожь, гречиха, рыжик, смешанные посевы зернобобовых и фуражных культур, совместные посевы многолетних бобовых и злаковых трав, многолетние бобовые и злаковые травы, раннеспелые гибриды и сорта кукурузы.

Южные черноземы: сильная, ценная и твердая пшеницы, ячмень, горох, нут, горчица, овес, гречиха, просо, подсолнечник, чина, многолетние злаковые травы, совместные посевы многолетних злаковых и бобовых трав, могар.

Темно-каштановые почвы: сильная мягкая пшеница, нут, горчица, просо, многолетние злаковые травы, суданская трава, могар.

Предполагаемое вступление Казахстана в ВТО обязывает установление стандартов на зерно и другую растениеводческую продукцию в соответствии с требованиями международного рынка. К примеру, Казахстан, как США, Канада, Австралия, Аргентина, страны ЕС, является экспортером зерна пшеницы. Как показывают расчеты, в ближайшее десятилетие Казахстан может не только обеспечить внутреннее потребление, но и производить на экспорт такие продукты, как растительное масло, различные виды круп, сырье для пивоваренной промышленности и увеличить производство зернобобовых и зернофуражных культур для увеличения производства мяса, яиц, молока и молочных продуктов. Нужно лишь сформировать специализированные зоны для получения этой продукции и осуществить разумный торговый протекционизм [86].

1.2. ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ КАЗАХСТАНА

Сыртовая равнина, на которой сформировались темно-каштановые почвы, представляет собой волнистую увалистую равнину, образованную из трех основных морфологических элементов: площади слабоволнистого Сыртового плато, площади увалистой Сыртовой равнины и широких

плоскодонных долин с системами древних террас [41]. Наземно-континентальное длительное существование Сыртовой равнины и ее интенсивное расчленение способствовали господству элювиальных процессов. Последние, на фоне сравнительно достаточного количества атмосферных осадков (300-400 мм), привели к глубокому рассолению толщи сыртовых отложений, которые, по-видимому, на ранних фазах своего существования, судя по большой гипсоносности и карбонатности, были засолены довольно сильно [116].

В темно-каштановой целинной почве содержание легкорастворимых солей в гумусовом горизонте (A1+B1) колеблется в пределах 0,019-0,022 %. Количество их в горизонте В увеличено в 2,5 раза, но оно не выходит за пределы незасоленных почв. Только в слое 72-108 см содержание солей достигло 0,177 %, что свидетельствует о слабой степени засоления данного горизонта. Самое высокое содержание легкорастворимых солей (0,38 %) сосредоточено в горизонте 138-201 см. Таким образом, подтверждается тезис, высказанный В.А. Ковдой [83] о наличии солей на глубине 2-3 м. Действительно, самый нижний горизонт изучаемой почвы содержит значительное количество солей. Основными компонентами солевого профиля являются сульфаты и хлориды кальция, магния и натрия. При этом на глубине 72-138 см преобладают хлориды натрия, магния и кальция, а в более глубоких горизонтах, наоборот, сульфаты этих катионов значительно преобладают над хлоридами. По всему профилю отмечается отчетливое присутствие гидрокарбонатного аниона [116].

Различная степень засоления темно-каштановых почв отразилась и на профильном распределении запасов солей. Запасы легкорастворимых солей в целинной темно-каштановой почве крайне малы в самом верхнем гумусовом горизонте (0-43 см) и равны примерно одной тонне. В слое 43-72 см запасы солей возросли до 1,9 т/га. Самые же высокие запасы легкорастворимых солей в целинной почве сосредоточены во второй половине двухметровой толщи. Количество их здесь достигает 46 т/га. Суммарный запас солей в

двухметровом слое целинных почв равен 57 т/га. Учитывая, что преобладающими солями здесь являются сульфаты кальция, такая концентрация солей не будет вредна для произрастающих растений [116].

Исследуемые почвы с поверхности не засолены, однако по всему профилю присутствует слабое хлоридное засоление, слабое сульфатно-хлоридное и среднее хлоридное засоление наблюдается на глубине 46-147 см. Сульфатное засоление подтверждается наличием гипса в виде друз. Реакция почвенного раствора по профилю слабощелочная.

Основным показателем уровня потенциального плодородия почв является содержание в них гумуса и его распределение по профилю. Гумус – это совокупность всех органических соединений в почвенном профиле, утративших связь с элементами структурной организации клеток и тканей. По определению в понятие «гумус» включаются как специфические почвенные соединения, т.е. гуминовые вещества, так и любые другие органические соединения, измененные или не измененные в процессе гумификации. Как и в любой почве в каштановых почвах в процессе почвообразования формируется, свойственный им гумусовый режим [115].

В целинной темно-каштановой почве максимальное содержание гумуса (2,5%) характерно для самого верхнего двадцатисантиметрового слоя. В более глубоких слоях гумусового горизонта (A,+B,) 18-44 см количество его снижено до 2%. Достаточно высокое содержание гумуса в горизонте 44-75 см – 1,1%. По классификации Л.Н. Александровой (1982) можно считать, что рассмотренный тип гумусового профиля относится к аккумулятивному полно развитому профилю. Характер формирования аккумулятивного полно развитого профиля свойственен практически всем рассматриваемым почвам. В отличие от целинной темно-каштановой почвы снижено содержание гумуса в пахотном слое до 2,0-2,2% всех исследуемых пахотных почв.

Другим показателем гумусного состояния почв являются запасы гумуса в их профиле. Запасы гумуса в темно-каштановой целинной почве в слое 0-20 см равны 57 т/га; в слое 0-50 см – 124 т/га и в метровой толще они

равняются 197 т/га. Исходя из градации Л.А. Гришиной и Д.С. Орлова (1996), изучаемую целинную почву по запасам гумуса в гумусовом горизонте можно отнести к слабо обеспеченным почвам, точно так же к группе слабо обеспеченных гумусом почв можно отнести все пахотные темно-каштановые почвы.

В процессе сельскохозяйственного использования темно-каштановых почв в качестве пахотного угодья, наблюдается уменьшение запасов гумуса во всех совокупных слоях гумусового профиля. В орошаемых почвах наблюдается очень большое снижение запасов гумуса в слоях 0-50 и 0-100 см – соответственно 35 и 71 т/га в сравнении с целинной почвой. Использование удобрений при орошении и повышение урожайности сельскохозяйственных культур, связанное с этим, привело к тому, что запасы гумуса в слое 0-20 см стали такими же, как в слое 0-20 см целинной почвы. Влияние орошения на гумусную обеспеченность нижних горизонтов не произошло из-за относительно короткого периода орошения [115].

В условиях Казахстана девственных степных почв практически нет. В настоящее время даже целинные почвы используются в качестве пастбищных угодий, поэтому расходование органического вещества каштановых почв не покрывается поступлением растительных веществ. Видимо, и в пахотных почвах потери гумуса происходят, главным образом, из этого верхнего слоя. Именно только по этой причине тёмно-каштановые почвы по запасам гумуса приблизились к типичным каштановым почвам. В то же время гумусовый профиль характерен для темно-каштановых почв [115].

В условиях недостаточного и неустойчивого увлажнения, характерного для богарных земель, основной задачей системы земледелия является максимальное накопление почвенной влаги и рациональное ее использование [111].

В зоне темно-каштановых и каштановых почв, являющейся основным сельскохозяйственным регионом республики, периодически наблюдаются

почвенные и атмосферные засухи, приводящие к дефициту сельскохозяйственной продукции. Кроме того, наличие большой площади солонцеватых почв и солонцов усиливает отрицательное влияние засушливого климата на сельскохозяйственное производство [1,6,7,94,105]. Теоретическое обоснование и разработка агротехнических приёмов, повышающих эффективное плодородие почв в условиях систематического проявления дефицита осадков, а, следовательно, и почвенной влаги на каштановых почвах – важная задача науки и практики [9].

Браун Э.Э. [24] указывает, что темно-каштановые почвы северо-западных областей Казахстана обладают значительным природным потенциалом, который может быть использован для увеличения производства разнообразной сельскохозяйственной продукции, особенно зерна, твердых и сильных пшениц. Однако стабильного роста урожаев в течение последних лет не отмечается. Основная причина, по его убеждению, – снижение уровня почвенного плодородия.

В Западном Казахстане с интенсификацией систем земледелия, пик которых пришелся на 70-80 годы прошлого столетия, в настоящее время отмечается снижение запасов гумуса на пахотных почвах на 15- 25 %, в ряде случаев его потери достигли 40% и более от исходного содержания. Так за период с 1967 по 1997 года содержание гумуса в пахотном слое почв снизилось на южных черноземах с 6,2 до 4,1%, на лугово- черноземных почвах - с 5,8 до 3,1% , на темно- каштановых карбонатных с 3,8 до 1.87%, на темно- каштановых песчаных с 2,8 до 0,56% и т.д. [140].

Вьюрков В.В, Володин М.А. [32] отмечают, что темно-каштановые почвы Приуралья в настоящее время малогумусированы и имеют низкую обеспеченность доступными формами фосфора, среднюю - азота и высокую калия.

Неблагоприятные и экстремальные условия Степного Приуралья послужили основой для выработки приемов земледелия, которые по сей день используются в целях повышения продуктивности и

ресурсоэнергоэкономичности современного сельского хозяйства засушливых районов Казахстана [131].

Результаты анализа имеющегося материала, полученного в северном Казахстане, позволили скорректировать существующее направление не только в системе обработки темно-каштановых почв, но и во всей системе земледелия, что должно стать основой для перехода к адаптивному, берегающему и экологически безопасному земледелию [43, 65, 103].

На основании данного анализа установлено, что важнейшими направлениями стратегической программы по переходу на адаптивное ресурсосберегающее развитие растениеводческой отрасли, принятыми в хозяйстве, являются:

повышение эффективности использования всех сельскохозяйственных угодий, имеющихся в хозяйстве, за счет рационального сочетания пашни, сенокосов и пастбищ;

подбор рациональной культуры посевных площадей и введение дифференцированных типов севооборотов;

дифференцированный и поэтапный подход к освоению элементов современных ресурсосберегающих технологий в зависимости от складывающихся погодных условий года и возделываемых культур в различных типах севооборотов;

ориентация на применение комбинированных почвообрабатывающих и посевных комплексов;

ориентация на сокращение механических обработок при уходе за посевами и паровыми полями, при использовании эффективных средств борьбы с сорняками [153].

В целях реализации этих основных положений концепции, предполагается до 2016 года завершить агроэкологическое микрозонирование территории северо-запада Казахстана [120], что позволит в будущем:

–осуществить оптимальное размещение сельскохозяйственных культур по сельскохозяйственным угодьям с учетом рельефа и экспозиции склонов, а также их почвенных, почвенно-гидрологических, ботанических и геохимических особенностей по дифференцированным типам севооборотов;

–разработать комплекс агротехнических мероприятий по управлению плодородием почв в различных типах используемых севооборотов с учетом складывающихся условий года;

–разработать мероприятия по консервации деградированных, малопродуктивных земель и их дальнейшему сельскохозяйственному, преимущественно пастбищному использованию.

Учитывая вышеизложенное, следует признать имеющийся опыт сельхозтоваропроизводителей, которые пытаются и довольно успешно совершенствовать ресурсосберегающие технологии землепользования (современная сельскохозяйственная техника, адаптивные культуры, дифференцированные средства защиты растений, система севооборотов и т.д.).

1.3. ФАКТОРЫ ОПТИМИЗАЦИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В ЗОНЕ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Отличительной особенностью современного земледелия является резкое возрастание роли плодородия почв. Это связано с тем, что под действием антропогенного фактора практически повсеместно стало наблюдаться снижение содержания гумуса в почве, которое привело к усилению эрозионных процессов, и деградации почвенного покрова. Эти процессы способствовали значительному снижению уровня питательных веществ и, на фоне ухудшения агрофизических и агрохимических свойств, почва стала терять свой уровень потенциального и эффективного плодородия [75,77,121,133,142,147,157].

Важную роль в рациональном использовании почвенных и земельных ресурсов и повышении продуктивности сельскохозяйственных культур

играют полевые многолетние исследования. На основе их результатов можно регулировать и целенаправленно управлять плодородием почв и продуктивностью культур. Последнее является главной задачей земледелия и от ее решения во многом зависит обеспечение продовольственной безопасности страны [80,125,129,130,138,154].

Основу сельскохозяйственного производства Казахстана составляют почвы со средним и низким содержанием гумуса. На число старопахотных угодий приходится 71,3% [57]. Аналогичная ситуация с плодородием почв наблюдается на северо-западе Казахстана, где преимущественное распространение имеют темно-каштановые тяжело и среднесуглинистые почвы [146].

Расчеты показывают, что в системе интенсивного земледелия в зерновых севооборотах с набором яровых культур формируется отрицательный баланс гумуса с дефицитом в 590-640 кг/га. Введение в севооборот озимых культур и размещение по черным парам с запашкой 80 т/га органики обеспечивает благоприятные условия для гумусонакопления. В этом случае содержание гумуса в 0-40 см слое почвы увеличивается за первую ротацию на 0,25, за вторую ротацию - на 0,35% [27].

Ежегодное снижение органического вещества почвы в агроценозах неизбежно ведет к системной деструкции почвенного покрова и, в конечном, итоге к значительному ухудшению экологической ситуации [170]. В целях стабилизации и воспроизводства почвенного плодородия разработаны целый ряд программ. В отличие от ранее принятых традиционных способов сельскохозяйственного производства, в которых повышение плодородия земель в основном осуществлялось через запашку органических удобрений (навоза), современные системы земледелия направлены на активное использование органической массы растительного происхождения, то есть, широкое использование биологических средств: солома урожая, сидераты, увеличение посевов зерно-бобовых культур и многолетних трав [33].

Внесение навоза является наиболее эффективным средством воспроизведения почвенного плодородия и оказывает не только прямое воздействие на урожайность культур, но и последствие, которое также наиболее ощутимо проявляется во второй и третьей культурах в севообороте.

В современных энергоресурсосберегающих системах основным видом органического удобрения стала солома урожая. По существующим нормам одна тонна соломы эквивалентна трем тоннам подстилочного материала, систематическое ее внесение с применением азотных удобрений направлено на стабилизацию содержания гумуса в почве. Проведенные Уральской сельскохозяйственной опытной станцией расчеты показывают, что, в зернопаровых севооборотах при полном освоении энергоресурсосберегающего способа возделывания культур, равновесие между процессами минерализации и синтеза в основном достигается за счет замены чистого пара на черный, а также обязательным посевом по пару озимых культур [64,88,89,107].

Вьюрков В.В. [33] так же указывает, что в посевах зерновых культур с использованием энергоресурсосберегающей технологии их возделывания солома является мощным дополнительным источником питания и эффективным способом наращивания почвенного плодородия. Однако небольшая оставляемая после урожая яровых зерновых культур в регионе ее масса (в среднем 8-10 ц/га) не способна полностью устранить дефицит гумуса в короткие сроки. Даже в севооборотах с озимыми культурами за счет внесения соломы потребность в органических веществах почвы удовлетворяется всего на 73-82 % и для простого воспроизводства гумуса в паровое поле требуется дополнительно вносить не менее 6-9 т/га подстилочного навоза.

На основании проведенных в условиях орошения исследований [62], очевидно, что реальным путем экологического воспроизводства плодородия почв северного Казахстана является использование сидератов и внесение органической мульчи в посевах овощных культур и картофеля.

Использование сидератов в условиях орошения позволяет вносить в почву 25-39 т зеленой массы. Горохоовсяная смесь в качестве сидератов обеспечивает поступление в почву зеленой массы 24,0-32,5 т/га. Внесение мульчи в виде опилок в междурядья картофеля и овощных культур составляет 30-40 т, что является дополнительным источником органического вещества для почвы.

Биологизация земледелия – реальный и экономически выгодный путь восстановления плодородия почв и увеличения производства сельскохозяйственной продукции. Использование зеленых удобрений – важный источник пополнения органическим веществом и радикальный прием биологического оздоровления и улучшения эффективного плодородия почвы. Зеленые удобрения являются ресурсосберегающими, т.к. сохраняется содержание азота в почве, не требуют затрат на транспортировку и хранение, в кормовых севооборотах один укос может использоваться на корм скоту, при этом промежуточные и подсевные культуры не занимают дополнительных посевных площадей. Зеленое удобрение – неисчерпаемый, постоянно возобновляемый источник органического вещества. Корневая система многих сидератов способна извлекать из глубоких слоев почвы элементы питания. После запашки зеленого удобрения и минерализации эти элементы становятся доступными для культурных растений [15,76].

Практика показывает, что охрана богарных земель от разрушения и деградации возможна с переходом на биологизированные севообороты, которые наряду с другими функциями повышения плодородия земель должны иметь выводные поля многолетних трав [99].

Придавая особое значение соломе, как средству накопления органического вещества, следует отметить, что расширенное воспроизводство плодородия почв в современной земледелии невозможно без наличия в севообороте многолетних трав. При полном соблюдении технологии возделывания, посевы многолетних трав представляют собой устойчивые агрофитоценозы, которые способны хорошо противостоять

засухе. Благодаря большой массе растительных остатков и высокой степени их гумификации, многолетние травы успешно решают вопрос увеличения содержания органического вещества в почве [8].

Полевое травосеяние имеет богатые исторические корни и связано с именами выдающихся классиков-агрономов: А.Т. Болотова, И.М. Комова, А.В. Советова, В.Р. Вильямса, М.М. Кононовой и др. Разработанные ими основы оптимизации структуры рационального природопользования и сейчас не утратили своей значимости. Высокая значимость и ценность этих исследований состоит в том, что функциональная значимость многолетних трав не ограничивается только кормовым назначением, и они являются естественным фактором регулирования гумусового баланса почвы. О положительной роли многолетних трав в севооборотах свидетельствует исторический опыт стран Западной Европы. До конца 18 века урожайность культур здесь составляла 7-8 ц/га, в период использования плодосмена она достигла 16-17 ц/га, а при плодосмене с активным использованием многолетних трав уровень урожайности достиг 25-30 ц/га [23].

Величина и срок воспроизводства гумуса во многом зависит от видового состава трав и степени их адаптации к природно-климатическим условиям региона. Результаты наблюдений показывают, что чем выше урожайность наземной массы агрофитоценоза, тем большее влияние он оказывает на плодородие почвы. Лидирующее место в накоплении гумуса принадлежит злаково-бобовой травосмеси и посевам люцерны в чистом виде. За четырехлетний период пребывания на выводном поле севооборота эти агроценозы способны увеличить содержание гумуса на 0,35-0,46% или на 11,9-15,7 т/га [146].

Перегнойные вещества являются продуктом биологического синтеза микроорганизмов, использующих для своего питания органическое вещество почвы. Отсюда процесс накопления перегноя в почве находится в прямой зависимости от наличия в ней органического вещества, в данном случае от запаса корневых остатков.

Корни и пожнивные остатки многолетних трав имеют исключительно важное агрономическое значение в обогащении почвы органикой и образованию ее структурных агрегатов. Чем мощнее развиты корни многолетних трав, тем совершеннее процесс разделения почвы на структурные агрегаты, тем больше обогащается почва органическим веществом [85].

В исследованиях Б. Исмаилова и др. [69] наибольшая сухая масса пожнивных остатков была выявлена после многолетних трав (20-23 ц/га), после зерновых культур их количество составляло 7-9 ц/га, после пропашных 3-5 ц/га. Наибольшая масса корней в 0-20 см слое у многолетних трав составляла 40-78 ц/га, при этом их количество возрастало с увеличением времени продолжительности пользования трав.

Органическая часть почвы составляет обычно небольшую долю общей массы, но она – один из самых наиболее важных и характерных компонентов почвы, и значение ее для почвообразования и плодородия исключительно велико. В зависимости от условий скорость разложения органических остатков может быть разной, поэтому и количество накапливающегося гумуса также будет неодинаковым [106]. Оптимальное его содержание зависит и от сочетания свойств почв – гранулометрического состава, емкости поглощения, содержания доступной влаги, физико-химических свойств почв и др.

Многолетние травы, являясь важным фактором биологизации земледелия, становятся реальными рычагами решения проблемы воспроизводства плодородия.

В качестве примера можно привести данные, полученные в условиях Центральной Черноземной зоны России [5]. Двухлетнее возделывание многолетних трав всех видов повысило содержание органического вещества в почве на 0,15-0,2. В нечерноземной зоне на дерново-подзолистых почвах бобово-злаковые травосмеси увеличили гумусированность почвы на 0,2-0,29 %, при этом также улучшалась обеспеченность растений легкодоступным

содержанием азота, фосфора и калия. Главным критерием устойчивой продуктивности поля с многолетними травами является гарантированный уровень урожайности ценоза. Поэтому конструирование экологически устойчивых агроэкосистем должно базироваться на природном балансе закономерностей ландшафтной экологии. Для благополучных по содержанию гумуса черноземных почв районов России в структуре севооборотов рекомендуется сокращение площадей под чистым паром и пропашными культурами и увеличения клина многолетних трав на пашне до 32%

Решая задачу оптимизации соотношения угодий и структуры посевов для сохранения плодородия почв Казахстана в зависимости от рельефных условий экспозиции склонов и их почвенного типа Р.А. Уразалиевым рекомендуется иметь удельный вес выводного клина многолетних трав в почвозащитных севооборотах от 30 до 50% [139].

Авторитет многолетних трав в сельскохозяйственном производстве не является случайным. Обладая сильной жизненной энергией, выработанной тысячелетним периодом выживания и формирования видов в жестких природно-климатических условиях региона, многолетние травы обладают высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью, а при улучшении погодных условий способны к высокой продуктивности. Почвозащитное, почвоулучшающее и средовосстанавливающее действие многолетних трав обусловлено их способностью улучшать водно-физические свойства почвы за счет обогащения пахотного слоя гумусом и свежим органическим веществом [142,147].

В отличие от естественных фитоценозов сеяные многолетние травы способны в более короткий срок (5-6 лет) накопить достаточное количество органического вещества в почве и в дальнейшем обеспечивать ведение земледелия в условиях бездефицитного баланса гумуса. Биологические приемы сохранения и воспроизводства плодородия с использованием многолетних трав позволяют увеличить продуктивность всех возделываемых

сельскохозяйственных культур и окупаемость вложенных затрат. Посевы многолетних трав на выводном поле полевых, а также кормовых севооборотов способны не только стабилизировать содержание гумуса в почве, но и обеспечить его расширенное воспроизводство. В исследованиях и на практике имеется многократное подтверждение того, что в севооборотах, где многолетние травы занимают 35-40%, их растительные остатки полностью восполняют потери гумуса [142,147].

Для условий сухой степи, полупустынной и пустынной зон Западно-Казахстанской области ведущее место в посевах многолетних трав должен занимать житняк, а в пустынной зоне житняки являются единственным растением для создания сеяных сенокосов. По данным ряда ученых, занимающихся изучением травопольных севооборотов, после 2-3-летнего пребывания на поле многолетних злаково-бобовых трав не только восстанавливается прочная структура почвы, но и остается в ней такое количество органических корневых остатков, которое равно внесению на гектар примерно 75 т навоза [23].

Для более засушливых регионов рекомендуется на неорошаемых землях иметь многолетних трав не менее 55%, а в степных условиях – не менее 60% площадей [28].

В опытах, проводимых на Аркалыкской сельхозхозяйственной опытной станции наивысшей продуктивностью обладали смешанные посевы люцерны, эспарцета и житняка. Урожайность их зеленой массы в среднем за годы исследований составляла 70,2-71,4 ц/га, сухого вещества 24,0-23,2 ц/га. Такие посевы превосходили чистые посевы бобовых и злаковых трав в отдельности на 11,1-49,2 и 21,4-27,5% соответственно [47].

Оставляя в почве до 50% синтезированной органической массы многолетние травы способны даже без внесения органических удобрений обеспечить в севообороте бездефицитный баланс гумуса [145].

В тоже время при посеве и использовании многолетних трав не следует рассчитывать на то, что их можно возделывать примитивным способом. Как

и любые другие культурные растения, многолетние травы положительно реагируют на многие агротехнические приемы, увеличивая при этом продуктивность и кормовую ценность угодий. Выбор системы основной обработки почвы, оптимальных сроков и способов посева, а также выполнение определенных приемов по уходу за растениями является основой зонального земледелия [142,147].

Наилучшее использование природно- климатического потенциала региона достигается использованием различных биологических групп культур в травосмеси злаковых и бобовых трав. В годы, благоприятные для злаковых трав, травосмесь дает высокий урожай за их счет, а в неблагоприятные – более высокий урожай сена получается за счет бобовых культур [110].

В то же время большое значение имеет и грамотная реализация накопления многолетними травами органики, определяемая выбором технологии обработки пласта трав и его дальнейшего использования зерновыми культурами в севообороте. Так сравнительная оценка различных технологий возделывания зерновых культур по пласту многолетних трав показала, что за четыре года применения ежегодной вспашки значение гумуса в почве вернулось на исходный уровень содержания. Переход на минимальную и нулевую технологии обработки трав и последующего их применения под зерновые культуры позволило значительно снизить падение гумуса. Более плотное сложение 0-30 см слоя обеспечивает снижение ее общей порозности, а, следовательно, и активной аэрации. В результате здесь складываются более благоприятные условия сохранения и использования культурами органического вещества почв и продления срока продуктивного его использования, в сравнении с классической вспашкой [146].

По данным Уральской сельскохозяйственной опытной станции посеvy яровой пшеницы после трав всегда обеспечивали повышение урожайности яровой пшеницы до 30%. В производственных условиях прибавка урожая зерна с севооборотов, где в наличии имелись в среднем выводные поля

многолетних трав составила 5,4 ц/га в сравнении с зернопаровыми севооборотами [112].

По данным Е.В. Ефеновой [61], не только содержание, но и состав гумуса зависит от гранулометрического состава почв. Гранулометрический состав почвы (ГМС), то есть относительное содержание в ней частиц различной величины, имеет важное агрономическое значение, так как позволяет решать вопросы обработки почв, подбора возделываемых культур, устанавливать сроки проведения сельскохозяйственных работ. Гранулометрический состав существенно влияет на водно-физические, физико-механические, воздушные, тепловые свойства, окислительно-восстановительные условия, поглонительную способность, накопление в почве гумуса, количество доступных элементов питания. Установлено [2], что у почв более тяжелого гранулометрического состава содержится больше илистой (глинистой) фракции, и одно и то же количество элементов питания в 100 г почвы приходится на большую навеску ила.

В условиях интенсификации производства, усиливающихся деградационных процессах, все больше возрастает роль балансовых расчетов. Кроме растительности и других факторов почвообразования (климат, рельеф, почвообразующие породы, продолжительность развития, антропогенное воздействие) приходные и расходные статьи баланса органического вещества и биофильных элементов в почве в значительной степени определяются гранулометрическим составом. ГМС определяет возможность миграции веществ, содержание валовых форм и степень перехода в подвижное состояние при выращивании растений и при агротехнических приемах, прочность связи элементов с твердой фазой почвы и др. [63].

В Республике Казахстан проводится несколько длительных опытов с удобрениями, заложенных с основными сельскохозяйственными культурами в севооборотах в соответствии с требованиями к методам агрохимических исследований. Они являются репрезентативными для различных типов почв.

Полученные результаты агрохимических исследований в длительных опытах с удобрениями служат теоретической основой для разработки научно обоснованных систем удобрения и рекомендаций по воспроизводству почвенного плодородия и рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения. Длительные опыты с удобрениями проведены в севооборотах на светло-каштановых, темно-каштановых и лугово-каштановых почвах юго-востока Казахстана и на черноземах южных, карбонатных и темно-каштановых почвах северного Казахстана. Они показали, что при применении научно обоснованных систем удобрения можно не только сохранить, но и повысить почвенное плодородие и получать стабильные урожаи сельскохозяйственных культур хорошего качества. В частности, на темно-каштановых почвах эффективность удобрений в 5-польном зернопаровом севообороте зависела от вида, доз удобрений, их соотношения, а также оптимального содержания подвижного фосфора. Так, применение фосфорных удобрений в дозах от 60 до 120 кг д.в. /га повышало содержание P_2O_5 в почве от 18 до 28 мг/кг почвы и обеспечивало прибавку урожая от 7,6 до 9,4 ц/га при урожае зерна на контроле 45,2 ц/га за первую ротацию зернопарового севооборота. Такая же закономерность проявляется во второй и третьей ротациях севооборота. За три ротации севооборота применение азотных удобрений (N_{30-60}) на фоне возрастающих доз фосфорных удобрений обеспечивает прибавку урожая за ротации севооборота от 8,2 до 14,7 ц/га за счет азота [124].

Азот является одним из важнейших компонентов минерального питания, т.к. участвует в построении таких важных компонентов клетки, как нуклеиновые кислоты, белки, гормоны и др. В почве азот может находиться в разных формах, азот органических веществ (навоз, гумус, компоненты разлагающихся органических остатков), аммонийный азот и нитраты. Таким образом, можно заключить, что из испытываемых вариантов лучшим оказался второй – почва + биоудобрение (живая биомасса микроорганизмов). Данные вегетационного опыта показали, что в течение 30 дней (опыт производился

до появления 5-8 настоящих листьев) растения были намного мощнее контрольного. В этом варианте энергия прорастания, процент всхожести семян, высота главного стебля выше, листовая поверхность больше, следовательно, улучшен фотосинтетический процесс, что, возможно, приводит к ускорению ассимиляции нитратов в почве [124,164].

Направленное регулирование плодородия почв возможно на основе знаний не только агрохимических и биологических, но и ее агрофизических свойств [23,51]. В агроценозах северо-запада Казахстана повсеместно наблюдаются неблагоприятные изменения, в том числе ухудшение физических свойств почвы и другие признаки ее деградации. Агрофизические свойства почвы во многом определяют почвенные режимы и создают оптимальные условия для использования растениями элементов плодородия.

В засушливых условиях основным фактором, ограничивающим величину урожайности, выступает, как правило, влага, поэтому регулирование водного режима было и остается одной из главных задач земледелия. На водный режим почвы в первую очередь оказывают влияние гранулометрический ее состав, плотность, строение и структура. Если гранулометрический состав при сельскохозяйственном использовании почв практически не изменяется, то плотность, строение, структуру можно в известных пределах регулировать в соответствии с требованиями культурных растений [32,34].

Рахимгалиева С.Ж., Асарматов Э.Т., Альбекова С.Е. [116] также отмечают, что основным фактором, снижающим производительность почв засушливых степей, является недостаток влаги. Поэтому, вопросам накопления и сбережения влаги в почве следует уделять особое внимание. Наиболее полно этим требованиям отвечает почвозащитная система земледелия, основанная на плоскорезной обработке почв. Своевременный уход за посевами, внесение удобрений, посев кулис в паровых полях являются наиболее эффективными приемами борьбы с засухой.

В зоне темно-каштановых и каштановых почв колебания урожайности сельскохозяйственных культур по годам, выращиваемых на неполивных землях, чаще всего вызываются несоответствием влаги в почве потребностям в ней растений. Поэтому при разработке и освоении современных почво-, влаго- и энергосберегающих технологий необходимо знать условия накопления и сохранения влаги в почве, то есть ее агрогидрологические свойства, как в пахотном слое, так и нижележащих горизонтах.

Баймуканов Е.Н. [18] отмечает, что агрогидрологические свойства отражают степень подвижности почвенной влаги и ее доступность для растений. Это важно знать при разработке и освоении почвозащитных влагосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Исследованиями установлено, что верхний порог оптимальной влагообеспеченности культур (НВ) в пахотном слое составляет $808 \text{ м}^3/\text{га}$, нижний порог (ВЗР) – $552 \text{ м}^3/\text{га}$ или в интервале НВ-ВЗР находится $256 \text{ м}^3/\text{га}$ среднеподвижной и среднедоступной влаги, а в пределах ВЗР-ВУЗ имеются еще $255 \text{ м}^3/\text{га}$ продуктивной, но трудноподвижной и труднодоступной воды.

Лучшие условия и влаго- воздухообеспеченности для культур имеет гумусовый слой А и В, где диапазон активной влаги (ДАВ) составляет 511 и $262 \text{ м}^3/\text{га}$, что на 214 и $60 \text{ м}^3/\text{га}$ больше, чем непродуктивной влаги, количество которое в горизонтах ВС и С превышает запасы продуктивной влаги. Однако в целом метровый слой имеет непродуктивной влаги $1208 \text{ м}^3/\text{га}$, а продуктивной $1425 \text{ м}^3/\text{га}$, увеличение которой возможно только за счет более глубокого промачивания почвенного профиля, так как максимальная водоотдача (ПВ-НВ) составляет $1969 \text{ м}^3/\text{га}$ [21].

В.И. Двуреченский, А.И. Гринец [48,49] пишут, что в экстремально засушливых условиях, где выпадает всего 200-280 мм осадков, гарантированный урожай можно получить только за счет влаги, восстановленной в паровом поле. В то же время замечено [143], что чистый пар под яровую пшеницу независимо от системы обработки почвы к моменту

ухода во вторую зиму незначительно повышает запасы почвенной влаги по сравнению с исходными (после первой зимы).

В целом агрогидрологические свойства темно-каштановой почвы обеспечивают оптимальное строение пахотного слоя и условия для максимального накопления и сохранения почвенной влаги, как одного из элементов плодородия почвы [35,156].

Создание оптимальных условий жизни растений и направленное регулирование плодородия почв невозможно также без знания её агрофизических свойств. Исследованиями в различных почвенных зонах [3,26,66,70,71,74,119,163] установлено, что плотность почвы является важным агрофизическим показателем плодородия, с которой функционально связаны водно-воздушный, тепловой режимы почвы, интенсивность физико-химических и микробиологических процессов и другие свойства почвы.

Интенсивное сельскохозяйственное использование почв ухудшает биологические факторы плодородия, выразившиеся в снижении содержания гумуса. Пахотные земли уступают естественным угодьям по агрохимическим параметрам почвы – содержанию подвижного фосфора и нитратного азота. Сельскохозяйственное использование почв не оказывает существенного влияния на её агрофизические свойства, включая почвенно-гидрологические константы [17].

На настоящий момент имеется довольно много исследований по морфологии, генетике и гумусовом режиме темно-каштановых почв Приуралья. В тоже время до настоящего времени не проводились исследования по состоянию микробного сообщества почв сухостепной зоны Приуралья [50,128].

При изучении плодородия почв, чаще всего для качественной характеристики используется показатель содержания гумуса, который представляет собой весьма сложный органо-минеральный комплекс веществ. В то же время практически отсутствуют исследования по состоянию

микробного пула, определению численности основных физиологических групп почвенных микроорганизмов почв сухостепной зоны Приуралья [127].

Результаты исследований [127,165] показали, что почва является средой обитания микроорганизмов. Они находят в почве все условия, необходимые для своего развития: пищу, влагу и защиту от губительного влияния прямых солнечных лучей и высушивания. Количественный и качественный состав микрофлоры различных почв значительно колеблется в зависимости от химического состава почвы, ее физических свойств, реакции, влагоемкости, степени аэрации. Существенно влияют также климатические условия, время года, способы сельскохозяйственной обработки почвы, характер растительного покрова и многие другие факторы.

Неодинаково распространены микроорганизмы и по горизонтам почвы. Меньше всего их содержится обычно в самом поверхностном, толщиной в несколько миллиметров, слое, где микроорганизмы подвергаются неблагоприятному воздействию солнечного света и высушивания [136].

Обильно населен следующий слой почвы, толщиной до 5 см. По мере углубления число микроорганизмов падает. На глубине 25 см, количество их в 10-20 раз меньше, чем в поверхностном слое толщиной 1-2 см. Меняется с глубиной и состав микрофлоры. В верхних слоях почвы, содержащих много остатков животных и растений, а также подвергающихся хорошей аэрации, преобладают аэробные сапрофитные организмы, способные расщеплять сложные органические соединения. Чем глубже почвенные слои, тем беднее они органическими веществами; доступ воздуха в них затруднен, поэтому здесь преобладают анаэробные бактерии.

Количество бактерий в почве измеряется сотнями и тысячами. Микрофлора почвы представлена разнообразными видами бактерий, актиномицетов, грибов, водорослей и простейших животных. К постоянным обитателям почвы относятся различные спороносные бактерии. Из аэробов чаще встречаются *Bacillus mycoides*, *B. mesentericus*, *B. megatherium*, из анаэробов *Clostridium sporogenes*, *C. Perfringens*, *C. Putrificum* [101,127].

Изменение числа почвенных микроорганизмов зависит и от времени года: весной и осенью их больше, зимой и летом меньше. Микрофлора верхних слоев почвы богаче по сравнению с нижележащими, при этом особое обилие почвенных микроорганизмов характерно для прикорневой зоны растений – ризосферы [46, 102].

Процессы азотфиксации в почве имеют большое значение, так как способствуют накоплению азота, важнейшего биогенного макроэлемента. Анализируя данные исследований по численности анаэробных азотфиксаторов следует отметить, что представлена эта группа весьма незначительно – 29,0 тыс. КОЕ/г почвы [127].

Важнейшим фактором воздействия на эффективное и потенциальное плодородие почв засушливых степных зон является применение агротехнологий, полностью адаптированных к местным условиям.

Сегодня совершенствование технологий возделывания сельскохозяйственных культур тесно связано с экономическими факторами, непосредственно влияющими на выбор агротехнических приемов. Возможность получения стабильной и высокой урожайности возрастает с применением современной сельскохозяйственной техники, высокоинтенсивных сортов и гибридов, при строгом выполнении агротехнических приемов [16].

Одним из важнейших факторов, влияющих на продуктивность культур, является обработка почвы, под воздействием которой изменяется структура почвы, ее водный, воздушный и питательный режимы, а также биогенность. Особо значима основная обработка. В современном сельскохозяйственном производстве нашли широкое применение различные ее способы, обоснованные многолетними исследованиями [53,100,149,161,166,167].

В обзорной статье Всероссийского НИИ земледелия и защиты почв от эрозии [149] анализируется концепция построения систем основной обработки почвы, которая в настоящее время может быть применена к условиям Казахской Республики.

Авторы данной концепции указывают, что в настоящее время существует несколько подходов к способам основной обработки почвы. Наряду со сторонниками комбинированных систем в севооборотах, где разумно сочетаются отвальные, безотвальные, поверхностные и нулевые способы, есть приверженцы систематических мелких, поверхностных и даже нулевых способов обработки. Сторонники второй точки зрения, справедливо указывая на достоинства таких обработок (экономия горюче-смазочных материалов, высокая производительность, рентабельность производства), зачастую умалчивают или отрицают некоторые негативные аспекты их применения. Доводами в пользу таких способов являются ссылки на опыт зарубежных стран или данные, полученные в производственных условиях без наличия контрольного варианта. Причем совершенно не учитываются особенности, сложившиеся в отечественном земледелии: наличие почв тяжелого гранулометрического состава, засоренность полей, отсутствие необходимой технологической дисциплины в сельскохозяйственных предприятиях. Игнорируется и тот факт, что применение таких обработок в системе севооборотов требует обязательного использования пестицидов и удобрений, сводящих энергоемкость ресурсосберегающих способов до уровня традиционной вспашки. Все это свидетельствует о том, что совершенствование систем и способов обработки почвы в земледелии по-прежнему остается важной проблемой, которая не может иметь единого решения.

Факторов, определяющих выбор наиболее оптимального способа обработки почвы, достаточно много. К их числу относятся: тип почвы, ее физические свойства, подверженность эрозионным процессам, культура земледелия, предшественник и способ обработки почвы под него, засоренность поля, погода, наличие растительных остатков на полях, ограниченный срок проведения, внесение органических удобрений, применение гербицидов, наличие необходимой техники. Безусловно, одними из важнейших являются биологические требования самой культуры. Причем

велика вероятность того, что одинаковый результат могут обеспечить несколько различных способов. По-существу, чем меньше энергоемкость способа основной обработки почвы, тем более узкой является экологическая ниша его применения. Известно, что использование одних и тех же способов обработки в различных регионах в ряде случаев дает противоречивые результаты. Налицо неоднозначность воздействия нулевых и поверхностных обработок на урожайность зерновых и пропашных культур, плотность почвы, содержание гумуса в слое 0-10 см и влаги в метровом слое почвы. Наиболее позитивные результаты такие обработки обеспечивают в плане расхода ГСМ, затрат труда, рентабельности производства, явно негативные – в засоренности посевов, поражении их болезнями, неустойчивости урожаев. В связи с высокими ценами на горюче-смазочные материалы, недостатком квалифицированных механизаторов все большее распространение получает тенденция сведения основной обработки почвы к минимуму, замены энергоемких способов менее затратными. Появились и соответствующие термины, определяющие такие обработки (например, «сберегающее земледелие», хотя «сбережение» сопровождается увеличенным применением пестицидов, сводящим эффект от экономии горючего и живого труда к минимуму) [149].

Тщательный анализ данных многолетних исследований [149], полученных отечественными и зарубежными учеными в многофакторных и временных опытах, показывает, что при использовании нулевых и поверхностных способов основной обработки необходимо учитывать ряд положительных и отрицательных аспектов.

Положительные аспекты:

1. Усиление почвозащитных свойств почвы. Смешивание растительных остатков с верхним посевным слоем или оставление их на поверхности почвы способствуют предохранению почвы как от смыва ливневыми осадками, так и от ветровой эрозии.

2. Повышение содержания органического вещества в почве, снижение темпов минерализации гумуса. Сосредоточение большей массы растительных остатков на поверхности почвы или смешивание их преимущественно с посевным слоем ведет к увеличению содержания гумуса в верхнем (0-10 см) слое почвы или снижению темпов его минерализации.

3. Более активное разложение органики и накопление подвижного фосфора и обменного калия в верхнем слое почвы, который более оструктурен и имеет лучшие поглощательные свойства.

4. Повышение содержания влаги в почве. Наблюдается исключительно в верхнем слое, особенно в засушливые периоды при поверхностной обработке под озимые культуры. По профилю 0-100 см данное повышение менее выражено. Однако такое воздействие на почву послужило убедительным обоснованием для рекомендаций поверхностной обработки под озимые культуры в большинстве регионов [152,155], где и нашло широкое практическое применение.

5. Снижение деформации и уплотнения обрабатываемого и подпочвенного слоев ходовыми системами машин. Установлено, что уплотняющему воздействию движителей сельскохозяйственных машин подвержены все почвы, но особенно влажные (более 0,65-0,7 НВ), суглинистые и глинистые [22]. Тем самым, одной из наиболее актуальных задач минимизации обработки является снижение деформации почвы ходовыми органами машин. При нулевых и поверхностных обработках снижается число проходов машин по полю, и, следовательно, деформация и уплотнение почвы [134].

6. Уменьшение энергоемкости технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Как правило, уменьшение глубины обработки или полное ее исключение ведет к резкому уменьшению энергоемкости возделывания любой культуры и, как следствие, увеличению коэффициента энергетической эффективности [31,79,150,151]. Но данный

показатель не может служить определяющим в отрыве от других при выборе способа обработки под конкретную культуру.

7. Сокращение производственных затрат на 15-20 %, в том числе расхода топлива до 40 %, повышение производительности на 25-30 % и следовательно, экономия времени на проведение технологического процесса в 1,5-2 раза [126,144,150].

Отрицательные аспекты:

1. Ухудшение фитосанитарной ситуации в посевах. Многочисленными исследованиями установлено, что при использовании нулевых и поверхностных обработок повышается засоренность посевов, увеличивается поражение возделываемых культур болезнями и вредителями [78,126,144]. При однократном применении минимальных способов основной обработки количество сорняков, в подавляющем большинстве случаев, остается в пределах экономических порогов вредоносности по сравнению со вспашкой. Длительное использование таких обработок ведет к катастрофическому увеличению засоренности [168]. Применение пестицидов позволяет существенно улучшить фитосанитарную обстановку в посевах.

2. Риск снижения урожайности возделываемых культур и продуктивности севооборотов. Использование систематической нулевой обработки почвы на фоне минеральных удобрений в первой ротации пятипольного севооборота обеспечивало почти такую же продуктивность севооборота, как и отвальная разноглубинная обработка. Однако это равенство сохранялось только в первой ротации. Уже во второй недобор урожая по нулевой обработке достигал 43 ц/га зерновых единиц, что равносильно потере одного поля. Подобные данные, позволяющие судить о достоверном снижении урожайности при нулевых и поверхностных обработках под зерновые, зернобобовые и крупяные культуры, отмечаются также в научных публикациях В.М. Кильдюшкина [78], В.А. Федорова [141] и многих других ученых.

3. Уплотнение почвы проявляется при систематическом применении нулевых и поверхностных обработок, особенно нулевой, однако в большинстве случаев оно не превышает оптимальных параметров этого показателя для роста и развития возделываемых культур [78,81,82]. Но все же длительное использование таких технологий приводит к переуплотнению верхних слоев почвы, уменьшению водопроницаемости почвы и в конечном итоге к снижению урожайности культур.

4. Уменьшение запасов нитратного азота является одним из последствий длительного применения нулевых и поверхностных обработок, что вызвано размещением растительных остатков на поверхности почвы [82], снижением интенсивности минерализационных процессов в почве [30]. Причем данное снижение влечет за собой увеличение потребности возделываемых культур севооборота в дополнительном внесении азотных удобрений (не менее 1-1,5 ц/га физического веса) [72].

Противоречивость в оценке эффективности нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы свидетельствует о том, что их использование не может быть повсеместным [149]. Кажущаяся простота в их применении ограничивается большим набором условий, ограничивающих ареал их использования. Естественно, некоторыми из этих условий можно пренебречь, но тогда неизбежны потери урожая, ухудшение качества продукции и экологической обстановки в посевах.

Первым, весьма важным условием применения нулевых и поверхностных обработок почвы является вид возделываемой культуры. Отечественные исследования ясно показывают, что нулевая обработка наиболее приемлема под озимую пшеницу и рожь, менее – под яровые зерновые, однолетние травы; поверхностная – дополнительно под гречиху; непригодны рассматриваемые способы под пропашные культуры.

Вторым немаловажным условием является тип почвы, ее агрофизические и агрохимические свойства, в частности, гранулометрический состав и плотность, водоудерживающая способность,

содержание гумуса и других питательных веществ. Самая главная проблема нулевой обработки – неустойчивость ее действия по годам. Естественно, для каждой зоны и каждой культуры вопрос допустимости применения такой обработки должен рассматриваться комплексно, причем исследования должны вестись по единой методологической схеме, что позволит обоснованно сравнивать полученные результаты. Анализ публикаций по материалам проведенных исследований позволяет утверждать, что в годы достаточного увлажнения преимущество нулевой обработки под озимые зерновые весьма сомнительно, а в годы недостаточного увлажнения такая обработка, бесспорно, эффективнее вспашки. Под яровые зерновые культуры эта закономерность подтверждается крайне слабо, и необходимо в дальнейших исследованиях раскрывать причины варьирования продуктивности данных культур. Нужно выработать общий алгоритм эффективного применения нулевых способов основной обработки почв, позволяющий в зависимости от почвенно-климатических особенностей региона и года добиться устойчивых, экономически эффективных результатов.

Отдельного внимания требует экологическая составляющая технологий без основной обработки почвы. На взгляд авторов статьи, пропагандисты данных технологий не говорят о негативном воздействии применяемых средств химической защиты, как на свойства почвы, так и качество получаемой продукции. По нашему мнению, должна вестись детальная регламентация условий эффективного применения нулевых обработок и дальнейшей адаптации создаваемой для этого техники.

Более распространенный способ минимальной обработки – поверхностная обработка дисковыми агрегатами (дискаторами, дисковыми боронами, дисковыми луцильниками) в один-два следа с последующим посевом зерновых или трав обычными сеялками. Ареал такой обработки намного шире, чем нулевой. Например, в черноземной зоне поверхностная обработка под озимые занимает главенствующее положение по сравнению со

всеми возможными способами, а нулевая применяется лишь в отдельных хозяйствах.

По существу, нулевая обработка на сегодняшний день не обладает универсальностью. Попытки ее сблизить с традиционной вспашкой – бессмысленная задача, так как эти обработки имеют абсолютно разные теоретические и исторические предпосылки. Большинство агитаторов нулевой обработки неудачи ее применения списывают на плохую подготовленность кадров, говорят о необходимости обязательного переходного периода, но на самом деле самая главная проблема – несовершенство технологий, основной причиной чего является низкая адаптация к многообразным почвенно-климатическим условиям. Возникший в последние десятилетия ажиотаж с прямым посевом во многом связан с тем, что сельское хозяйство представляет собой огромную площадку для реализации зарубежной сельскохозяйственной техники и средств химической защиты растений. Между тем, сельскохозяйственным производителям необходима качественная и конкурентоспособная отечественная техника, адаптированная к региональным почвенно-климатическим условиям. Помимо этого, с учетом увеличения доли применения ресурсосберегающих технологий, следует разработать и утвердить законодательные акты по вопросу сохранения и поддержания плодородия почв, совершенствованию ГОСТов по качеству зерна для производства продуктов питания [149].

Исследования последних десятилетий показывают, что представления о необходимости интенсивных механических обработок почвы в значительной мере преувеличены, поскольку при этом в большинстве случаев происходит нарушение динамического равновесия в экологической системе почва - растение - окружающая среда [81, 160].

Вместе с тем ряд исследователей отмечает, что при исключении механических обработок наблюдается рост засоренности посевов, особенно многолетними сорняками, ухудшается обеспеченность растений азотом и, как следствие, снижается качество зерна [29,157].

В США и Канаде обработка почвы с сохранением пожнивных остатков на поверхности поля, как средство борьбы с дефляцией начала применяться с 30-х годов прошлого столетия и нашла широкое применение в зерносеющих регионах, но она оправдала себя в 2-3-польных севооборотах из-за сильной засоренности посевов [164].

В республике Казахстан в настоящее время также практически произошел отказ от традиционных технологий возделывания с исключением вспашки как приема основной обработки почвы, а принцип минимализации стал одним из основополагающих приемов. В то же время использование только отдельных элементов технологии не приводит к рациональному использованию природных и производственных ресурсов. Применяемые технологии должны выполняться комплексно с решением следующих задач:

- приобретение и использование современной техники и средств защиты растений;
- обеспечение сохранения и повышения почвенного плодородия;
- определение оптимальной структуры почвенных площадей, с достижением низкой себестоимости получаемой продукции и устойчивого ведения производства [24].

Большой научный и практический интерес, по мнению Двуреченского В.И. и Гринец А.И. [48,49] в связи с этим, представляет разработка новой влаго-, ресурсосберегающей технологии РГП «Северо-Западный научно-производственный центр сельского хозяйства» МСХ РК. Если раньше по традиционной технологии потери влаги на непродуктивное испарение составляли около 50%, то использование новейшей техники, например пневматических посевных комплексов типа «Флексии-Койл», «Херш» и др., позволили эффективность использования влаги увеличить до 75%. Оставление высокой стерни после уборки урожая позволяет в два раза больше накапливать снега.

Применение новейшей техники, новых посевных агрегатов, влагосберегающих машин позволяет повысить урожайность зерновых в 2 и

более раза, а возделывание масличных, бобовых, крупяных культур, таких как рапс, соя, горох, сафлор, подсолнечник, горчица, которые относятся к группе интенсивного типа, снизить удельный вес паров. Это один из творческих, целесообразных подходов к решению проблем земледелия РК. Организация землепользования с дифференцированным использованием земли, оптимальным соотношением отраслей растениеводства и животноводства, бездефицитным балансом гумуса, охраной почв от эрозии создаст не только условия для сохранения и повышения плодородия почв засушливых степей, но и станет основой устойчивости земледелия [24].

Способы основной обработки почвы могут оказывать существенное влияние не только величину урожая, но и на его качество. В результате исследований проведенных на темно-каштановых почвах Западно-Казахстанской области лучшие показатели по качеству зерна яровой пшеницы заметны именно по третьему сроку плоскорезной обработки. Исходя из этого, можно заключить, что для получения качественного зерна яровой пшеницы безотвальная обработка по сравнению с отвальной была лучшей независимо от сроков обработки. Вероятно, это связано с тем, что на безотвальных способах обработки больше накапливается влаги, что создает благоприятные условия для формирования зерна [25].

Вьюрков В.В. и др. [37] подчеркивают, что в современных условиях обработка почвы остается важнейшим элементом зональных систем земледелия Казахстана, обеспечивающим не только регулирование продуктивности пашни, энергетических затрат, но и сохранение верхнего слоя почвы от эрозии, повышение плодородия почвы, эффективное использование удобрений и освоение ресурсосберегающих технологии возделывания полевых культур.

В Приуралье в силу объективных причин (равнинный рельеф, засушливые весны и осени, сильные ветры, значительные площади под чистыми парами) складываются объективные предпосылки проявления дефляции почвы. Она зачастую сочетается с одновременным губительным

действием засухи и суховеев. Поэтому меры борьбы с дефляцией должны одновременно решать важные задачи земледелия в борьбе с засухой. Этому требованию отвечает почвозащитная обработка, которая также способствует более бережному расходованию гумуса и является важнейшим принципом воспроизводства органического вещества почвы [37].

Результаты длительного стационарного опыта в учхозе Западно-Казахстанского аграрно-технического университета (ЗКАТУ) им. Жангир хана показали, что основная плоскорезная обработка черного пара по сравнению со вспашкой обеспечивала достоверную прибавку урожайности озимых культур в 63-67% лет исследований при абсолютном значении показателя 1,7-2,0 ц/га. Вспашка имела преимущество при возделывании озимой ржи в 13% лет исследований, а в остальные годы урожайность изучаемых культур находилась на одном уровне [12,40,67].

На темно-каштановых почвах учхоза ЗКАТУ и КХ «Акколь» минимализация основной обработки почвы в паровом звене севооборота сопровождается снижением продуктивности озимых и яровых культур [37].

На богарных землях засушливых зон Казахстана наиболее эффективным предшественником озимой пшеницы является чистый пар. Основная задача парового поля – накопление и сохранение влаги в почве к периоду посева озимой пшеницы. Почвенной влаги, накопленной в паровом поле за осенне-зимний и ранневесенний периоды, бывает достаточно для нормального роста и развития озимой пшеницы до конца ее вегетации, что создает условия для получения достаточно высоких и устойчивых урожаев по чистому пару. В последние годы в качестве основной обработки почвы в первые годы рекомендовалась отвальная вспашка, что сопряжено со значительными энергетическими затратами, разрушением почвенной структуры и деградацией почвы [111].

Несколько позже в связи с развитием эрозионных процессов было рекомендовано основную обработку чистых паров производить

плоскорезами-глубокорыхлителями с оставлением стерни и растительных остатков на поверхности почвы [92,112].

При традиционной технологии возделывания сельскохозяйственных культур на обработку почвы приходится около 40% энергетических и 25% трудовых затрат от всего объема полевых работ [39]. Даже при почвозащитной системе земледелия с ее элементами минимизации наблюдается опережающий рост энергетических затрат на производство урожая. Весьма важным достоинством минимизации обработки почвы является сокращение расхода ГСМ, амортизации техники и экономия трудовых ресурсов. Затраты на 1 га посевов при нулевой технологии снизились в сравнении с традиционной на 29,3%, а при минимальной – на 23,5%. Рентабельность производства зерна составила по традиционной обработке 66,4%, минимальной – 82,4%, нулевой – 91,9%. [73].

По данным А.К. Киреева [111] из изучаемых приемов обработки почвы под паровое поле наименьшие затраты на 1 га обеспечила плоскорезная обработка на глубину 10-12 см – в пределах 9,0 тыс. тг/га. Условно чистый доход при возделывании озимой пшеницы по чистому пару с внесением 30 т/га навоза составил 34,9 тыс. тг. Минимализация обработки почвы и удобрения не снижали технологические показатели качества зерна озимой пшеницы и оказывали влияние на повышение отдельных показателей, таких, как натура зерна, клейковина.

Совершенствование технологии парования за счет отказа от основной обработки почвы и частичной замены механических обработок на химические позволяет уменьшить риск миграции азота в более низкие слои почвы. Посев озимых культур, вместо яровой пшеницы, обеспечивает как увеличение продуктивности гектара, так и больший возврат органического вещества в виде соломы и пожнивно-корневых остатков [89,91].

Исследованиями Елешева Р.Е. [56] установлено, что в процессе весенне-летнего ухода за паровым полем частичная замена механической обработки на химические позволяет не только значительно снизить расход

энергетических средств в борьбе с сорняками, но и сократить скорость минерализации органического вещества в обрабатываемом слое почвы. Сравнительная оценка различных технологических приемов в системе предпосевной обработки почвы и весенне-летнего ухода за паровым полем показывает, что сложившаяся (традиционная) практика парования полей с механическим культиватором имеет не только самые высокие показатели энергетических затрат, но и самое высокое образование нитратного азота в почве за весенне-летний период парования. Так, в начале полевых работ содержание нитратного азота в 0-40 см слое почвы составляло 39,8 мг/кг, а в конце весенне-летнего периода (август) в среднем за три года образовалось до 102,4 мг/кг почвы. Использование плоскорезного рыхления на 12-14 см в качестве основной обработки пара и применением той же меры весенне-летнего ухода за паром, что и на выше обозначенном варианте резко снижало содержание нитратного азота. Однако и на этом варианте пара отмечалось интенсивное накопление нитратов (95,2 мг/кг почвы)

В последнее время исследованиями Карипова Р.Х. [73] установлена высокая эффективность минимальной и нулевой технологии обработки почвы при возделывании яровой пшеницы в сухостепной зоне северного Казахстана. Показано, что минимальная и нулевая технология обеспечивают более продуктивное использование влаги, надежную защиту почвы от ветровой эрозии, повышение урожайности и снижение производственных затрат. Так, перед началом снеготаяния запасы воды в снеге на вариантах с минимальной и нулевой технологией обработки почвы составили соответственно 64,2-88,8 мм и 66,9-93,9 мм, тогда как по традиционной технологии всего лишь 50,1-72,6 мм.

Усвоение талых вод почвой зависело от состояния увлажнения почвы и плотности сложения. Темно-каштановые почвы в сухом состоянии обладают достаточно высокой водопроницаемостью вследствие наличия большой сети трещин. Кроме того, эти почвы способны к «саморыхлению» за счет периодического увлажнения и высыхания, промерзания и оттаивания.

Поэтому исключение глубокого рыхления почвы осенью не оказало существенного влияния на впитывание осенне-зимних осадков. Между нулевой и традиционной технологией разница по коэффициенту усвоения осенне-зимних осадков составила всего лишь 0,01- 0,16 [73].

Весьма важным является сохранение накопленной влаги в почве от испарения. В период от схода снега до посева, продолжительность которого в регионе составляет 35-40 дней, путем физического испарения были израсходованы все выпавшие за этот период осадки и часть влаги из почвы, накопленной за счет осенне-зимних осадков. Особенно интенсивно испарялась влага из почвы при традиционной обработке (23,5-34,2 мм). На этом варианте пахотный слой почвы имел в этот период чрезмерно рыхлое сложение (обычная масса 1,05 г/см³). На вариантах с нулевой и минимальной технологией обработки почвы, благодаря наличию большого количества стерни и соломенной мульчи, потери влаги были меньше. Кроме того, на этих вариантах почва была несколько плотнее, что способствовало замедлению конвекционно-диффузных процессов [120]. Здесь перед посевом яровой пшеницы в метровом слое почвы продуктивной влаги было соответственно на 25,2 и 18,3 мм больше, чем на варианте с традиционной обработкой [73].

Вследствие интенсивной механической обработки почвы на варианте с традиционной обработкой, особенно в сухом состоянии, происходит разрушение почвенной структуры и растительного покрова, уменьшается комковатость поверхностного слоя почвы. Так, на этом варианте эродируемость составила 138,7 г за 5 мин. экспозиции, что значительно выше допустимого предела, тогда как при минимальной и нулевой обработке всего лишь 38,0-43,6 г.[73].

Минимизация механических обработок и их полное исключение способствуют более полному накоплению, лучшему сохранению и продуктивному использованию влаги. Ее запасы были соответственно на 13,3 и 20,5 мм больше, чем при традиционной технологии. Минимальная и

особенно нулевая технология обеспечили надежную защиту почвы от ветровой эрозии, обеспечили повышение урожайности на 29,7 % и 35,6% и снижению затрат на 29,3% и 23,5%, соответственно [73].

Одним из основных показателей эффективности возделывания различных культур является структура посевов и соблюдение научно обоснованного чередования культур в севооборотах.

В.В. Жигайлов., А.К. Киреев., Ж.Ж. Сапарбаев., Е.М. Зенкова [118] отмечают, что в засушливых регионах Казахстана зерновые культуры должны чередоваться с паром, пропашными и многолетними травами в выводном поле. В степной зоне на долю многолетних трав должно отводиться от 20 до 40%. Введение севооборотов с многолетними травами будет иметь не только почвозащитное значение, но и способствовать увеличению площадей, занятых растительностью, близкой к естественному травостою, повышая тем самым экологическую устойчивость ландшафта.

В.В. Вьюрков и др. [35] делают заключение, что для устранения негативных явлений, происходящих в темно-каштановых почвах под влиянием интенсивного сельскохозяйственного использования и воспроизводства их почвенного плодородия, необходимо проведение следующих мероприятий:

- освоение зернопаровых севооборотов с оптимальным насыщением кулисными (черными) парами, озимыми и яровыми зерновыми культурами (включая бобовые и крупяные);
- возделывание многолетних трав в выводном поле севооборота и сидератов;
- оставление на поле соломы зерновых культур, полное использование других имеющихся органических удобрений;
- совершенствование ресурсосберегающей системы обработки почвы и применения минеральных удобрений на фоне проведения влагонакопительных и влагосберегающих мероприятий;

- предупреждение эрозионных процессов, переуплотнения почв и загрязнения ее остатками пестицидов и удобрений;
- интегрированная защита растений от вредных организмов;
- использование высокоурожайных и засухоустойчивых сортов возделываемых культур и своевременное проведение сортосмены и сортообновление.

1.4. ЗАЛЕЖНЫЕ ТЕМНО-КАШТАНОВЫЕ ПОЧВЫ

Согласно официальным источникам и СМИ в настоящее время в Казахстане выведено из оборота и не используется порядка 2,81 млн. га пашни. Она переведена в залежь и трансформируется под влиянием естественных и антропогенных процессов: почвообразования, саморазвития почв, задернения, залужения, и др.

Эти земли, перешедшие в разряд бросовых, создают определенную экологическую напряженность, т.к. на этих участках распространяются вредители, болезни и сорные растения, в том числе трудноискоренимые виды. Это ведет к ухудшению экологической обстановки на посевах сельскохозяйственных культур, граничащих с такими землями. Обострение проблемы борьбы с саранчовыми вредителями в последние годы – наглядное подтверждение остроты проблемы.

На залежах бурьянистая стадия из однолетних и многолетних растений (овсюг, бодяк полевой, пырей, острец, горчак полевой, осот полевой и др.) сменяется полынями разных видов, малопригодными в качестве корма для всех видов сельскохозяйственных. Злаковые многолетние травы в этих фитоценозах почти отсутствуют. Это говорит о том, что, во-первых, смена растительности на залежах все-таки происходит, минуя стадию корневищных и рыхлокустовых злаков. Связано это с высокой степенью солонцеватости и низким плодородием этих земель. Во-вторых, не следует рассчитывать на естественное возобновление ценных в кормовом отношении злаковых

многолетних трав. В-третьих, за период пребывания под бурьянистой залежью в почве накапливается огромное количество семян сорняков, исчисляющееся миллионами штук на одном гектаре. Причем значительная их часть долго сохраняет жизнеспособность (овсюг, осоты, полыни, куриное просо) [104].

В то же время темно-каштановые почвы залежи имеют относительно благоприятные агрофизические, агрохимические и биологические свойства, позволяющие выращивать районированные сорта возделываемых в регионе культур. Для эффективного освоения залежи необходима дифференцированная агротехника и подбор культур, которые в наибольшей степени смогут реализовать потенциал плодородия почвы и обеспечить высокую урожайность и качество продукции [38].

По обеспеченности подвижными элементами питания почвы залежи, особенно в верхнем горизонте, мало отличаются от старопахотных почв. В этих почвах на глубине 0-27 см содержание валового азота и фосфора составляло 0,30 и 0,14 %, а подвижных соединений азота, фосфора и калия соответственно - 57,5.18,0 и 500 мг/кг [10,11,36].

Ерёминым Д.Е. [58,59,60] изучено влияние многолетней залежи (15 лет) на содержание и запасы гумуса старопахотного чернозема выщелоченного в лесостепной зоне Зауралья. Использование чернозема под пашней в течение 25 лет привело к снижению содержания гумуса в пахотном слое почвы с 7,6 до 6,9-7,0 % от массы почвы ($НСР_{05} = 0,3-0,4$ %).

Перевод почвы на 5 лет в залежное состояние не восстановил данный показатель до первоначальных значений. В более глубоких слоях почвы процесс дегумификации продолжался вследствие дефицита растительных остатков.

Восстановление содержания гумуса в пахотном слое чернозема выщелоченного, ухудшившегося за 25 лет пашни, происходит только после 15 лет произрастания многолетней травянистой растительности. Однако до

уровня целины (8,3-9,0 %) данный показатель не поднялся - 7,5-8,0 % от массы почвы.

Скорость накопления гумуса в пахотном слое чернозема выщелоченного под действием многолетней травянистой растительности достигает 1,7-1,9 т/га в год без существенных изменений в течение 15 лет нахождения изучаемой почвы в залежном состоянии [59].

По данным Тлепова А.С. [137] по гранулометрическому составу (ГМС) залежная среднесуглинистая почва мелкопылевато-крупнопылеватая, а в нижних горизонтах – иловато-крупнопылеватая, по содержанию гумуса – обеспечена лучше, чем пашня. На процессы накопления гумуса влияет целый ряд факторов, при этом, очевидно, что ГМС влияет через создание оптимальных для этого условий. Преобладание илистой фракции с глинистыми минералами играет большую роль в формировании почвенного плодородия. Однако на практике тяжелосуглинистый и глинистый ГМС почв приводит к запаздыванию с проведением полевых работ, ограничению в подборе культур, к снижению урожайности, вследствие ухудшения аэрации во влажные годы.

В последние годы наметилась тенденция повторного вовлечения залежей в пашню и увеличения коммерчески выгодных посевов зерновых [50, 55, 103].

Повторное вовлечение брошенных сельскохозяйственных земель не всегда экономически и экологически оправдано. В процессе сельскохозяйственного производства, а также при переводе залежей в пашню и другие угодья, происходят существенные изменения свойств почвы. Эти изменения могут носить как положительный, так и отрицательный характер. Однако до сих пор не установлены научно-обоснованные нормативы и ограничения, обеспечивающие устойчивое земледелие и получение высококачественной сельскохозяйственной продукции [104, 127, 148].

На Актюбинской сельскохозяйственной опытной станции разработаны приемы способствующие предотвращению стихийного зарастания земель

сорняками. Создаются фитоценозы, которые могут быть вновь вовлечены в сельскохозяйственный оборот в качестве долголетних сенокосно-пастбищных угодий [148].

Сергалиев Н.Х. [127] отмечает, что положительную и отрицательную трансформацию залежных с.-х. угодий невозможно рассматривать без учета деятельности микроорганизмов, которые являются ключевым звеном почвообразовательного процесса и круговорота биогенных элементов и основным фактором самоочищения почвы. Однако сведения о состоянии залежных земель данной зоны весьма обрывочны и изучены недостаточно [50,129].

Исследованиями Сергалиева Н.Х. [127] выявлено, что в темно-каштановой почве залежи сухостепной зоны Приуралья по численности основными являются амилолитическая, автохтонная микрофлора и аммонифицирующие группы микроорганизмов. Наибольшая численность представлена амилолитической группой микроорганизмов, причем 85,2 % из этой группы составляют бактерии и лишь 14,8 % актиномицеты. Автор отмечает, что требуется дополнительное изучение возможной взаимосвязи между численностью отдельных групп культивируемых микроорганизмов и видовым составом флоры.

Современными исследованиями окончательно не установлены наиболее эффективные способы освоения залежных земель. Многие авторы считают, что самым эффективным агротехническим приемом консервации земель, выведенных из пашни, считается их залужение многолетними травами, т.к. последние предотвращают деградацию земель, очищают их от вредителей, болезней и сорной растительности, в дальнейшем способствуют повышению потенциального плодородия почвы [13, 55].

Оразбаев К.Ш., Гринев А.И., Нугманов А.Б. [108] отмечают, что проблема расконсервации бросовых земель путем создания высокопродуктивных сенокосов и пастбищ является актуальной и имеет прикладную значимость. После этапа залужения и использования этих

земель в качестве сенокосов и пастбищ они могут быть возвращены в пашню под зерновые культуры. При этом ранее разработанные технологии по способам посева трав, применяемые на пашне в системе севооборотов и при коренном улучшении естественных кормовых угодий, не пригодны для залужения бросовых земель. При освоении бурьянистых залежей приходится сталкиваться с огромными запасами семян сорняков накопившихся после выведения этих земель из оборота. После любого способа обработки почвы семена сорняков активно трогаются в рост, поэтому и проблема борьбы с ними на этих угодьях первоочередная.

Исследованиями за 2 года использования сенокосов, созданных на залежных землях, показана высокая эффективность сочетания механических и химических предпосевных обработок почвы: БДТ-7 + КПЭ-3,8 + раундап (3,0 л/га). Выход сена составил 135 ц/га, кормовых единиц - 106,6 ц/га, переваримого протеина - 14,4 ц/га. Большую долю в полученном урожае составляют бобовые травы (люцерна, донник, эспарцет) – около 75%. Проведение на этом варианте как механических, так и химической обработок почвы, позволило более длительный период контролировать засоренность посевов, особенно многолетними сорняками (осот, молочай, виды полыни, тысячелистник). Это благоприятно сказалось на развитии многолетних трав в 1-й и 2-й годы жизни, что обеспечило хорошую приживаемость трав и высокую густоту травостоя (61 шт./м²) [108].

Однако во многих случаях применение поверхностных обработок почвы при распашке залежных почв недостаточно. Наличие плотной дернины, разделка которой в засушливые годы сильно иссушает посевной слой почвы и крайне неблагоприятный водный режим залежных почв (по типу целинных угодий) требует применения глубоких механических обработок и 1-2 лет парования. Поэтому целесообразно после распашки и парования залежных почв занимать их сначала наиболее экономически выгодными культурами полевых севооборотов, а затем уже располагать на этих площадях выводные поля с культурными многолетними травами.

Исследованиями Можяева Н.И. [104] на темно-каштановых почвах Акмолинской области установлено, что трансформирование бурьянистых залежей в кормовые угодья требует приемов, отличных от тех, которые обычно применяют в полевом травосеянии и при коренном улучшении естественных кормовых угодий. Наиболее эффективна технология, основанная на глубокой первичной обработке залежи с последующем паровании и посевом многолетних трав и их простых смесей (житняк + эспарцет, житняк + кострец, кострец + люцерна) подпокровным способом и при посеве после предварительной культуры.

Джапаровым Р.Ш. [55] установлено, что отвальная вспашка залежи по сравнению с безотвальной обработкой повышала урожайность яровой пшеницы на 0,17 т/га. В последствии в течение последующих двух лет посева зерновых культур безотвальный способ имел преимущество перед отвальным в среднем на 6,6%.

Необходимо так же учитывать, что в разряд залежных земель в первую очередь переходили относительно малопродуктивные комплексные темно-каштановые и каштановые солонцеватые и солонцовые почвы. Поэтому в технологии освоения таких залежных почв требуется учитывать особенности агротехники солонцовых почв. В частности необходимо учитывать особенности реакции культурных растений на солонцеватость и засоление почв [19,20].

По данным Марс А.М. [96] слабая солонцеватость снижала урожайность яровой пшеницы на 46%, а житняка, суданской травы и донника на 24,3-28,9%. Средняя солонцеватость уменьшала урожайность яровой пшеницы на 60%, остальных культур – на 50,0 и 58,8%. Сильная солонцеватость приводила к падению урожайности яровой пшеницы на 88,6%, суданской травы – на 80,0%; житняка – на 74,1%; донника – на 75,8%. На солонцах яровая пшеница вообще не формировала урожайность зерна, житняк снизил урожайность на 90,6%; суданская трава - на 93,3%; донник -

на 89,4%. Наиболее устойчивыми к солонцам культурами оказались житняк и донник.

Посевы житняка в течение четырёх лет снижали содержание обменного натрия при слабой степени солонцеватости почвы в 1,6-2,4 раза, при средней степени - в 1,4-1,5 раза, при сильной степени осолонцевания - в 1,4-1,7 раза и на солонцах - в 2,0-2,3 раза. Содержание обменного кальция возросло в первом случае на 3,0-6,8%; на других вариантах - соответственно на 6,0—9,7; 7,0-12,9 и 4,3-12,8%. Посевы житняка заметно снижали степень осолонцевания почвы.

Снижение степени осолонцевания почвы в посевах житняка улучшало их агрофизические свойства. Плотность почвы снижалась на 0,03—0,07 г/см³. Общая пористость возрастала на 6,1-11,8%, водопроницаемость – на 54-100 мм/час.

Под действием житняка улучшался водный режим почвы. Запас доступной влаги в солонцах увеличивался на 7 мм. Улучшалось использование продуктивной влаги. Коэффициент водопотребления снижался на четвёртый год жизни житняка при слабой степени осолонцевания на 36,0%, при средней степени – на 28,9%; при сильной степени – на 19,4% и на солонцах – на 13,8%.

Урожайность житняка возрастала по мере улучшения солонцеватых почв. На четвёртый год жизни урожайность житняка возросла на 4,5-6,2%, что статистически достоверно. Следует отметить высокую фитомелиоративную способность житняка только при слабой и средней солонцеватости почвы.

Аналогично житняку отмечено воздействие на солонцеватые почвы донника. Донник снижал содержание обменного натрия в 1,5-2,5 раза и повышал долю обменного кальция на 4,1-7,0%. Плотность почвы после донника уменьшалась на 0,04-0,14 г/см³. При этом общая пористость возрастала на 3,5-5,2%, а водопроницаемость повышалась в 2-3 раза. Запасы продуктивной влаги после донника в метровом слое почвы увеличивались на

11,3-22,6 мм. Донник более эффективно, чем житняк, оказывал фитомелиоративное действие на солонцеватость почвы. Под влиянием химических мелиорантов улучшался состав обменных оснований солонцовых почв и солонцов. Внесение гипса снижало количество поглощённого натрия в 2,0-4,2 раза. В сильносолонцеватых почвах содержание обменного кальция возрастало на 6,1-13,8%. В среднесолонцеватых почвах внесение гипса снизило количество обменного натрия в 5-8 раз, а в солонцах – в 6-7 раз. Содержание обменного кальция увеличивалось на 19,5-35,5 и 28,8% [96].

На солонцовых почвах наиболее экономически выгодно было использовать безотвальную обработку почвы со щелеванием. На этом варианте получен наибольший доход и наивысший уровень рентабельности. Последний составил у яровой пшеницы 11%; у ячменя – 42%; у суданской травы – 43,0%. Возделывание этих культур на фоне обычной вспашки было убыточным.

За четыре года произрастания житняк как многолетняя трава способствовал улучшению водно-физических свойств почвы, снижению содержания обменного натрия и повышал урожайность по годам жизни. Несколько иная закономерность отмечена в посевах донника. На четвертый год после посева донника, после отмирания его корневой системы, почва заметно улучшает водно-физические свойства и повышает урожайность последующей культуры. Донник был посеян под покров овса, на четвёртый год также был посеян овес. Урожайность овса возросла. Отсюда, увеличились чистый доход и уровень рентабельности [96].

На основании проведенных исследований Марс А.М. [96] делает вывод, что житняк как фитомелиорант можно использовать при длительности его возделывания не менее 4-х лет только на слабосолонцеватых и среднесолонцеватых почвах. На солонцах эффективно использовать его в сочетании с половинной дозой гипса. Донник в качестве фитомелиоранта можно применять на всех видах по степени солонцеватости

почв без химических мелиорантов, но с учётом мелиоративного периода не менее 4-х лет и посева его под покров однолетних трав.

Обзор литературы по современному состоянию почв Казахстана, факторам оптимизации земледелия в зоне темно-каштановых почв и технологиям повторного освоения (расконсервации) залежных угодий позволили сделать следующие заключения:

1. В Республике Казахстан почти все пахотные почвы в настоящее время утратили до 20-30% накопленного природой гумуса, 12 млн. га подвержены ветровой, 5 млн. га водной и 500 тыс. га ирригационной эрозии, 63 млн. га пастбищ в различной степени подвержены деградации, половина орошаемой пашни испытывает вторичное засоление.

2. Для устранения негативных явлений, происходящих в почвах под влиянием интенсивного сельскохозяйственного использования и воспроизводства их плодородия необходимо соблюдение разработанных научными учреждениями Республики зональных систем земледелия, рекомендуемых для каждой почвенно-климатической зоны и специализации отдельных сельскохозяйственных производств комплекс оптимальных агротехнических приемов.

3. Важной проблемой аграрного сектора, требующей в настоящее время безотлагательного решения, является возвращение в разряд культурных сельскохозяйственных угодий залежных (бросовых) земель, площадь которых в Казахстане в настоящее время составляет более 2,81 млн. га. За счет этих угодий можно существенно увеличить площадь пашни и посева зерновых и кормовых культур, решив проблему увеличения производства фуражного и продовольственного зерна и кормов для животноводства.

4. Технологии освоения залежных темно-каштановых почв и дальнейшего использования их в сельскохозяйственном производстве северо-запада Казахстана изучены очень слабо. В настоящее время пока нет научно обоснованных данных (за исключением единичных исследований) и единого

мнения о наиболее эффективных технологиях обработки залежи при ее освоении и целевого использования в первые годы освоения этих угодий.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в период аспирантской подготовки в 2011-2015 гг. при Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

По согласованию с научным руководителем программа аспирантской подготовки была разработана на период 2011-2015 гг. с учетом исследований автора, начатых в 2010 гг. в магистратуре Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана (г. Уральск). В частности, из магистерской диссертации были использованы материалы по характеристике исследуемых почв (Глава 3).

Исследования проводились на территории ТОО «Пермский» Зеленовского района Западно-Казахстанской области. Общая площадь опытных участков около 33 га.

Экспериментальные данные для диссертационной работы были получены автором в результате комплексных полевых исследований основных показателей плодородия осваиваемых залежных темно-каштановых почв.

Объектами наблюдения были выбраны типичные для степной зоны темно-каштановые почвы Западно-Казахстанской области, на которых расположены различные сельскохозяйственные угодья (см. схему опытов).

2.2. СХЕМЫ ОПЫТОВ

При разработке плана полевых исследований для получения 3 летних экспериментальных данных было предусмотрено три независимых в

пространстве и во времени (2011, 2012 и 2013 гг.) закладки идентичных вариантов освоения залежных почв.

В каждой закладке в год освоения залежи в августе сначала для разделки дернины проводилась 2-х кратная обработка почвы дисковыми орудиями (дискатор) на глубину 8-10 см, а затем на этом фоне под зябь применялись три варианта основной обработки почвы:

1. Вспашка плугом ПН-4-35 на глубину 25-27 см.
2. Обработка плоскорезом КПГ-250 на глубину 25-27 см.
3. Рыхление плугом с отнятыми отвалами на глубину 14-16 см.

Опыт закладывался в трехкратной повторности с систематическим расположением вариантов обработок почвы в каждой отдельной закладке (рисунок 1). Площадь каждой делянки 1000 м^2 (50х20 м).

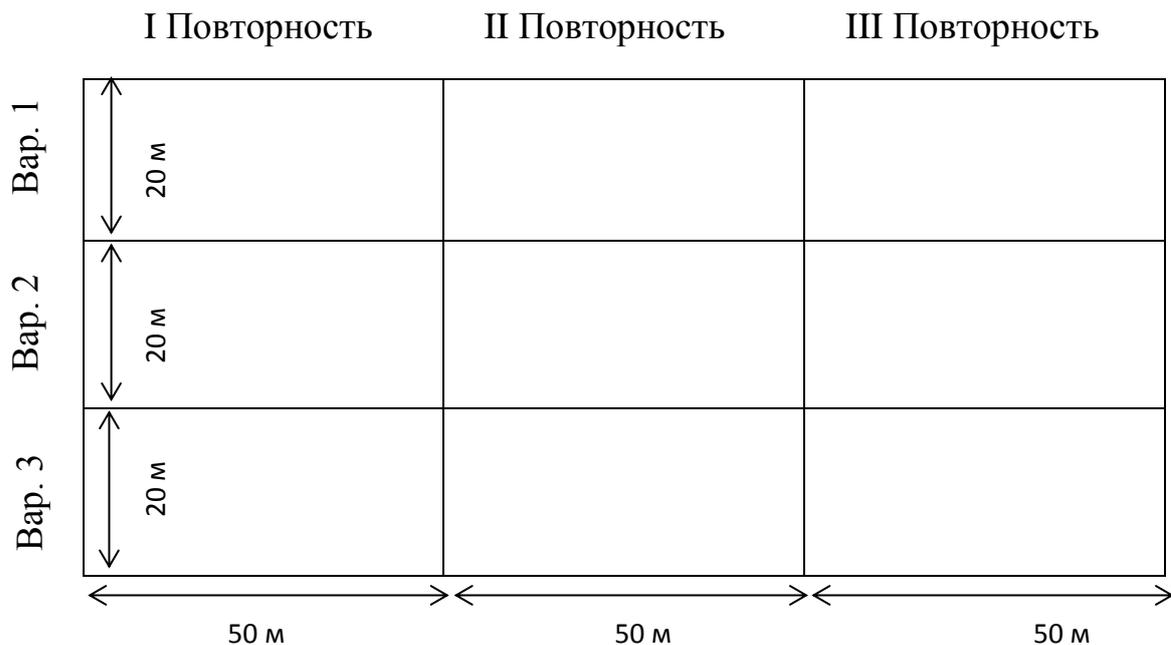


Рис. 1. Схематический план размещения вариантов основных обработок почвы в полевых опытах (одна закладка)

В качестве контроля во все годы исследований использовались постоянно закрепленные целинные и старозалежные участки с многолетней естественной растительностью.

В дальнейшем на обработанной залежи применялись зональные системы обработки почвы и агротехники возделываемых культур. На второй год после обработки залежи почва находилась под чистым паром, а на третий год – высевалась яровая пшеница. Сразу же после посева на $\frac{1}{2}$ участков под покров яровой пшеницы высевались травосмесь житняка и люцерны. Посев проводился сеялками СЗП-3,6 с последующим прикатыванием (рисунок 2).

№№ закладок	Годы закладки опытов и проведения исследований				
	2011	2012	2013	2014	2015
Целина и многолетняя залежь					
1	1.1. Обработка залежи	1.2. Чистый пар	1.3. Яровая пшеница	–	–
			1.3. Яровая пшеница+ многолетние травы	1.4. Многолетние травы первого года пользования	1.5. Многолетние травы второго года пользования
2	–	2.1. Обработка залежи	2.2. Чистый пар	2.3. Яровая пшеница	–
				2.3. Яровая пшеница+ многолетние травы	2.4. Многолетние травы первого года пользования
3	–	–	3.1. Обработка залежи	3.2. Чистый пар	3.3. Яровая пшеница
					3.4. Яровая пшеница+ многолетние травы

Рис. 2. Схема расположения полей в звеньях севооборотов по годам закладки опытов

2.3. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ПОГОДНЫЕ УСЛОВИЯ РАЙОНА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Западно-Казахстанская область расположена в северо-западной части Республики Казахстан и занимает зону сухих степей и полупустынь. Территория области простирается по обе стороны среднего течения реки Урал и располагается на южных отрогах Общего Сырта, Подуральского плато и северной части Прикаспийской низменности. Протяженность ее с севера на юг составляет 350 км, с запада на восток – 555 км. Общая площадь области превышает 15 млн. га.

Поверхность территории закономерно понижается в направлении с северо-востока на юго-запад. Западно-Казахстанская область в основном равнинная – абсолютные высоты не превышают 350 м. Прикаспийская низменность занимает большую часть территории области, наиболее возвышенная часть которой (более 50 м) прилегает на севере к Общему Сырту и на западе – к Подуральскому плато.

Зона сухих степей включает Подуральское плато и Общий Сырт. Подуральское плато занимает в основном Усть-Илецкий водораздел. Это увалисто-волнистая равнина с абсолютными высотами 110-260 м, расчлененная системой широких речных долин. Основание Подуральского плато сложено породами мелового возраста, которые покрыты суглинками, супесями и лессами. Пахотные земли зоны составляет 71% от всей площади пашни в области.

Территория Общего Сырта представлена увалисто-волнистой возвышенной равниной, расчлененной речными долинами. Абсолютные высоты Общего Сырта заключены в пределах 100-200 м. Общий Сырт сложен глинистыми и тяжелосуглинистыми отложениями. Почвообразующими породами являются меловые и третичные породы. Пахотнопригодные земли составляют 16% от общей площади земель.

Суровые природно-климатические условия Западно-Казахстанской области характеризуются высокой континентальностью, проявляющейся в

резких температурных контрастах дня и ночи, зимы и лета, в быстром переходе от зимы к лету при коротком весеннем периоде [113].

Влияние мощного западного отрога Сибирского антициклона в холодное время года является одним из важных климатических факторов, определяющих особенности климата. В этой связи зимой около 50-60% времени здесь удерживается антициклонный режим погоды, что в условиях малой облачности способствует большой интенсивности радиационного охлаждения.

Температура воздуха, рассчитанная как средняя за год, положительная и составляет $4,2^{\circ}\text{C}$. В январе, самом холодном месяце, средняя температура воздуха находится в пределах от -13° до -14°C .

В зимнее время минимальная температура воздуха нередко опускается до $-30-35^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум в отдельные очень суровые зимы достигает $-40-44^{\circ}\text{C}$ и вместе с тем в январе и феврале возможны оттепели с положительными дневными температурами $+5-10^{\circ}\text{C}$.

Наступление весны довольно раннее и дружное. Уже к апрелю среднемесячная температура повышается на $12-13^{\circ}\text{C}$, к маю на $9-10^{\circ}\text{C}$. Однако все эти потепления проходят скачкообразно с периодическими похолоданиями вплоть до появления заморозков.

Переход средней суточной температуры воздуха через $+5^{\circ}\text{C}$ наступает 11-15 апреля. Весна продолжается в среднем полтора месяца.

В связи с тем, что на долю летних осадков приходится более трети годовой суммы, а на долю осенних и зимних меньшая часть их, область по количеству выпадающих осадков находится на грани рискованного земледелия.

По всей территории области резко выражена сухость воздуха в летние месяцы. В наибольшей степени она наблюдается в июле и августе. Средняя относительная влажность воздуха в 13 часов колеблется в пределах 31-37%, а число дней с относительной влажностью воздуха 30% и ниже за теплый период в среднем составляет 57, а в острозасушливые годы достигает 70-80.

Частое возникновение суховеев обуславливает повышенную ветровую деятельность. Число дней с интенсивными суховеями на севере области за теплый период составляет 13-16 дней.

Снежный покров устанавливается в третьей декаде ноября. Длительность зимы со снежным покровом составляет 3,5 месяца. В зимнее время особенно сильные ветры наблюдаются в феврале и марте, что вызывает развитие метелей, сдувание снега с полей. Высота снега на полях области к началу снеготаяния составляет 20–25 см.

Сравнительно небольшая мощность снежного покрова и небольшие запасы воды в ней (70-80 мм) отражаются на недостаточной влагозарядке почвы к весне.

Из приведенной климатической характеристики следует, что Западно-Казахстанская область, относится к наиболее засушливым районам республики. Вследствие недостаточного количества выпадающих осадков и большого сноса снега с полей, весенние запасы влаги в почве в большинстве лет бываю неудовлетворительными, составляя в среднем 100-110 мм продуктивной влаги в метровом слое. Поэтому технология возделывания сельскохозяйственных культур должна быть направлена на максимальное накопление и рациональное использование осадков и, в первую очередь, осадков осенне-зимнего периода.

За период проведения исследований погодные условия характеризовались большим разнообразием, но в целом были средне- и острозасушливыми для сельскохозяйственных культур (таблица 1).

В 2012 году с января по март выпало только 34,2 мм осадков, которые не смогли существенно повысить запасы влаги в почве. В течение летнего вегетационного периода (с апреля по сентябрь) количество выпадавших осадков было на 11% ниже многолетней нормы, причем их интенсивность была невысокой – в большинстве случаев одновременно выпадало не более 5-8 мм.

Таблица 1 – Погодные и климатические условия по метеостанции г. Уральск

Годы	Месяцы									За год	За IV-IX
	I-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI-XII		
Количество осадков в годы проведения исследований, мм											
2012	34,2	17,0	17,3	23,3	34,5	28,6	18,0	18,2	54,5	245,6	138,7
2013	105,9	7,4	9,5	42,0	25,8	31,1	19,0	17,8	52,7	311,2	134,8
2014	58,3	22,2	15,8	33,1	8,0	20,7	10,5	22,4	44,1	235,1	132,7
2015	34,7	37,7	25,5	28,6	23,3	9,7	32,0	26,0	112,0	329,5	182,8
Среднегодовое	62	19	19	33	39	20	25	28	62	307	155,0
Среднесуточная температура воздуха, °С											
2012	-6,4	14,8	18,6	23,8	24,6	24,5	14,5	9,2	-7,1	8,1	20,2
2013	-7,9	10,3	19,3	22,1	23,0	21,9	14,5	9,2	-3,5	7,5	18,5
2014	-9,1	6,7	19,1	20,8	21,9	24,0	13,9	4,9	-5,5	6,2	17,7
2015	-8,3	7,6	17,0	25,2	22,7	20,3	17,5	4,5	-1,1	7,4	17,2
Среднегодовое	-11,8	5,5	14,9	20,2	22,6	20,6	13,7	5,1	-7,1	4,4	16,3
Среднесуточная относительная влажность воздуха, %											
2012	82	67	52	54	53	52	59	67	81	68	56
2013	84	67	49	51	54	59	72	79	84	71	59
2014	81	63	58	50	47	53	60	67	81	67	55
2015	78	65	62	46	53	51	58	69	87	67	60
Среднегодовое											

При таком количестве осадков и высоких температурах воздуха (в апреле выше многолетней на $9,3^{\circ}\text{C}$, в мае и июне – на $3,7-3,6^{\circ}\text{C}$) большая часть осадков испаряется и не накапливается в почве, то есть бесполезна для растений [169].

Более-менее большое количество осадков (34,5 мм) выпало только в июле, но оказать существенного влияния на пополнение влагозапасов почвы в пару на вариантах опыта не смогло.

В 2013 году количество выпавших осадков составило 311,2 мм (на 4,2 мм больше годовой нормы). Однако выпадающие осадки характеризовались неравномерным распределением по отдельным сезонам и месяцам.

До начала полевых работ в марте выпало более двух месячных норм осадков, что в определенной степени создало условия для увеличения влагозапасов почвы при недостаточном увлажнении предыдущего осенне-зимнего периода. Однако в апреле и мае осадков было очень мало – 37 и 45% от среднемноголетней нормы, что на фоне повышенного температурного режима привело к проявлению весенней засухи. В таких условиях весенние полевые работы начались раньше обычных сроков.

Для весеннего периода была характерна более высокая в сравнении с нормой температура воздуха. Ее превышение изменялось от $+4,8^{\circ}\text{C}$ в апреле до $+4,2^{\circ}\text{C}$ в мае. Дефицит осадков совпал с послепосевным периодом, важным для получения своевременных всходов и прохождения первых фаз роста и развития растений.

В летний сезон температура воздуха превысила норму на $1,3^{\circ}\text{C}$. Значительные отклонения температуры воздуха от средней имели место в июне ($+1,9^{\circ}\text{C}$) и августе ($+1,3^{\circ}\text{C}$). Температурные условия летнего периода вегетации, как правило, не являлись критическими для роста и развития яровой пшеницы. Летние условия увлажнения были близки к норме с некоторыми отклонениями по периодам сезона. Недостаточная влагообеспеченность середины лета оказала определенное отрицательное влияние нахождение вегетации яровых культур. В целом погодные

условия 2013 года для зерновых культур оказались средне засушливыми. Урожайность яровой пшеницы в опытах колебалась от 0,52 до 0,81 т/га.

2014 год для яровой пшеницы по погодным условиям оказался острозасушливым. Годовая сумма осадков составила лишь 76% от многолетней нормы. В апреле, мае и июне количество осадков было близко к многолетним показателям, однако интенсивность выпадавших дождей была очень низкой – в течение трех месяцев более или менее значительные осадки выпадали только трижды: 3 мая – 13,2 мм, 19 июня – 19,2 мм и 27 июня – 7,2 мм.

Наиболее жарким и засушливым оказался май, когда уже в первых числах месяца среднесуточная температура воздуха была выше многолетней среднемесячной на 4-5°C, а с 11 по 28 мая она держалась на уровне 21-25°C, что выше майской многолетней на 6-10°C. В дневные часы максимальная температура воздуха достигала 33-35°C.

Острозасушливые условия мая этого года существенно сказались на формировании урожая зерновых культур в зоне, а урожайность яровой пшеницы в опытах составила 0,31-0,46 т/га. Урожай многолетних трав первого года пользования составил 0,79-1,14 т/га сена.

2015 год для яровой пшеницы в зоне проведения исследований оказался самым засушливым. Предпосевной период по погодным условиям был похож на условия 2012 года – за январь, февраль и март выпало всего 34,7 мм осадков (55% многолетней нормы), что не способствовало увеличению влагозапасов почвы к моменту посева. Апрель и май по общему количеству выпавших осадков оказались более благоприятными, чем предыдущие годы – соответственно 37,7 и 25,5 мм против 19,0 мм многолетних, но для этих месяцев было характерно выпадение небольших дождей, влага которых не накапливалась почвой и быстро испарялась. За 90 дней вегетационного периода в эти месяцы выпало только два более или менее существенных дождя – 19 апреля 13,1 мм и 5-6 июня 20 мм. Урожайность яровой пшеницы в 2015 г в опытах колебалась в пределах 0,14-

0,21 т/га, сена многолетних трав второго года пользования 1,35-2,12, первого года – 0,72-1,13 т/га.

Таким образом, погодные условия в годы проведения исследований складывались неодинаково – для них была характерна резкая изменчивость температуры воздуха и количества осадков по разным сезонам года. Однако в целом для возделываемых в опыте культур во все годы исследований погодные условия были засушливыми и острозасушливыми, что и проявилось на их сравнительно низкой урожайности.

2.4. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения характера изменения плодородия почв перед закладкой опытов (2011 г.) было проведено описание морфологических признаков исследуемых почв на старопахотных, целинных и залежных угодьях. Почвенные образцы были отобраны с трех сторон разреза по глубинам, соответствующим средней части генетических горизонтов. Физические показатели определяли в каждом разрезе в 3-кратной повторности, физико-химические и агрохимические – в 6-кратной повторности.

Для изучения водно-физических и химических изменений в период проведения исследований по освоению залежных темно-каштановых почв на каждом варианте опытов были закреплены постоянные динамические площадки площадью 20 м² (5х4 м), на которых ежегодно проводились отборы почвенных образцов для следующих определений:

– влажность почвы термовесовым способом, высушиванием образцов при температуре 105°С. Сроки определения: на целине, залежи и посевах многолетних трав – во время начала весеннего отрастания растительности, в период косовицы трав и перед уходом в зиму; на яровой пшенице – при посеве и уборке; в пару – в сроки посева и уборки яровой пшеницы, при уходе в зиму. Пробы для определения влажности почвы отбирались вручную

почвенным буром по 10-сантиметровым слоям до глубины 150 см в трехкратной повторности;

– расчет общих и доступных для растений запасов влаги проводили с учетом мощности слоя почвы, её плотности, «мертвого» запаса влаги (МЗВ). МЗВ рассчитывали по показателям максимальной гигроскопичности с коэффициентом 1,34 [14];

– содержание нитратного азота ($N-NO_3$), подвижного фосфора (P_2O_5), обменного калия (K_2O) в слоях почвы 0-20 и 20-40 см весной при посеве яровой пшеницы почвенным тростьевым буром в 15-кратной повторности по диагоналям динамической площадки. Наблюдения за пищевым режимом почвы из-за большой трудоемкости проведения анализов ограничились только вариантами с нераспаханной залежью и яровой пшеницей.

– плотность почвы буром Качинского цилиндрами высотой 4 см, емкостью 100 см^3 на всех вариантах опыта в 3-х кратной повторности весной в сроки посева яровой пшеницы в слоях 8-12 и 28-30 см (то есть в среднем для глубин 10 и 30 см);

– биологическую активность почвы по степени разложения льняной ткани. Образцы ткани шириной 5 см, длиной 10 см, закладывались в почву весной в начале вегетации растений в 6-кратной повторности по слоям 5-15 и 20-30 см. Выемка образцов ткани по времени была приурочена к двум срокам – к середине и концу вегетации яровой пшеницы. По разнице между первоначальным весом ткани и весом после выемки определялся процент разложения.

– фенологические наблюдения включали учет сроков прохождения основных фаз развития растений [114].

– урожай яровой пшеницы учитывали методом сплошной комбайновой уборки по каждому варианту и повторности. Одновременно отбирали образцы для определения влажности и засоренности зерна.

– урожай растительной биомассы на целине, залежных участках и на посевах многолетних трав определяли методом площадок (парцелл)

площадью 20 м² (2 x 10 м) в трехкратной повторности. Влажность биомассы приводили к стандартной для сена (16%) [84,135].

Химические и агрофизические анализы почвенных образцов выполнены в лаборатории университета по общепринятым методам [3,4]:

- гранулометрический состав почв по Н.А. Качинскому;
- агрегатный состав по методу Н.И. Саввинова;
- водопрочные структурные агрегаты по методу Н.Н. Никольского (в спокойной воде);
- максимальная гигроскопичность (МГ) методом насыщения парами воды по ГОСТ 28268-89 [4, 42];
- гумус по методу И.В. Тюрина в модификации ЦИНАО ГОСТ 26213-91 [43];
- содержание подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигину в модификации ЦИНАО ГОСТ 26205-91 [44];
- содержание нитратного азота – дисульфифеноловым методом с реактивом Лунге-Грисса;
- состав водной вытяжки [4].

Данные биологической и фактической урожайности обрабатывали методом дисперсионного анализа с помощью надстройки «Анализ данных» программы Microsoft Excel [55,132].

Экономическую и энергетическую эффективность рассчитывали по фактической урожайности, затратам на возделывание в ТОО «Пермский» и энергетическим критериям возделываемых культур [98]. При расчете стоимости зерна яровой пшеницы и житняково-люцернового сена использовали официальные закупочные цены в Уральской области за 2015 год – 42000 тенге за 1 тонну зерна яровой пшеницы 3-го класса и 35000 тенге за 1 тонну кормовых единиц.

ГЛАВА 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ИЗУЧАЕМЫХ ПОЧВ

На территории северо-запада Казахстана темно-каштановые почвы составляют основной земельный фонд. Эти почвы приурочены к плоским водоразделам и склонам Общего Сырта, Подуральского плато и равнинным участкам Предсыртового уступа. Среди темно-каштановых почв различают темно-каштановые нормальные, темно-каштановые карбонатные, темно-каштановые солонцеватые.

Приведенные ниже в разделе 3.1 данные по характеристике исследуемых целинных, залежных и старопахотных темно-каштановых почв получены лично автором в процессе подготовки магистерской диссертации в Западно-Казахстанском аграрно-техническом университете имени Жангир хана под руководством д. с.-х. н, профессора В.С. Кучерова.

3.1 Морфологические особенности

Для характеристики морфологических свойств изучаемых почв ниже приводятся описания разрезов, выполненных при закладке опытов.

Темно-каштановая старопахотная тяжелосуглинистая карбонатная почва
(разрез № 1)

Мощность гумусового горизонта – 38 см. Вскипание почвы от соляной кислоты с поверхности. Выделения карбонатов с 53 см.

Горизонт Апах (0-15 см). Темно-каштановый, сухой, тяжелосуглинистый, пылевато-комковатый, слабоуплотненный, сильнокорешковатый, слабо вскипает, переход ясный по структуре и цвету.

Горизонт АВ (15-23 см). Темно-каштановый, свежий, тяжелосуглинистый, комковатый, среднеуплотненный, корешковатый, в нижней части сильно вскипает, переход постепенный по структуре.

Горизонт В (23-53 см). Темно-каштановый с буроватым оттенком, свежий, глинистый, карбонатный, комковато-ореховатая структура, слабоуплотненный, слабокорешковатый, сильно вскипает, переход постепенный по цвету и структуре.

Горизонт ВС (53-67 см). Каштановый, свежий, тяжелосуглинистый, глыбисто-бесструктурный, плотный, сильно вскипает, переход постепенный по цвету и сложению.

Горизонт С (67-123 см). Жёлто-бурый, свежий, глинистый, комковато-призматическая структура, очень плотный, сильно вскипает, переход постепенный по цвету и структуре.

Темно-каштановая тяжелосуглинистая целинная почва

(разрез № 2)

Разрез №2 был заложен в 3 км восточнее п. Пермского. Пологий северный склон приподнятой равнины. Целина. Мощность гумусового горизонта (А+В) равна 60 см. Почва вскипает от соляной кислоты с 60 см. Карбонаты выделяются с 60 до 95 см в виде жилок. Скоплений солей не обнаружено.

Горизонт А (0-16 см). Темно - каштановый, сухой, уплотненный, корней очень много, дернина плотная мощностью 1,8 см.тяжелосуглинистый, переход постепенный по цвету и структуре.

Горизонт АВ (16-36 см). Темно-каштановый, сухой, тяжелосуглинистый, плотный, корней много, переход постепенный по цвету.

Горизонт В (36-60 см). Каштановый с буроватым оттенком,тяжелосуглинистый, карбонатный, свежий, плотный, много корней, с глубиной количество корней уменьшается, переход постепенный по цвету.

Горизонт ВС (60-90 см). Желто-бурый, свежий, плотный, корней мало, глыбисто-бесструктурный, тяжелосуглинистый, переход постепенный по цвету.

Горизонт С (90 -100 см). Желто-бурый, свежий, плотный, тяжело-суглинистый, комковато-призматическая структура.

Темно-каштановая тяжелосуглинистая залежная (8 лет) почва
(разрез № 3)

Плоская равнина. Многолетняя залежь. Мощность гумусового горизонта равна 36 см. Почва вскипает с 57 см. Скопления карбонатов с 57 см. Выделения солей не обнаружены.

Горизонт Апах (0-16 см). Темно- каштановый, сухой, слабоуплотненный, задерненный, порошисто-комковатый, тяжелосуглинистый, не вскипает, переход постепенный. Плужная подошва плохо различима.

Горизонт АВ (16-26 см). Темно-каштановый, сухой, уплотненный, корешковатый, дернина менее плотная чем на целине мощностью 2,3 см, тяжелосуглинистый, переход постепенный.

Горизонт В (26-57 см). Буровато-каштановый с темно-каштановыми затеками, свежий, уплотненный, комковато-ореховатый, глинистый, корней мало. В нижней части сильное вскипание.

Горизонт ВС (57-100 см). Буровато-желтый, свежий, плотный, тяжелосуглинистый, глыбисто-бесструктурный, корни встречаются редко, переход постепенный.

Горизонт С (100-135 см). Желтый, свежий, уплотненный, корней нет, комковато-призматическая структура, глинистый.

Темно-каштановая тяжелосуглинистая целинная почва
(разрез № 4)

Плоская равнина. Почва вскипает от соляной кислоты с 66 см.

Горизонт А (0-16 см). Темно-каштановый, слабоуплотненный, задерненный, порошисто-комковатый, тяжелосуглинистый.

Горизонт АВ (16-28 см). Темно- каштановый с буроватым оттенком, сухой, уплотнен, корней много, тяжелосуглинистый.

Горизонт В (28-66 см). Буро-каштановый, сухой, плотный, корешковатый, комковато-ореховатый, тяжелосуглинистый.

Горизонт ВС (66-110 см). Каштаново-бурый, сухой, уплотненный, корни встречаются редко, призмовидно-ореховатый, тяжелосуглинистый.

Морфологические признаки исследуемых пчв показали следующие особенности: на целине и залежи сформирован верхний слой А₀ – дернина, на пашне дернина отсутствует; гумусово-аккумулятивный горизонт А имеет насыщенную темную окраску на целине и залежи и немного светлее на пашне.

3.2 МОЩНОСТЬ ГУМУСОВОГО ГОРИЗОНТА

Важнейшей отличительной чертой дернового почвообразовательного процесса является аккумуляция органического вещества в верхних горизонтах почвенного профиля.

Сопоставление профиля исследуемых почв показало, что у темнокаштановой почвы за сравнительно короткий период (8 лет) нахождения под залежью не произошло существенных изменений по сравнению с почвой, находящейся в пашне, за исключением того, что на поверхности почвы, как и на целине, образовалась дернина мощностью около двух сантиметров. Распределение гумуса по профилю практически осталось на исходном уровне (таблица 2).

Таблица 2 - Мощность гумусового горизонта исследуемых темно-каштановых почв, см (данные 2011г.)

Горизонты	Пашня	Залежь	Целина (среднее по двум разрезам)
А ₀	-	2,3	1,8
А, Апах	15,0	16,0	16,0
АВ	8,0	10,0	16,0
В	30,0	31,0	31,0
А (А _п) + АВ	23,0	26,0	32,0

Мощность гумусового горизонта на пашне (Апах+АВ) составляет в среднем 23 см, на целине – 36 см, на залежи 8-и лет гумусовый горизонт по мощности больше, в сравнении с пашней, на 3 см (26 см).

Для целины характерен более растянутый профиль горизонта АВ – в среднем 16 см против 8-10 см у старопахотной и залежной почвы, что может повидимому свидетельствовать о процессах замедления и прекращения накопления гумусовых веществ при интенсивном использовании пашни. Это подтверждает и количественное определение гумуса в образцах почвы из разрезов – на старопахотных и залежных почвах в верхнем горизонте содержание гумуса составило 2,7-2,9%, на целине – 4,4%. (рисунок 3).

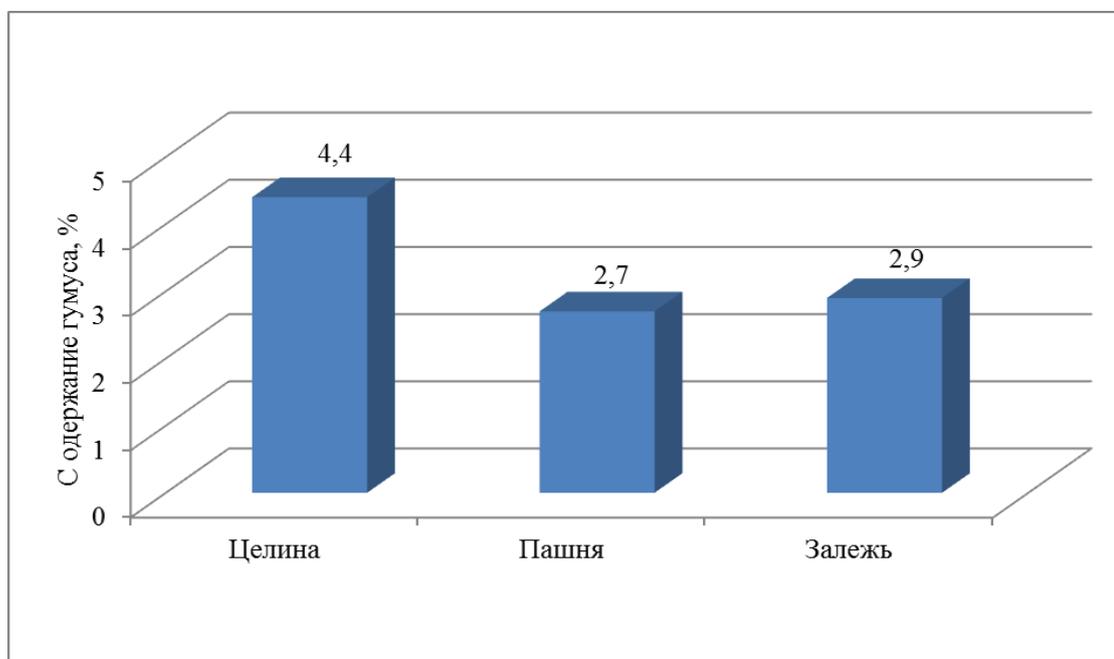


Рис. 3. Содержание гумуса в горизонте А, % (данные 2011 г.)

3.3 ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Почвы опытных участков поля по гранулометрическому составу относятся к тяжелым суглинкам. Содержание физической глины по профилю изменяется в пределах от 54,10 до 61,06% и ила от 29,70 до 36,80%. На пахотный горизонт приходится наименьшее количество илистых частиц. В целом в пределах двухметровой толщи почвогрунта гранулометрический состав довольно однороден (таблица 3).

Таблица 3 - Гранулометрический состав темно-каштановой целинной почвы (данные 2011 г).

Слой почвы, см	Частицы, % к абсолютно сухой почве						
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001 (ил)
0-10	0,44	22,20	21,81	55,55	12,00	13,85	29,70
13-23	0,67	11,33	33,90	54,10	7,75	14,25	32,10
30-40	0,32	12,90	28,23	58,55	8,75	14,50	35,30
50-60	0,27	5,87	34,30	59,56	10,42	12,34	36,80
73-83	0,18	15,45	26,52	57,85	9,35	12,54	35,96
100-110	0,24	16,83	25,27	57,66	8,75	14,86	34,05
140-150	0,19	10,47	28,50	60,84	11,75	14,25	34,84
190-200	0,17	8,35	30,42	61,06	13,64	13,07	34,35

3.4 Водно-физические свойства

Водно-физические свойства темно-каштановой почвы представлены в таблице 4.

Таблица 4. - Водно-физические показатели темно-каштановой целинной почвы (данные 2011 г.)

Слой, см	Плотность, г/см ³	Максимальная гигроскопичность, %	Мертвый запас влаги		Полевая влагоемкость	
			%	мм	%	мм
0-10	1,10	6,40	11,2	12,3	28,8	31,7
10-20	1,16	8,85	11,0	12,7	26,2	30,4
20-30	1,21	8,61	10,5	12,7	25,4	30,8
30-40	1,22	8,23	9,8	12,0	23,0	28,1
40-50	1,34	8,83	9,7	13,0	22,1	30,6
50-60	1,44	8,29	9,7	14,0	21,0	30,2
60-70	1,51	8,31	9,2	13,8	20,5	31,0
70-80	1,60	7,95	8,8	14,1	19,5	31,2
80-90	1,65	7,85	8,5	14,0	19,1	30,0
90-100	1,62	7,78	8,5	13,8	19,0	30,8
100-110	1,62	7,42	8,7	14,1	18,7	30,4
110-120	1,57	8,14	8,9	14,0	17,8	28,0
120-130	1,63	6,60	8,3	13,5	18,4	29,9
130-140	1,62	8,21	8,6	13,9	17,1	28,0
140-150	1,61	7,63	8,5	13,7	17,4	28,0

Они показывают, что до глубины 20 см плотность сложения у целинной почвы находится в пределах 1,10-1,16 г/см³. Глубже плотность почвы постепенно возрастает и уже с глубины 60 см и до дна разреза достигает 1,51-1,65 г/см³, что существенно затрудняет проникновение корней в глубокие слои почвы.

Полевая влагоемкость метрового слоя почвы составляет 304,8 мм, из которых 172,4 мм приходится на продуктивную (доступную для растений) влагу.

3.5 СТРУКТУРНЫЙ СОСТАВ

Агрофизическое состояние темно-каштановой почвы определяли по общему содержанию агрегатов и анализу их распределения по фракциям.

В наиболее структурном состоянии темно-каштановая почва находится в целинном состоянии – коэффициент структурности у нее в горизонте А составляет 3,7. Для целинной почвы характерно высокое содержание агрономически ценных агрегатов (78,7%) и низкое содержание глыбистых частиц (15,0 %) (таблица 5).

Таблица 5 – Структурный состав темно-каштановой почвы, % (данные 2011 г.)

Угодье	Горизонт, слой, см	Размер агрегатов, мм			K _{стр}
		> 10	10-0,25	< 0,25	
Пашня	A _п , 0-16	30,1	60,6	9,3	1,5
Залежь 8 лет	A, 0-17	24,0	68,5	7,5	2,2
Целина	A, 5-22	15,0	78,7	6,3	3,7

На пашне вследствие ежегодного воздействия на почву почвообрабатывающих агрегатов и сельскохозяйственной техники структура пахотного слоя расплывается – коэффициент структурности по сравнению с целиной снижается почти в 2,5 раза (до 1,5). При этом в два раза увеличивается количество глыбистых частиц (до 30,1 %) и на 18% (до 60,6 %) снижается количество агрономически ценных агрегатов.

При прекращении обработки темно-каштановой почвы происходит существенное изменение её структурного состояния. Уже на 7-й год залежи под воздействием корневой системы естественной растительности количество агрономически ценных агрегатов в горизонте А по сравнению с пашней увеличивается на 8%, количество глыбистых частиц снижается на 6%, коэффициент структурности возрастает с 1,5 до 2,2 (таблица 4).

3.6 ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ

На различных угодьях темно - каштановая почва отличается по плотности сложения (рисунок 4).

По градации Н.А. Качинского, пашня характеризуется как уплотненная. Плотность сложения верхнего горизонта почв на пашне в среднем составила $1,21 \text{ г/см}^3$. На целине плотность этого слоя почвы – $1,16 \text{ г/см}^3$. В горизонте АВ плотность и на пашне и на целине увеличивается в среднем на $0,1 \text{ г/см}^3$ и составляет соответственно $1,32$ и $1,25 \text{ г/см}^3$.

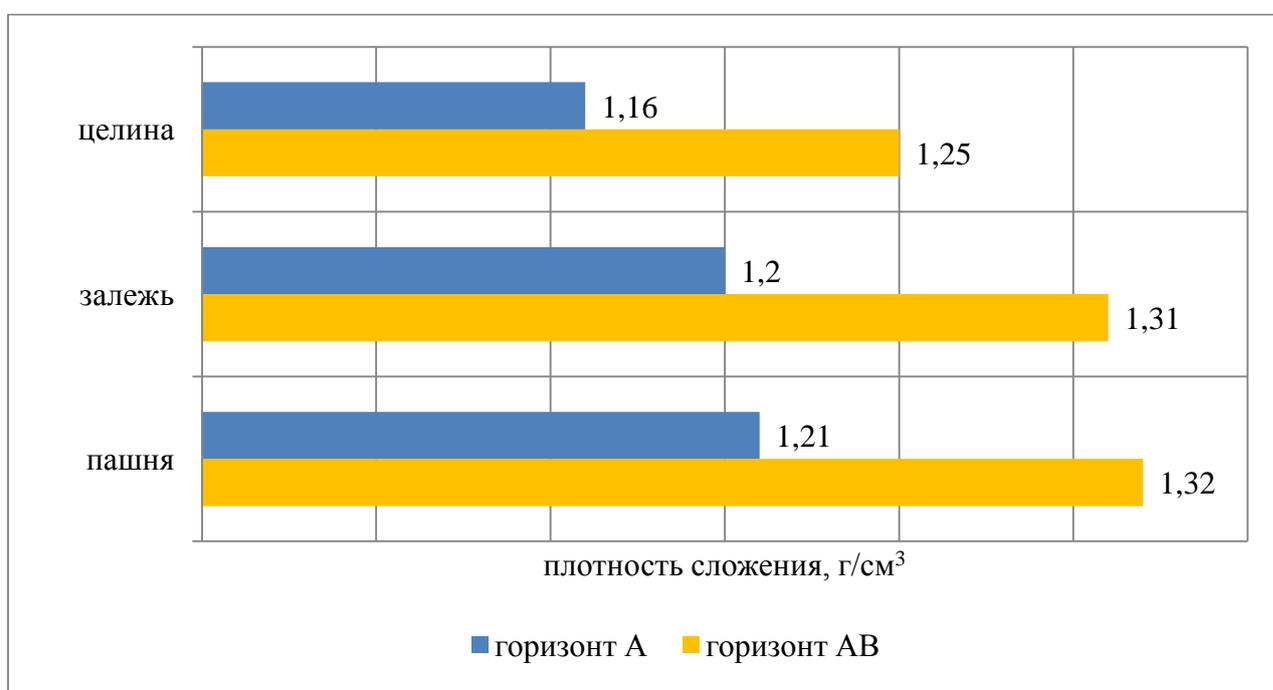


Рис. 4 –Плотность сложения темно-каштановой почвы, г/см^3 (данные 2011 г.)

Нахождение почвы под залежью в течение семи лет существенно не повлияло на изменение плотности почвы – она в горизонтах А и АВ

практически осталась на уровне пашни, хотя и прослеживается тенденция некоторого разуплотнения почвы.

На залежи, в результате воздействия естественной растительности произошло разуплотнение верхнего горизонта, что составило – 1,20 г/см³.

Таким образом длительное сельскохозяйственное использование темно-каштановой почвы приводит к уплотнению подпахотного слоя. Нахождение почвы под естественной залежной растительностью приводит к незначительному разуплотнению пахотного и подпахотного слоя.

3.7 АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

По нашим наблюдениям (таблица 6) содержание общего азота, как и в случае с содержанием гумуса, наиболее высокое в образцах целинной почвы – в слое 5-22 см оно составляет 0,24%. Самым низким процентным соотношением в ряду исследуемых образцов почв характеризуется пашня – 0,17%. На залежи содержание азота 0,22%, то есть существенно выше, чем на пашне и приближается к показателю целины.

Таблица 6 - Содержание азота общего, % (данные 2011 г.)

Угодье	Горизонт, мощность, см	Содержание, %
Пашня	А _п , 0-16	0,17
Залежь 7 лет	А, 0-17	0,22
Целина	А, 5-22	0,24

Обеспеченность исследуемых темно-каштановых почв подвижным фосфором наиболее высокая на целине – 41,0 мг/кг, самая низкая – на пашне – 27,6 мг/кг (таблица 7). На залежи количество подвижного фосфора уже существенно выше, чем на пашне – 31,7 мг/кг.

Таблица 7 - Обеспеченность подвижным фосфором и калием темно-каштановой почвы, мг/кг (данные 2011 г.)

Угодье	Горизонт, мощность, см	P ₂ O ₅	K ₂ O
Пашня	A _п , 0-16	27,6	212
Залежь 7 лет	A, 0-17	31,7	262
Целина	A, 5-22	41,0	267

Содержание подвижного калия в темно-каштановых почвах высокое и колеблется от 267-262 мг/кг в целинных и залежных землях до 212 мг/кг на пашне.

3.8 МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ

Микробиологическая активность темно-каштановой почвы была изучена по интенсивности распада льняной ткани.

Полученные результаты, позволили выявить определенные тенденции: целлюлозоразлагающая активность темно-каштановой почвы на целине и залежи в 2-1,5 раза выше, чем на пашне (рисунок 5). Это связано с тем, что основная масса пожнивных остатков на пашне поступает в осенний период и разлагается к середине лета следующего года, а на целине и залежи растительные остатки поступают в течение всего периода вегетации, что способствует улучшению пищевого режима для микроорганизмов.

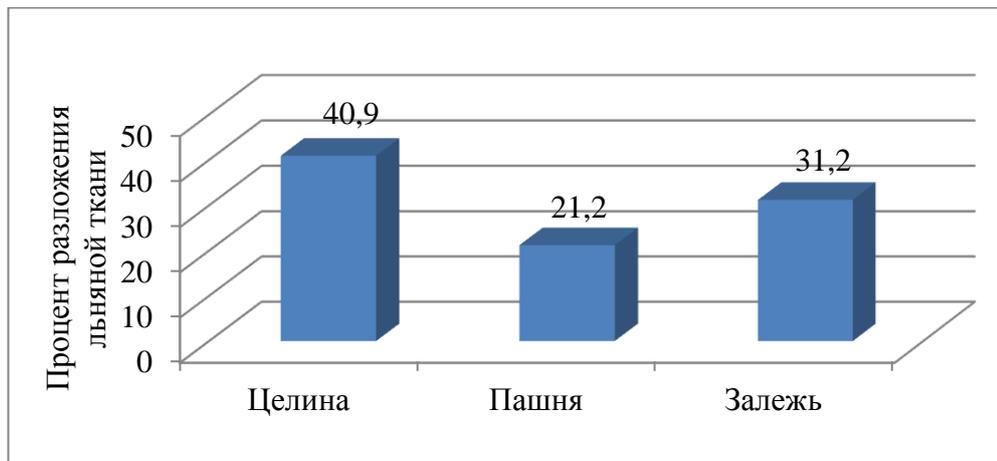


Рис. 5. Целлюлозоразлагающая активность темно-каштановой почвы в слое 0-20 см (данные 2011 г.)

3.9 СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ИССЛЕДУЕМЫХ ПОЧВ

Солевой режим почв в естественных, природных условиях определяется климатическими, геоморфологическими, гидрологическими и гидрогеологическими факторами. Накапливающиеся в сухой период года соли, в зависимости от их растворимости могут перемещаться вниз в течение дождливого периода. Направление передвижения солей отражается в их распределении, в зависимости от их степени растворимости. Если процессы накопления солей, преобладают над выщелачиванием, то происходит засоление почвы. Если происходит процесс накопления солей, то горизонт накопления более растворимых солей располагается ближе к поверхности. Менее растворимые соли располагаются горизонтами ниже.

В исследуемых почвах (приложение 1) тип засоления слабый, соответственно на плодородие существенного влияния не оказывает.

ГЛАВА 4. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОМ НА ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ОСВАИВАЕМЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

4.1 ВОДНЫЙ РЕЖИМ ОСВАИВАЕМЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

В опыте по изучению систем основной обработки почвы при освоении многолетней залежи было сделано три закладки – участки на залежи обрабатывались в соответствии с принятой схемой в августе 2011, 2012 и 2013 гг. На следующий год почва на этих участках была под паром. По пару размещалась яровая пшеница и яровая пшеница с подсевом многолетних трав.

Сравнение с целинной и залежной почвой показало, что в полевых севооборотах водный режим распаханной темно-каштановой залежной почвы принципиально изменяется. При этом, как показывают наши исследования, существенное влияние на формирование водного режима почвы оказывают способы и глубина основной обработки залежной почвы и способ дальнейшего использования этих угодий.

Приведенные в таблице 8 данные запасов влаги в почве свидетельствуют, что в год обработки изменения водного режима незначительны, так как, во-первых осенние осадки слабо аккумулируются обработанной сухой почвой, а во-вторых, обработка залежи во второй половине лета, включающая 2-кратную обработку дернины дисковыми орудиями, а затем и основную обработку, способствуют разрыхлению и иссушению не только пахотного слоя, но и частично подпахотных горизонтов почвы.

Однако, несмотря на это в среднем к моменту ухода в зиму на вариантах обработанных плугом на глубину 25-27 см по сравнению с нераспаханной залежью отмечено создание влагозапасов в слое 0-50 см на 18-20 мм больше (таблица 8, приложение 3). Кроме того, небольшие

количества влаги проникают глубже 50 см, в результате чего уменьшается мощность сухой прослойки почвы.

Таблица 8 - Запасы доступной влаги в темно-каштановой почве при уходе в зиму в год освоения залежи, мм

Годы	Слой почвы, см			
	0-50	50-100	100-150	0-150
Вспашка на глубину 25-27 см				
2011	20,6	-15,0	2,0	7,6
2012	25,6	-10,6	-0,3	14,7
2013	16,7	-10,6	-1,0	5,1
Среднее	21,0	-12,1	0,2	9,1
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см				
2011	23,5	-15,3	2,2	10,4
2012	28,5	-11,0	-0,6	16,9
2013	14,0	-9,9	0,3	4,4
Среднее	22,0	-12,1	0,6	10,6
Рыхление на глубину 14-16 см				
2011	6,4	-19,0	1,6	-11
2012	7,3	-14,4	-2,0	-9,1
2013	3,6	-15,0	-4,2	-15,6
Среднее	5,8	-16,1	-1,5	-11,9
НСР ₀₅				
Среднее	2,5	0,6	1,0	1,7

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 8 приведены в приложениях 16-19.

Данные наблюдений за влажностью почвы на вариантах с плоскорезной обработкой залежи на глубину 25-27 см показали, что здесь проявились те же закономерности в улучшении водного режима, что и по фону отвальной вспашки (таблица 8).

На фоне изучаемого мелкого рыхления почвы при обработке залежи изменения водного режима почвы в целом протекают аналогично вариантам с глубокой обработкой на 25-27 см, однако положительные изменения здесь выражены существенно слабее.

Прежде всего, обращает на себя внимание факт гораздо худшего сохранения влаги в осенний период после обработки залежи. К моменту ухода в зиму обработанной залежи небольшие запасы влаги отмечены только в слое 20-40 см (суммарно для слоя 0-50 см они составили всего 3,6-7,3 мм), а

глубже почва оказалась даже сильнее иссушенной, чем на фоне глубоких обработок. Это можно связать с тем, что, во-первых при мелком рыхлении не была разрушена плужная подошва залежной почвы, что могло затруднить проникновение влаги осенних осадков в почву, а во-вторых мелкая обработка полностью не уничтожила корневую систему залежной растительности, которая продолжала расходовать влагу слоев почвы глубже 50 см.

За счет осадков первого после обработки залежи осенне-зимнего периода почва не только накапливает высокие запасы доступной влаги, но и формирует профиль, содержащий доступную для растений влагу, вплоть до глубины 110-120 см (таблица 9).

Таблица 9 - Запасы доступной влаги в темно-каштановой почве весной в паровом поле, мм

Годы	Слой почвы, см			
	0-50	50-100	100-150	0-150
Вспашка на глубину 25-27 см				
2012	82,5	17,6	10,0	110,1
2013	91,3	20,6	3,0	114,9
2014	95,8	23,1	4,0	122,9
Среднее	89,9	20,4	5,7	116,0
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см				
2012	81,6	14,6	6,3	102,5
2013	86,3	13,6	2,1	102,0
2014	89,7	18,7	1,4	109,8
Среднее	85,9	15,6	3,3	104,8
Рыхление на глубину 14-16 см				
2012	82,4	3,5	2,1	88,0
2013	90,2	-2,0	-0,5	87,7
2014	90,1	-2,1	1,1	89,1
Среднее	87,6	-0,2	0,9	88,3
НСР ₀₅				
Среднее	1,9	2,9	1,4	3,8

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 9 приведены в приложениях 20-23.

На фоне отвальной вспашки на глубину 25-27 см почва весной к началу парования накопила в среднем 116 мм доступной влаги, в том числе в слое 0-

50 см 89,9 мм и в слое 50-100 см – 20,4 мм. И лишь глубже 120 см оставалась очень небольшая (10-20 см) прослойка сухой почвы.

Аналогичные, но несколько меньшие абсолютные показатели увлажнения почвы за данный период отмечены по фону основной обработки залежи плоскорезом КПГ-250 на глубину 25-27 см – в слое 0-50 см в среднем за три года они составили 85,9 мм, в слое 50-100 см 15,6 мм, в слое 100-150 см 3,3 мм.

В варианте с мелкой основной обработкой (рыхление плугом ПН-4-35 на глубину 14-16 см) проникновение влаги в почву за осенне-зимний и ранневесенний период после обработки залежи произошло только в верхние 50 см – запасы влаги здесь были на уровне вариантов с глубокими обработками почвы – в среднем 87,6 мм (таблица 9). Но глубже влага практически не проникала и в слое 50-100 см во все годы оставалась прослойка сухой почвы с влажностью на уровне или ниже мертвого запаса. Практически не изменились и влагозапасы в слоях почвы глубже 100 см.

За период парования почвы (от весны до ухода в зиму) общие влагозапасы почвы на всех фонах основной обработки залежи остались на уровне весенних, но при этом они за счет испарения несколько снизились в верхнем 50-сантиметровом слое, но несколько увеличились в более глубоких слоях (таблица 10).

Например, в слое 0-50 см в паровом поле к моменту ухода в зиму по сравнению с весенними запасы влаги уменьшились на всех фонах основной обработки почвы в среднем на 2,3-6,2 мм, а в слоях 50-100 и 100-150 см увеличились соответственно на 1,4-7,3 и 0,6-3,5 мм (таблицы 9 и 10)

То есть роль пара в летне-осенний период проявилась в основном не в накоплении влаги, а в ее сохранении на уровне весенних влагозапасов.

Таблица 10 - Запасы доступной влаги в темно-каштановой почве при уходе в зиму в паровом поле, мм

Годы	Слои почвы, см			
	0-50	50-100	100-150	0-150
Вспашка на глубину 25-27 см				
2012	77,4	24,5	9,1	111,0
2013	85,4	28,6	9,6	123,6
2014	88,3	29,6	8,9	126,8
Среднее	83,7	27,6	9,2	120,5
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см				
2012	75,3	15,4	8,1	98,8
2013	86,0	15,6	3,2	104,8
2014	89,0	20,1	3,1	112,2
Среднее	83,4	17,0	4,8	105,2
Рыхление на глубину 14-16 см				
2012	77,9	7,0	2,3	87,2
2013	89,4	1,1	0,1	90,6
2014	88,6	3,0	2,0	93,6
Среднее	85,3	3,7	1,5	90,5
НСР ₀₅				
Среднее	1,7	2,7	1,4	2,8

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 10 приведены в приложениях 24-27.

После второго осенне-зимнего периода в паровом поле на фоне отвальной вспашки залежи на глубину 25-27 см влагозапасы слоя почвы 0-50 см весной остались на уровне предыдущего года (в среднем 92,2 мм), но благодаря тому, что этот слой был насыщен практически до уровня наименьшей влагоемкости, влага талых вод проникла глубже 50 см. В результате этого влагозапасы в слое 50-100 см к моменту посева яровой пшеницы в среднем возросли до 33,9 мм и в слое 100-150 см до 20,5 мм, и оказались на 18,6 мм больше, чем было в паровом поле осенью предыдущего года (таблицы 10 и 11).

Таблица 11 - Запасы доступной влаги в темно-каштановой почве весной при посеве яровой пшеницы, мм

Годы	Слои почвы, см			
	0-50	50-100	100-150	0-150
Вспашка на глубину 25-27 см				
2013	91,4	34,8	25,4	151,6
2014	96,3	37,9	24,5	158,7
2015	89,0	29,1	11,5	129,6
Среднее	92,2	33,9	20,5	146,6
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см				
2013	91,4	23,9	14,5	129,8
2014	97,2	22,6	10,6	130,4
2015	90,1	19,5	6,7	116,3
Среднее	92,9	22,0	10,6	125,5
Рыхление на глубину 14-16 см				
2013	80,5	13,6	3,1	97,2
2014	88,5	9,2	3,0	100,7
2015	82,1	10,1	2,1	94,3
Среднее	83,7	11,0	2,7	97,4
НСР ₀₅				
Среднее	1,2	2,4	3,3	5,6

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 11 приведены в приложениях 28-31.

Аналогичным образом изменялись в этот период влагозапасы темно-каштановой почвы и по фону основной обработки залежи плоскорезом на глубину 25-27 см – в слое 0-50 см доступной для растений влаги стало больше на 9,5 мм, в слое 50-100 – на 5,0 мм, в слое 100-150 см – на 5,8 мм. В целом для слоя 0-150 см увеличение влагозапасов составило 20,3 мм. По годам влагозапасы почвы колебались в пределах 116-130 мм, то есть были примерно на 15% меньше, чем по фону отвальной вспашки.

Общие закономерности накопления влаги темно-каштановой почвы в осенне-зимний и ранне-весенний период сохранились и на фоне основной обработки залежи путем мелкого рыхления на глубину 14-16 см, однако абсолютные показатели формирования влагозапасов здесь были гораздо ниже, чем по фонам глубоких основных обработок.

Так, к моменту посева яровой пшеницы на данном фоне влагозапасы в слое почвы 0-50 см практически не увеличились, в слое 50-100 см прибавка составила только 7,3 мм, в слое 100-150 см – всего 1,2 мм. В целом запасы влаги в полутораметровом слое почвы по года составляли не более 94-100 мм, что оказалось соответственно на 23 и 34% меньше, чем по фонам глубоких плоскорезных и отвальных обработок.

Таким образом, при обработке многолетней залежи происходит существенное улучшение водного режима почвы. При использовании глубоких (на 25-27 см) основных обработок коренным образом меняется профиль увлажнения почвы – влага осенне-зимних и ранневесенних осадков стала проникать до глубины 130-150 см, в результате чего полностью была ликвидирована прослойка сухой почвы, характерная для залежных угодий.

Необходимо отметить, что отвальная вспашка в качестве основной обработки при освоении залежи показала достаточно ощутимое преимущество (в среднем на 15%) перед безотвальной обработкой в более активном проникновении и накоплении влаги в глубоких слоях почвы.

Вариант с использованием в качестве основной обработки залежи рыхления на глубину 14-16 см оказался малоэффективным – по количеству накопленной влаги за период парования он на 23-34% уступил вариантам с глубокими основными обработками и не обеспечил накопление влаги в глубоких слоях почвы, в результате чего в них сохранилась достаточно мощная прослойка сухой почвы.

Для формирования урожая культурные растения (в наших опытах яровая пшеница по пару и многолетние травы 1 и 2 года пользования) как правило, каждый год, использовали всю доступную влагу до глубины 100-120 см. (приложение 2). Влага, остающаяся при уборке в верхней части этого слоя, представляет собой влагу осадков, выпавших непосредственно перед уборкой. Поэтому в период уборки и при уходе в зиму практически каждый год, как и на целине, остается прослойка с влажностью ниже «мертвого» запаса.

Но, в отличие от целины и залежи, к весне следующего года на пашне эта прослойка ликвидируется, т.к. осадки зимнего и ранне-весеннего периодов усваиваются полнее и увлажнение всего 1,5-метрового слоя восстанавливается.

Наблюдения за влажностью почвы в посевах многолетних культурных трав показали, что водный режим почвы уже во второй год жизни трав (первый год пользования), начинает ухудшаться. Осадки осенне-зимнего и ранне-весеннего периода в 2014 и 2015 гг. промачивали почву на глубину 100 см и глубже начала восстанавливаться прослойка сухой почвы, которая препятствует использованию влаги растениями из глубоких слоев почвы (таблица 12).

Таблица 12 - Запасы доступной влаги в темно-каштановой почве в начале отрастания многолетних трав первого года пользования, мм

Годы	Слои почвы, см			
	0-50	50-100	100-150	0-150
Вспашка на глубину 25-27 см				
2014	95,0	27,8	15,5	138,3
2015	93,3	19,6	10,5	123,4
Среднее	94,2	23,7	13,0	130,9
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см				
2014	91,0	18,8	10,8	120,6
2015	90,4	17,6	8,6	116,6
Среднее	90,7	18,2	9,7	118,6
Рыхление на глубину 14-16 см				
2014	86,0	8,6	3,0	97,6
2015	84,4	7,4	1,6	93,4
Среднее	85,2	8,0	2,3	95,5
НСР ₀₅				
Среднее	1,0	2,9	1,4	4,6

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 12 приведены в приложениях 32-35.

Еще большее усиление процесса иссушения почвы наблюдалось в 2015 году под травами второго года пользования (третий год жизни) – глубина промачивания весной ограничилась 86 см, а мощность сухой прослойки

увеличилась до 23 см (таблица 13). К осени почва оказалась иссушена до глубины 120 см (приложение 2).

Таблица 13 - Запасы доступной влаги в темно-каштановой почве в начале отрастания многолетних трав второго года пользования, мм

Годы	Слои почвы, см			
	0-50	50-100	100-150	0-150
Вспашка на глубину 25-27 см				
2015	86,6	10,8	9,6	107,0
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см				
2015	88,8	10,6	6,6	106,0
Рыхление на глубину 14-16 см				
2015	78,9	5,8	4,0	88,7
НСР ₀₅				
Среднее	0,3	0,4	0,2	1,2

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 13 приведены в приложениях 36-39.

Таким образом, в полевых севооборотах на фоне ежегодных обработок темно-каштановая почва способна поддерживать сравнительно благоприятный водный режим, при котором весной формируются запасы доступной влаги 110-160 мм, причем влага осенне-зимних и ранне-весенних осадков проникает до глубины 100-120 см и глубже, что позволяет ликвидировать сухую прослойку почвы, образующуюся в течение вегетации растений.

В выводном поле под многолетними травами водный режим темно-каштановой почвы начинает постепенно приобретать неблагоприятные свойства – с возрастом трав глубина промачивания почвы весной уменьшается, вновь образуется сухая прослойка, препятствующая проникновению корней в глубокие слои почвы, где остается недоиспользованная влага. С ухудшением водного режима под многолетними травами связано постепенное снижение во времени их продуктивности.

Полученные в наших исследованиях данные полностью подтверждают важность всех мероприятий по сохранению влаги почвой, которые рекомендованы зональными системами земледелия [57,65,68,129,130].

Следовательно, можно сделать заключение, что при освоении залежных темно-каштановых почв северо-запада Казахстана предпочтение надо отдавать отвальной вспашке, так она обеспечивает несколько лучший водный режим почвы, чем безотвальная обработка. Однако это не умаляет значения почвозащитной безотвальной обработки, так как надо учитывать, что в опытах эффективность этих двух обработок почвы сравнивалась, во-первых, на фоне необходимости разделки дернины залежи, а во-вторых на фоне полуторогового парования почвы.

В засушливых условиях зоны темно-каштановых почв в севооборотах с однолетними культурами, как и отмечают многие авторы, применение различных способов основной обработки почвы, вполне обоснованно [53,100,149,161,166,167].

4.2 ПИЩЕВОЙ РЕЖИМ ОСВАИВАЕМЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Почвы степных районов обладают высоким плодородием и содержат большие запасы питательных веществ. Однако высокое их потенциальное плодородие в условиях засушливых степей не гарантирует соответствующего эффективного плодородия, так как, с одной стороны, не все питательные вещества могут быть доступными для растений, а с другой, лимитирующим фактором, определяющим потребление элементов минерального питания, величину и качество урожая сельскохозяйственных культур, здесь является влага.

Таблица 14 - Влияние основной обработки залежи на пищевой режим темно-каштановых почв при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Варианты основной обработки залежи	Слои почвы, см	2013 год			2014 год			2015 год			Среднее		
		N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Залежь 10-12 лет	0-20	1,8	2,0	26,3	1,7	2,1	26,2	1,9	2,4	26,8	1,8	2,2	26,4
	20-40	1,4	1,8	19,9	1,1	1,5	20,3	1,2	1,7	20,6	1,2	1,7	20,3
	0-40	1,6	1,9	23,6	1,4	1,8	23,2	1,6	2,0	23,7	1,5	1,9	23,5
Вспашка на глубину 25-27 см	0-20	3,8	2,6	22,5	3,2	2,5	21,4	4,2	2,7	22,5	3,7	2,6	22,1
	20-40	3,0	2,5	19,5	2,4	2,2	20,5	2,8	2,4	19,8	2,7	2,4	19,9
	0-40	3,4	2,5	21,0	2,8	2,4	21,0	3,5	2,6	21,2	3,2	2,5	21,1
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	0-20	3,6	2,3	23,6	3,0	2,4	22,6	4,0	2,7	23,5	3,5	2,5	23,2
	20-40	3,0	2,6	20,2	2,5	2,1	19,3	3,0	2,0	20,2	2,8	2,2	19,9
	0-40	3,3	2,4	21,9	2,8	2,2	21,0	3,5	2,4	21,8	3,2	2,3	21,6
Рыхление на глубину 14-16 см	0-20	2,5	2,1	27,1	2,7	2,0	25,1	2,6	2,2	26,0	2,6	2,1	26,1
	20-40	2,0	1,9	23,1	2,3	1,9	21,9	2,2	1,9	22,0	2,2	1,9	22,3
	0-40	2,2	2,0	25,1	2,5	2,0	23,5	2,4	2,1	24,0	2,4	2,0	24,2
НСР ₀₅	0-20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	0,17	0,68
	20-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,21	0,69
	0-40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	0,27	0,59

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 14 приведены в приложениях 40-48.

Анализ полученных данных показал, что после обработки залежной темно-каштановой почвы и особенно в период парования почвы, в ней происходит значительное усиление интенсивности биохимических процессов, в результате чего существенно повышается количество доступных растениям элементов минерального питания, в основном нитратного азота и подвижного фосфора (таблица 14).

Наиболее активно процессы перехода элементов минерального питания в доступные для растений формы отмечены на фоне глубоких обработок залежи. Так, в слое 0-40 см темно-каштановых почв содержание нитратного азота ко времени посева яровой пшеницы на фоне отвальной и безотвальной обработок на глубину 25-27 см увеличилось по сравнению с залежью в среднем в 2,1 раза, подвижных фосфатов – в 1,2-1,3 раза, обменного калия осталось практически без изменений

Мелкие обработки (рыхление на глубину 14-16 см) по влиянию на биохимические изменения темно-каштановой почвы оказались менее эффективными – количество нитратного азота в слое почвы 0-40 см увеличилось к этому времени с 1,5 до 2,4 мг на 100 г почвы или в 1,6 раза, а по количеству доступного фосфора и обменного калия осталось на уровне залежи.

Таким образом, положительное влияние на пищевой режим при освоении залежных темно-каштановых почв обеспечивают глубокие обработки почвы, что обусловлено, по-видимому, лучшей аэрацией и более благоприятным водным режимом почвы.

4.3 МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ОСВАИВАЕМЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Микробиологическая активность темно-каштановой почвы на разных фонах обработки почвы при освоении залежи определялась по интенсивности распада льняной ткани (таблица 15).

Таблица 15 - Влияние основных обработок залежи на микробиологическую активность темно-каштановой почвы в посевах яровой пшеницы, % разложения ткани

Варианты основной обработки залежи	Слои почвы, см	2013 г	2014 г.	2015 г	Среднее
Первая закладка (посев – выход в трубку)					
Залежь 10-12 лет	5-15	28,2	24,5	22,6	25,1
	20-30	21,4	19,2	19,3	20,0
Вспашка на глубину 25-27 см	5-15	24,3	23,8	22,4	23,5
	20-30	19,7	17,9	17,6	18,4
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	5-15	25,5	25,8	23,8	25,0
	20-30	16,8	18,4	20,0	18,4
Рыхление на глубину 14-16 см	5-15	25,3	23,3	20,7	23,1
	20-30	19,7	17,6	18,2	18,5
НСР ₀₅	5-15	1,4	1,4	1,5	1,4
НСР ₀₅	20-30	1,0	0,7	1,2	1,0
Вторая закладка (посев – уборка)					
Залежь	5-15	35,3	30,6	28,2	31,4
	20-30	26,8	24,0	24,1	25,0
Вспашка на глубину 25-27 см	5-15	40,5	39,6	37,4	39,2
	20-30	32,8	29,8	29,3	30,6
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	5-15	42,5	43,0	39,6	41,7
	20-30	28,0	30,6	33,4	30,7
Рыхление на глубину 14-16 см	5-15	36,1	33,3	29,6	33,0
	20-30	28,2	25,1	26,0	26,4
НСР ₀₅	5-15	2,2	2,1	2,0	2,1
НСР ₀₅	20-30	2,0	1,9	1,9	1,9

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 15 приведены в приложениях 49-60.

Более наглядно закономерности проявления биологической активности по вариантам опыта прослеживаются на представленных ниже диаграммах (рисунок 6).

Из приведенных в таблице 15 и на рисунке 6 данных следует, что на осваиваемой залежи микробиологическая активность темно-каштановой почвы увеличивается довольно существенно. Особенно сильно этот процесс проявляется на фоне глубоких обработок почвы.

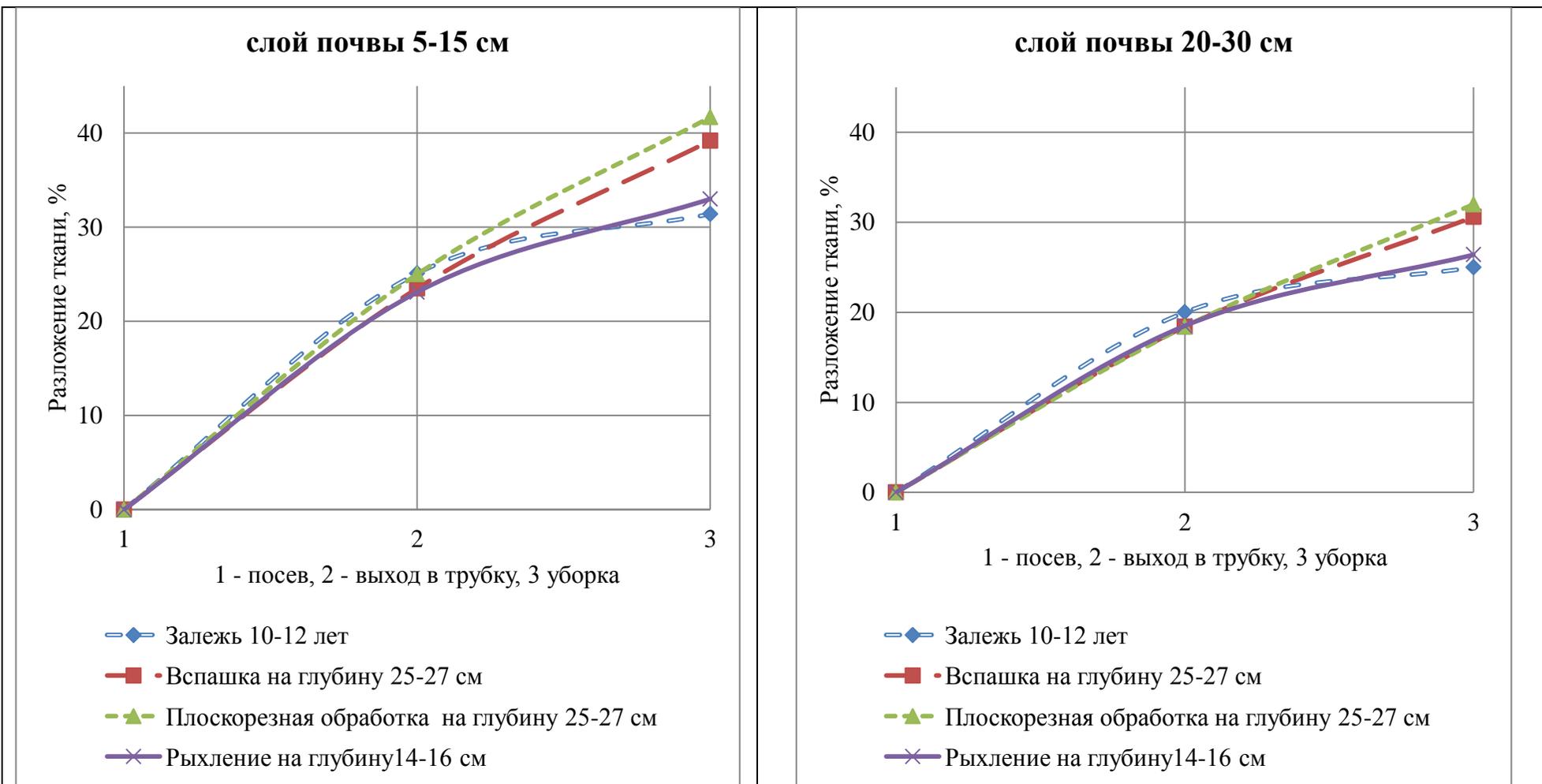


Рисунок 6. Влияние основных обработок залежи на микробиологическую активность темно-каштановой почвы в посевах яровой пшеницы, среднее за 2013-2015 гг.

Так, за время вегетации яровой пшеницы (данные по выемке образцов при уборке) в слое 0-15 см разложение ткани на фоне обработок почвы на глубину 25-27 см составило в среднем 39,2-41,7% с колебаниями по годам от 37,4 до 43,0%, в слое 20-30 см эти показатели соответственно составляли 30,6-30,7 и 28,0-33,4%. Существенной разницы по микробиологической активности почвы между фоном отвальной вспашки и плоскорезной обработки, не обнаружено, хотя тенденция более активных биологических процессов прослеживается по фону безотвальной обработки.

На фоне мелкого рыхления почвы при освоении залежи показатели микробиологической активности были существенно ниже и практически не отличались от показателей залежи.

Установлено, что на всех фонах основной обработки залежи, наиболее активно микробиологические процессы протекают в хорошо аэрируемом и достаточно увлажненном верхнем слое 5-15 см. С глубиной активность этих процессов снижается.

Ранее, в разделе 3.8 при характеристике исследуемых почв были приведены данные о том, что целлюлозоразлагающая активность темно-каштановой почвы в слое 0-20 см на пашне в 1,5-2 раза ниже, чем на целине и залежи. На наш взгляд, противоречий здесь с представленными в таблице 15 данными нет. Необходимо учитывать, что в таблице 15 приведены данные, полученные после полуторогодичного парования почвы. Именно за счет благоприятных условий развития микроорганизмов в почве чистого пара (наличие влаги, хорошая аэрация обрабатываемого слоя, большое количество органического вещества, заделанного в почву перед парованием) почва в период вегетации яровой пшеницы отличалась высокими показателями разложения органики.

Более активное влияние микробиологических процессов объясняет и более лучшие условия пищевого режима почвы на фоне глубоких обработок, используемых при освоении залежи.

Обращает на себя внимание факт неодинаковой активности микроорганизмов в первой и второй половине вегетации яровой пшеницы (таблица 15, рисунок 6). В первой половине вегетации (от посева до выхода в трубку) существенной разницы по всем вариантам опыта не отмечено, в отдельных случаях некоторое преимущество было даже за залежью. Но во второй половине вегетации яровой пшеницы процент разложения льняной ткани на залежи и на фоне мелкого рыхления резко замедлился, и по отношению к общему разложению, в среднем увеличился только на 20-30%.

Резкое снижение микробиологической активности почвы в этом случае связано с иссушением почвы к середине лета до глубины 30-40 см.

На фоне глубоких обработок почвы активность разложения ткани во второй период вегетации яровой пшеницы так же уменьшилась, но значительно слабее – на этот период пришлось около 40% от общего разложения исследуемых образцов. Это свидетельствует о том, что более благоприятные водно-физические условия почвы на фоне глубокой обработки сохраняются не только в паровом поле, но и во всем звене севооборота пар – яровая пшеница.

Дополнительно в опытах были проведены исследования биологической активности почвы и в посевах многолетних трав (таблица 16). На этих вариантах закладка образцов ткани проводилась весной в начале вегетации (отрастания) трав, выемка – в те же сроки, что и на пшенице.

По сравнению с яровой пшеницей в посевах травосмеси отмечена в целом несколько более активная деятельность микроорганизмов, особенно в первый период наблюдений (таблицы 15 и 16).

Это связано с тем, что длительность первой закладки на травах по сравнению с вариантами с яровой пшеницей была более продолжительной (время закладки образцов в начале вегетации трав).

Таблица 16 - Влияние основных обработок залежи на микробиологическую активность темно-каштановой почвы в посевах многолетних трав, % разложения ткани.

Варианты основной обработки залежи	Слой почвы, см	Травосмесь первого года пользования			Травосмесь второго года пользования (2015 г.)
		2014 год	2015 год	Среднее	
(первая закладка)					
Вспашка на глубину 25-27 см	5-15	44,1	40,2	42,2	42,4
	20-30	27,5	27,4	27,4	30,4
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	5-15	43,5	41,1	42,3	42,6
	20-30	26,4	26,6	26,5	30,2
Рыхление на глубину 14-16 см	5-15	35,3	36,8	36,0	32,1
	20-30	20,0	18,0	19,0	20,5
НСР ₀₅	5-15	2,1	2,3	2,2	1,8
НСР ₀₅	20-30	2,0	1,1	1,6	1,2
(вторая закладка)					
Вспашка на глубину 25-27 см	5-15	48,2	44,2	46,2	48,2
	20-30	35,6	35,8	35,7	38,5
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	5-15	46,5	46,0	46,2	49,4
	20-30	34,4	34,8	34,6	36,6
Рыхление на глубину 14-16 см	5-15	38,0	37,6	37,8	36,8
	20-30	28,6	26,0	27,3	25,5
НСР ₀₅	5-15	2,5	2,4	2,4	2,4
НСР ₀₅	20-30	1,4	1,5	1,4	1,8

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 16 приведены в приложениях 61-72.

Кроме того, на наш взгляд здесь большую роль играют особенности агротехники и биологические особенности трав – необходимо учитывать, что на травах второго года жизни сформировалась достаточно мощная корневая система, а в верхнем слое почвы оставались отмершие корневые остатки яровой пшеницы.

Так же отличительной особенностью биологической активности почвы под многолетними травами является более резкое ее затухание во второй закладке. Если на травах первого года пользования за первую закладку степень разложения образцов ткани в среднем составила на фоне глубоких обработок залежи в слое 5-15 см около 42% и в слое 20-30 см 27%, то к концу второй закладки эти показатели увеличились соответственно лишь до 46 и 35%. Такая же закономерность проявлялась и на посевах трав второго года пользования. Это явление объясняется более сильным иссушением почвы травами, так как при первой выемке образцов почва на травах на глубину 30 см была в сухом состоянии.

В целом необходимо отметить, что и под многолетними травами четко проявляется положительное последствие глубоких основных обработок почвы на показатели микробиологической активности почвы. На вариантах с мелким рыхлением почвы при обработке залежи показатели микробиологической активности были существенно слабее.

Таким образом, полученные данные позволили выявить четкую закономерность существенного возрастания микробиологических процессов в темно-каштановой почве на осваиваемой залежи. Абсолютные показатели и длительность этих процессов существенно зависят от приемов обработки почвы, применяемых при освоении залежи. Наиболее высокие показатели биологической активности почвы как по абсолютным показателям, так и по длительности действия, отмечаются на фоне отвальной и безотвальной обработки залежи на глубину 25-27 см. Абсолютные показатели интенсивности микробиологических процессов под многолетними травами

выше, чем в посевах яровой пшеницы, но в основном это связано с более длительным периодом наблюдения.

4.4 ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ ОСВАИВАЕМЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ

Показатели плотности залежной почвы проведенные в 2011 году (см. рисунок 4) показали, что на 7-й год залежи она в горизонтах А и В практически не отличалась от пашни.

Но дальнейшими наблюдениями было установлено, что на 10, 11 и 12 годы залежи плотность почвы, повидимому за счет накопления растительных остатков, начинает постепенно уменьшаться и приближаться к показателям целины (таблица 17).

Таблица 17 – Влияние основной обработки залежи на плотность сложения темно-каштановых почв при посеве яровой пшеницы, г/см³

Варианты основной обработки залежи	Средняя глубина отбора проб, см	2013 год	2014 год	2015 год
Залежь 10-12 лет	10	1,19	1,18	1,16
	30	1,33	1,32	1,31
Вспашка на глубину 25-27 см	10	1,23	1,22	1,23
	30	1,32	1,31	1,30
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	10	1,25	1,26	1,26
	30	1,33	1,33	1,32
Рыхление на глубину 14-16 см	10	1,27	1,26	1,28
	30	1,34	1,34	1,34
НСР ₀₅	10	0,04	0,03	0,05
НСР ₀₅	30	0,03	0,04	0,04

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 17 приведены в приложениях 73-78.

На распаханной залежи, наоборот почва уплотняется, по-видимому за счет воздействия ходовой части сельскохозяйственной техники. Определения плотности почвы, проведенные при посеве яровой пшеницы, показали, что на

фоне обработок на 25-27 см плотность почвы в слое 8-12 см (в среднем на глубине 10 см) составила 1,22-1,26 г/см³ и в слое 28-32 см (в среднем на глубине 30 см) – 1,30-1,33 г/см³. На фоне мелкого рыхления почва была уплотнена сильнее – на глубине 10 см до 1,26-1,28 г/см³, 30 см – до 1,34 г/см³. Учитывая, что на фоне мелкого рыхления проникновение влаги в глубокие слои почвы, как это было показано ранее, затруднено, наличие более уплотненной почвы объясняется не разрушенной старой плужной подошвой.

В таблице 18 представлены данные плотности почвы, определенные в посевах многолетних трав первого и второго года пользования.

По этой таблице так же четко, как и по данным в посевах яровой пшеницы, прослеживается более сильное уплотнение на глубине 10 и 30 см на фоне мелкого рыхления, примененного при освоении залежи. Даже на четвертый год последствий, влияние основных обработок почвы на показатели плотности почвы в посевах многолетних трав было достаточно существенным – на фоне глубоких отвальной и безотвальной обработок на глубине 10 см плотность составляла 1,10-1,11 г/см³, а на фоне мелкого рыхления 1,23 г/см³, на глубине 30 см соответственно 1,19-1,20 и 1,35 г/см³.

Таблица 18 – Влияние основной обработки залежи на плотность сложения темно-каштановых почв в посевах многолетних трав, г/см³

Варианты основной обработки залежи	Средняя глубина отбора проб, см	Травосмесь первого года пользования		Травосмесь второго года пользования
		2014 год	2015 год	2015 год
Залежь 11-12 лет	10	1,18	1,16	1,16
	30	1,32	1,31	1,31
Вспашка на глубину 25-27 см	10	1,11	1,13	1,10
	30	1,20	1,22	1,19
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	10	1,14	1,16	1,11
	30	1,23	1,24	1,20
Рыхление на глубину 14-16 см	10	1,20	1,22	1,23
	30	1,33	1,35	1,35
НСР ₀₅	10	0,05	0,05	0,05
НСР ₀₅	30	0,05	0,05	0,08

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 18 приведены в приложениях 79-84.

По сравнению с посевами яровой пшеницы, плотность почвы под многолетними травами на всех вариантах опыта оказалась меньше, причем с увеличением возраста трав этот процесс проявляется сильнее. Уменьшение плотности слоения почвы по многолетними травами, объясняется развитием и сохранением более мощной корневой системы, улучшением структуры почвы.

Таким образом, положительное влияние на плотность слоения темно-каштановой почвы при освоении залежи, проявляется только при отвальной или безотвальной обработке на глубину 25-27 см. Использование мелких основных обработок при освоении залежи (рыхление на глубину 14-16 см) не целесообразно, вследствие того, что при мелкой обработке не разрушается плужная подошва и высокая плотность на глубине 30 см препятствует накоплению и сохранению влаги в нижележащих горизонтах почвы. Отрицательное последствие мелкой основной обработки почвы на плотность почвы проявляется как в севооборотах с однолетними культурами, так в выводном поле с многолетними травами.

Более интенсивное использование почвообрабатывающей техники в севообороте с однолетними культурами вызывает уплотнение темно-каштановой почвы несколько выше показателей, обеспечивающих оптимальные условия для формирования корневой системы растений. Более благоприятные условия уплотнения почвы складываются под многолетними травами [3,26,66,70,71,74,119,162].

ГЛАВА 5. ВЛИЯНИЕ АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ОСВОЕНИЯ ЗАЛЕЖНЫХ ТЕМНО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ТРАВΟΣМЕСИ

Учет урожая возделываемых в опыте культур (яровая пшеница и многолетние травы) позволил дать оценку эффективности изучаемых вариантов систем основной обработки почвы при освоении залежных темно-каштановых почв.

В соответствии со схемой опыта для увеличения достоверности и объективности урожайных данных изучаемые культуры высевались в течение трех лет (три закладки опыта). Кроме того, учет урожая по каждому варианту ежегодно проводился в трехкратной повторности.

В связи с неблагоприятными засушливыми погодными условиями в годы проведения исследований урожайность яровой пшеницы в опытах была низкой и составила 0,70 т/га в 2013 году, 0,40 т/га в 2014 году и 0,18 т/га в 2015 году.

Несмотря на низкие показатели продуктивности яровой пшеницы из-за засушливых погодных условий в годы проведения исследований, трехлетние данные позволили достаточно четко выявить влияние на ее урожайность изучаемых в опытах способов основной обработки залежной почвы (таблица 19).

При трехкратной повторности учета урожая были получены математически достоверные прибавки урожая. Во все годы исследований наиболее высокая урожайность яровой пшеницы была получена на распаханых залежных темно-каштановых почвах на фоне основной обработки почвы залежи плугом ПН-4-35 на глубину 25-27 см – соответственно 0,81; 0,46 и 0,21 т/га.

Таблица 19 – Влияние основной обработки залежи на урожайность яровой пшеницы, т/га.

Варианты основной обработки залежи	2013 год	2014 год	2015 год	Среднее
Вспашка на глубину 25-27 см	0,81	0,46	0,21	0,49
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	0,76	0,44	0,19	0,46
Рыхление на глубину 14-16 см	0,52	0,31	0,14	0,32
НСР ₀₅	0,02	0,05	0,01	0,05

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 19 приведены в приложениях 85-88.

Эффективность этого варианта связана с более благоприятными показателями плодородия почвы по сравнению с другими вариантами, в частности более высокими влагозапасами почвы, большим количеством доступных питательных веществ в почве, лучшей микробиологической активностью, меньшей уплотненностью почвы и др.

Вариант с использованием в качестве орудия основной обработки залежной почвы плоскореза КПГ-250 на глубину 25-27 см показал ненамного меньшую эффективность, уступив варианту с отвальной вспашкой в среднем на 0,03 т с/га, в том числе в засушливые 2014 и 2015 гг. – на 0,02 т/га, а в наиболее урожайном 2013 году – на 0,05 т/га (таблица 19). Необходимо отметить, что разница между вариантами с отвальной вспашкой и безотвальной обработкой была математически достоверной только в более влажном и урожайном 2013 году, а в засушливые годы находилась на уровне НСР, поэтому говорить об очень существенном преимуществе варианта со вспашкой, на наш взгляд, будет не правильно.

Применение при основной обработке залежных темно-каштановых почв элемента минимализации основной обработки почвы в виде мелкого рыхления (на глубину 14-16 см) по всем изучаемым показателям плодородия не оправдало себя – на этом варианте были хуже влагообеспеченность растений, уровень минерального питания, слабее микробиологическая активность, выше плотность почвы и др. В среднем этот вариант по

урожайности яровой пшеницы уступил варианту с отвальной вспашкой на 0,17 т/га, а варианту с безотвальной обработкой – 0,14 т/га или более чем на 30%.

Учет урожая многолетних трав проводился в 2014 и 2015 гг., так как в год посева травы еще не формировали достаточную для уборки биомассу. В связи со слабым развитием многолетних трав в первый год жизни был выбран вариант с их посевом под покров яровой пшеницы (таблица 20).

Таблица 20 – Влияние основной обработки залежи на урожайность сена многолетних трав, т/га.

Варианты основной обработки залежи	Травосмесь первого года пользования			Травосмесь второго года пользования
	2014 год	2015 год	Среднее	2015 год
Вспашка на глубину 25-27 см	1,21	1,07	1,14	2,12
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	1,15	1,13	1,14	1,99
Рыхление на глубину 14-16 см	0,86	0,72	0,79	1,35
НСР ₀₅	0,04	0,08	0,08	1,09

Примечание: Данные дисперсионного анализа таблицы 20 приведены в приложениях 89-92.

Хотя для яровой пшеницы погодные условия 2014 и 2015 гг. были острозасушливыми, для многолетних трав они оказались более благоприятными, так как в начале вегетации трав отсутствовали засушливые явления, а начало засухи приходилось уже на период уборки. Так, в 2014 году за последние два дня марта, в апреле и первые пять дней мая, то есть когда многолетние травы интенсивно отрастали и формировали основную массу корней, выпало более 50 мм осадков, а в 2015 году в апреле и до середины мая – почти 60 мм. Температурный режим воздуха в эти периоды был также благоприятный для вегетирования трав.

В первый год пользования (второй год жизни) молодая травосмесь житняка и люцерны формировала урожай сухой биомассы (в расчете на сено 16% влажности) на уровне 0,72-1,21 т/га. При этом четко прослеживается

высокое положительное последствие на урожай трав глубоких основных обработок почвы при освоении залежи.

На фонах отвальной вспашки и безотвальной обработки залежи на глубину 25-27 см травосмесь в среднем за два года дала урожай сена 1,14 т/га. Варианты с мелким рыхлением залежи на глубину 14-16 см существенно уступили вариантам с глубокими обработками, сформировав урожай биомассы в полтора раза меньше – 0,79 т/га. Основная причина низкой продуктивности трав, как и яровой пшеницы, на этом варианте – неблагоприятный водный режим почвы, характерными признаками которого являются значительно меньшие влагозапасы в верхнем полуметровом слое почвы и наличие сухой прослойки в более глубоких слоях.

Учет урожая трав в 2015 году (травосмесь второго года пользования или третьего года жизни) показал, что продуктивность сенокосов по сравнению с более молодыми растениями возрастает почти в два раза (таблица 20). На фоне глубокой вспашки залежи урожайность травосмеси в 2015 году составила 2,12 т/га сена, на фоне глубокой безотвальной обработки – 1,99 т/га и на фоне мелкого рыхления – 1,35 т/га. Следовательно, и на третий год после освоения залежи последствие основных обработок почвы проявляется очень четко.

Использование травосмеси, а не чистых посевов житняка или люцерны, на наш взгляд позволит поддерживать продуктивность сенокосов на высоком уровне и в последующие годы. Учет урожая первого года пользования показал, что основным компонентом в этот год явилась люцерна – на ее долю в общей биомассе приходилось в среднем 70-75% растений. На второй год пользования (третий год жизни) доля люцерны снизилась до 35-40%, а доля житняка увеличилась до 60-65%. При этом проективное покрытие поверхности почвы увеличилось за счет высокой кустистости растений житняка.

Таким образом, влияние разных способов основной обработки почвы, используемых при освоении залежных темно-каштановых почв, в

последствия на урожае яровой пшеницы и многолетних трав проявилось достаточно четко. Обработка залежи на глубину 25-27 см по сравнению с мелким рыхлением на глубину 14-16 см обеспечила существенное улучшение основных показателей плодородия почвы и повышение урожая яровой пшеницы более чем на 30% и многолетних трав – на 45-55%.

Из глубоких обработок почвы более высокое последствие на урожай яровой пшеницы и многолетних трав оказывала отвальная вспашка. Безотвальная плоскорезная обработка залежи в большинстве случаев хотя и несколько уступала по показателям урожайности отвальной вспашке, но существенная разница проявлялась в основном во влажные годы. В засушливые и малоурожайные годы разница между этими фонами была мало существенной.

С целью выявить взаимное влияние изучаемых факторов на продуктивность осваиваемых залежных темно-каштановых почв нами был проведен двухфакторный дисперсионный анализ урожайных данных (таблица 21, приложение 93). Для сопоставимости показателей урожая разных культур использовали расчеты в зерновых единицах на среднегодовую продуктивность звена.

Таблица 21 – Действие основных обработок и различных звеньев севооборотов на продуктивность осваиваемой залежной темно-каштановой почвы, тонн зерновых единиц в среднем на 1 га севооборотной площади (среднее за 2011-2015 гг.)

Варианты основной обработки залежи (А)	Звенья севооборотов (В)		Средние по фактору А (НСР ₀₅ =0,022)
	пар - яровая пшеница	пар - яровая пшеница+травы-травы 2-3 года	
Вспашка на глубину 25-27 см	0,24	0,16	0,20
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	0,23	0,15	0,19
Рыхление на глубину 14-16 см	0,16	0,10	0,13
Средние по фактору В (НСР ₀₅ = 0,018)	0,21	0,14	0,17
НСР ₀₅ = 0,032 для сравнения частных средних			

Проведенный анализ так же подтвердил существенную роль глубоких основных обработок, примененных при освоении залежной темно-каштановой почвы. Кроме того, при данной технологии расчетов удалось более четко показать значительно более высокую среднегодовую продуктивность парового звена, что подтверждает вывод о целесообразности возделывания в период освоения залежных почв наиболее ценных зерновых культур.

Введение травяного звена на начальном этапе освоения залежных земель может быть обусловлено потребностью в кормах для животноводства.

Высокая достоверность влияния каждого изучаемого факторов – основных обработок почвы и звеньев севооборотов в отдельности подтверждена статистически – фактические значения критерия Фишера составили соответственно 42,5 и 134,6 при теоретических значениях 3,6 и 4.4. Вместе с этим взаимодействие этих факторов на изменчивость результативных признаков не проявилось (приложение 93).

ГЛАВА 6. ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ОТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ТЕМНО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЫ

Жесткие климатические условия, в которых находится Западно-Казахстанская область, обуславливают значительную изменчивость урожайности зерновых культур по годам – от 0,10 до 1,70 т/га.

Поэтому для рентабельного ведения полеводства в этой зоне необходимо учитывать взаимосвязь биологических возможностей возделываемых культур с конкретными природными условиями их выращивания.

Необходимость такого анализа обусловлена сложным влиянием агрохимических, водно-физических свойств почв и условий погоды на урожай сельскохозяйственных культур. Как показывают результаты многочисленных опытов, действие различных факторов взаимообусловлено и часто оптимальное значение одного свойства определяется уровнем влияния других свойств. В этих условиях вполне удовлетворительные результаты могут быть получены с помощью стандартных методов множественного корреляционно-регрессионного анализа, применение которого возможно для обработки, как массового экспериментального материала, так и данных многофакторных полевых опытов [87,90].

Важным источником получения сопряженных экспериментальных данных о свойствах почв и урожаях сельскохозяйственных культур является площадочный метод учета этих показателей на полевых опытах и производственных посевах. Суть метода состоит в учете урожая возделываемых сельскохозяйственных культур и свойств почв на микроплощадках (1-10 м²), выделенный в пределах одинаковой почвенной разновидности. Этот метод, основанный на использовании пространственной пестроты почв, был предложен для агрохимических исследований Т.Н.

Кулаковской, усовершенствован и рекомендован для практического использования современными исследователями [98].

Трехлетними опытами с яровой пшеницей, проведенными В.С. Кучеровым [87] было установлено, что наиболее тесные корреляционные связи между урожайностью этой культуры и показателями плодородия темно-каштановых почв проявляются с количеством продуктивной влагой в почве (коэффициент корреляции 0,74), содержанием гумуса (0,67), плотностью (0,66) и нитрификационной способностью почвы (0,66), наименьшее – с количеством подвижных форм питательных веществ (нитраты - 0,08, подвижный фосфор - 0,35 и обменный калий - 0,37).

С целью повысить достоверность полученных данных, нами была поставлена задача – привлечь для данного анализа материалы полевых опытов последующих лет. Дополнительные данные для расчетов корреляционных связей урожая яровой пшеницы и показателей плодородия темно-каштановых почв были получены автором в 2010-2014 гг. по программам магистерской и аспирантской подготовки.

На основании корреляционного анализа полученных экспериментальных данных было установлено, что общие закономерности, описывающие связь урожая яровой пшеницы с показателями почвенного плодородия, в основном остаются прежними, хотя абсолютные показатели коэффициентов корреляции изменялись в ту или иную сторону.

Оценивая взаимные связи отдельных агрохимических и агрофизических показателей темно-каштановых почв, следует отметить, что основным фактором, обуславливающим уровень плодородия почв засушливой степной зоны, является обеспеченность растений влагой. Коэффициент корреляции между урожайностью яровой пшеницы и количеством продуктивной влаги в полутораметровом слое почвы составил 0,80.

Существенное влияние на урожайность яровой пшеницы оказывают нитрификационная способность почвы (коэффициент корреляции 0,69), содержание гумуса (0,67) и плотность почвы в слое 0-30 см (0,60).

Слабая связь урожайности яровой пшеницы прослеживается с количеством подвижных форм питательных веществ в почве (нитраты - 0,11; обменный калий - 0,25; подвижный фосфор - 0,38). Слабое влияние пищевого режима почв обусловлено, прежде всего, недостатком влаги в почве. В этом случае сильно проявляется первостепенная роль фактора влагообеспеченности, подтверждающая низкую способность усвоения растениями питательных веществ из почвы при слабой её увлажненности.

Естественно, что продуктивность полевых культур определяется не только отдельными факторами плодородия почвы, а их комплексным воздействием. Поэтому, при установлении оптимальных параметров свойств почвы нельзя ограничиваться только применением методов парной корреляции, а использовать более сложные зависимости, основанные на расчетах множественной корреляции.

Исходя из этого для определения множественной регрессии (модели) продуктивности яровой пшеницы на темно-каштановых почвах степного Приуралья, были использованы доминирующие показатели с наиболее высокими парными коэффициентами корреляции – количество продуктивной влаги в слое почвы 0-150 см, нитрификационная способность, содержание гумуса и плотность почвы в слое 0-30 см.

Вычислены следующие статистические характеристики: средние арифметические, дисперсии, средние квадратичные отклонения, коэффициенты вариации и стандартные ошибки средних арифметических [55].

Уравнение множественной регрессии имеет следующий вид:

$$Y = (0,0633B + 0,0023Г + 0,036 НС + 0,115 П - 13,8)/10$$

$$R = 0,93; D = 0,86$$

где:

У – урожай яровой пшеницы, т/га;

ЗВ – запасы продуктивной влаги в слое 0-150 см, мм;

Г – содержание гумуса в слое 0-30 см, мг/кг;

НС – нитрификационная способность в слое 0-30 см, мг/кг;

П – плотность почвы в слое 0-30 см, г/см³.

R – множественный коэффициент корреляции;

Д – множественный коэффициент детерминации.

Множественный коэффициент корреляции, равный 0,93, указывает на высокую степень тесноты связи между использованными показателями плодородия темно-каштановой почвы и урожайностью яровой пшеницы. Проверка статистической значимости факторов модели по t – критерию Стьюдента показала, что факторами плодородия, наиболее существенно влияющими на формирование урожая яровой пшеницы на темно-каштановых почвах являются: продуктивная влага (4,15), содержание гумуса (3,85), нитрификационная способность (3,52) и плотность почвы (3,10).

Располагая данными урожая яровой пшеницы и весенних запасов влаги по 10 сантиметровым слоям почвы до глубины 150 см и количества выпадавших за вегетацию осадков, мы провели корреляционный анализ, который показал, что линейная зависимость этих показателей обеспечивает среднюю связь – $R = 0,76$. При этом зависимость урожая наиболее сильно проявляется от влагозапасов слоя почвы 0-100 см (частный коэффициент корреляции 0,84) и очень слабо от суммы осадков вегетации ($r = 0.40$).

Низкий уровень влияния осадков вегетации связан с тем, что осадки летнего периода выпадают неравномерно и не всегда в периоды повышенной потребности растений во влаге. Для условий засушливой степи это подтверждает высокую значимость почвенных влагозапасов, формируемых за осенне-зимний и ранневесенний периоды.

На основании этого, используя достаточно высокую корреляционную зависимость урожая яровой пшеницы от весенних влагозапасов в слое 0-100

см, с определенной достоверностью можно заранее рассчитать величину будущего урожая. Уравнение линейной регрессии для урожая яровой пшеницы и запасов доступной влаги в слое почвы 0-100 см имеет следующий вид:

$$Y = (0,079x + 1,45)/10$$

где: Y – теоретически ожидаемый урожай зерна, т/га;

x – запас доступной влаги при посеве яровой пшеницы в слое 0-100 см, мм.

В 65% случаев отклонения фактического урожая от расчетного не превышали ошибку ($S_{yx} = 0,24$ т/га). Наибольшие отклонения приходятся на экстремальные годы, когда на формирование урожая сильное влияние оказывали метеорологические факторы периода вегетации.

Данный метод может быть использован для заблаговременного (за 2,5-3 месяца до уборки) прогноза условий формирования урожая и хотя может иметь весьма малое практическое значение для направленного регулирования факторов жизни растений, с успехом может быть применен для планирования уборочных работ.

Таким образом, на основании анализа взаимосвязи урожая яровой пшеницы с основными показателями плодородия темно-каштановых почв северо-запада Казахстана можно сделать следующие заключения:

1. Основными факторами почвенного плодородия, определяющими урожайность яровой пшеницы – основной культуры полевых севооборотов, являются показатели весеннего увлажнения почвы до глубины 1 м, нитрификационной способности, содержания гумуса и плотности почвы в пахотном (0-30 см) слое. Уравнение множественной регрессии свидетельствует о высокой степени зависимости урожайности яровой пшеницы (порядка 86%) от названных показателей.

2. В соответствии с полученным уравнением регрессии, наиболее эффективно потенциальное плодородие темно-каштановых почв северо-запада Казахстана может быть реализовано яровой пшеницей при следующих

показателях в момент посева: запасах доступной влаги в метровом слое почвы 120-140 мм, содержании в слое почвы 0-30 см нитратного азота 90-110 мг/кг и гумуса не менее 2,7-2,8%, плотности почвы 1,11-1,15 г/см³.

3. Корреляционные зависимости между урожаями сельскохозяйственных культур и показателями почвенного плодородия имеют большое производственное значение. Они могут быть использованы не только с целью прогноза ожидаемой урожайности, но и для научно обоснованного использования агротехнических мероприятий, наиболее эффективных в условиях конкретного года – применения оптимальных систем основной и предпосевной обработки почвы, использования удобрений, подбора сортов и т.д.

ГЛАВА 7. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСПАХАННЫХ ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ

При определении эффективности изучаемых в опытах вариантов освоения залежных темно-каштановых почв за основу был принят один из современных методов оценки уровня интенсификации земледелия по энергетическим критериям полученной продукции [98].

Энергетический подход дает возможность сравнить агроценозы по расходу затраченной энергии на единицу общей и товарной продукции при различных системах земледелия и ее составляющих.

В засушливых условиях северо-запада Казахстана естественная продуктивность целинных и залежных темно-каштановых почв очень низкая. Комплекс отрицательных водно-физических и химических свойств обусловил на этих угодьях формирование разнотравно-белопопынной растительности (полынь белая, полынок, птичья гречишка, прутняк, кермек, ромашник, житняк) с проективным покрытием поверхности не более 40-50%. Продуктивность целинной и залежной растительности в основном определяется погодными условиями года – величиной весенних влагозапасов почвы, температурным режимом и количеством осадков в период роста трав.

Наблюдения за урожаем целинной растительности, проведенные нами в течение 2011-2015 гг. показали, что средняя продуктивность естественных угодий составляет всего около 0,50 т/га сена низкого качества с колебаниями по годам от 0,2 до 0,8 т.

На залежных почвах хотя и формируется урожай биомассы несколько более высокий, чем на целине, но он гораздо худшего качества. С возрастом бурьянистая стадия из однолетних и многолетних растений (овсюг, бодяк полевой, пырей, острец, горчак полевой, осот полевой и др.) сменяется в основном полынями разных видов, малопригодными в качестве корма для

всех видов сельскохозяйственных животных. Злаковые многолетние травы на залежи 9-12 летнего возраста почти отсутствуют.

При таких урожайности и качестве целинная и залежная растительность дает в среднем в год 0,18-0,19 т/га кормовых единиц с суммой накопленной энергии 1,09-1,10 ГДж/га (таблица 22). Затраты совокупной энергии и коэффициент энергетической эффективности для целины и залежи мы не рассчитывали, т.к. они используются как пастбища, т.е. не требуют дополнительных затрат.

На осваиваемой залежи в звене севооборота чистый пар – яровая пшеница затраты совокупной энергии на обработку почвы, посев, уход за посевами и уборку урожая яровой пшеницы на фоне отвальной и безотвальной обработок на глубину 25-27 см составили 1,50-1,55 ГДж/га, а сумма накопленной урожаем энергии 1,83-1,95 ГДж.

Это обеспечило коэффициент энергетической эффективности 1,22-1,26 – то есть на каждую единицу затрат энергии было получено 1,22-1,26 единиц накопленной урожаем энергии. Иными словами рентабельность звена севооборота составила 122-126% и все затраты на освоение залежных земель окупались первым же урожаем яровой пшеницы.

В варианте с рыхлением почвы на глубину 14-16 см при освоении залежи, затраты совокупной энергии были ниже, чем на фоне глубоких обработок. Но ниже была и продуктивность яровой пшеницы, а коэффициент энергетической эффективности составил всего 1,11, что было близко к нулевой рентабельности (таблица 22).

В звене севооборота чистый пар – яровая пшеница + травосмесь житняка и люцерны – травосмесь первого года пользования – травосмесь второго года пользования, продуктивность за счет получения дополнительной продукции (сена трав) в целом была выше – от 0,35 до 0,53 т кормовых единиц.

Таблица 22 – Энергетическая эффективность разных способов основной обработки почвы и использования осваиваемых залежных темно-каштановых почв, среднее за 2011-2015 гг.

Варианты основной обработки залежи	Звенья севооборотов		Целина	Залежь
	чистый пар – яровая пшеница	чистый пар – яровая пшеница + травосмесь – травосмесь 1 и 2 года пользования		
Продуктивность в кормовых единицах, т/га				
Вспашка на глубину 25-27 см	0,33	0,54	0,19	0,18
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	0,31	0,51		
Рыхление на глубину 14-16 см	0,22	0,35		
Сумма накопленной энергии с урожаем, ГДж/га				
Вспашка на глубину 25-27 см	1,95	3,16	1,10	1,09
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	1,83	3,00		
Рыхление на глубину 14-16 см	1,27	2,07		
Затраты совокупной энергии, ГДж/га				
Вспашка на глубину 25-27 см	1,55	1,72	-	-
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	1,50	1,62		
Рыхление на глубину 14-16 см	1,15	1,40		
Коэффициент энергетической эффективности				
Вспашка на глубину 25-27 см	1,26	1,83	-	-
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	1,22	1,85		
Рыхление на глубину 14-16 см	1,11	1,48		

В этом звене также четко проявляется существенное преимущество использования глубоких отвальных и безотвальных обработок при освоении залежной темно-каштановой почвы, где коэффициент энергетической эффективности составил 1,83-1,85 против 1,48 на фоне рыхления на глубину 14-16 см.

Энергетическая эффективность глубоких основных обработок почвы подтверждается и расчётами экономической эффективности освоения залежных почв.

Приведенные в таблице 23 данные показывают, что в вариантах с глубокими основными обработками почвы затраты на освоение залежной почвы в звене севооборота чистый пар – яровая пшеница окупаются уже первым урожаем – чистый доход в среднем составил 0,48-0,21 тыс. тенге/га при уровне рентабельности 2,4-1,1%. Низкая рентабельность данного звена севооборота была обусловлена засушливыми условиями и невысокой урожайностью яровой пшеницы в годы проведения исследований (в среднем от 0,32 до 0,49 т/га).

Необходимо отметить, что во все три года урожая яровой мягкой пшеницы, зерно, полученное с осваиваемых залежных участков, несмотря на низкую урожайность, имело высокие кондиционные показатели III класса – количество сырой клейковины было на уровне 23-24%. Это позволило реализовать ее по цене 42 тыс. тенге за 1 тонну, что и обеспечило окупаемость затрат в звене севооборота первым урожаем.

В опытах с подсевом под покров ярой пшеницы многолетних трав (таблица 24) в вариантах с глубокой основной обработкой почвы при освоении залежи был получен дополнительно урожай сена эквивалентный 0,13-0,14 зерновых единиц. Это позволило в целом для звена севооборота чистый пар – яровая пшеница + травосмесь – травосмесь 1 и 2 года пользования увеличить чистый доход до 3,00-3,40 тыс. тенге/га и уровень рентабельности до 15,3-14,2%.

Таблица 23 – Экономическая эффективность звена севооборота чистый пар – яровая пшеница при освоении залежных темно-каштановых почв, среднее за 2011-2015 гг.

Варианты основной обработки залежи	Урожайность пшеницы, т/га	Стоимость продукции, тыс. тенге на 1 га	Затраты , тыс. тенге на 1 га	Чистый доход (+), убыток (-), тыс. тенге/га	Себестоимость, тыс. тенге на 1 т зерна	Уровень рентабельности (+), убыточности (-), %
Вспашка на глубину 25-27 см	0,49	20,58	20,10	0,48	41,02	2,4
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	0,46	19,32	19,11	0,21	41,54	1,1
Рыхление на глубину 14-16 см	0,32	13,44	15,44	-2,00	48,25	-13,0

Таблица 24 – Экономическая эффективность звена севооборота чистый пар – яровая пшеница + травосмесь – травосмесь 1 и 2 года пользования при освоении залежных темно-каштановых почв, среднее за 2011-2015 гг.

Варианты основной обработки залежи	Урожайность пшеницы и люцерны , т/га (зерно/з.е.)	Стоимость продукции, тыс. тенге на 1 га	Затраты , тыс. тенге на 1 га	Чистый доход (+), убыток (-), тыс. тенге/га	Себестоимость, тыс. тенге 1 т зерновых единиц	Уровень рентабельности (+), убыточности (-), %
Вспашка на глубину 25-27 см	0,49/0,14	25,60	22,20	3,40	35,24	15,3
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	0,46/0,13	24,14	21,14	3,00	35,83	14,2
Рыхление на глубину 14-16 см	0,32/0,09	16,74	17,34	-0,60	42,29	-3,5

В вариантах с мелкой основной обработкой осваиваемой залежи (рыхление на 14-16 см) экономические показатели в обоих звеньях севооборота оказались убыточными.

Таким образом, основным требованием экономически и энергетически эффективного способа освоения залежных почв является соблюдение агротехники, включающей (двукратную) разделку дернины, отвальную вспашку на глубину 25-27 см и тщательный уход за чистым паром в течение следующего лета и посев по пару зерновых культур. Вспашку плугом при освоении залежи можно заменить на глубокую безотвальную обработку, т.к. она по своему действию на основные показатели плодородия почвы и урожайность возделываемых культур мало уступает вспашке.

При такой технологии затраты в звене севооборота чистый пар – яровая пшеница окупаются урожаем высококачественного зерна на уровне 0,46-0,49 т/га. При необходимости обеспечения хозяйства кормами экономически целесообразно на осваиваемых залежных почвах проводить посев травосмеси житняка и люцерны под покров зерновой культуры по схеме: распаханная залежь – чистый пар – яровая пшеница +травосмесь.

Применение мелких основных обработок почвы (рыхление на 14-16 см) при освоении залежи экономически не эффективно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительное изучение целинных, залежных и старопахотных темно-каштановых почв северо-запада Казахстана показало, что залежные почвы 12-14 летнего возраста постепенно восстанавливают утраченное плодородие и по основным агрофизическим и агрохимическим показателям приближаются к целинным угодьям. В залежных почвах, по сравнению со старопахотными, за счет опада и разложения естественной растительности в верхнем 17-20 см слое в 1,5 раза возрастают коэффициент структурности и биологическая активность почвы (соответственно с 1,5 до 2,2 и с 21,2 до 31,2%), на 1/3 повышается содержание общего азота (с 0,17 до 0,22%) и на 15% – подвижного фосфора (с 27,6 до 31,7%), проявляется тенденция увеличения количества гумуса и снижения плотности почвы.

Однако, основным фактором низкой биологической продуктивности растительности на залежи и на целине (порядка 0,18 т/га к.е.), становится крайне неблагоприятный водный режим почвы, характеризующийся низким коэффициентом поглощения влаги осадков, неглубоким промачиванием профиля и образованием сухой прослойки в слое 60-120 см.

Изучение характера изменения водно-физических, агрохимических и микробиологических свойств темно-каштановой почвы при освоении и использовании залежи, показало существенное влияние на них основных обработок почвы и культур возделываемых в разных звеньях севооборотов.

При этом, наиболее существенные, коренные изменения происходят в водном режиме почвы на фоне глубоких (на 25-27 см) основных обработок залежи, где аккумуляция осенне-зимних осадков возрастает в два раза – с 25-30% до 55-60%. По фону рыхления на глубину 14-16 см этот показатель не превышает 45%, что связано с наличием не разрушенной плотной плужной подошвы, затрудняющей проникновение влаги в глубокие слои почвы.

Исследования показали, что на северо-западе Казахстана влаги

осадков, выпадающих в осенне-зимний период часто (в 75% лет) не хватает для увлажнения всего профиля обработанной почвы и в ней остается небольшая сухая прослойка. Но после года парования и второго осенне-зимнего периода запасы продуктивной влаги на фоне глубоких основных обработок залежи достигают 125,5-146,6 мм, а сухая прослойка полностью ликвидируется. По фону рыхления на глубину 14-16 см средние влагозапасы в это время остаются на уровне 90-100 мм, глубина промачивания не превышает 70-80 см, а в слое 100-130 см остается прослойка сухой почвы.

В связи с этим для гарантированного получения урожая культур, высеваемых на освоенной залежи, их посев необходимо проводить после годичного парования почвы и лишь в отдельных случаях, при количестве осадков осенне-зимнего периода более 150-170 мм, посев можно проводить весной без парования почвы.

В полевых севооборотах с однолетними культурами ежегодно обрабатываемая темно-каштановая почва способна поддерживать сравнительно благоприятный водный режим, при котором весной формируются запасы доступной влаги 110-160 мм.

Корреляционный анализ взаимосвязи урожая яровой пшеницы с основными показателями плодородия темно-каштановых почв северо-запада Казахстана показал, что наиболее сильно она проявляется от весенних влагозапасов почвы – коэффициент корреляции 0,84. Для условий засушливой степи это подтверждает высокую значимость почвенных влагозапасов, формируемых за осенне-зимний и ранневесенний периоды.

Наблюдения над водным режимом почвы под многолетними травами, высеваемыми под покров яровой пшеницы показали, что со временем он начинает постепенно ухудшаться и вновь приобретать неблагоприятные свойства, характерные для залежи и целины – с возрастом трав глубина весеннего промачивания почвы уменьшается, вновь образуется сухая прослойка. Именно с ухудшением водного режима почвы под многолетними травами связано снижение с возрастом их продуктивности. Этим объясняется

высокая эффективность рекомендуемого для многолетних трав приема щелевания почвы.

На осваиваемой залежи, на фоне улучшения водного режима почвы, происходит существенная активизация биохимических процессов. На глубоко обработанной залежи после года парования почвы к моменту посева яровой пшеницы в слое 0-40 см накапливалось в 2,1 раза больше подвижных форм азота и в 1,2-1,3 раза – фосфора, чем на необработанной залежи. По содержанию азота и фосфора в этом слое вариант с рыхлением почвы на глубину 14-16 см уступал вариантам с глубокими обработками примерно на 20-25%.

Существенные положительные изменения на осваиваемых залежных почвах отмечены и по микробиологической активности. На фоне глубоких основных обработок залежи за период вегетации яровой пшеницы биологическая активность в слое почвы 5-15 см составила 39,2-41,7% и в слое 20-30 см 30,6-30,7%, в то время как на залежи и в варианте с рыхлением на глубину 14-16 см она была существенно ниже – соответственно по слоям 31,4-33,0% и 25,0-26,4%.

Под многолетними травами абсолютные показатели микробиологической активности (на фоне глубоких основных обработок 48,2-49,4% в слое 5-15 см и 36,6-38,5% в слое 20-30 см) несколько выше, чем в посевах яровой пшеницы, но в основном это связано с более длительным периодом наблюдения.

Установлено, что на обрабатываемой почве ее плотность на глубине 10 см по сравнению с залежью, несколько уплотняется – на всех вариантах обработки почвы при посеве яровой пшеницы этот показатель увеличился с 1,16 до 1,23-1,28 г/см³, что повидимому связано с воздействием ходовой части сельскохозяйственной техники. В более глубоких слоях плотность почвы на всех вариантах оказалась на уровне залежи – 1,30-1,34 г/см³.

Использование при освоении залежных темно-каштановых почв рекомендуемых в качестве основной отвальной или безотвальной обработки

на глубину 25-27 см подтверждается урожайными данными и экономическими расчетами – по сравнению с вариантом рыхления почвы на глубину 14-16 см прибавка урожая яровой пшеницы достигает 30-35%, многолетних трав – 45-55%. Дополнительные затраты на глубокие обработки почвы при освоении залежных земель полностью окупаются урожаем первой культуры севооборота, а уровень рентабельности в условиях засушливых малоурожайных лет в звене парового севооборота составил 1,1-2,4%, в травяном звене – 14,2-15,3%. Использование в качестве основной обработки залежи рыхления на глубину 14-16 см экономически не оправдало себя.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Проблемы повышения плодородия темно-каштановых почвы северо-запада Казахстана и производства высококачественного фуражного и продовольственного зерна и кормов для животноводства в современных экономических условиях могут быть решены за счет освоения и возврата в сельскохозяйственный оборот залежных земель, которых в Казахстане более 2,81 млн. га.

2. При освоении залежей на темно-каштановых почвах должны использоваться следующие технологические операции: двукратная (вдоль и поперек) обработка почвы дисковыми орудиями на глубину 8-10 см для уничтожения дернины; отвальная вспашка или обработка плоскорезом-глубококорыхлителем на глубину 25-27 см; обработка поля на следующий год по типу чистого пара; посев весной по пару яровых культур (яровая пшеница) по зональной агротехнике.

3. При необходимости обеспечения хозяйства кормами для животноводства целесообразно высевать смесь злаковых и бобовых многолетних трав (житняк, люцерна) по чистому пару под покров ценных зерновых культур в соответствии с требованиями зональной агротехники.

4. Использование чистого пара при освоении залежи на темно-каштановых почвах целесообразно практически в любой по погодным условиям год, так как за один осенне-зимний сезон после обработки залежи влаги осадков, как правило, не хватает, чтобы создать достаточные для выращивания культурных растений запасы влаги, особенно в слоях почвы глубже 80-100 см.

5. Регулирование водного режима почвы – основного фактора, обуславливающего продуктивность растений в засушливых степных условиях путем применения всех рекомендуемых мероприятий по сохранению и накоплению почвой влаги выпадающих осадков – проведение

своевременного и качественного ухода за чистым паром, посев кулис в паровом поле, снегозадержание при наличии в полях достаточного количества снега.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаев, Б.М. К вопросу мобилизации внутрипочвенного кальция при мелиорации солонцов / Б.М. Агаев, А.М. Смирнова // Тез. докл. 3-й научно-произв. конф. по проектированию, строительству и эксплуатации оросительных систем в Поволжье. – Волгоград, 1976. – С. 175–177.
2. Агрономическая оценка и методы определения агрохимических и физико-химических свойств почв / Савич и др. – Астана, 2004. – 620 с.
3. Агрофизические методы исследования почв – М.: Наука, 1966. – 450 с.
4. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
5. Агроэкологическая эффективность многолетних трав в зернотравяных севооборотах / А.С. Шпаков и др. // Кормопроизводство. – 2001. – № 10 – С. 13–18.
6. Айтуев, Ж.И. Житняк на северо-западе Казахстана / Ж.И. Айтуев // Вестник сельскохозяйственных наук Казахстана. – 2004. – № 12. – С. 19–21.
7. Альжанов, Б.С. Мелиорация солонцов в Западном Казахстане / Б.С. Альжанов // Сб. научн. работ к 100-летию ЗКГУ. – 2004. – С. 8–12.
8. Андреев, Н.Г. Луговое хозяйство / Н.Г. Андреев. – М.: Колос, 1981. – С. 46–124.
9. Антипов-Каратаев, И.Н. Комплексный метод мелиорации солонцовых земель зоны каштановых почв Поволжья / И.Н. Антипов-Каратаев, А.А. Зайцев // Проблемы почвоведения. – М.: Изд-во АН СССР, 1946. – Сб. 14. – С. 29–68.
10. Архипкин, В.Г. Агрогидрологические свойства темно-каштановой почвы Западного Казахстана / В.Г. Архипкин, В.В. Вьюрков. – Информ. листок № 25–87. – Актюбинск: АЦНТИ, 1987. – 4 с.
11. Архипкин, В.Г. Агрохимические и агрофизические свойства темно-каштановых почв Приуралья / В.Г. Архипкин, В.В. Вьюрков // Проблемы сохранения почвенного плодородия. – Пенза, 1992. – С. 32–34.

12.Архипкин, В.Г. Подготовка паров под озимые в Приуралье / В.Г. Архипкин // Земледелие. – 1992. – № 7–8. – С. 24–25.

13.Асанов, К.А. Создание высокопродуктивных сеяных сенокосов / К.А. Асанов, А.Ф. Кирдякин, Б.М. Кушенов // Аграрная наука. – 1998. – № 6. – С.17–18.

14.Астапов С.В. Методы изучения водно-физических свойств почв и грунтов / С.В. Астапов, С.И. Долгов // Почвенная съемка: Руководство по полевым исследованиям и картированию почв. – М., 1959. – С. 299-334.

15.Атрашкова, Н.А. Зеленое удобрение / Н.А. Атрашкова, А.И. Хабарова, И.К. Довбан // Удобрения. Их свойства и способы использования. Под ред. Д.А. Коренькова. – М.: Колос, 1982. – С. 362–375.

16.Ахметов, К.А. Севообороты северного Казахстана / К.А. Ахметов. – Шортанды, 2000. – 1775 с.

17.Базилинская, М.В. Управление биологической активностью почвы / М.В. Базилинская // Земледелие. – 1989. – №5. – С.36– 37.

18.Баймуканов, Е.Н. Агрогидрологические свойства темно-каштановых слабосолонцеватых почв Приуралья / Е.Н. Баймуканов // Наука и образование. – 2007. – № 3. – С. 11 – 15.

19.Байтканов, К.А. Улучшение и освоение солонцов под кормовые культуры / К.А. Байтканов. – Алма-Ата, 1973. – С. 87–93.

20.Баранов, А.И. Динамика основных химических процессов в солонцовых почвах при разных методах мелиорации / А.И. Баранов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2008. – № 4. – С. 24–26.

21.Бахтин, П.У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР / П.У. Бахтин – М. – Колос: Научные труды ВАСХНИЛ, 1969. – 271 с.

22.Богданов, Г.В. Влияние предшественников и приемов обработки почвы на продуктивность озимой ржи в условиях Востока Нечерноземной зоны: автореф. дис. ...канд. с-х наук / Г.В. Богданов. – Йошкар-Ола, 2005. – 22 с.

23.Браун, Э.Э. Земледелию Западного Казахстана – почвозащитно-ландшафтную основу / Э.Э. Браун, С.Г. Чекалин // Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для засушливых условий Нижнего Поволжья. – Волгоград, 2005. – С.46–50.

24.Браун, Э.Э. Устойчивость агроландшафта – важный фактор устойчивости земледелия / Э.Э. Браун // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2006. – № 11. – С. 26 – 27.

25.Булеков, Т.А. Влияние способов обработки темно–каштановых почв на качественные показатели зерна яровой пшеницы / Т.А. Булеков, А.А. Булекова // Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина. – 2007. – № 4. – С.

26.Буров Д.И. Научные основы обработки почв Заволжья / Д.И. Буров. – Куйбышевское кн. изд–во, 1970. – 294 с.

27.Буянкин, В.И. Земледелие северо-запада Казахстана / В.И. Буянкин, В.С. Кучеров. – Анонс, 1992. – 99 с.

28.Васин, В.Г. Актуальные вопросы кормопроизводства в Самарской области / В.Г. Васин, Н.Н. Ельчанинов, А.В. Васин // Земледелие. – 2004 – № 1.– С.14–16.

29.Вериго, С.А., Почвенная влага / С.А. Вериго, А.А. Разумова – Л., 1973. – 249 с.

30.Власенко, Н.Г. Приемы агротехники, способствующие оптимизации фитосанитарного состояния посевов ячменя / Н.Г. Власенко // Земледелие. – 2010. – № 6. – С. 30–31.

31.Волков, А.И. Эффективность ресурсо- и энергосберегающих технологий возделывания зерновых культур на серых лесных почвах Чувашской Республики: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.И. Волков. – Самара, 2008. – 22 с.

32.Вьюрков, В.В. Агрофизические показатели плодородия темно–каштановой почвы целины и при капельном орошении в Приуралье / В.В.

Вьюрков, М.А. Володин, Д.С. Нашенова // Наука и образование. – 2010. – № 3. – С. 11 – 14.

33. Вьюрков, В.В. Воспроизводство плодородия в почвозащитном земледелии / В.В. Вьюрков // Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социально-экономических условиях. – Астана-Шортанды, 2003. – С. 448–458.

34. Вьюрков, В.В. Морфологические признаки и агрохимические свойства темно-каштановой почвы целины и при капельном орошении в Приуралье / В.В. Вьюрков, М.А. Володин, Д.С. Нашенова // Наука и образование. – 2010. – № 3. – С. 15 – 17.

35. Вьюрков, В.В. Морфологические признаки и показатели плодородия темно-каштановой почвы ТОО «ІЗДЕНІС» при различном сельскохозяйственном использовании / В.В. Вьюрков и др. // Наука и образование. – 2012. – № 3. – С. 6 – 13.

36. Вьюрков, В.В. Научные основы построения севооборотов, обработки и повышения плодородия почв в сухостепной зоне Приуралья: автореф. ... доктора с.-х. наук / В.В. Вьюрков. – Кинель, 2000. – 50с.

37. Вьюрков, В.В. Основная обработка почвы в паровом звене севооборота на темно-каштановых почвах Приуралья / В.В. Вьюрков, Е.Н. Баймуканов, Н.Х. Жаркеев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2008. – №5. – С.20 – 22.

38. Вьюрков, В.В. Показатели плодородия темно-каштановых залежных почв сухостепной зоны Приуралья / В.В. Вьюрков, А.С. Глепов // Наука и образование. – 2009. – № 4. – С. 23 – 26.

39. Вьюрков, В.В. Почвозащитная обработка в Приуралье / В.В. Вьюрков, В.Г. Архипкин // Развитие идей почвозащитного земледелия в новых социально-экономических условиях. – Астана–Шортанды, 1985 – С. 65–75.

40. Вьюрков, В.В. Севообороты, обработка и воспроизводство плодородия в почвозащитном земледелии Приуралья / В.В. Вьюрков – 2-е изд. – Уральск – Западно-Казахстанский ЦНТИ, 2006. – 70с.

41.Герасимов, И.П. Геоморфологический очерк Сыртовой области нижнего Заволжья / И.П. Герасимов, А.П. Доскач // Труды комиссии по ирригации. – вып. 7, 1937.

42.ГОСТ 28268-89 Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.

43.ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.

44.ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИНАО.

45.Гумарова, Ж.М. Некоторые факторы оптимизации земледелия в условиях степного Приуралья / Ж.М. Гумарова // Перспективы инновационного развития АПК в Казахстане: матер. междунар. науч.-практич. конф., Т.2. – Семей, 2014. – С. 271-272.

46.Гусев, М.В. Микробиология / М.В. Гусев, Л.А. Минеева. – М.: Агропромиздат, 1978. – 364 с.

47.Давлеткильдиев, Ф.А. Подбор и рациональное использование кормовых культур / Ф.А. Давлеткильдиев // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан, Сибири, Монголии и Республики Беларусь: матер. межд. конф. – Алматы, Бастау, 2002. –С.127–128.

48.Двуреченский, В.И. Влажно-, ресурсосберегающая система обработки почвы – одна из современных рациональных технологий для засушливой и сухостепной зоны северного Казахстана / В.И. Двуреченский, А.И. Гринец // Экология и степное природопользование. – Уральск, 2005. – С.97–111.

49.Двуреченский, В.И. Перспективы внедрения новых ресурсосберегающих технологий в условиях недостаточного увлажнения севера и запада Казахстана / В.И. Двуреченский, А.И. Гринец // Экология и степное природопользование. – Уральск, 2005. – С. 112–116.

50.Дзыбов, Д.С. Основы биологической рекультивации нарушенных земель: Метод. Указание / Д.С. Дзыбов. – Ставрополь, 1995. – 58 с.

51. Добровольский, Г.В. Функции почв в биосфере и экосистеме / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Наука, 1980 – 261 с.
52. Докучаев, В.В. Русский чернозем / В.В. Докучаев. – С.-Пб., 1883. – 558 с.
53. Долгов, С.И. О некоторых закономерностях зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от плотности почвы / С.И. Долгов, С.А. Модина // Теоретические вопросы обработки почвы. – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – Вып. 2. – С. 54–64.
54. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1979 – 416 с.
55. Джапаров Р.Ш. Приемы повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы при освоении залежных земель в Приуралье Западного Казахстана: автореф. дисс. ... канд. с.х. наук / Джапаров Р.Ш. – Саратов, 2014. – 23 с.
56. Елешев, Р.Е. Земледелие зоны сухой степи / Р.Е. Елешев, В.С. Кучеров, Б.Н. Насиев. – Уральск, 2007. – 236 с.
57. Елешев, Р.Е. Современная концепция развития отраслей земледелия / Р.Е. Елешев // Перспективные направления стабилизации и развития агропромышленного комплекса Казахстана в современных условиях: сб. докл. – Уральск, 2004. – С.15–19.
58. Ерёмин, Д.И. Гумусное состояние чернозема выщелоченного при длительном использовании минеральной системы удобрения под зерновые культуры в северном Зауралье / Д.И. Ерёмин // Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых: труды IV Междунар. научн. конф. молодых ученых, посвященной 40-летию СО Россельхозакадемии. Ч. 1. – Новосибирск, 2010. – С. 48–51.
59. Ерёмин, Д.И. Залежь как средство восстановления содержания и запасов гумуса старопахотных черноземов лесостепной зоны Зауралья / Д.И. Ерёмин // Плодородие. – 2014. – № 1. – С. 24–25.
60. Ерёмин, Д.И. Изменение микробиологической активности выщелоченного чернозема при различном уровне минерального питания

яровой пшеницы в условиях северной лесостепи /Д.И. Ерёмин, А.С. Молодых // Актуальные проблемы агрономии и агроэкологии: Региональная конференция студентов и молодых ученых: сб. научн. тр. – Тюмень: изд-во ТГСХА, 2002. – С. 71–73.

61.Ефенова, Е.В. О зависимости содержания подвижного и активного гумуса от гранулометрического состава в черноземах Средне-Русского Черноземья / Е.В. Ефенова // Тез. докл. 2 с–да почвоведов России. – СПб, 1996. – Т. 1. – С. 185–186.

62.Жумагулов, И.И. Технология биологического воспроизводства плодородия орошаемых почв северного Казахстана / И.И. Жумагулов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 9. – С. 29 – 31.

63.Замараев, А.Г. Баланс вещества, энергии и информации в звене полевого севооборота на дерново-подзолистых почвах / А.Г. Замараев, В.И. Савич, В.Г. Сычев и др. – М.: ВНИИА, 2005. – 330 с.

64.Земледелие с учетом плодородия / В.С. Кучеров, А.Н. Юмагулова, В.И. Буянкин, С.Н. Бурахта. – Алма–Ата, 1989. – 112 с.

65.Земледелие северо-запада Казахстана / В.С Кучеров, К.М Ахмеденов, Г.З. Каиргалиева, Ж.М. Гумарова // Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности юга России: Материалы междунар. научн. конф. 27–30 сентября 2011 г. Российская академия наук. Южный научный центр. Институт аридных зон. Донской государственный аграрный университет. – Ростов на Дону, 2011. – С.213–216.

66.Иванов, П.К. Плотность почвы и плодородие / П.К. Иванов, Л.И. Коробова // Теоретические вопросы обработки почв. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – С. 45–53.

67.Иконников, В.К. Продуктивность парового звена севооборота в Приуралье / В.К. Иконников, В.Г. Архипкин, В.В. Вьюрков // Пути интенсификации производства зерна в северном Казахстане. – Целиноград, 1987. – С. 84–89.

68.Иорганский, А.И. Совершенствование систем земледелия на ландшафтной основе / А.И. Иорганский, К.Б. Балгабеков, Б.М. Амангалиев, А.П. Попыкин // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2004 – № 6. – С. 20-22.

69.Исмаилов, Б. О корневой системе узкоколосых и ширококолосых житняков / Б. Исмаилов, К.Р. Рамазанов, А.Е. Есимбетов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1997 – № 6. – С. 67–73.

70.Казаков, Г.И. Обработка почвы в Среднем Поволжье / Г.И. Казаков. – Самара, 1997 – 196 с.

71.Казаков, Г.И. Плотность почвы как один из критериев глубины ее обработки / Г.И. Казаков // Прогрессивные системы обработки почвы. – Куйбышев, 1988. – С. 125–131.

72.Каличкин, В.К. Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы / В.К. Каличкин // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 24–26.

73.Карипов, Р.Х. Сберегающая технология в условиях сухостепного агроландшафта / Р.Х. Карипов // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2013. – № 1–2. – С. 24–25.

74.Качинский, Н.А. Физика почвы, ч. 1, 2 / Н.А. Качинский – М., Высшая школа, 1965-1970. – 324, 359 с.

75.Кененбаев, С. Б. Гумусовое состояние темно-каштановых почв Приуралья / С. Б. Кененбаев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1996. – № 10. – С. 7–13.

76.Кененбаев, С.Б. Сидераты – основной компонент биологизированных севооборотов / С.Б. Кененбаев, Ш.О. Бастаубаева, М.Б. Бекбатыров // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2007. – № 11. – С. 29 – 30.

77.Кененбаев, С.Б., Регулирование баланса гумуса в темно-каштановой почве степного Приуралья / С.Б. Кененбаев, В.С. Кучеров В.С. // Почвоведение. – 1993. – № – С. 51–54.

78. Кильдюшкин, В.М. Способы обработки, удобрения и агрофизические свойства почвы / В.М. Кильдюшкин. – Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 23–24.

79. Кириллов, Н.А. Эффективность ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур / Н.А. Кириллов // Вестник Алтайского ГАУ. – 2008. – № 9. – С. 12–14.

80. Кирюшин, В.И. Агроэкологическая классификация земель как основа формирования систем земледелия / В.И. Кирюшин // Почвоведение. – 1997. – № 1. – С. 79–87.

81. Кирюшин, В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2006. – № 5. – С. 12–14.

82. Кирюшин, В.И. Т.С. Мальцев и развитие теории обработки почвы / В.И. Кирюшин // Земледелие. – 2005. – № 6. – С. 6–9.

83. Ковда, В.А. Происхождение и режим засоления почв, Т. 1 / В.А. Ковда // М.–Л.: Из-во АН СССР, 1946. – с.

84. Конюшков, Н.С. К методике проведения опытов на сенокосах и пастбищах / Н.С. Конюшков // Полевой опыт. – М.: Колос, 1968. – С. 316–329.

85. Корневая система аридных кормовых культур / С. Абдраимов, Р. Бердыев, Н. Ескараев, И.С. Абдраимов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2005. – № 10. – С. 28–30.

86. Курибашев А.К. Адаптивно-ландшафтная основа развития земледелия республики / А.К. Курибашев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2004. – № 10. – С. 15 – 16.

87. Кучеров, В. С. Теория и практика зональной системы обработки каштановых почв Западного Казахстана: автореф. дисс. ...докт. с.х. наук / Кучеров В.С. – Алматы, 2003. – 51 с.

88. Кучеров, В.С. Земледелие Приуралья / В.С. Кучеров // Проблемы современного социально-экономического развития общества: матер. Междунар. научн.–практ. конф. – Уральск, 2004. – С. 8–11.

89. Кучеров, В.С. Плодородие почвы на северо-западе Казахстана / В.С. Кучеров, К.М. Ахмеденов, Ж.М. Гумарова // Перспективы инновационного развития АПК в Казахстане: матер. Междунар. науч. практ. конф., Т.2. – Семей, 2014. – С. 272-274.

90. Кучеров, В.С. Плодородие темно-каштановой почвы северо-запада Казахстана / В.С. Кучеров, Ж.М. Гумарова, О.В. Лощинин // Аграрный научный журнал. – 2015. – № 6. С. 16-20.

91. Кучеров, В.С. Повышение продуктивности агроэкологических систем сухой степи / В.С. Кучеров, С.Г. Чекалин С.Г. – Уральск, 2000. – 96 с.

92. Лаукарт, Ф.Ф. Сложение почвы при минимальной обработке / Ф.Ф. Лаукарт // Земледелие. – 1986. – №3. – С. 34–36.

93. Лесняк, А.П. Экологическая оптимальность природно-ресурсного потенциала – основа оценки степени антропогенного воздействия на биогеоценозы / А.П. Лесняк, Н.М. Камбарбекова, О.В. Кобзева // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2004. – № 11. – С. 30 – 31.

94. Лощинин, О.В. Биолого-технологические приемы улучшения солонцовых почв в Нижнем Поволжье: дис. ... докт. с.-х. наук : 06.01.01 / О.В. Лощинин. – Саратов, 2005. – 416 с.

95. Лощинин, О.В. Повышение плодородия залежных темно-каштановых почв северо-запада Казахстана / О.В. Лощинин, Ж.М. Гумарова // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 2. С. .

96. Марс, А.М. Экономическая эффективность повышения плодородия солонцеватых темно-каштановых почв / А.М. Марс // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2010. – № 4. – С. 20 – 24.

97. Медведев, И.Ф. Методические особенности качественной внутриполевой оценки пашни / И.Ф. Медведев, К.А. Азоров, Д.А. Губарев // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 4. – С. 3–6.

98.Методическое пособие по агроэнергетической и экономической оценке технологий и систем кормопроизводства. – М.: РАСХН, 1995. – 174 с.

99.Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под ред. Д.Г. Звягинцева. – Изд. МГУ, 1991. – 304 с.

100.Мингалев, С.К. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в системах земледелия Среднего Урала: автореф. дис. ... докт. с.–х. наук / С.К. Мингалев. – Тюмень, 2004. – 42 с.

101.Мишустин, Е.Н. Микробиология / Е.Н. Мишустин, В.Т. Емцев. – М.:

102.Мишустин, Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия / Е.Н. Мишустин. – М.: Агропромиздат, 1972. – с.

103.Многолетние травы на пашне и биологизация земледелия / В.С. Кучеров, К.М. Ахмеденов, Г.З. Каиргалиева, Ж.Н. Гумарова // Организация территории: Статика, Динамика, Управление: VIII Всероссийская научно– практ. конф. с международным участием. – Уфа, 2011. – С. 99 – 103.

104. Можаяев, Н.И. Способы первичной обработки бурьянистой залежи и последующего залужения / Н.И. Можаяев, Н.А. Серикпаев, Г.Ж. Стыбаев // Земледелие. – 2006. – №1. – С. 24-25.

105.Мукатанов, А.Х. Фитомелиорация солонцовых комплексов / А.Х. Мукатанов, М.К. Харисов, С.И. Янтурин // Земледелие. – 1966. – № 6. – С. 5.

106.Муха, В.Д. Агрочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М.: КолосС, 2003. – 528 с.

107.Некоторые аспекты оптимизации землепользования в засушливых условиях Степного Приуралья / В.С Кучеров, К.М Ахмеденов, А.Б. Жубанышкалиева, Г.З. Каиргалиева // Материалы междунар. научно– практ. конф. «Геоэкологические основы землеустройства». – Уфа, 2014. – С. 73–75.

108.Оразбаев, К.Ш. Продуктивность многолетних трав на бросовых землях в зависимости от обработки почвы / К.Ш. Оразбаев, А.И. Гринец, А.Б. Нумганов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2004. – № 12. – С. 21 – 22.

109.Орищенко, Я.П. Плотность темно-каштановых почв при минимальной обработке / Я.П. Орищенко // Вопросы повышения плодородия почвы. Сб. научн. работ. – Саратов: Саратовский СХИ, 1977. – вып. 90. – С. 45–50.

110.Памятники природного и историко-культурного наследия Западно-Казахстанской области. Зеленовский район / М.Н. Сдыков, А.А. Бисембаев, С. Гуцалов и др. – Уральск, 2008. – 236 с.

111.Повышение эффективности парового поля на богаре Юго-Востока Казахстана / А.К. Киреев, Ж.Ж. Сапарбаев, Н.К. Тыныбаев, А. Акынбеков // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2006. – № 10. – С. 26 – 27.

112.Продуктивность многолетних трав в сухой степи Западного Казахстана / С.Г. Чекалин, И.Л. Диденко, Г.К. Жакселикова, С.М. Самарцева // Народное хозяйство Западного Казахстана. Состояние и перспективы развития: сб. тр. – Уральск, 2004. – С. 290–291.

113.Прянишников, Д.Н. Избранные сочинения / Д.Н. Прянишников. - М.: Изд-во АН СССР, 1952. - Т.3. - 633с.

114.Растениеводство / Под ред. проф. П.П. Вавилова. - 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1979. – 519 с.

115.Рахимгалиева, С.Ж. Гумусовый режим темно–каштановых почв Западно–Казахстанской области/ С.Ж. Рахимгалиева // Вестник Западно–Казахстанского государственного университета. – 2002. – № 3–4. – С. 131 – 137.

116.Рахимгалиева, С.Ж. Особенности формирования солевого профиля орошаемых темно–каштановых почв / С.Ж. Рахимгалиева // Вестник Западно–Казахстанского государственного университета. – 2001. – № 2. – С. 7 – 11.

117.Рахимгалиева, С.Ж. Плодородие почв сухостепной зоны Западного Казахстана / С.Ж. Рахимгалиева, Э.Т. Асарматов, С.Е. Альбекова // Наука и образование. – 2011. – № 1. – С. 10 – 12.

118. Рациональное использование неполивных и богарных земель в Казахстане / В.В. Жигайлов, А.К. Киреев, Ж.Ж. Сапарбаев, Е.М. Зенкова // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 1997. – № 5. – С. 56–66.

119. Ревут, И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – М.: Колос, 1972. – 366 с.

120. Ресурсосберегающие технологии и возможности их применения в Западном Казахстане / С.Г. Чекалин, В.Б. Лиманская, А.К. Тулеева., Г.К. Жакселикова // – Уральск, 2006. – С.

121. Родин, Л.Е. Динамика органического вещества и биологический круговорот зональных элементов и азота в основных типах растительности земного шара / Л.Е. Родин, Н.И. Базилевич. – М., Л.: Наука. – 1965. – 254 с.

122. Саданов, А.К. Изменение общего и белкового азота под воздействием биоудобрений / А.К. Саданов, Ж.Е. Абдукадыров // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2006. – № 10. – С. 28 – 29.

123. Сапаров, А.С. Деградация и проблемы сохранения почв Казахстана / А.С. Сапаров, К.Ш. Фаизов // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2006. – № 10. – С. 22 – 26.

124. Сапаров, А.С. Состояние и перспективы исследований в длительных опытах с удобрениями в Казахстане / А.С. Сапаров, Б.У. Сулейменов // Плодородие. – 2014. – № 5. – С. 9–11.

125. Сельскохозяйственное производство степного Приуралья: возрождение и интенсификация / К.К. Бозымов, Б.Б. Траисов, Б.Н. Насиев, В.С. Кучеров –Уральск, 2008. – 287 с.

126. Семешкина, П.С. Способы основной обработки серой лесной почвы / П.С. Семешкина // Земледелие. – 1994. – № 5. – С. 24–25.

127. Сергалиев, Н.Х. Сравнительный анализ численности различных групп микроорганизмов залежных почв / Н.Х. Сергалиев // Наука и образование. – 2010. – № 4. – С. 147 – 150.

128. Сиземская, Д.С. Современное состояние экосистем и стратегия адаптивного природопользования в полупустыне северного Прикаспия / М.Д.

Сиземская, М.К. Сапанов // Аридные экосистемы. Т.16. – № 5. – М.: КМК. – 2010. – С. 15–25.

129. Система ведения сельского хозяйства Западно-Казахстанской области. – Уральск, 2004. – 276 с.

130. Совершенствование систем земледелия на ландшафтной основе / А.И. Иорганский, К.Б. Балгабеков, Б.М. Амангалиев, А.П. Попыкин // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2006. – № 4. – С. 20 – 22.

131. Современные, экологически безопасные агротехнологии как фактор оптимизации земледелия в сухостепной зоне Саратовского Поволжья: монография / С.Н. Косолапов, В.Е. Одинокоев, С.Н. Бурахта, К.Е. Денисов – Саратов, 2013. – 140 с.

132. Соколов А.В. Определение точности опыта / А.В. Соколов // Агротехим. методы исслед. почв. – М., 1975. – С. 614-644.

133. Состояние земельных ресурсов и плодородие почв на северо-западе Казахстана / В.С. Кучеров, К.М. Ахмеденов, С.Г. Ахмеденова, Ж.М. Гумарова // Земельные ресурсы Казахстана. – 2011. – № 2. – С.29–32.

134. Спиран, А.П. Теоретические основы минимальной энергосберегающей обработки почвы / А.П. Спиран // Вестник с.-х науки. – 1988. – № 7. – С. 101–108.

135. Справочник по кормопроизводству / 2-е изд. под ред. М.А. Смурыгина. – М.: Агропромиздат, 1985. – 412 с.

136. Теппер, Е.З. Практикум по микробиологии / Е.З. Теппер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева. – М.: Колос, 1993. – 175 с.

137. Тлепов, А.С. Гранулометрический состав почвы и его роль в накоплении органического вещества / А.С. Тлепов // Наука и образование. – 2008. – № 4. – С. 13 – 15.

138. Тюрин, И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии / И.В. Тюрин – М.: Наука, 1965. – 320 с.

139. Уразалиев, Р.А. Проблемы экологии в растениеводстве и земледелии. / Р.А. Уразалиев // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2006. – № 11. – С. 9–11.

140. Фартушина, М.М. Экологическая оценка состояния экосистем Западно – Казахстанской области / М.М. Фартушина. – Экология и степное природопользование: сб. тр. – Уральск, 2005. – С. 31–35.

141. Федоров, В.А. Плуг – плоскорез – чизель / В.А. Федоров, В.А. Воронцов // Земледелие. – 1995. – № 4. – С. 39–40.

142. Фитоценотические основы биологизации земледелия на западе Казахстана / С.Г. Чекалин, В.Б. Лиманская, И.Л. Диденко, Н.В. Осипенко – Астана, 2010. – 36 с.

143. Хопренинов, В.Д. Модель системы почвозащитного земледелия хозяйства / В.Д. Хопренинов, С.В. Хопренинов // Земледелие. – 1989. – №1. – С.55–58.

144. Храмцов, И.Ф. Совершенствование ресурсосберегающих технологий в земледелии Сибири / И.Ф. Храмцов // Ресурсосбережение и диверсификация как новый этап развития идей А.И. Бараева о почвозащитном земледелии. – Астана, Шортанды, 2008. – С. 21–26.

145. Чекалин, С.Г. Агроресурсный потенциал многолетних трав на западе Казахстана / С.Г. Чекалин // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. – 2009. – № 5. – С.14–15.

146. Чекалин, С.Г. Плодородие почвы в системе земледелия на Западе Казахстана / С.Г. Чекалин, В.С. Кучеров, Г.З. Кайыргалиева. – Уральск, 2014. – 22 с.

147. Чекалин, С.Г. Фитоценотические основы биологизации земледелия на Западе Казахстана / С.Г. Чекалин., В.Б. Лиманская., И.Л. Диденко, Н.В. Осипенко. – Астана, 2010. – 36с.

148. Чекалин, С.Г. Энергоресурсосберегающие способы обработки пласта

многолетних трав на выводном поле севооборота в сухостепной зоне Приуралья / С.Г. Чекалин, В.Б. Лиманская, Г.К. Иманбаева, Э.Э. Браун // Наука и образование. – 2009. – №4. – С. 33-38.

149.Черкасов, Г.Н. Возможность применения нулевых и поверхностных способов основной обработки почвы в различных регионах / Г.Н. Черкасов, И.Г. Пыхтин, А.В. Гостев // Земледелие. – 2014. – №5. – С. 13–16.

150.Черкасов, Г.Н. Комбинированные системы основной обработки наиболее эффективны и обоснованы / Г.Н. Черкасов // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 20–22.

151.Черкасов, Г.Р. Теоретические основы формирования агротехнологической политики применения нулевых и поверхностных обработок почвы под зерновые культуры для модернизации земледелия / Г.Р. Черкасов, И.Г. Пыхтин, А.В. Гостев и др. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2012. – 81 с.

152.Шептунов, В.Н. Особенности возделывания культур при минимализации обработки суглинистой почвы / В.Н. Шептунов // Земледелие. – 1995. – № 5. – С. 18–20.

153.Шрамко, Н.В. Огромные резервы парового поля / Н.В. Шрамко, В.Г. Архипкин, В.В. Вьюрков // Земледелие. – 1989. –№9. – С.21–24.

154.Юмагулова, А. Н. Плодородие почв. Пути его регулирования / А. Н. Юмагулова. – Алма-Ата: Кайнар, 1986. – 24 с.

155.Якунин, А.И. Ресурсосберегающие способы обработки почвы при возделывании зерновых культур в лесостепи Среднего Поволжья: автореф. дис. ...канд. с-х наук / А.И. Якунин. – Кинель, 2006. – 18 с.

156.Alberts E., Shrader W. Cornstalk decomposition on a till planted watershed // Agron.J., 1980, 5, 709-712.

157.Asmus F. Ermittlung des Bedarfs des Bodens an organischer substanz auf der Basis Von stickstoffentzügen // Arch fur Asker und Pflanzenbau and Bodenk, 1985, 29.1.31-38

158. Bahl G.S., Singh N.T., Vig A.S. Phosphate uptake by maize and wheat in relation to P adsorption characteristics of soils // S. Indian Soc. Soil Sc., 1986, 34, 4, 791-798.
159. Bedrna Z., Casparović J. Vplyy kyrenia no teplotu podi // Polnohospodarstvo, 1985, 31, 581-588.
160. Boyer R. Soil moisture and temperature as influenced by fall and spring tillage system // Agroborealis, 1988, 15, 11-14.
161. Cannell R. Cultivation and soil plant relationship // Soil Water, 1979, 7, 2, 2-8.
162. Davidson S. Cultivation and soil organic matter // Rural Res., 1986, 131, 13-18.
163. Dormaar S.F., Iohston A., Smollak S. Seasonal changes in carbon content and dehydrogenate phosphate and urase activities in mixed prairie and fascia grassland Ah horizons // J. Range Manag, 1984, 37, 31-35.
164. Ellis F., Howse K. Effects of cultivation on the distribution of nutrients in the soil and uptake of nitrogen and phosphorus by Spring barley and winter wheat on the soil types // Soil tillage Res., 1980/1981, 1, 1, 35-46.
165. Fox R.H., Piekielek W.P. Yield Response to N fertiliser and N fertiliser use Efficiency in no-tillage and plow-tillage corn // Communications in Soil Science and plant analysis, 1987, 18, 495-513.
166. Giles I. Soil compaction and crop growth // North Dakota Farm Research, 1983, 4.1, 34-35.
167. Giles I. Soil compaction and crop growth // North Dakota Farm Research, 1983, 4.1, 34-35.
168. Jarvis S.D. et al. Interaction between tillage systems maize hybrids, European corn borers, and stalk rot pathology // Maudica, 1987, 32, 2, 125-137.
169. Mann L.K. Changes in soil carbon storage after cultivation // Soil Sc., 1986, 142, 5, 279-288.
170. Rawis W. Estimating soil bulk density from particle size and liases and organic matter content // Soil Science, 1983, 135, 2, 123-125.

171.Schulte А. Почва и мировое развитие с точки зрения сельскохозяйственных подходов к международному сотрудничеству. – 2001.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Анализ водной втяжки в % / мг'экв на 100 гр. воздушно –сухой почвы

Фон	Генет. горизонт	Слой, см	Сумма солей,%	Щелочность		CL ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Тип и степень засоления
				CO ₃	HCO ₃						
Целина	A _п	0-18	0,043	нет	<u>0,009</u> 0,17	<u>0,008</u> 0,20	<u>0,012</u> 0,28	<u>0,006</u> 0,25	<u>0,001</u> 0,10	<u>0,007</u> 0,30	Хлоридно- сульфатный, не засолен
	AB	15-23	0,088	-	<u>0,038</u> 0,60	<u>0,010</u> 0,30	<u>0,014</u> 0,31	<u>0,012</u> 0,63	<u>0,003</u> 0,13	<u>0,011</u> 0,45	Хлоридно - сульфатный, не засолен
	B	23-53	0,103	-	<u>0,051</u> 0,83	<u>0,007</u> 0,20	<u>0,015</u> 0,32	<u>0,007</u> 0,33	<u>0,001</u> 0,08	<u>0,022</u> 0,94	Хлоридно -сульфатный; не засолен
	BC	53-67	0,161	<u>0,002</u> 0,08	<u>0,065</u> 1,07	<u>0,010</u> 0,27	<u>0,037</u> 0,77	<u>0,011</u> 0,55	<u>0,001</u> 0,10	<u>0,035</u> 1,54	Хлоридно -сульфатный, с содой, слабо засолен
	C	67-123	0,164	<u>0,005</u> 0,18	<u>0,081</u> 1,33	<u>0,011</u> 0,30	<u>0,019</u> 0,40	<u>0,010</u> 0,48	<u>0,001</u> 0,10	<u>0,037</u> 1,63	Хлоридно -сульфатный с содой; слабо засолен
Пашня	A	0-16	0,052	-	<u>0,021</u> 0,35	<u>0,009</u> 0,25	<u>0,007</u> 0,14	<u>0,008</u> 0,38	<u>0,002</u> 0,15	<u>0,005</u> 0,21	Хлоридный, не засолен
	AB	16-36	0,062	-	<u>0,038</u> 0,62	<u>0,007</u> 0,20	<u>0,001</u> 0,02	<u>0,016</u> 0,78	<u>0,003</u> 0,28	<u>0,004</u> 0,16	Хлоридный, не засолен
	B	36-60	0,085	-	<u>0,045</u> 0,73	<u>0,017</u> 0,49	<u>0,001</u> 0,02	<u>0,016</u> 0,78	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,008</u> 0,33	Хлоридный, не засолен
	BC	60-90	0,082	-	<u>0,039</u> 0,64	<u>0,018</u> 0,50	<u>0,002</u> 0,04	<u>0,012</u> 0,60	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,008</u> 0,33	Хлоридный, не засолен
	C	90-100	0,10	-	<u>0,042</u> 0,85	<u>0,012</u> 0,21	<u>0,081</u> 0,23	<u>0,016</u> 0,45	<u>0,006</u> 0,45	<u>0,035</u> 0,160	Сульфатный, слабо засолен
Залежь	A _п	0-10	0,063	-	<u>0,031</u> 0,50	<u>0,005</u> 0,15	<u>0,011</u> 0,22	<u>0,011</u> 0,55	<u>0,005</u> 0,38	<u>0,035</u> 1,50	хлоридно -сульфатный слабо засолен
	AB	10-26	0,081	-	<u>0,048</u> 0,78	<u>0,009</u> 0,26	<u>0,003</u> 0,06	<u>0,013</u> 0,65	<u>0,003</u> 0,25	<u>0,005</u> 0,20	хлоридно -сульфатный незасолен
	B	36-57	0,087	-	<u>0,031</u> 0,51	<u>0,008</u> 0,22	<u>0,023</u> 0,47	<u>0,009</u> 0,43	<u>0,002</u> 0,15	<u>0,014</u> 0,61	хлоридно -сульфатный незасол
	BC	57-100	0,110	-	<u>0,049</u> 0,80	<u>0,007</u> 0,20	<u>0,024</u> 0,49	<u>0,012</u> 0,58	<u>0,004</u> 0,30	<u>0,014</u> 0,61	хлоридно -сульфатный слабо засолен
	C	100-135	0,126	-	<u>0,063</u> 1,04	<u>0,020</u> 0,55	<u>0,006</u> 0,13	<u>0,008</u> 0,40	<u>0,002</u> 0,13	<u>0,009</u> 0,37	хлоридно -сульфатный слабо засолен

Особенности водного режима распаханых залежных темно-каштановых
почв

Агроценозы	Годы наблюдений	Время определения	Глубина промачивания, см	Запас доступной влаги в увлажненном слое, мм	Глубина сухого слоя почвы, см
Залежь 9-12 лет	2012-2015	весна	80	92,4	81-115
		уборка трав	17	6,0	18-115
		уход в зиму	23	13,6	24-120
Пар	2012-2014	Весна	150	116,0	нет
		уборка трав	150	110,6	нет
		уход в зиму	150	120,5	нет
Яровая пшеница по пару	2013-2015	посев	150	146,6	нет
		уборка	20	15,6	21-120
Многолетние травы первого года пользования	2014-2015	весна	100	108,6	101-115
		уборка трав	15	5,3	16-100
		уход в зиму	25	17,4	26-110
Многолетние травы второго года пользования	2015	весна	86	91,4	87-110
		уборка трав	10	4,2	11-120
		уход в зиму	23	18,5	24-120

Запасы доступной влаги в темно-каштановой залежной почве, мм

Годы	Слои почвы, см			
	0-50	50-100	100-150	0-150
Август (в период основной обработки залежи)				
2012	-15,0	-25,6	-5,0	-45,6
2013	-18,9	-26,8	-10,1	-55,8
2014	-17,8	-29,6	-11,4	-58,8
Среднее	-17,2	-27,3	-8,8	-53,3
НСР ₀₅	0,73	0,78	0,70	1,45
При уходе в зиму				
2012	2,2	-20,2	1,2	-16,8
2013	3,8	-19,6	-2,0	-17,8
2014	-5,0	-19,3	-5,0	-29,3
Среднее	0,3	-19,7	-1,9	-21,3
НСР ₀₅	0,70	0,54	0,90	1,41
Весной (начало отрастания растительности)				
2012	82,6	-12,4	2,2	72,4
2013	87,8	-15,2	-1,1	71,5
2014	77,6	-16,2	-1,6	59,8
Среднее	82,7	-14,6	-0,2	67,9
НСР ₀₅	2,97	1,62	0,79	3,98

Примечание : данные дисперсионного анализа приведены в приложениях 4-15.

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой залежной почвы в период распашки залежи, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	-15	-14,5	-15,5	-45	-15,0
2013	-18,7	-19	-18,9	-56,6	-18,9
2014	-17,4	-17,8	-18,1	-53,3	-17,8
Суммы P	-51,1	-51,3	-52,5	-154,9	-17,2

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,38}$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = \mathbf{2666,00} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{23,82}$$

$$C_y = \sum X1^2 - C = \mathbf{24,61} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,41}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	24,61	8	-	-	-
Повторений	0,38	2	-	-	-
Вариантов	23,82	2	11,91	115,86	9,28
Остаток (ошибки)	0,41	4	0,10	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,185} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,262}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{0,73}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой залежной почвы в период распашки залежи, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	-25,1	-26,4	-25,2	-76,7	-25,6
2013	-26,9	-27,1	-26,4	-80,4	-26,8
2014	-29,1	-30,1	-29,6	-88,8	-29,6
Суммы P	-81,1	-83,6	-81,2	-245,9	-27,3

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{1,34}$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = \mathbf{6718,53} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{25,63}$$

$$C_y = \sum X1^2 - C = \mathbf{27,44} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,47}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	27,44	8	-	-	-
Повторений	1,34	2	-	-	-
Вариантов	25,63	2	12,81	108,80	9,28
Остаток (ошибки)	0,47	4	0,12	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,198} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,280}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{0,78}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой залежной почвы в период распашки залежи, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	-5,1	-4,8	-5,2	-15,1	-5,0
2013	-10,6	-9,9	-9,8	-30,3	-10,1
2014	-11,4	-11,6	-11,2	-34,2	-11,4
Суммы P	-27,1	-26,3	-26,2	-79,6	-8,8

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,16}$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = \mathbf{704,02} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{67,90}$$

$$C_y = \sum X1^2 - C = \mathbf{68,44} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,38}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	68,44	8	-	-	-
Повторений	0,16	2	-	-	-
Вариантов	67,90	2	33,95	353,21	9,28
Остаток (ошибки)	0,38	4	0,10	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,179} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,253}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{0,70}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой залежной почвы в период распашки залежи, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	-45,2	-45,7	-45,9	-136,8	-45,6
2013	-56,2	-56	-55,1	-167,3	-55,8
2014	-57,9	-59,5	-58,9	-176,3	-58,8
Суммы P	-159,3	-161,2	-159,9	-480,4	-53,4

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,63}$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = \mathbf{25642,68} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{285,72}$$

$$C_y = \sum X1^2 - C = \mathbf{287,98} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{1,62}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	287,98	8	-	-	-
Повторений	0,63	2	-	-	-
Вариантов	285,72	2	142,86	351,78	9,28
Остаток (ошибки)	1,62	4	0,41	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,368} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,520}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{1,45}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой залежной почвы при уходе в зиму, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	2,1	2,2	2,2	6,5	2,2
2013	3	4,2	4,1	11,3	3,8
2014	-5,3	-4,8	-4,8	-14,9	-5,0
Суммы P	-0,2	1,6	1,5	2,9	0,3

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,68}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{0,93} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{129,72}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{130,78} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,38}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	130,78	8	-	-	-
Повторений	0,68	2	-	-	-
Вариантов	129,72	2	64,86	686,73	9,28
Остаток (ошибки)	0,38	4	0,09	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,177} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,251}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{0,70}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой залежной почвы при уходе в зиму, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	-19,9	-20,9	-19,9	-60,7	-20,2
2013	-19,4	-20	-19,4	-58,8	-19,6
2014	-18,9	-19,5	-19,4	-57,8	-19,3
Суммы P	-58,2	-60,4	-58,7	-177,3	-19,7

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,89}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{3492,81} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{1,45}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{2,56} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,23}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	2,56	8	-	-	-
Повторений	0,89	2	-	-	-
Вариантов	1,45	2	0,72	12,76	9,28
Остаток (ошибки)	0,23	4	0,06	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,137} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,194}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{0,54}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой залежной почвы при уходе в зиму, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	1,2	1,7	0,8	3,7	1,2
2013	-2,1	-2,1	-1,7	-5,9	-2,0
2014	-5	-4,5	-5,5	-15	-5,0
Суммы P	-5,9	-4,9	-6,4	-17,2	-1,9

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,39}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{32,87} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{58,30}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{59,31} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,62}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	59,31	8	-	-	-
Повторений	0,39	2	-	-	-
Вариантов	58,30	2	29,15	186,71	9,28
Остаток (ошибки)	0,62	4	0,16	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,228} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,323}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{0,90}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой залежной почвы при уходе в зиму, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	-16,6	-17	-16,9	-50,5	-16,8
2013	-18,5	-17,9	-17	-53,4	-17,8
2014	-29,2	-28,8	-29,7	-87,7	-29,2
Суммы P	-64,3	-63,7	-63,6	-191,6	-21,3

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,10}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{4078,95} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{285,42}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{287,05} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{1,54}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	287,05	8	-	-	-
Повторений	0,10	2	-	-	-
Вариантов	285,42	2	142,71	371,21	9,28
Остаток (ошибки)	1,54	4	0,38	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,358} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,506}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{1,41}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой залежной почвы весной, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	82,8	83,1	81,8	247,7	82,6
2013	86,6	88,3	88,6	263,5	87,8
2014	75,4	80,1	77,4	232,9	77,6
Суммы P	244,8	251,5	247,8	744,1	82,7

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{7,51}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{61520,53} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{156,12}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{170,50} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{6,87}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	170,50	8	-	-	-
Повторений	7,51	2	-	-	-
Вариантов	156,12	2	78,06	45,44	9,28
Остаток (ошибки)	6,87	4	1,72	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,757} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{1,070}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{2,97}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой залежной почвы весной, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	-12,7	-11,9	-12,5	-37,1	-12,4
2013	-16,2	-14,4	-15,0	-45,6	-15,2
2014	-16,2	-16,9	-15,6	-48,7	-16,2
Суммы P	-45,1	-43,2	-43,1	-131,4	-14,6

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,85}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{1918,44} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{24,05}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{26,92} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{2,03}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	26,92	8	-	-	-
Повторений	0,85	2	-	-	-
Вариантов	24,05	2	12,02	23,73	9,28
Остаток (ошибки)	2,03	4	0,51	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,411} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,581}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{1,62}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой залежной почвы весной, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	2,4	1,9	2,2	6,5	2,2
2013	-1,6	-1,2	-0,5	-3,3	-1,1
2014	-1,6	-1,8	-1,5	-4,9	-1,6
Суммы P	-0,8	-1,1	0,2	-1,7	-0,2

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,31}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{0,32} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{25,40}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{26,19} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,48}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	26,19	8	-	-	-
Повторений	0,31	2	-	-	-
Вариантов	25,40	2	12,70	104,84	9,28
Остаток (ошибки)	0,48	4	0,12	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,201} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,284}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{0,79}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой залежной почвы весной, мм

Годы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
2012	70,4	74,3	72,5	217,2	72,4
2013	70,4	72,1	72,0	214,5	71,5
2014	61,4	60,5	57,6	179,5	59,8
Суммы P	202,2	206,9	202,1	611,2	67,9

$$N = ln = 3 \cdot 3 = \mathbf{9} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{5,02}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{41507,27} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{294,84}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{312,17} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{12,31}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	312,17	8	-	-	-
Повторений	5,02	2	-	-	-
Вариантов	294,84	2	147,42	47,90	9,28
Остаток (ошибки)	12,31	4	3,08	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{1,013} \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{1,432}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{3,98}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой при уходе в зиму в год освоения залежи, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2011 год			2012 год			2013 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	21,1	20,2	20,5	24,2	25,5	27	17,4	16,6	16,1	188,6	21,0
КПГ-250 на глубину 25-27 см	22,6	24,2	23,6	27,8	29,4	28,3	13,2	14,6	14,3	198	22,0
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	6,2	6,9	6,1	7,8	7,1	6,9	3,6	4,1	3,1	51,8	5,8
Суммы P	49,9	51,3	50,2	59,8	62	62,2	34,2	35,3	33,5	438,4	16,2

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = && \mathbf{27} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{371,22} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{7118,32} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{1488,04} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{1962,44} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{103,19}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	1962,44	26	-	-	-
Повторений	371,22	8	-	-	-
Вариантов	1488,04	2	744,02	115,37	3,63
Остаток (ошибки)	103,19	16	6,449	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,847} && Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = && \mathbf{1,197} \\
 HCP_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = && \mathbf{2,54}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой при уходе в зиму в год освоения залежи, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2011 год			2012 год			2013 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	-14,8	-15,2	-15	-9,9	-11,1	-10,7	-10,3	-10,8	-10,7	-108,5	-12,1
КПГ-250 на глубину 25-27 см	-15,3	-15,2	-15,4	-10,8	-11,1	-11,2	-9,3	-10,1	-10,4	-108,8	-12,1
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	-17,6	-19,8	-19,5	-13,9	-14,5	-14,8	-15	-14,8	-15,2	-145,1	-16,1
Суммы P	-47,7	-50,2	-49,9	-34,6	-36,7	-36,7	-34,6	-35,7	-36,3	-362,4	-13,4

$$\begin{aligned}
 N = In = 3 \cdot 9 &= \mathbf{27} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{124,33} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N &= \mathbf{4864,21} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{98,42} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C &= \mathbf{227,67} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{4,92}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	227,67	26	-	-	-
Повторений	124,33	8	-	-	-
Вариантов	98,42	2	49,21	160,03	3,63
Остаток (ошибки)	4,92	16	0,308	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} &= \mathbf{0,185} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} &= \mathbf{0,261} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,12 * Sd &= \mathbf{0,55}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой при уходе в зиму в год освоения залежи, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2011 год			2012 год			2013 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	2,1	1,6	2,4	0	-1,5	0,5	-0,7	-1,5	-0,8	2,1	0,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	2,1	2,2	2,4	-0,5	-1,5	0,2	-0,2	0,6	0,5	5,8	0,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,5	1,4	1,9	-2	-2,2	-1,8	-3,8	-4,3	-4,5	-13,8	-1,5
Суммы P	5,7	5,2	6,7	-2,5	-5,2	-1,1	-4,7	-5,2	-4,8	-5,9	-0,2

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = && \mathbf{27} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{69,07} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{1,29} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{24,10} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{108,60} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{15,43}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	108,60	26	-	-	-
Повторений	69,07	8	-	-	-
Вариантов	24,10	2	12,05	12,50	3,63
Остаток (ошибки)	15,43	16	0,964	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,327} && Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = && \mathbf{0,463} \\
 HCP_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = && \mathbf{0,98}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой при уходе в зиму в год освоения залежи, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2011 год			2012 год			2013 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	8,2	7,2	7,4	15,2	14,2	14,7	5,9	4,9	4,6	82,3	9,1
КПГ-250 на глубину 25-27 см	11,2	10,6	9,5	17,6	16,8	16,4	4	5,1	4,2	95,4	10,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	-12	-10,4	-10,8	-9,9	-8,8	-8,5	-17	-14,9	-15	-107,3	-11,9
Суммы P	7,4	7,4	6,1	22,9	22,2	22,6	-7,1	-4,9	-6,2	70,4	2,6

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = && \mathbf{27} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{412,31} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{183,56} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{2859,52} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{3320,20} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{48,37}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	3320,20	26	-	-	-
Повторений	412,31	8	-	-	-
Вариантов	2859,52	2	1429,76	472,92	3,63
Остаток (ошибки)	48,37	16	3,023	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,580} && Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = && \mathbf{0,820} \\
 HCP_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = && \mathbf{1,74}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой почвы весной в паровом поле, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2012 год			2013 год			2014 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	83,5	81,6	82,5	94,1	88,8	91,1	96,8	95,8	94,9	809,1	89,9
КПГ-250 на глубину 25-27 см	81,2	82,2	81,4	85,6	86,2	87,1	90,2	89,4	89,6	772,9	85,9
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	82,6	81,4	83,1	90,2	91,2	89,2	90,2	89,8	90,4	788,1	87,6
Суммы P	247,3	245,2	247	269,9	266,2	267,4	277,2	275	274,9	2370,1	87,8

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = && \mathbf{27} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{460,91} \\
 C &= (\sum X1)^2 : N = && \mathbf{208050,89} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{73,43} \\
 C_y &= \sum X1^2 - C = && \mathbf{593,22} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{58,89}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	593,22	26	-	-	-
Повторений	460,91	8	-	-	-
Вариантов	73,43	2	36,71	9,97	3,63
Остаток (ошибки)	58,89	16	3,681	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,639} && Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = && \mathbf{0,904} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = && \mathbf{1,92}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой почвы весной в паровом поле, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2012 год			2013 год			2014 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	18,2	17,4	17,2	21	19,9	21	22,8	23,6	22,9	184	20,4
КПГ-250 на глубину 25-27 см	14	15,2	14,6	12,6	14,6	13,6	17,6	19,5	18,9	140,6	15,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	3,6	3	4	0	-3,9	-2,2	-1,5	-2,9	-2	-1,9	-0,2
Суммы P	35,8	35,6	35,8	33,6	30,6	32,4	38,9	40,2	39,8	322,7	12,0

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = && \mathbf{27} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{29,47} \\
 C &= (\sum X1)^2 : N = && \mathbf{3856,86} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{2101,80} \\
 C_y &= \sum X1^2 - C = && \mathbf{2269,17} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{137,89}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	2269,17	26	-	-	-
Повторений	29,47	8	-	-	-
Вариантов	2101,80	2	1050,90	121,94	3,63
Остаток (ошибки)	137,89	16	8,618	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,979} && Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = && \mathbf{1,384} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = && \mathbf{2,93}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой почвы весной в паровом поле, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2012 год			2013 год			2014 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	9,8	11	9,2	2,6	4,2	2,2	3,6	5,1	3,2	50,9	5,7
КПГ-250 на глубину 25-27 см	6	7,2	5,8	1,8	2,4	2,1	1,4	1,3	1,4	29,4	3,3
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	2,6	1,8	1,9	0	-1,2	-0,2	1,1	0,9	1,2	8,1	0,9
Суммы P	18,4	20	16,9	4,4	5,4	4,1	6,1	7,3	5,8	88,4	3,3

$$\begin{aligned}
 N &= In = 3 \cdot 9 = & \mathbf{27} & & C_p = \sum P^2 : I - C = & \mathbf{115,12} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = & \mathbf{289,43} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{101,77} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = & \mathbf{249,75} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{32,86}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	249,75	26	-	-	-
Повторений	115,12	8	-	-	-
Вариантов	101,77	2	50,88	24,77	3,63
Остаток (ошибки)	32,86	16	2,054	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,478} & & Sd &= \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \mathbf{0,676} \\
 НСР_{05} &= t_{05} \cdot Sd = 2,12 \cdot Sd = & \mathbf{1,43} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой почвы весной в паровом поле, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2012 год			2013 год			2014 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	112,6	107,6	110,2	116,2	110,2	118,2	126,9	120,2	121,6	1043,7	116,0
КПГ-250 на глубину 25-27 см	100,6	104,5	102,5	100,4	102,2	103,4	111,1	111,6	106,8	943,1	104,8
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	86,5	90,2	87,2	90,3	90,2	82,6	91,3	88,1	87,9	794,3	88,3
Суммы P	299,7	302,3	299,9	306,9	302,6	304,2	329,3	319,9	316,3	2781,1	103,0

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = & \mathbf{27} & & C_p = \sum P^2 : l - C = & \mathbf{288,93} \\
 C &= (\sum X)^2 : N = & \mathbf{286463,60} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{3498,60} \\
 C_y &= \sum X^2 - C = & \mathbf{4019,05} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{231,52}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	4019,05	26	-	-	-
Повторений	288,93	8	-	-	-
Вариантов	3498,60	2	1749,30	120,89	3,63
Остаток (ошибки)	231,52	16	14,470	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{1,268} & & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = & \mathbf{1,793} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = & \mathbf{3,80} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой почвы осенью в паровом поле, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2012 год			2013 год			2014 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	75,6	79,3	77,4	86,3	85,4	84,6	88,9	88,1	87,9	753,5	83,7
КПГ-250 на глубину 25-27 см	75,6	74,1	76,1	86,3	85,4	86,3	88,9	88,1	90	750,8	83,4
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	79,9	75,2	78,6	89,3	90,5	88,5	89,6	88,1	88,2	767,9	85,3
Суммы P	231,1	228,6	232,1	261,9	261,3	259,4	267,4	264,3	266,1	2272,2	84,2

$N = ln = 3 \cdot 9 =$	27	$C_p = \sum P^2 : l - C =$	734,98
$C = (\sum X1)^2 : N =$	191218,25	$C_v = \sum V^2 : n - C =$	18,78
$C_y = \sum X1^2 - C =$	799,35	$C_z = C_y - C_p - C_v =$	45,59

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	799,35	26	-	-	-
Повторений	734,98	8	-	-	-
Вариантов	18,78	2	9,39	3,30	3,63
Остаток (ошибки)	45,59	16	2,849	-	-

$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} =$	0,563	$Sd = \sqrt{2 * S^2/n} =$	0,796
$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,12 * Sd =$	1,69		

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой почвы осенью в паровом поле, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2012 год			2013 год			2014 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	23,6	25,3	24,5	29,8	27,6	28,4	30,3	28,8	29,6	247,9	27,5
КПГ-250 на глубину 25-27 см	16,3	15,1	14,9	15	16,1	15,7	20,6	19,1	20,5	153,3	17,0
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	7,2	6,5	7,3	1,6	0,9	0,9	2,8	3,1	3	33,3	3,7
Суммы P	47,1	46,9	46,7	46,4	44,6	45	53,7	51	53,1	434,5	16,1

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = & \mathbf{27} & & C_p = \sum P^2 : l - C = & \mathbf{31,21} \\
 C &= (\sum X1)^2 : N = & \mathbf{6992,23} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{2570,46} \\
 C_y &= \sum X1^2 - C = & \mathbf{2718,96} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{117,29}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	2718,96	26	-	-	-
Повторений	31,21	8	-	-	-
Вариантов	2570,46	2	1285,23	175,32	3,63
Остаток (ошибки)	117,29	16	7,331	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,903} & & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = & \mathbf{1,276} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = & \mathbf{2,71} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой почвы осенью в паровом поле, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2012 год			2013 год			2014 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	9,2	9,5	8,6	9,6	9,9	9,2	8,5	8,9	9,2	82,6	9,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	8,1	8,2	7,9	3,1	3,6	3	3,1	3,3	2,8	43,1	4,8
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,9	2,5	2,6	0,2	-0,1	0,2	2	1,9	2,1	13,3	1,5
Суммы P	19,2	20,2	19,1	12,9	13,4	12,4	13,6	14,1	14,1	139	5,1

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = & \mathbf{27} & & C_p = \sum P^2 : l - C = & \mathbf{25,67} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = & \mathbf{715,59} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{268,55} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = & \mathbf{328,07} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{33,85}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	328,07	26	-	-	-
Повторений	25,67	8	-	-	-
Вариантов	268,55	2	134,27	63,48	3,63
Остаток (ошибки)	33,85	16	2,115	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,485} & & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = & \mathbf{0,686} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = & \mathbf{1,45} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой почвы осенью в паровом поле, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2012 год			2013 год			2014 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	111,1	113,1	109,0	126,1	121,3	123,7	126,0	128,2	125,6	1084,1	120,5
КПГ-250 на глубину 25-27 см	98,8	97,8	99,8	107,2	104,1	102,9	110,6	114,6	111,4	947,2	105,2
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	86,3	88,8	86,5	91,6	89,2	90,9	92,2	94,6	94,0	814,1	90,5
Суммы P	296,2	299,7	295,3	324,9	314,6	317,5	328,8	337,4	331	2845,4	105,4

$$\begin{aligned}
 N = ln = 3 \cdot 9 &= \mathbf{27} & C_p = \sum P^2 : l - C &= \mathbf{672,07} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{299863,01} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{4050,27} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{4846,25} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{123,91}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	4846,25	26	-	-	-
Повторений	672,07	8	-	-	-
Вариантов	4050,27	2	2025,13	261,49	3,63
Остаток (ошибки)	123,91	16	7,745	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} &= \mathbf{0,928} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} &= \mathbf{1,312} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,12 * Sd &= \mathbf{2,78}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой почвы весной при посеве яровой пшеницы, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2013 год			2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	92,3	90,5	91,3	97,2	95,3	96,3	90,2	88,3	88,6	830	92,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	92,3	90,5	91,3	98,2	95,3	98	91,2	88,3	90,7	835,8	92,9
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	82,1	79,3	80,1	89,3	88	88,2	83,3	82,7	80,2	753,2	83,7
Суммы P	266,7	260,3	262,7	284,7	278,6	282,5	264,7	259,3	259,5	2419	89,6

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 9 = && \mathbf{27} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{281,32} \\
 C &= (\sum X)^2 : N = && \mathbf{216724,48} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{472,39} \\
 C_y &= \sum X^2 - C = && \mathbf{775,50} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{21,79}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	775,50	26	-	-	-
Повторений	281,32	8	-	-	-
Вариантов	472,39	2	236,20	173,47	3,63
Остаток (ошибки)	21,79	16	1,362	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,389} && Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = && \mathbf{0,550} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = && \mathbf{1,17}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой почвы весной при посеве яровой пшеницы, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2013 год			2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	35,6	33,3	35,5	38,2	36,9	38,5	29,3	29,1	29	305,4	33,9
КПГ-250 на глубину 25-27 см	24,5	22	25,3	24,6	21,3	21,9	20,2	18,6	19,8	198,2	22,0
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	14,5	14,2	12,2	10,2	10	7,5	11,2	10,2	9	99	11,0
Суммы P	74,6	69,5	73	73	68,2	67,9	60,7	57,9	57,8	602,6	22,3

$$\begin{aligned}
 N &= In = 3 \cdot 9 = & \mathbf{27} & & C_p = \sum P^2 : I - C = & \mathbf{115,13} \\
 C &= (\sum X1)^2 : N = & \mathbf{13449,14} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{2367,91} \\
 C_y &= \sum X1^2 - C = & \mathbf{2577,10} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{94,07}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	2577,10	26	-	-	-
Повторений	115,13	8	-	-	-
Вариантов	2367,91	2	1183,95	201,38	3,63
Остаток (ошибки)	94,07	16	5,879	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,808} & & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = & \mathbf{1,143} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = & \mathbf{2,42} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой почвы весной при посеве яровой пшеницы, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2013 год			2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	25,6	24	26,6	25,6	23,3	24,5	12,4	10,2	11,9	184,1	20,5
КПГ-250 на глубину 25-27 см	15	15	13,6	11,2	11	9,7	7,2	6,9	5,9	95,5	10,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	4,2	2,5	2,7	4,1	2,3	2,5	2,3	2	1,9	24,5	2,7
Суммы P	44,8	41,5	42,9	40,9	36,6	36,7	21,9	19,1	19,7	304,1	11,3

$$\begin{aligned}
 N = In = 3 \cdot 9 &= \mathbf{27} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{295,42} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{3425,07} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{1420,86} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{1893,94} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{177,66}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	1893,94	26	-	-	-
Повторений	295,42	8	-	-	-
Вариантов	1420,86	2	710,43	63,98	3,63
Остаток (ошибки)	177,66	16	11,104	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} &= \mathbf{1,111} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} &= \mathbf{1,571} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,12 * Sd &= \mathbf{3,33}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой почвы весной при посеве яровой пшеницы, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2013 год			2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	155,2	147,6	152,1	160	158,7	157,4	133	128,2	127,7	1319,9	146,7
КПГ-250 на глубину 25-27 см	131,3	128,6	129,4	131	128,6	131,7	118,2	114,5	116,3	1129,6	125,5
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	99,3	97,5	94,7	102,3	99,9	99,8	96,2	92,3	94,5	876,5	97,4
Суммы P	385,8	373,7	376,2	393,3	387,2	388,9	347,4	335	338,5	3326	123,2

$$\begin{aligned}
 N = In = 3 \cdot 9 &= \mathbf{27} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{1407,98} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{409713,93} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{10995,45} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{12902,45} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{499,02}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	12902,45	26	-	-	-
Повторений	1407,98	8	-	-	-
Вариантов	10995,45	2	5497,73	176,27	3,63
Остаток (ошибки)	499,02	16	31,189	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = \mathbf{1,862} & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{2,633} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,12 * Sd = \mathbf{5,58}
 \end{aligned}$$

Приложение 32

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой почвы при весеннем отрастании многолетних трав второго года жизни, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	93,3	96,7	95	92,1	93,3	94,5	564,9	94,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	90,1	92,6	90,3	88,9	91	91,2	544,1	90,7
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	85,4	86,2	86,5	83,2	85,9	84,1	511,3	85,2
Суммы P	268,8	275,5	271,8	264,2	270,2	269,8	1620,3	90,0

$$\begin{aligned}
 N = In = 3 \cdot 6 = & \quad \mathbf{18} & C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{22,88} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{145854,01} & C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{243,41} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{272,55} & C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{6,25}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	272,55	17	-	-	-
Повторений	22,88	5	-	-	-
Вариантов	243,41	2	121,71	194,63	3,63
Остаток (ошибки)	6,25	10	0,625	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,323} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,457} \\
 HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,23 * Sd = & \quad \mathbf{1,02}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой почвы при весеннем отрастании многолетних трав второго года жизни, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	28,6	27,1	27,8	20,1	18,9	19,8	142,3	23,7
КПГ-250 на глубину 25-27 см	19,1	17,7	19,8	18,4	17,1	17,3	109,4	18,2
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	8,6	7,5	9,6	7	7,9	7,3	47,9	8,0
Суммы P	56,3	52,3	57,2	45,5	43,9	44,4	299,6	16,6

$$\begin{aligned}
 N = ln = 3 \cdot 6 = & \quad \mathbf{18} & \quad C_p = \sum P^2 : l - C = & \quad \mathbf{61,87} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{4986,68} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{765,33} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{879,26} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{52,06}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	879,26	17	-	-	-
Повторений	61,87	5	-	-	-
Вариантов	765,33	2	382,67	73,51	3,63
Остаток (ошибки)	52,06	10	5,206	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,931} & \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \quad \mathbf{1,317} \\
 HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = & \quad \mathbf{2,94}
 \end{aligned}$$

Приложение 34

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой почвы при весеннем отрастании многолетних трав второго года жизни, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	15,1	15,9	15,5	9,6	11	10,9	78	13,0
КПГ-250 на глубину 25-27 см	11,1	10,1	11,2	8	9,2	8,6	58,2	9,7
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	3,1	2,8	3	1,2	2,1	1,6	13,8	2,3
Суммы P	29,3	28,8	29,7	18,8	22,3	21,1	150	8,3

$$\begin{aligned}
 N = ln = 3 \cdot 6 = & \quad \mathbf{18} & C_p = \sum P^2 : l - C = & \quad \mathbf{38,65} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{1250,00} & C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{360,28} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{411,16} & C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{12,23}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	411,16	17	-	-	-
Повторений	38,65	5	-	-	-
Вариантов	360,28	2	180,14	147,33	3,63
Остаток (ошибки)	12,23	10	1,223	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,451} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,638} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,23 * Sd = & \quad \mathbf{1,42}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой почвы при весеннем отрастании многолетних трав второго года жизни, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	139,6	136,3	138,9	126,2	119,9	124,2	785,1	130,9
КПГ-250 на глубину 25-27 см	121,2	118,5	122,1	116	115,6	118,1	711,5	118,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	98,9	96,5	97,5	95,3	92,2	92,6	573	95,5
Суммы P	359,7	351,3	358,5	337,5	327,7	334,9	2069,6	115,0

$$\begin{aligned}
 N = In = 3 \cdot 6 = & \quad \mathbf{18} & \quad C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{298,52} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{237958,01} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{3865,87} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{4293,61} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{129,23}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	4293,61	17	-	-	-
Повторений	298,52	5	-	-	-
Вариантов	3865,87	2	1932,93	149,58	3,63
Остаток (ошибки)	129,23	10	12,923	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{1,468} & \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \quad \mathbf{2,075} \\
 НСР_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = & \quad \mathbf{4,63}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-50 см темно-каштановой почвы при весеннем отрастании многолетних трав третьего года жизни, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения			Суммы V	Среднее
	2015 год				
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	87,2	85,4	87,2	259,8	86,6
КПГ-250 на глубину 25-27 см	89,2	87,9	89,3	266,4	88,8
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	79,1	77,6	80,1	236,8	78,9
Суммы P	255,5	250,9	256,6	763	84,8

$$\begin{array}{llll}
 N = In = 3 \cdot 3 = & \mathbf{9} & C_p = \sum P^2 : I - C = & \mathbf{6,10} \\
 C = (\sum X1)^2 : N = & \mathbf{64685,44} & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{160,97} \\
 C_y = \sum X1^2 - C = & \mathbf{167,52} & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{0,45}
 \end{array}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	167,52	8	-	-	-
Повторений	6,10	5	-	-	-
Вариантов	160,97	2	80,48	1784,14	3,63
Остаток (ошибки)	0,45	10	0,045	-	-

$$\begin{array}{llll}
 S_{\bar{x}} = \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,087} & S_d = \sqrt{2 * S^2/n} = & \mathbf{0,123} \\
 HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,31 * S_d = & \mathbf{0,28} & &
 \end{array}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 50-100 см темно-каштановой почвы при весеннем отрастании многолетних трав третьего года жизни, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения			Суммы V	Среднее
	2015 год				
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	11,2	9,8	11,4	32,4	10,8
КПГ-250 на глубину 25-27 см	11,2	9,8	10,8	31,8	10,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	6,1	5,8	5,5	17,4	5,8
Суммы P	28,5	25,4	27,7	81,6	9,1

$$N = In = 3 \cdot 3 =$$

9

$$C_p = \sum P^2 : I - C =$$

1,73

$$C = (\sum X_1)^2 : N =$$

739,84

$$C_v = \sum V^2 : n - C =$$

48,08

$$C_y = \sum X_1^2 - C =$$

50,82

$$C_z = C_y - C_p - C_v =$$

1,01

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	50,82	8	-	-	-
Повторений	1,73	5	-	-	-
Вариантов	48,08	2	24,04	237,24	3,63
Остаток (ошибки)	1,01	10	0,101	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} =$$

0,130

$$Sd = \sqrt{2 * S^2/n} =$$

0,184

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,31 * Sd =$$

0,42

Приложение 38

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 100-150 см темно-каштановой почвы при весеннем отрастании многолетних трав третьего года жизни, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения			Суммы V	Среднее
	2015 год				
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	9,9	9,6	9,4	28,9	9,6
КПГ-250 на глубину 25-27 см	6,9	6,6	6,4	19,9	6,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	4,2	3,5	4,3	12	4,0
Суммы P	21	19,7	20,1	60,8	6,8

$$\begin{aligned}
 N = In = 3 \cdot 3 &= \mathbf{9} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{0,30} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N &= \mathbf{410,74} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{47,67} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C &= \mathbf{48,30} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{0,34}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	48,30	8	-	-	-
Повторений	0,30	5	-	-	-
Вариантов	47,67	2	23,83	705,62	3,63
Остаток (ошибки)	0,34	10	0,034	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} &= \mathbf{0,075} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} &= \mathbf{0,106} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,31 * Sd &= \mathbf{0,25}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ запасов доступной влаги в слое 0-150 см темно-каштановой почвы при весеннем отрастании многолетних трав третьего года жизни, мм

Основная обработка почвы	Годы, повторения			Суммы V	Среднее
	2015 год				
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	108,9	104,6	107,6	321,1	107,0
КПГ-250 на глубину 25-27 см	106,6	106	105,3	317,9	106,0
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	88,2	89,3	88,7	266,2	88,7
Суммы P	303,7	299,9	301,6	905,2	100,6

$$N = In = 3 \cdot 3 =$$

9

$$C_p = \sum P^2 : I - C =$$

2,42

$$C = (\sum X_1)^2 : N =$$

91043,00

$$C_v = \sum V^2 : n - C =$$

633,02

$$C_y = \sum X_1^2 - C =$$

644,20

$$C_z = C_y - C_p - C_v =$$

8,76

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	644,20	8	-	-	-
Повторений	2,42	5	-	-	-
Вариантов	633,02	2	316,51	361,13	3,63
Остаток (ошибки)	8,76	10	0,876	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} =$$

0,382

$$Sd = \sqrt{2 * S^2/n} =$$

0,541

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,31 * Sd =$$

1,25

Дисперсионный анализ содержания N-NO₃ в слое почвы 0-20 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	1,78	1,82	1,67	1,73	1,85	1,95	10,80	1,80
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	3,76	3,84	3,11	3,09	4,08	4,12	22,00	3,67
КПГ-250 на глубину 25-27 см	3,61	3,59	3,20	2,80	4,00	4,00	21,20	3,53
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	2,45	2,55	2,64	2,56	2,59	2,61	15,40	2,57
Суммы P	9,82	9,98	8,95	8,45	10,67	10,73	58,60	3,26

$$\begin{aligned}
 N = ln = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & C_p = \sum P^2 : l - C = & \quad \mathbf{1,05} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{143,08} & C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{71,46} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{73,68} & C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{1,17}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	73,68	23	-	-	-
Повторений	1,05	5	-	-	-
Вариантов	71,46	3	23,82	304,81	3,63
Остаток (ошибки)	1,17	15	0,078	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,114} & Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \quad \mathbf{0,161} \\
 НСР_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,13 \cdot Sd = & \quad \mathbf{0,34}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ содержания N-NO₃ в слое почвы 20-40 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	1,48	1,32	1,10	1,10	1,15	1,05	7,20	1,20
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	3,10	2,90	2,45	2,35	2,82	2,78	16,40	2,73
КПГ-250 на глубину 25-27 см	3,00	3,00	2,45	2,55	3,00	3,00	17,00	2,83
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	2,10	1,90	2,25	2,35	2,20	2,20	13,00	2,17
Суммы P	8,20	7,80	7,15	7,25	8,02	7,98	46,40	2,58

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 4 \cdot 6 = && \mathbf{24} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{0,23} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{89,71} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{40,09} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{41,09} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{0,76}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	41,09	23	-	-	-
Повторений	0,23	5	-	-	-
Вариантов	40,09	3	13,36	264,18	3,63
Остаток (ошибки)	0,76	15	0,051	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,092} && Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = && \mathbf{0,130} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = && \mathbf{0,28}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ содержания N-NO₃ в слое почвы 0-40 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	1,55	1,65	1,41	1,39	1,54	1,66	9,20	1,53
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	3,42	3,38	2,83	2,77	3,50	3,50	19,40	3,23
КПГ-250 на глубину 25-27 см	3,33	3,27	2,80	2,80	3,60	3,40	19,20	3,20
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	2,20	2,20	2,46	2,54	2,44	2,36	14,20	2,37
Суммы P	8,95	8,85	8,09	8,11	9,54	9,26	52,80	2,93

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 4 \cdot 6 = && \mathbf{24} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{0,44} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{116,16} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{55,72} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{57,00} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{0,84}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	57,00	23	-	-	-
Повторений	0,44	5	-	-	-
Вариантов	55,72	3	18,57	330,84	3,63
Остаток (ошибки)	0,84	15	0,056	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,097} && Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = && \mathbf{0,137} \\
 НСР_{05} &= t_{05} \cdot Sd = 2,13 \cdot Sd = && \mathbf{0,29}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ содержания P_2O_5 в слое почвы 0-20 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	2,00	2,00	2,14	2,06	2,42	2,38	13,00	2,17
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	2,62	2,58	2,50	2,50	2,68	2,72	15,60	2,60
КПГ-250 на глубину 25-27 см	2,25	2,35	2,42	2,38	2,71	2,69	14,80	2,47
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	2,10	2,10	2,00	2,00	2,18	2,22	12,60	2,10
Суммы P	6,97	7,03	6,92	6,88	7,57	7,63	43,00	2,39

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 4 \cdot 6 = & \mathbf{24} & & C_p = \sum P^2 : l - C = & \mathbf{0,14} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = & \mathbf{77,04} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{54,65} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = & \mathbf{55,09} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{0,29}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	55,09	23	-	-	-
Повторений	0,14	5	-	-	-
Вариантов	54,65	3	18,22	927,45	3,63
Остаток (ошибки)	0,29	15	0,020	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,057} & & Sd &= \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \mathbf{0,081} \\
 НСР_{05} &= t_{05} \cdot Sd = 2,13 \cdot Sd = & \mathbf{0,17} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ содержания P_2O_5 в слое почвы 20-40 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	1,76	1,84	1,53	1,47	1,75	1,65	10,00	1,67
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	2,48	2,52	2,20	2,20	2,39	2,41	14,20	2,37
КПГ-250 на глубину 25-27 см	2,58	2,62	2,10	2,10	2,00	2,00	13,40	2,23
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,90	1,90	1,85	1,95	1,94	1,86	11,40	1,90
Суммы P	6,96	7,04	6,15	6,25	6,33	6,27	39,00	2,17

$$\begin{aligned}
 N = n \cdot k &= 4 \cdot 6 = \mathbf{24} & C_p = \sum P^2 : l - C &= \mathbf{0,19} \\
 C = (\sum X)^2 : N &= \mathbf{63,38} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{38,49} \\
 C_y = \sum X^2 - C &= \mathbf{39,11} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{0,43}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	39,11	23	-	-	-
Повторений	0,19	5	-	-	-
Вариантов	38,49	3	12,83	450,12	3,63
Остаток (ошибки)	0,43	15	0,028	-	-

$$\begin{aligned}
 S_{\bar{x}} = \sqrt{S^2/n} &= \mathbf{0,069} & S_d = \sqrt{2 * S^2/n} &= \mathbf{0,097} \\
 HCP_{05} = t_{05} * S_d = 2,13 * S_d &= \mathbf{0,21}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ содержания P_2O_5 в слое почвы 0-40 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	1,84	1,96	1,78	1,82	2,10	1,90	11,40	1,90
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	2,52	2,48	2,44	2,36	2,61	2,59	15,00	2,50
КПГ-250 на глубину 25-27 см	2,44	2,36	2,20	2,20	2,37	2,43	14,00	2,33
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	2,00	2,00	2,95	2,05	2,10	2,10	13,20	2,20
Суммы P	6,96	6,84	7,59	6,61	7,08	7,12	42,20	2,34

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 4 \cdot 6 = & \mathbf{24} & & C_p = \sum P^2 : l - C = & \mathbf{0,14} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = & \mathbf{74,20} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{46,67} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = & \mathbf{47,52} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{0,72}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	47,52	23	-	-	-
Повторений	0,14	5	-	-	-
Вариантов	46,67	3	15,56	324,00	3,63
Остаток (ошибки)	0,72	15	0,048	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,089} & & Sd &= \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \mathbf{0,127} \\
 HCP_{05} &= t_{05} \cdot Sd = 2,13 \cdot Sd = & \mathbf{0,27} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ содержания K_2O в слое почвы 0-20 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	26,6	26,0	26,1	26,3	26,6	27,0	158,6	26,4
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	22,0	23,0	21,4	21,4	22,0	23,0	132,8	22,1
КПГ-250 на глубину 25-27 см	23,0	24,2	22,0	23,2	23,5	23,5	139,4	23,2
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	27,0	27,2	24,8	25,4	26,1	25,9	156,4	26,1
Суммы P	72,0	74,4	68,2	70,0	71,6	72,4	428,6	23,8

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 4 \cdot 6 = & \mathbf{24} & & C_p = \sum P^2 : l - C = & \mathbf{5,65} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = & \mathbf{7654,08} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{6793,11} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = & \mathbf{6803,30} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{4,54}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	6803,30	23	-	-	-
Повторений	5,65	5	-	-	-
Вариантов	6793,11	3	2264,37	7473,16	3,63
Остаток (ошибки)	4,54	15	0,303	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,225} & & Sd &= \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \mathbf{0,318} \\
 НСР_{05} &= t_{05} \cdot Sd = 2,13 \cdot Sd = & \mathbf{0,68} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ содержания K₂O в слое почвы 20-40 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	19,9	19,9	20,0	20,6	20,6	20,6	121,6	20,3
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	19,4	19,6	20,0	21,0	19,5	20,1	119,6	19,9
КПГ-250 на глубину 25-27 см	19,8	20,4	19,2	19,4	20,1	20,3	119,2	19,9
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	22,9	23,3	21,8	22,0	22,0	22,0	134,0	22,3
Суммы P	62,1	63,3	61,0	62,4	61,6	62,4	372,8	20,7

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 4 \cdot 6 = & \mathbf{24} & & C_p = \sum P^2 : l - C = & \mathbf{0,77} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = & \mathbf{5790,83} & & C_v = \sum V^2 : n - C = & \mathbf{4418,40} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = & \mathbf{4423,89} & & C_z = C_y - C_p - C_v = & \mathbf{4,73}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	4423,89	23	-	-	-
Повторений	0,77	5	-	-	-
Вариантов	4418,40	3	1472,80	4675,56	3,63
Остаток (ошибки)	4,73	15	0,315	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = & \mathbf{0,229} & & Sd &= \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \mathbf{0,324} \\
 НСР_{05} &= t_{05} \cdot Sd = 2,13 \cdot Sd = & \mathbf{0,69} & & & &
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ содержания K_2O в слое почвы 0-40 см на залежи и при посеве яровой пшеницы, мг на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2013 год		2014 год		2015 год			
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	23,3	23,9	23,0	23,4	23,8	23,6	141,0	23,5
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	21,0	21,0	21,0	21,0	21,2	21,2	126,4	21,1
КПГ-250 на глубину 25-27 см	22,0	21,8	20,5	21,5	21,4	22,2	129,4	21,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	24,9	25,2	23,0	24,0	24,2	23,8	145,1	24,2
Суммы P	67,9	68,0	64,5	66,5	66,8	67,2	400,9	22,3

$$N = ln = 4 * 6 =$$

24

$$Cp = \sum P^2 : l - C =$$

2,05

$$C = (\sum X1)^2 : N =$$

6696,70

$$Cv = \sum V^2 : n - C =$$

5579,35

$$Cy = \sum X1^2 - C =$$

5584,91

$$Cz = Cy - Cp - Cv =$$

3,51

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	5584,91	23	-	-	-
Повторений	2,05	5	-	-	-
Вариантов	5579,35	3	1859,78	7952,52	3,63
Остаток (ошибки)	3,51	15	0,234	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} =$$

0,197

$$Sd = \sqrt{2 * S^2/n} =$$

0,279

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd =$$

0,59

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2013 г. в слое почвы 5-15 см в первой закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	28,2	29,0	26,0	29,3	28,2	28,2	168,90	28,2
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	24,3	26,6	21,9	25,1	24,1	23,9	145,90	24,3
КПГ-250 на глубину 25-27 см	26,3	26,6	23,1	25,1	26,1	25,5	152,70	25,5
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	26,1	24,2	24,5	25,1	26,1	25,5	151,50	25,3
Суммы P	76,70	77,40	69,50	75,30	76,30	74,90	450,10	25,0

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{10,17} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{8441,25} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{7572,68} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{7602,55} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{19,70}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	7602,55	23	-	-	-
Повторений	10,17	5	-	-	-
Вариантов	7572,68	3	2524,23	1921,88	3,63
Остаток (ошибки)	19,70	15	1,313	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,468} & \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,662} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = & \quad \mathbf{1,41}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2014 г. в слое почвы 5-15 см в первой закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	25,5	23,0	24,5	25,1	25,1	23,6	146,80	24,5
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	23,3	23,0	24,5	23,2	25,1	23,6	142,70	23,8
КПГ-250 на глубину 25-27 см	26,5	25,8	24,5	26,5	25,1	26,6	155,00	25,8
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	21,6	23,6	22,3	24,1	22,5	25,5	139,60	23,3
Суммы P	71,40	72,40	71,30	73,80	72,70	75,70	437,30	24,3

$$\begin{aligned}
 N = ln = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : l - C = & \quad \mathbf{3,44} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{7967,97} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{6269,81} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{6291,94} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{18,69}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	6291,94	23	-	-	-
Повторений	3,44	5	-	-	-
Вариантов	6269,81	3	2089,94	1677,20	3,63
Остаток (ошибки)	18,69	15	1,246	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,456} & \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,644} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = & \quad \mathbf{1,37}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 5-15 см в первой закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	21,9	21,3	22,3	25,9	22,5	21,4	135,30	22,6
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	22,0	22,1	21,2	24,6	22,0	22,6	134,50	22,4
КПГ-250 на глубину 25-27 см	23,6	24,2	22,5	26,1	23,6	22,6	142,60	23,8
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	20,2	21,2	21,1	21,6	20,0	20,0	124,10	20,7
Суммы P	65,80	67,50	64,80	72,30	65,60	65,20	401,20	22,3

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{9,93} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{6706,73} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{5315,26} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{5347,68} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{22,50}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	5347,68	23	-	-	-
Повторений	9,93	5	-	-	-
Вариантов	5315,26	3	1771,75	1181,34	3,63
Остаток (ошибки)	22,50	15	1,500	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,500} & \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,707} \\
 HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = & \quad \mathbf{1,51}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2013 г. в слое почвы 20-30 см в первой закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	21,1	21,3	22,1	22,0	21,6	20,0	128,10	21,4
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	20,0	19,5	20,1	18,9	19,7	19,7	117,90	19,7
КПГ-250 на глубину 25-27 см	19,2	16,8	17,2	15,2	16,0	16,6	101,00	16,8
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	20,1	18,6	19,2	20,1	19,9	20,1	118,00	19,7
Суммы P	59,30	54,90	56,50	54,20	55,60	56,40	336,90	18,7

$$\begin{aligned}
 N = ln = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : l - C = & \quad \mathbf{3,94} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{4729,23} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{4343,27} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{4358,25} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{11,03}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	4358,25	23	-	-	-
Повторений	3,94	5	-	-	-
Вариантов	4343,27	3	1447,76	1968,32	3,63
Остаток (ошибки)	11,03	15	0,736	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,350} & \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,495} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = & \quad \mathbf{1,05}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2014 г. в слое почвы 20-30 см в первой закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	19,7	18,2	19,2	19,0	19,4	19,6	115,10	19,2
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	17,6	17,3	19,2	17,9	18,6	16,5	107,10	17,9
КПГ-250 на глубину 25-27 см	18,6	18,3	19,6	18,6	17,5	17,9	110,50	18,4
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	17,5	17,9	18,2	17,4	17,5	16,9	105,40	17,6
Суммы P	53,70	53,50	57,00	53,90	53,60	51,30	323,00	17,9

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{4,16} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{4347,04} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{3659,26} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{3668,91} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{5,49}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	3668,91	23	-	-	-
Повторений	4,16	5	-	-	-
Вариантов	3659,26	3	1219,75	3334,69	3,63
Остаток (ошибки)	5,49	15	0,366	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,247} & \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,349} \\
 HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = & \quad \mathbf{0,74}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 20-30 см в первой закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	19,5	20,1	19,6	18,9	17,9	19,5	115,50	19,3
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	17,5	18,9	18,9	17,5	16,3	16,6	105,70	17,6
КПГ-250 на глубину 25-27 см	19,2	21,2	20,0	19,5	18,8	21,2	119,90	20,0
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	19,2	17,6	16,9	18,1	18,5	19,0	109,30	18,2
Суммы P	55,90	57,70	55,80	55,10	53,60	56,80	334,90	18,6

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 6 &= \mathbf{24} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{2,49} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N &= \mathbf{4673,25} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{3799,29} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C &= \mathbf{3817,29} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{15,51}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	3817,29	23	-	-	-
Повторений	2,49	5	-	-	-
Вариантов	3799,29	3	1266,43	1224,56	3,63
Остаток (ошибки)	15,51	15	1,034	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} &= \mathbf{0,415} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} &= \mathbf{0,587} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd &= \mathbf{1,25}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2013 г. в слое почвы 5-15 см во второй закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	35,6	37,6	32,6	35,2	36,1	34,5	211,60	35,3
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	40,2	39,6	39,5	40,5	42,0	41,2	243,00	40,5
КПГ-250 на глубину 25-27 см	41,4	44,5	42,3	40,5	42,0	44,5	255,20	42,5
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	38,2	34,6	38,9	32,9	34,2	37,8	216,60	36,1
Суммы P	119,80	118,70	120,70	113,90	118,20	123,50	714,80	39,7

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{12,60} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{21289,13} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{14688,57} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{14751,89} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{50,72}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	14751,89	23	-	-	-
Повторений	12,60	5	-	-	-
Вариантов	14688,57	3	4896,19	1447,91	3,63
Остаток (ошибки)	50,72	15	3,382	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,751} & \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{1,062} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = & \quad \mathbf{2,26}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2014 г. в слое почвы 5-15 см в второй закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	30,8	29,9	33,2	30,2	30,1	29,3	183,50	30,6
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	40,5	38,8	39,5	38,8	40,9	39,1	237,60	39,6
КПГ-250 на глубину 25-27 см	45,2	41,1	44,2	40,0	41,6	46,0	258,10	43,0
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	31,6	31,9	34,5	32,9	32,0	37,0	199,90	33,3
Суммы P	117,30	111,80	118,20	111,70	114,50	122,10	695,60	38,6

$$N = ln = 4 * 6 = \mathbf{24}$$

$$Cp = \sum P^2 : l - C = \mathbf{20,52}$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = \mathbf{20160,81}$$

$$Cv = \sum V^2 : n - C = \mathbf{12622,80}$$

$$Cy = \sum X1^2 - C = \mathbf{12687,90}$$

$$Cz = Cy - Cp - Cv = \mathbf{44,58}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	12687,90	23	-	-	-
Повторений	20,52	5	-	-	-
Вариантов	12622,80	3	4207,60	1415,69	3,63
Остаток (ошибки)	44,58	15	2,972	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} =$$

$$\mathbf{0,704}$$

$$Sd = \sqrt{2 * S^2/n} =$$

$$\mathbf{0,995}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd =$$

$$\mathbf{2,12}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 5-15 см в второй закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	28,1	29,5	26,4	28,8	28,6	28,0	169,40	28,2
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	40,1	39,5	36,6	34,5	37,9	36,0	224,60	37,4
КПГ-250 на глубину 25-27 см	40,5	38,5	39,1	37,6	38,8	43,0	237,50	39,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	29,8	28,6	29,5	30,2	28,6	31,0	177,70	29,6
Суммы P	110,40	106,60	105,20	102,30	105,30	110,00	639,80	35,5

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 4 \cdot 6 = && \mathbf{24} && C_p = \sum P^2 : l - C = && \mathbf{12,03} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{17056,00} && C_v = \sum V^2 : n - C = && \mathbf{10798,18} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{10849,46} && C_z = C_y - C_p - C_v = && \mathbf{39,25}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	10849,46	23	-	-	-
Повторений	12,03	5	-	-	-
Вариантов	10798,18	3	3599,39	1375,56	3,63
Остаток (ошибки)	39,25	15	2,617	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = && \mathbf{0,660} && Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = && \mathbf{0,934} \\
 НСР_{05} &= t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = && \mathbf{1,99}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2013 г. в слое почвы 20-30 см в второй закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	28,2	26,5	26,9	29,2	25,5	24,7	161,00	26,8
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	34,2	30,8	29,9	33,3	32,9	35,6	196,70	32,8
КПГ-250 на глубину 25-27 см	26,5	26,0	28,4	29,6	29,5	28,0	168,00	28,0
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	26,5	26,8	28,4	29,6	29,5	28,5	169,30	28,2
Суммы P	87,20	83,60	86,70	92,50	91,90	92,10	534,00	29,7

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{16,99} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{11881,50} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{8368,23} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{8424,46} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{39,24}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	8424,46	23	-	-	-
Повторений	16,99	5	-	-	-
Вариантов	8368,23	3	2789,41	1066,29	3,63
Остаток (ошибки)	39,24	15	2,616	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,660} & \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = & \quad \mathbf{0,934} \\
 НСР_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,13 \cdot Sd = & \quad \mathbf{1,99}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2014 г. в слое почвы 20-30 см в второй закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	20,9	22,6	26,5	26,4	22,1	25,6	144,10	24,0
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	30,2	28,6	29,5	28,8	31,4	30,5	179,00	29,8
КПГ-250 на глубину 25-27 см	30,2	31,5	29,9	30,6	31,0	30,5	183,70	30,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	25,6	25,1	25,6	24,8	25,1	24,6	150,80	25,1
Суммы P	86,00	85,20	85,00	84,20	87,50	85,60	513,50	28,5

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{1,56} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{10986,76} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{7228,60} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{7266,54} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{36,38}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	7266,54	23	-	-	-
Повторений	1,56	5	-	-	-
Вариантов	7228,60	3	2409,53	993,45	3,63
Остаток (ошибки)	36,38	15	2,425	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,636} & \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,899} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = & \quad \mathbf{1,92}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 20-30 см в второй закладке, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
Залежь (контроль)	23,1	23,1	24,1	24,8	25,1	24,6	144,80	24,1
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	29,8	30,5	26,6	30,0	29,3	29,8	176,00	29,3
КПГ-250 на глубину 25-27 см	35,6	31,2	29,9	33,2	34,2	36,1	200,20	33,4
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	26,0	25,1	24,4	23,6	28,5	28,3	155,90	26,0
Суммы P	91,40	86,80	80,90	86,80	92,00	94,20	532,10	29,6

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 6 = & \quad \mathbf{24} & \quad C_p = \sum P^2 : I - C = & \quad \mathbf{29,12} \\
 C = (\sum X_1)^2 : N = & \quad \mathbf{11797,10} & \quad C_v = \sum V^2 : n - C = & \quad \mathbf{7590,88} \\
 C_y = \sum X_1^2 - C = & \quad \mathbf{7654,89} & \quad C_z = C_y - C_p - C_v = & \quad \mathbf{34,89}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	7654,89	23	-	-	-
Повторений	29,12	5	-	-	-
Вариантов	7590,88	3	2530,29	1087,95	3,63
Остаток (ошибки)	34,89	15	2,326	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = & \quad \mathbf{0,623} & \quad Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = & \quad \mathbf{0,880} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,13 * Sd = & \quad \mathbf{1,88}
 \end{aligned}$$

Приложение 61

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2014 г. в слое почвы 5-15 см в первой закладке на травах первого года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	43,5	45,0	44,6	45,9	42,6	43,2	264,80	44,1
КПГ-250 на глубину 25-27 см	43,5	44,2	42,6	45,0	42,6	43,2	261,10	43,5
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	34,2	32,6	36,8	35,6	34,5	38,2	211,90	35,3
Суммы P	77,70	76,80	79,40	80,60	77,10	81,40	473,00	39,4

$$N = In = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{12429,39}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{18134,97}$$

$$C_p = \sum P^2 : I - C = \mathbf{6,15}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{18102,92}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{25,90}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	18134,97	17	-	-	-
Повторений	6,15	5	-	-	-
Вариантов	18102,92	2	9051,46	3494,92	3,63
Остаток (ошибки)	25,90	10	2,590	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,657}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{2,07}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{0,929}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 5-15 см в первой закладке на травах первого года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	40,5	39,0	42,1	40,5	40,2	39,0	241,30	40,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	41,0	40,2	42,5	41,1	41,2	40,5	246,50	41,1
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	39,1	35,2	37,1	36,5	32,9	39,9	220,70	36,8
Суммы P	80,10	75,40	79,60	77,60	74,10	80,40	467,20	38,9

$$N = ln = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{12126,44}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{15865,63}$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{11,58}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{15822,97}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{31,08}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	15865,63	17	-	-	-
Повторений	11,58	5	-	-	-
Вариантов	15822,97	2	7911,48	2545,48	3,63
Остаток (ошибки)	31,08	10	3,108	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,720}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{2,27}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{1,018}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2014 г. в слое почвы 20-30 см в первой закладке на травах первого года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	26,5	28,6	29,6	25,6	28,4	26,5	165,20	27,5
КПГ-250 на глубину 25-27 см	26,9	26,3	27,8	23,3	26,4	27,5	158,20	26,4
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	20,5	19,9	19,6	20,5	18,5	21,0	120,00	20,0
Суммы P	47,40	46,20	47,40	43,80	44,90	48,50	278,20	23,2

$$N = ln = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{4299,74}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{6848,96}$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{5,15}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{6819,98}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{23,84}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	6848,96	17	-	-	-
Повторений	5,15	5	-	-	-
Вариантов	6819,98	2	3409,99	1430,63	3,63
Остаток (ошибки)	23,84	10	2,384	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,630}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{1,99}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{0,891}$$

Приложение 64

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 20-30 см в первой закладке на травах первого года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	26,9	28,0	27,7	27,4	28,0	26,6	164,60	27,4
КПГ-250 на глубину 25-27 см	26,9	27,3	25,0	27,4	28,0	25,2	159,80	26,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	19,1	17,8	16,5	18,6	18,2	18,0	108,20	18,0
Суммы P	46,00	45,10	41,50	46,00	46,20	43,20	268,00	22,3

$$N = ln = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{3990,22}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{6745,80}$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{6,09}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{6732,52}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{7,19}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	6745,80	17	-	-	-
Повторений	6,09	5	-	-	-
Вариантов	6732,52	2	3366,26	4682,59	3,63
Остаток (ошибки)	7,19	10	0,719	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,346}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{1,09}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{0,490}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2014 г. в слое почвы 5-15 см во второй закладке на травах первого года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	49,9	43,7	49,9	48,9	48,2	48,6	289,20	48,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	48,5	44,1	47,1	46,5	45,9	46,9	279,00	46,5
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	38,5	36,6	37,9	38,9	35,9	39,9	227,70	38,0
Суммы P	87,00	80,70	85,00	85,40	81,80	86,80	506,70	42,2

$$N = In = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{14263,61}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{21338,91}$$

$$C_p = \sum P^2 : I - C = \mathbf{11,44}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{21290,55}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{36,92}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	21338,91	17	-	-	-
Повторений	11,44	5	-	-	-
Вариантов	21290,55	2	10645,28	2883,60	3,63
Остаток (ошибки)	36,92	10	3,692	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,784}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{2,47}$$

$$\mathbf{0,784}$$

$$\mathbf{2,47}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{1,109}$$

$$\mathbf{1,109}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 5-15 см во второй закладке на травах первого года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	45,1	44,8	43,8	45,9	45,2	40,5	265,30	44,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	47,8	45,1	44,6	46,3	48,2	44,0	276,00	46,0
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	37,9	35,9	35,6	39,5	38,1	38,8	225,80	37,6
Суммы P	85,70	81,00	80,20	85,80	86,30	82,80	501,80	41,8

$$N = ln = 3 * 6 = \mathbf{18}$$

$$Cp = \sum P^2 : l - C = \mathbf{11,83}$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = \mathbf{13989,07}$$

$$Cv = \sum V^2 : n - C = \mathbf{18935,22}$$

$$Cy = \sum X1^2 - C = \mathbf{18981,34}$$

$$Cz = Cy - Cp - Cv = \mathbf{34,29}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	18981,34	17	-	-	-
Повторений	11,83	5	-	-	-
Вариантов	18935,22	2	9467,61	2761,00	3,63
Остаток (ошибки)	34,29	10	3,429	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,756}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,23 * Sd = \mathbf{2,38}$$

$$Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{1,069}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2014 г. в слое почвы 20-30 см во второй закладке на травах первого года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	34,8	36,9	35,6	35,6	34,9	35,9	213,70	35,6
КПГ-250 на глубину 25-27 см	34,8	35,2	34,6	35,6	33,1	33,0	206,30	34,4
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	30,5	27,1	28,5	28,6	27,6	29,2	171,50	28,6
Суммы P	65,30	62,30	63,10	64,20	60,70	62,20	377,80	31,5

$$N = In = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{7929,60}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{11693,07}$$

$$C_p = \sum P^2 : I - C = \mathbf{4,38}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{11677,00}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{11,68}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	11693,07	17	-	-	-
Повторений	4,38	5	-	-	-
Вариантов	11677,00	2	5838,50	4998,48	3,63
Остаток (ошибки)	11,68	10	1,168	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,441}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{1,39}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{0,624}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 20-30 см во второй закладке на травах первого года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	34,9	36,6	33,9	36,5	35,9	37,2	215,00	35,8
КПГ-250 на глубину 25-27 см	34,9	34,8	33,2	35,6	34,8	35,6	208,90	34,8
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	24,5	25,8	26,1	25,6	26,3	27,8	156,10	26,0
Суммы P	59,40	60,60	59,30	61,20	61,10	63,40	365,00	30,4

$$N = In = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C_p = \sum P^2 : I - C = \mathbf{3,75}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{7401,39}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{11637,18}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{11654,33}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{13,40}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	11654,33	17	-	-	-
Повторений	3,75	5	-	-	-
Вариантов	11637,18	2	5818,59	4342,59	3,63
Остаток (ошибки)	13,40	10	1,340	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,473}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{1,49}$$

$$\mathbf{0,473}$$

$$\mathbf{1,49}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{0,668}$$

$$\mathbf{0,668}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 5-15 см в первой закладке на травах второго года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	43,6	41,4	42,8	44,1	39,9	42,4	254,20	42,4
КПГ-250 на глубину 25-27 см	45,3	40,5	42,8	41,6	43,2	42,4	255,80	42,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	33,5	31,7	33,1	30,9	32,5	31,0	192,70	32,1
Суммы P	78,80	72,20	75,90	72,50	75,70	73,40	448,50	37,4

$$N = ln = 3 * 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{11175,13}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{16719,77}$$

$$C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{10,67}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{16688,97}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{20,12}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	16719,77	17	-	-	-
Повторений	10,67	5	-	-	-
Вариантов	16688,97	2	8344,49	4146,67	3,63
Остаток (ошибки)	20,12	10	2,012	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,579}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,23 * Sd = \mathbf{1,83}$$

$$Sd = \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,819}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 20-30 см в первой закладке на травах второго года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	31,1	30,9	29,8	30,5	30,8	29,0	182,10	30,4
КПГ-250 на глубину 25-27 см	30,5	30,9	29,8	30,0	30,8	29,0	181,00	30,2
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	19,8	20,6	21,1	20,1	19,8	21,6	123,00	20,5
Суммы P	50,30	51,50	50,90	50,10	50,60	50,60	304,00	25,3

$$N = In = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{5134,22}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{8382,69}$$

$$C_p = \sum P^2 : I - C = \mathbf{0,40}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{8374,18}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{8,10}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	8382,69	17	-	-	-
Повторений	0,40	5	-	-	-
Вариантов	8374,18	2	4187,09	5166,77	3,63
Остаток (ошибки)	8,10	10	0,810	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,368}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{1,16}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{0,520}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 5-15 см во второй закладке на травах второго года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	49,9	50,1	46,5	48,0	46,5	48,2	289,20	48,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	50,1	49,8	50,6	49,5	49,0	47,6	296,60	49,4
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	35,5	39,3	34,8	39,5	34,1	37,6	220,80	36,8
Суммы P	85,60	89,10	85,40	89,00	83,10	85,20	517,40	43,1

$$N = In = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{14872,38}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{21899,40}$$

$$C_p = \sum P^2 : I - C = \mathbf{9,28}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{21854,43}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{35,69}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	21899,40	17	-	-	-
Повторений	9,28	5	-	-	-
Вариантов	21854,43	2	10927,22	3061,80	3,63
Остаток (ошибки)	35,69	10	3,569	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,771}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{2,43}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{1,091}$$

Дисперсионный анализ разложения льняной ткани в 2015 г. в слое почвы 20-30 см во второй закладке на травах второго года пользования, %

Основная обработка почвы	Повторения						Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	38,4	40,5	37,1	36,8	40,3	37,9	231,00	38,5
КПГ-250 на глубину 25-27 см	36,5	36,1	38,4	34,6	35,8	37,9	219,30	36,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	26,1	25,4	27,5	23,1	24,7	26,0	152,80	25,5
Суммы P	62,60	61,50	65,90	57,70	60,50	63,90	372,10	31,0

$$N = In = 3 \cdot 6 = \mathbf{18}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{7692,13}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{13141,38}$$

$$C_p = \sum P^2 : I - C = \mathbf{13,39}$$

$$C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{13108,09}$$

$$C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{19,90}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	13141,38	17	-	-	-
Повторений	13,39	5	-	-	-
Вариантов	13108,09	2	6554,04	3293,67	3,63
Остаток (ошибки)	19,90	10	1,990	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,576}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd = \mathbf{1,82}$$

$$Sd = \sqrt{2 \cdot S^2/n} = \mathbf{0,814}$$

Приложение 73

Дисперсионный анализ плотности почвы в травах второго года пользования в 2015 г. на
глубине 10 см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,17	1,19	1,20	3,56	1,19
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,23	1,21	1,25	3,69	1,23
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,23	1,26	1,26	3,75	1,25
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,28	1,28	1,25	3,81	1,27
Суммы P	2,51	2,54	2,51	7,56	1,26

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 3 &= \mathbf{12} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{0,00015} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{4,76} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{13,53} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{13,53} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{0,00232}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	13,53	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	13,53	3	4,51	11677,67	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,000	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} &= \mathbf{0,011} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} &= \mathbf{0,016} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,45 * Sd &= \mathbf{0,04}
 \end{aligned}$$

Приложение 74

Дисперсионный анализ плотности почвы при посеве яровой пшеницы в 2013 г. на глубине 30
см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,35	1,33	1,32	4,00	1,33
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,33	1,32	1,32	3,97	1,32
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,33	1,32	1,34	3,99	1,33
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,39	1,36	1,37	4,12	1,37
Суммы P	2,72	2,68	2,71	8,11	1,35

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 3 &= \mathbf{12} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{0,00022} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{5,48} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{16,07} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{16,07} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{0,00098}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	16,07	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	16,07	3	5,36	32686,36	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,000	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} = \sqrt{S^2/n} &= \mathbf{0,007} & Sd = \sqrt{2 * S^2/n} &= \mathbf{0,010} \\
 НСР_{05} = t_{05} * Sd = 2,45 * Sd &= \mathbf{0,03}
 \end{aligned}$$

Приложение 75

Дисперсионный анализ плотности почвы в травах второго года пользования в 2015 г. на глубине 10 см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,20	1,16	1,17	3,53	1,18
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,21	1,22	1,24	3,67	1,22
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,27	1,26	1,24	3,77	1,26
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,26	1,26	1,26	3,78	1,26
Суммы P	2,53	2,52	2,50	7,55	1,26

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 3 &= \mathbf{12} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{0,00012} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{4,75} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{13,39} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{13,40} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{0,00168}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	13,40	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	13,39	3	4,46	15913,06	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,000	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,010} & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,014} \\
 HCP_{05} &= t_{05} * Sd = 2,45 * Sd = \mathbf{0,03}
 \end{aligned}$$

Приложение 76

Дисперсионный анализ плотности почвы при посеве яровой пшеницы в 2013 г. на глубине 30 см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,35	1,30	1,32	3,97	1,32
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,31	1,29	1,33	3,93	1,31
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,31	1,34	1,33	3,98	1,33
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,36	1,37	1,40	4,13	1,38
Суммы P	2,67	2,71	2,73	8,11	1,35

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 3 &= \mathbf{12} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{0,00047} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{5,48} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{15,89} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{15,89} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{0,00293}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	15,89	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	15,89	3	5,30	10831,84	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,000	-	-

$$\begin{aligned}
 HCP_{05} &= t_{05} * Sd = 2,45 * Sd = \mathbf{0,013} & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,018} \\
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,04}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ плотности почвы в травах второго года пользования в 2015 г. на
глубине 10 см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,14	1,15	1,19	3,48	1,16
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,20	1,25	1,23	3,68	1,23
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,24	1,27	1,26	3,77	1,26
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,26	1,30	1,28	3,84	1,28
Суммы P	2,50	2,57	2,54	7,61	1,27

$$N = ln = 4 \cdot 3 = \mathbf{12} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,00062}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{4,83} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{13,38}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{13,38} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,00332}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	13,38	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	13,38	3	4,46	8066,99	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,001	-	-

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,45 \cdot Sd = \mathbf{0,014} \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2 / n} = \mathbf{0,019}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2 / n} = \mathbf{0,05}$$

Дисперсионный анализ плотности почвы при посеве яровой пшеницы в 2013 г. на глубине 30
см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,33	1,30	1,29	3,92	1,31
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,30	1,30	1,29	3,89	1,30
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,33	1,33	1,29	3,95	1,32
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,36	1,40	1,37	4,13	1,38
Суммы P	2,69	2,73	2,66	8,08	1,35

$$N = ln = 4 \cdot 3 = \mathbf{12} \quad C_p = \sum P^2 : l - C = \mathbf{0,00062}$$

$$C = (\sum X_1)^2 : N = \mathbf{5,44} \quad C_v = \sum V^2 : n - C = \mathbf{15,61}$$

$$C_y = \sum X_1^2 - C = \mathbf{15,61} \quad C_z = C_y - C_p - C_v = \mathbf{0,00225}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	15,61	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	15,61	3	5,20	13877,42	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,000	-	-

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,45 \cdot Sd = \mathbf{0,011} \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2 / n} = \mathbf{0,016}$$

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2 / n} = \mathbf{0,04}$$

Приложение 79

Дисперсионный анализ плотности почвы в травах второго года пользования в 2015 г. на глубине 10 см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,20	1,16	1,17	3,53	1,18
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,10	1,15	1,09	3,34	1,11
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,12	1,15	1,14	3,41	1,14
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,22	1,20	1,19	3,61	1,20
Суммы P	2,34	2,35	2,33	7,02	1,17

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 3 &= \mathbf{12} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{0,00005} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{4,11} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{11,99} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{11,99} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{0,00382}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	11,99	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	11,99	3	4,00	6280,63	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,001	-	-

$$\begin{aligned}
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,015} & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,021} \\
 HCP_{05} &= t_{05} * Sd = 2,45 * Sd = \mathbf{0,05}
 \end{aligned}$$

Приложение 80

Дисперсионный анализ плотности почвы при посеве яровой пшеницы в 2013 г. на глубине 30 см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,35	1,30	1,32	3,97	1,32
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,22	1,20	1,19	3,61	1,20
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,22	1,25	1,23	3,70	1,23
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,32	1,30	1,36	3,98	1,33
Суммы P	2,54	2,55	2,59	7,68	1,28

$$\begin{aligned}
 N = In = 4 \cdot 3 &= \mathbf{12} & C_p = \sum P^2 : I - C &= \mathbf{0,00035} \\
 C = (\sum X1)^2 : N &= \mathbf{4,92} & C_v = \sum V^2 : n - C &= \mathbf{14,53} \\
 C_y = \sum X1^2 - C &= \mathbf{14,53} & C_z = C_y - C_p - C_v &= \mathbf{0,00372}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	14,53	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	14,53	3	4,84	7816,65	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,001	-	-

$$\begin{aligned}
 HCP_{05} &= t_{05} * Sd = 2,45 * Sd = \mathbf{0,014} & Sd &= \sqrt{2 * S^2/n} = \mathbf{0,020} \\
 S\bar{x} &= \sqrt{S^2/n} = \mathbf{0,05}
 \end{aligned}$$

Дисперсионный анализ плотности почвы в травах второго года пользования в 2015 г. на
глубине 10 см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,14	1,15	1,19	3,48	1,16
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,14	1,11	1,15	3,40	1,13
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,14	1,17	1,16	3,47	1,16
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,24	1,22	1,21	3,67	1,22
Суммы P	2,38	2,39	2,37	7,14	1,19

$$N = In = 4 \cdot 3 = 12 \quad C_p = \sum P^2 : I - C = 0,00005$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = 4,25 \quad C_v = \sum V^2 : n - C = 12,15$$

$$C_y = \sum X1^2 - C = 12,15 \quad C_z = C_y - C_p - C_v = 0,00315$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	12,15	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	12,15	3	4,05	7711,17	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,001	-	-

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,45 \cdot Sd = 0,013 \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2 / n} = 0,019$$

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2 / n} = 0,05$$

Дисперсионный анализ плотности почвы при посеве яровой пшеницы в 2013 г. на глубине 30
см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,33	1,30	1,29	3,92	1,31
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,24	1,22	1,21	3,67	1,22
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,24	1,22	1,26	3,72	1,24
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,37	1,35	1,32	4,04	1,35
Суммы P	2,61	2,57	2,58	7,76	1,29

$$N = In = 4 \cdot 3 = 12 \quad C_p = \sum P^2 : I - C = 0,00022$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = 5,02 \quad C_v = \sum V^2 : n - C = 14,65$$

$$C_y = \sum X1^2 - C = 14,65 \quad C_z = C_y - C_p - C_v = 0,00318$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	14,65	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	14,65	3	4,88	9202,28	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,001	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2 / n} = 0,013 \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2 / n} = 0,019$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,45 \cdot Sd = 0,05$$

Дисперсионный анализ плотности почвы в травах второго года пользования в 2015 г. на
глубине 10 см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,14	1,15	1,19	3,48	1,16
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,09	1,12	1,10	3,31	1,10
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,09	1,12	1,12	3,33	1,11
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,26	1,20	1,24	3,70	1,23
Суммы P	2,35	2,32	2,36	7,03	1,17

$$N = In = 4 \cdot 3 = 12 \quad C_p = \sum P^2 : I - C = 0,00022$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = 4,12 \quad C_v = \sum V^2 : n - C = 11,83$$

$$C_y = \sum X1^2 - C = 11,83 \quad C_z = C_y - C_p - C_v = 0,00412$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	11,83	11	-	-	-
Повторений	0,00	2	-	-	-
Вариантов	11,83	3	3,94	5747,40	3,63
Остаток (ошибки)	0,00	6	0,001	-	-

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,45 \cdot Sd = 0,015 \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2 / n} = 0,021$$

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2 / n} = 0,05$$

Дисперсионный анализ плотности почвы при посеве яровой пшеницы в 2013 г. на глубине 30
см, г/см³

Основная обработка почвы	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
Залежь (контроль)	1,33	1,30	1,29	3,92	1,31
ПН-4-35 на глубину 25-27 см	1,21	1,17	1,18	3,56	1,19
КПГ-250 на глубину 25-27 см	1,26	1,11	1,22	3,59	1,20
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,38	1,32	1,35	4,05	1,35
Суммы P	2,64	2,43	2,57	7,64	1,27

$$N = In = 4 \cdot 3 = 12 \quad C_p = \sum P^2 : I - C = 0,00572$$

$$C = (\sum X1)^2 : N = 4,86 \quad C_v = \sum V^2 : n - C = 14,25$$

$$C_y = \sum X1^2 - C = 14,26 \quad C_z = C_y - C_p - C_v = 0,00988$$

Результаты дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Общая	14,26	11	-	-	-
Повторений	0,01	2	-	-	-
Вариантов	14,25	3	4,75	2882,85	3,63
Остаток (ошибки)	0,01	6	0,002	-	-

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,45 \cdot Sd = 0,023 \quad Sd = \sqrt{2 \cdot S^2 / n} = 0,033$$

$$S\bar{x} = \sqrt{S^2 / n} = 0,08$$

Дисперсионный анализ урожая яровой пшеницы в 2013 году, ц с 1 га

Основная обработка при распашке залежи	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см, мм	7,8	8,3	8,2	24,3	8,1
КПГ-250 на глубину 25-27 см	7,3	7,9	7,5	22,7	7,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	4,9	5,5	5,3	15,7	5,2
Суммы P	20	21,7	21	62,7	7,0

$$\begin{aligned}
 N &= I \cdot n = 3 \cdot 3 = && \mathbf{9} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{436,81} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{14,46} \\
 C_p &= \sum P^2 : I - C = && \mathbf{0,49} \\
 C_v &= \sum V^2 : n - C = && \mathbf{13,95} \\
 C_z &= C_y - C_p - C_v = && \mathbf{0,03}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	14,46	8	-	-	-
Повторений	0,49	2	-	-	-
Вариантов	13,95	2	6,97	1046,00	9,28
Остаток (ошибки)	0,03	4	0,01	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,01}{3}} = \sqrt{0,0033} = \mathbf{0,057}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,01}{3}} = \sqrt{0,0066} = \mathbf{0,081}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot Sd = \mathbf{0,23}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd / X_{cp} \cdot 100 = \mathbf{3,23\%}$$

Дисперсионный анализ урожая яровой пшеницы в 2014 году, ц с 1 га

Основная обработка при распахке залежи	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см, мм	4,6	4,5	4,6	13,7	4,6
КПГ-250 на глубину 25-27 см	4,4	4,5	4,4	13,3	4,4
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	3,5	2,8	2,9	9,2	3,1
Суммы P	12,5	11,8	11,9	36,2	4,0

$$\begin{aligned}
 N &= I \cdot n = 3 \cdot 3 = && \mathbf{9} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{145,60} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{4,44} \\
 C_p &= \sum P^2 : I - C = && \mathbf{0,10} \\
 C_v &= \sum V^2 : n - C = && \mathbf{4,14} \\
 C_z &= C_y - C_p - C_v = && \mathbf{0,20}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	4,44	8	-	-	-
Повторений	0,10	2	-	-	-
Вариантов	4,14	2	2,07	40,46	9,28
Остаток (ошибки)	0,20	4	0,05	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,05}{3}} = \sqrt{0,0166} = \mathbf{0,129}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,05}{3}} = \sqrt{0,0066} = \mathbf{0,182}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot Sd = \mathbf{0,51}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd / X_{cp} \cdot 100 = \mathbf{12,58\%}$$

Дисперсионный анализ урожая яровой пшеницы в 2015 году, ц с 1 га

Основная обработка при распашке залежи	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см, мм	2,3	2	2,1	6,4	2,1
КПГ-250 на глубину 25-27 см	2	1,9	1,9	5,8	1,9
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	1,5	1,4	1,4	4,3	1,4
Суммы P	5,8	5,3	5,4	16,5	1,8

$$\begin{aligned}
 N &= ln = 3 \cdot 3 = && \mathbf{9} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{30,25} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{0,84} \\
 C_p &= \sum P^2 : l - C = && \mathbf{0,05} \\
 C_v &= \sum V^2 : n - C = && \mathbf{0,78} \\
 C_z &= C_y - C_p - C_v = && \mathbf{0,01}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	0,84	8	-	-	-
Повторений	0,05	2	-	-	-
Вариантов	0,78	2	0,39	117,00	9,28
Остаток (ошибки)	0,01	4	0,003	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,003}{3}} = \sqrt{0,001} = \mathbf{0,01}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,003}{3}} = \sqrt{0,002} = \mathbf{0,045}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot Sd = \mathbf{0,12}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd / X_{cp} \cdot 100 = \mathbf{6,78\%}$$

Дисперсионный анализ урожая яровой пшеницы за 2012-2014 годы, мм

Основная обработка при распашке залежи	Годы, повторения									Суммы V	Среднее
	2013 год			2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см, мм	7,8	8,3	8,2	4,6	4,5	4,6	2,3	2	2,1	44,4	4,9
КПГ-250 на глубину 25-27 см	7,3	7,9	7,5	4,4	4,5	4,4	2	1,9	1,9	41,8	4,6
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	4,9	5,5	5,3	3,5	2,8	2,9	1,5	1,4	1,4	29,2	3,2
Суммы P	20	21,7	21	12,5	11,8	11,9	5,8	5,3	5,4	115,4	4,3

$N = ln = 3 \cdot 9 =$ **27** $C_p = \sum P^2 : l - C =$ **120,07**
 $C = (\sum X1)^2 : N =$ **493,23** $C_v = \sum V^2 : n - C =$ **14,69**
 $C_y = \sum X1^2 - C =$ **139,17** $C_z = C_y - C_p - C_v =$ **4,42**

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	139,17	26	-	-	-
Повторений	120,07	8	-	-	-
Вариантов	14,69	2	7,34	26,59	3,63
Остаток (ошибки)	4,42	16	0,276	-	-

$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,276}{9}} = \sqrt{0,0306} =$ **0,175** $HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,12 \cdot Sd =$ **0,53**

$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,276}{9}} = \sqrt{0,0613} =$ **0,248** $HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd / X_{cp} \cdot 100 =$ **12,28%**

Дисперсионный анализ урожая травосмеси первого года пользования в 2014 году, ц с 1 га

Основная обработка при распашке залежи	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см, мм	12,5	11,9	12	36,4	12,1
КПГ-250 на глубину 25-27 см	11,7	11,4	11,5	34,6	11,5
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	9	8,1	8,6	25,7	8,6
Суммы P	33,2	31,4	32,1	96,7	10,7

$$\begin{aligned}
 N &= In = 3 \cdot 3 = && \mathbf{9} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{1038,99} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{22,54} \\
 C_p &= \sum P^2 : I - C = && \mathbf{0,55} \\
 C_v &= \sum V^2 : n - C = && \mathbf{21,88} \\
 C_z &= C_y - C_p - C_v = && \mathbf{0,11}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	22,54	8	-	-	-
Повторений	0,55	2	-	-	-
Вариантов	21,88	2	10,94	393,88	9,28
Остаток (ошибки)	0,11	4	0,028	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,028}{3}} = \sqrt{0,0093} = \mathbf{0,10}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,028}{3}} = \sqrt{0,0186} = \mathbf{0,136}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot Sd = \mathbf{0,38}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd / X_{cp} \cdot 100 = \mathbf{3,53\%}$$

Дисперсионный анализ урожая травосмеси первого года пользования в 2015 году, ц с 1 га

Основная обработка при распашке залежи	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см, мм	10,6	11,2	10,2	32	10,7
КПГ-250 на глубину 25-27 см	11,2	11,2	11,5	33,9	11,3
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	7	7,1	7,4	21,5	7,2
Суммы P	28,8	29,5	29,1	87,4	9,7

$$\begin{aligned}
 N &= I \cdot n = 3 \cdot 3 = && \mathbf{9} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{848,75} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{30,39} \\
 C_p &= \sum P^2 : I - C = && \mathbf{0,08} \\
 C_v &= \sum V^2 : n - C = && \mathbf{29,74} \\
 C_z &= C_y - C_p - C_v = && \mathbf{0,57}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	30,39	8	-	-	-
Повторений	0,08	5	-	-	-
Вариантов	29,74	2	14,87	260,33	4,10
Остаток (ошибки)	0,57	10	0,057	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,143}{3}} = \sqrt{0,0473} = \mathbf{0,22}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,143}{3}} = \sqrt{0,0953} = \mathbf{0,309}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd = 2,78 * Sd = \mathbf{0,86}$$

$$HCP_{05} = t_{05} * Sd / X_{cp} * 100 = \mathbf{8,84\%}$$

Дисперсионный анализ урожая травосмеси первого года пользования за 2014 и 2015 гг., ц с 1 га

Основная обработка при распашке залежи	Годы, повторения						Суммы V	Среднее
	2014 год			2015 год				
	I	II	III	IV	V	VI		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см, мм	12,5	11,9	12	10,6	11,2	10,2	68,4	11,4
КПГ-250 на глубину 25-27 см	11,7	11,4	11,5	11,2	11,2	11,5	68,5	11,4
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	9	8,1	8,6	7	7,1	7,4	47,2	7,9
Суммы P	33,2	31,4	32,1	28,8	29,5	29,1	184,1	10,2

$N = In = 3 \cdot 6 =$

18

$C = (\sum X1)^2 : N =$

1882,93

$Cy = \sum X1^2 - C =$

57,74

$Cp = \sum P^2 : I - C =$

5,44

$Cv = \sum V^2 : n - C =$

50,17

$Cz = Cy - Cp - Cv =$

2,13

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	57,74	17	-	-	-
Повторений	5,44	5	-	-	-
Вариантов	50,17	2	25,09	118,03	9,28
Остаток (ошибки)	2,13	10	0,213	-	-

$S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,213}{6}} = \sqrt{0,0355} =$

0,19

$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,23 \cdot Sd =$

0,84

$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,213}{3}} = \sqrt{0,142}$

0,377

$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd / X_{cp} \cdot 100 =$

8,22%

Дисперсионный анализ урожая травосмеси второго года пользования в 2015 году, ц с 1 га

Основная обработка при распашке залежи	Повторения			Суммы V	Среднее
	I	II	III		
ПН-4-35 на глубину 25-27 см, мм	22	20,4	21,3	63,7	21,2
КПГ-250 на глубину 25-27 см	20,1	20	19,7	59,8	19,9
ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)	14,7	13,9	12	40,6	13,5
Суммы P	56,8	54,3	53	164,1	18,2

$$\begin{aligned}
 N &= In = 3 \cdot 3 = && \mathbf{9} \\
 C &= (\sum X_1)^2 : N = && \mathbf{2992,09} \\
 C_y &= \sum X_1^2 - C = && \mathbf{107,16} \\
 C_p &= \sum P^2 : I - C = && \mathbf{2,49} \\
 C_v &= \sum V^2 : n - C = && \mathbf{101,94} \\
 C_z &= C_y - C_p - C_v = && \mathbf{2,73}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	107,16	8	-	-	-
Повторений	2,49	2	-	-	-
Вариантов	101,94	2	50,97	74,59	9,28
Остаток (ошибки)	2,73	4	0,683	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,683}{3}} = \sqrt{0,2276} = \mathbf{0,48}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,683}{3}} = \sqrt{0,4553} = \mathbf{0,675}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd = 2,78 \cdot Sd = \mathbf{1,88}$$

$$HCP_{05} = t_{05} \cdot Sd / X_{cp} \cdot 100 = \mathbf{10,29\%}$$

Двухфакторный дисперсионный анализ среднегодовой продуктивности разных звеньев севооборотов в зависимости от вариантов основной обработки осваиваемой залежи, тонн к.е. на 1 га пашни (среднее за 2011-2015 гг)

Варианты основной обработки залежи (А)	Звенья севооборотов (В)	Повторения			Суммы V	Средние
		I	II	III		
Вспашка на глубину 25-27 см	Пар - яровая пшеница	0,22	0,26	0,25	0,73	0,24
	Пар - яровая пшеница+травы-травы 2-3 года	0,13	0,17	0,17	0,47	0,16
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	Пар - яровая пшеница	0,20	0,23	0,25	0,68	0,23
	Пар - яровая пшеница+травы-травы 2-3 года	0,15	0,13	0,16	0,44	0,15
Рыхление на глубину 14-16 см	Пар - яровая пшеница	0,14	0,17	0,17	0,48	0,16
	Пар - яровая пшеница+травы-травы 2-3 года	0,09	0,12	0,10	0,31	0,10
Суммы P		0,93	1,08	1,10	3,11	0,17

$$\begin{aligned}
 N &= IA * IB * n = 3 * 2 * 3 = 18 \\
 C &= (\Sigma * x)^2 : N = (8,68)^2 : 18 = 0,5373 \\
 C_y &= \Sigma X^2 - C = (0,45^2 + 0,51^2 + \dots + 0,41^2) - 4,19 = 0,0462 \\
 C_p &= \Sigma P^2 : IA * IB - C = (2,76^2 + 2,99^2 + 2,93^2) : 3 * 2 - 4,19 = 0,0029 \\
 C_v &= \Sigma V^2 : n - C = (1,46^2 + 1,88^2 + 1,37^2 + 1,76^2 + 0,97^2 + 1,24^2) : 3 - 4,19 = 0,0414 \\
 C_z &= C_y - C_p - C_v = 0,19 - 0,0047 - 0,18717 = 0,0019
 \end{aligned}$$

Определение главных эффектов и взаимодействий

Варианты основной обработки залежи (А)	Звенья севооборотов (В)		Суммы А
	Пар - яровая пшеница	Пар - яровая пшеница+травы-травы 2-3 года	
Вспашка на глубину 25-27 см	0,73	0,47	1,20
Плоскорезная обработка на глубину 25-27 см	0,68	0,44	1,12
Рыхление на глубину 14-16 см	0,48	0,31	0,79
Суммы В	1,89	1,22	3,11

$$\begin{aligned}
 CA &= \Sigma A^2 : IB * n - C = (3,34^2 + 3,14^2 + 2,21^2) : 2 * 3 - 0,5373 = \mathbf{0,015783} \\
 &\text{при } (IA-1) = 3-1 = 2 \text{ степенях свободы} \\
 CB &= \Sigma B^2 : IA * n - C = (3,80^2 + 4,88^2) : 3 * 3 - 0,5373 = \mathbf{0,0250} \\
 &\text{при } (IB-1) = 2-1 = 1 \text{ степеню свободы} \\
 CAB &= C_v - CA - CB = \mathbf{0,0007} \\
 &\text{при } (IA-1) * (IB-1) = 2 * 1 = 2 \text{ степени свободы}
 \end{aligned}$$

Результаты дисперсионного анализа

	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F факт	F ₀₅
Дисперсия					
Общая	0,0462	17	-	-	-
Повторений	0,0029	2	-	-	-
Вариантов обработки почвы	0,0158	2	0,0079	42,53	3,59
Звеньев севооборотов	0,0250	1	0,0250	134,61	4,45
Взаимодействия АВ	0,0007	2	0,0003	1,80	3,59
Остаток (ошибки)	0,0019	10	0,0002	-	-

$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} = \sqrt{\frac{0,0002}{2}} = \sqrt{0,0001} = \mathbf{0,0100}$$

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n}} = \sqrt{\frac{2 * 0,0002}{2}} = \sqrt{0,0002} = \mathbf{0,0141}$$

$$HCP05 = t05 * sd = 2,23 * 0,0141 = \mathbf{0,0315}$$

Для фактора А

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n * lB}} = \sqrt{\frac{2 * 0,0002}{2 * 2}} = \sqrt{0,0001} = \mathbf{0,0100}$$

$$HCP05 = t05 * sd = 2,23 * 0,01 = \mathbf{0,0223}$$

Для фактора В

$$Sd = \sqrt{\frac{2S^2}{n * lA}} = \sqrt{\frac{2 * 0,0002}{2 * 3}} = \sqrt{0,000066} = \mathbf{0,0081}$$

$$HCP05 = t05 * sd = 2,23 * 0,0081 = \mathbf{0,0181}$$

Справка о проведении и внедрении исследований

Настоящая справка дана Гумаровой Ж.М. в том, что она в 2011-2015 гг. на полях ТОО «Пермский» проводила исследования по использованию залежных почв. На основании исследований при освоении залежей было рекомендовано применять следующий технологический комплекс:

- Разделка дернины двукратным дискованием почвы на глубину 8-10 см.
- Отвальная вспашка или обработка плоскорезом-глубокорыхлителем под зябь на глубину 25-27 см.
- Обработка поля на следующий год по типу чистого пара.
- Посев по пару зерновых культур.

По результатам производственных испытаний рекомендуемых технологий освоения залежных почв были получены следующие результаты урожайности яровой пшеницы:

Год	Площадь, га	Валовый сбор зерна, ц	Средняя урожайность, ц с 1 га	Орудие, используемое для основной обработки залежи
2014	15	66,0	4,4	Плуг ПН-4-35 на 25-27 см
	10	41,0	4,1	Плоскорез КПГ-2-150 на 25-27 см
	5	15,0	3,0	ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)
2015	25	50,0	2,0	Плуг ПН-4-35 на 25-27 см
	14	25,2	1,8	Плоскорез КПГ-2-150 на 25-27 см
	6	8,4	1,4	ПН-4-35 на глубину 14-16 см (рыхление)

Из приведенных данных следует, что использование в качестве основной обработки темно-каштановых залежных почв, вспашки или плоскорезной обработки на глубину 25-27 см по сравнению с мелким рыхлением на глубину 14-16 см обеспечило прибавки урожая зерна яровой пшеницы на уровне 30-45%.

Необходимо отметить так же, что зерно, выращенное на осваиваемой залежи, имело более высокие показатели качества, по сравнению с зерном со старопахотных участков, что позволило реализовать его по более высокой цене.

Руководитель ТОО «Пермский»



Недопекин А.Г.