

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

Толмачев Николай Иванович

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИДЕРАТОВ
В СЕВООБОРОТЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ОСНОВНОЙ
ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.

Специальность: 06.01.04. – Агрохимия

Диссертация на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,

профессор С.И. Новосёлов

Йошкар-Ола 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1 Влияние сидератов на плодородие почвы.....	7
1.2 Влияние сидератов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур.....	30
2 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	48
2.1 Условия проведения исследований.....	48
2.2 Схема опыта и методика исследований.....	48
2.3 Почвы региона и почвенный покров опытного участка.....	51
2.4 Климат зоны и погодные условия в годы исследований.....	52
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	57
3.1 Эффективность сидеральных удобрений при возделывании озимой ржи.....	57
3.2 Эффективность подсевного сидерата при возделывании озимой ржи.....	67
3.3 Влияние последствия сидерального удобрения на урожайность и качество клубней картофеля.....	77
3.4 Влияние последствия сидерального удобрения на урожайность и качество зерна ячменя.....	81
3.5 Агрохимические показатели почвы в конце ротации севооборота.....	85
3.6 Влияние сидеральных удобрений на продуктивность севооборотов.....	87

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИДЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ	89
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	98
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	100
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	101
ПРИЛОЖЕНИЯ	126

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Питание растений является одним из регулируемых факторов жизни растений. Максимальная продуктивность растений достигается тогда, когда растения обеспечены питательными веществами в достаточном количестве и оптимальных соотношениях. Не сбалансированное питание приводит к снижению урожайности, ухудшению качества продукции, загрязнению водоемов и почвы. Основным приемом улучшения питания растений является применение удобрений. Их эффективность зависит от возделываемых культур, применяемых технологий, сроков и доз внесения. Сложные экологические и экономические условия современного периода вызывают необходимость разработок новых технологий, адаптированных к современным условиям земледелия. Отличительной их особенностью является направленность на максимальное использование биологических факторов, одним из которых является применение сидератов. Они, оказывая положительное влияние на условия питания растений, фитосанитарное состояние агроценозов, свойства почвы, являются важным резервом повышения урожайности сельскохозяйственных культур и пополнения почвы органическим веществом. Сравнительная дешевизна и высокая эффективность сидератов обеспечивают им широкие перспективы в применении. Для эффективного использования сидератов необходимо знание закономерностей их действия на свойства почвы и формирование величины и качества урожая в зависимости от применяемых способов обработки почвы и минеральных удобрений. Результаты исследований по изучению эффективности использования сидеральных удобрений в севообороте представлены в данной работе.

Цель и задачи исследований. Целью исследования являлась разработка научных основ использования сидеральных удобрений в севообороте в условиях дерново-подзолистых почв Востока Нечерноземной зоны.

В связи с этим были поставлены задачи:

- изучить влияние сидеральных удобрений на условия минерального питания растений озимой ржи;
- выявить роль сидеральных удобрений в формировании фитосанитарного состояния посевов;
- определить влияние сидеральных удобрений на урожайность и качество продукции сельскохозяйственных культур в севообороте в зависимости от применяемых минеральных удобрений и способов основной обработки почвы;
- определить коэффициенты использования питательных элементов из сидеральных удобрений;
- изучить влияние сидеральных удобрений на агрохимические показатели почвы;
- дать экономическую оценку эффективности использования сидеральных удобрений.

Научная новизна. Впервые на дерново-подзолистой почве Востока Нечерноземной зоны проведена сравнительная оценка эффективности использования сидеральных удобрений в зависимости от применяемых способов основной обработки почвы и минеральных удобрений. Получены новые данные по эффективности использования подсевной вики. Определены коэффициенты использования элементов питания из сидеральных удобрений в зависимости от способов применения. Установлено влияние сидеральных удобрений на агрохимические показатели почвы.

Практическая значимость работы. Полученные результаты являются теоретической и практической основой для разработки и совершенствования технологий выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечивающих получение высоких урожаев в условиях данного региона. При возделывании озимой ржи по сидеральному пару урожайность возрастает на 0,3–0,7 т/га, увеличивается чистый доход на 1,8–4,6 тыс. руб./га, снижается себестоимость зерна.

В последствии урожайность клубней картофеля увеличивается на 1,43–1,89 т/га, чистый доход на 15 тыс. руб./га.

Положения, выносимые на защиту:

- применяемые в севообороте сидеральные удобрения влияют на условия минерального питания растений;
- использование сидератов способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению качества продукции;
- эффективность применения сидеральных удобрений зависит от применяемых способов основной обработки почвы и минеральных удобрений;
- применение сидеральных удобрений в севооборотах является экономически выгодным.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались на международных научно-практических конференциях «Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства» (Йошкар-Ола, 2012–2014 гг.), научной конференции студентов и аспирантов МарГУ (2010–2011 гг.).

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 9 работ, в том числе 4 в издании, рекомендованном ВАК РФ для кандидатских диссертаций.

Объем и структура работы. Работа изложена на 211 страницах текста компьютерной верстки, содержит 37 таблиц, 51 приложение. Состоит из введения, 4 глав, заключения и рекомендаций производству. Список литературы включает 219 наименований, из них 8 – иностранных автора.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Влияние сидератов на плодородие почвы

В современных условиях задачи сохранения плодородия почвы, а вместе с ним и увеличение продуктивности и устойчивости агрофитоценозов, должны решаться комплексно, в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия, которые наряду с воспроизводством плодородия и защитой почв от эрозии и дефляции обеспечивают сохранение устойчивых к стресс-воздействиям агроландшафтов и экологическую чистоту среды обитания человека (Днепровская В.Н., Пилипенко Н.Г., Лисовская Н.П., 2005; Захаров А.Ф., Торопова Е.Ю. 2007).

В условиях ограниченных материально-технических ресурсов в земледелии Нечерноземной зоны важно их рациональное использование за счет внедрения приемов, которые обеспечивали бы наибольшую окупаемость затрат и способствовали бы сохранению и повышению плодородия дерново-подзолистых почв. Этого можно достичь с помощью различных приемов биологизации земледелия, позволяющих не только эффективно использовать многие местные ресурсы, но и решать актуальные вопросы снижения уровня депрессивного воздействия факторов интенсификации на конкретные агробиоценозы в рамках адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Устойчивое развитие экологически чистого земледелия в Нечерноземной зоне тесно связано с проблемой воспроизводства плодородия почв, основой которого является создание бездефицитного баланса гумуса. Для минеральных почв гумус служит не только носителем питательных веществ, но и источником энергии для полезной почвенной микрофлоры, он существенно влияет на химические, физические и биологические свойства почвы. Условия промывного режима в регионе определяют высокую динамичность процессов минерализации гумуса, и в зависимости от вида возделываемых полевых культур почвы здесь теряют в среднем от 0,5 до 1,5 т/га гумуса ежегодно.

Такие потери гумуса требуют постоянной его компенсации за счет внесения большого количества органических удобрений. При резком сокращении поголовья животных в последние десятилетия актуальным стало применение помимо навоза других видов органики – сидератов и соломы (Соснина И.Д., 2013).

Действие сидератов на плодородие почвы, засоренность и урожайность сельскохозяйственных культур изучено многими отечественными и зарубежными учеными (Forrest R.E., 1986; Gunter K, 1982; Gutser R, 1989; Адиньяев Э.Д., Какиева С.С., 2008; Азизов З.М., Сайфулина Л.Б., 2012; Айтбаев Т.Е., Тойлыбаева Н.Н., 2007; Алтунин Д.А., Скороходова Н.В., 2002; Багутдинов Ф., Абдуллин М., 2013; Бакиров Ф.Г., 2005; Башков А.С., Капеев В.а., 2007; Беленков А.И., Горбунова И.Ф., 2006; Бербеков В.Н., Варквасова М.А., 2008; Васильев А.А., 2013; Владыкина Н.И., 2013; Горбунова М.С., Зайцев А.М., 2008; Замятин С.А., 2011, 2013; Гослинг П., 2005; Денисов Е.П., 2009; Козлова Л.М., 2011; Коновалов Н.Д., Коновалова С.Н., 2009; Кузьминых А.Н., 2011, 2012; Леднев А.В., Леднев Н.А., 2011; Луганцев Е.П., 2008, 2009; Насиев Б.Н., 2013; Нескородов В.В., Куркин А.М., 2006; Орлова Л., 2008; Романенков В.А., 2011; Румянцев А.В., Орлова Л.В., 2005; Середа Н.А., Тарасов А.Л., 2007; Синих Ю.Н., 2010; Скориков В.Т., Садык О.Х., 2012; Сорокин И.Б., 2008; Суровцев Р.А., 2005; Туктаров Б.И., Тарасенко П.В., Уваров А.В., 2012; Чичкин А.П., Джингабаев Б.Ж., 2007; Яговенко Л.Л., Такунов И.П., Яговенко Г.Л., 2003; Ярушин А.М., Леванин С.Н., 2007; VargyP, 2012; Rezk M.Y.; 2009; Новоселов С.И., Толмачев Н.И., Иванова А.В., 2015; Толмачев Н.И., Муржинова А.В., 2014; Jensen E.S., 1990; Jepsen H., 1986; Meyer D.W., 1990; Pansonaq J., 1985; Reddy K.C., 1987; Schnieder E., 1986; Vandergeten J.P., 1986).

Некоторые авторы (Пичугин А.Н., Рендов Н.А., 2013) отмечают, что использование сидерата в пару как отдельно, так и совместно с минеральными удобрениями улучшает агрофизические свойства, уменьшает непродуктивное

испарение с поверхности почвы и тем самым способствует более полному и рациональному испарению влаги почвой. Правильным подбором культур в смешанные сидеральные агрообщества можно значительно повысить эффективность использования продуктивной почвенной влаги. В опыте, проведенном в Почвенном институте им. В.В. Докучаева из метрового слоя чернозема наиболее эффективно использовали продуктивную влагу агрообщества: кукуруза + соя, соя + подсолнечник и подсолнечник + пайза. В условиях дефицита почвенной влаги и при одинаковом ее расходе эти агроценозы способны произвести органического вещества, соответственно, в 1,52; 1,49 и 1,66 раза больше по сравнению с чистыми посевами сидеральных культур (Гребенников А.М., 2011).

Урожайность озимой пшеницы в Центрально-Черноземном регионе ограничивается содержанием доступной влаги в почве. Водно-физические показатели чернозема выщелоченного при комплексном повышении плодородия почв изучались в 2001–2009 гг. в стационарном опыте кафедры земледелия Воронежского ГАУ, заложенном в 1993 г. член-корреспондентом РАСХН М.И. Сидоровым и доктором сельскохозяйственных наук Н.И. Зезюковым. Между урожайностью зеленой массы парозанимающей культуры и запасом влаги в слое почвы 0–100 см проявляется обратная корреляционная зависимость. Чем больше урожайность парозанимающей культуры, тем меньше запас доступной влаги в почве.

Данные исследований ученых показывают, что если без применения удобрений в расчете на 1 мм осадков, выпавших за период вегетации, в среднем за 10 лет получено с 1 га 1,7 кг зерна озимой пшеницы, то при запашке зеленого удобрения – 2,0 кг, а при совместном внесении сидерата и минерального удобрения – 2,18 кг, т. е. эффективность использования атмосферной влаги, возросла в 1,3 раза. Следовательно, улучшение агрофизических свойств и питательно-

го режима почвы служит важным резервом рационального использования атмосферных осадков.

Таким образом, внесение в севообороте зеленого удобрения, как отдельно, так и совместно с минеральными удобрениями, улучшает агрофизические свойства почвы, уменьшает непродуктивное испарение влаги с ее поверхности и тем самым способствует более полному и рациональному испарению влаги почвой (Рендов Н.А., 2005, 2006).

В 2009 г. на базе ПХ «Пушкинское» был заложен опыт по изучению влияния сидератов на свойства темно-серой лесной почвы. Удобрительный эффект сидератов обусловлен питательными веществами, которые высвобождаются при разложении их биомассы. Исследования показали, что в год заделки сидератов во всех вариантах с ними содержание подвижного фосфора и нитратного азота было достоверно ниже, чем в чистом пару. Однако в процессе разложения растительных остатков к началу следующего вегетационного периода (май 2010 г.) происходило высвобождение элементов питания, и содержание подвижного фосфора и обменного калия в вариантах с сидератами повышалось, тогда, как в варианте с чистым паром снижалось за счет интенсивного выноса их озимой пшеницей. Современные исследования в области органического вещества свидетельствуют, что ведущая роль в формировании плодородия почв принадлежит не консервативной части гумусовых веществ, а легкоразлагаемому органическому веществу (ЛОВ), которое служит энергетическим материалом и основным источником питания растений. В осенний период наименьшее количество ЛОВ в почве отмечено на участке с чистым паром (0,35 %), где проводились механические обработки, способствующие усиленной минерализации органического вещества. На участках с сидератами и внесением навоза содержание ЛОВ составляло величину, характерную для сильноокультуренных почв, так как сюда поступило максимальное количество растительных остатков с наземной массой. Кроме того, с корневыми остатками крестоцветных культур

в почву дополнительно поступает до 1,6 т/га растительного материала. Клевер первого года жизни, как сидеральная культура, оказал меньшее влияние на содержание ЛОВ, что объясняется меньшим количеством запаханной в этом варианте биомассы.

Включение в севооборот сидеральных паров положительно влияет не только на урожайность последующей культуры, но и является эффективным приемом окультуривания темно-серой лесной почвы (Пигорев И.Я., 2013).

Христофоров Л.В., Измestьев В.М. и Пидалин Г.В. (2004) в своих работах подтверждают целесообразность использования клеверов, сидератов и соломы в качестве наиболее дешевых источников пополнения органического вещества почвы. Сидеральные культуры (рапс и горох) при урожае зеленой массы 20 т/га оказывают длительное положительное влияние на величину и качество урожая всех возделываемых в севообороте культур, равное по действию внесению 50 т/га навоза. При этом затраты на производство сокращаются в два-три раза.

При запашке навоза, сидератов и соломы на глубину пахотного слоя 20–22 см микробиологические процессы в почве идут интенсивнее, чем при более глубокой заделке на 27–30 см. Углубление пахотного слоя до 27–30 см при основной обработке также нецелесообразно, поскольку снижает выход продукции в севообороте и повышает затраты на ее производство.

Люпин, обладая огромным биологическим и экономическим потенциалом, как ни одна другая культура соответствует требованиям биологизации земледелия, может возделываться в разных регионах Российской Федерации практически без ограничений по почвенным и климатическим условиям (Артюхов А.И., 2013).

В Новгородском НИПТИСХ в 2003–2005 гг. Тиранов А.Б. и Тиранова Л.В. (2008) изучали влияние сидеральных и занятых паров, а также измельченной соломы зерновых в звеньях севооборотов на плодородие почвы и энерго-экономические показатели. Почва опытного участка дерново-подзолистая лег-

косуглинистая с содержанием гумуса в слое 0–20 см 2,4 %. Был проведен расчет баланса гумуса в звене севооборота: пар (занятый, сидеральный) – озимая рожь – картофель. В парах возделывали четыре вида культур: смесь вики и овса, люпин узколистый, клевер луговой 1 г. п., рапс яровой при минимальном использовании минеральных удобрений. Сидеральные культуры, включенные в короткоротационные севообороты, угнетают сорные растения и их проростки. Запашка сидеральных культур способствовала повышению биологической активности почвы под озимой рожью. Зеленые удобрения оздоравливали почву, стимулируя разложение бактерий всех трофических групп. В то же время разложение грибов резко уменьшилось. Новообразование гумуса происходило за счет растительных остатков возделываемых культур, соломы озимой ржи и зеленого удобрения. Минимальное гумусообразование (2,30–2,54 %) зарегистрировано в звеньях севооборотов с парами, занятыми люпином узколистым, яровым рапсом и вико-овсом, а максимальное (4,39 %) – в звене с клевером луговым в сидеральном пару. Положительный баланс гумуса отмечен в севооборотных звеньях с клевером луговым 1 г.п. в занятом пару и в звеньях с сидеральными парами.

Результаты многих исследований свидетельствуют, что применение сидератов равноценно внесению в почву высоких доз навоза (Акманаев Э.Д., Башкирцев Д.Л., 2011; Габибов М.А., 2006; Гаплаев М.Ш., Цаболов П.Х., 2011; Кострюков С.П., 2006; Кузьминых А.Н., 2011; Лисина А.Ю., 2010, 2011, 2012; Лисунов В.В., Морозов Н.Д., 2008; Максюттов Н.А., Скороходов В.Ю., Митрофанов Д.В., 2012; Малышев М.И., Семенова С.И., 2007; Новоселов С.И., 2011; Сметанина О.В., 2013; Толмачев Н.И., Филюшина О.В., Иванов М.Н., 2011; Толмачев Н.И., Иванов М.Н., Муржинова А.В., 2012).

Исследования, выполненные Наумкиным и Хлопяниковым (2006, 2010) в 1982–2005 гг. в стационарных полевых опытах Белгородской сельскохозяйственной академии, Брянского государственного университета и Орловского

государственного аграрного университета, свидетельствуют, что при переходе на такие биологизированные системы земледелия в основу севооборота должен быть положен принцип введения различных в биологическом и агротехническом отношении полевых культур.

Биологизированные севообороты дают возможность сохранить и накопить органическое вещество в почве, поддерживать бездефицитный баланс азота, улучшить агрофизические и биологические свойства почвы за счет органических удобрений, соломы, сидератов, корневых остатков, отавы однолетних и многолетних бобовых трав. В биологизированных севооборотах поля с раноубираемыми культурами в течение всего периода вегетации должны быть заняты растениями, что существенно повышает плодородие почвы, снижает засоренность посевов, эрозионные процессы, укрепляет кормовую базу животноводства.

В полевом опыте кафедры земледелия, Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, в 2004 г. на опытном поле учхоза «Новинки» Богородского района, изучали изменение содержания гумуса, его состава и легкоразлагаемого органического вещества (ЛОВ) в почве в звеньях севооборота, а также роль сидеральных культур в восполнении гумуса и ЛОВ (Мальшева Ю.А., Полякова Н.В., Платонычева Ю.Н., 2008). Лучшим предшественником для зерновых культур является паровое поле. Пары, особенно чистые, дают возможность собирать более высокие урожаи, прежде всего из-за лучшего обеспечения растений влагой и улучшения фитосанитарного состояния посевов. Наряду с этим, отмечается усиление процессов нитрификации и минерализации, ведущих к потере гумуса.

На Южном Урале особую актуальность приобретает применение биологических приемов сохранения и повышения плодородия почвы, в том числе использование сидерации. Исследования в этом направлении проводили на опытном поле отдела земледелия Челябинского НИИ в 1996–1998 гг. Объектом ис-

следований служила яровая пшеница Эритроспермум 59, возделываемая по чистому и сидеральному парам (Бондаренко Н.П., 2009).

В.И. Морозов и А.Л. Тойгильдин (2008) показали, что накопление фитомассы, отчуждение урожая и поступление органического вещества в почву после уборки культур варьируют в широких пределах, что объясняется их биологическими особенностями, условиями произрастания и технологией возделывания. С учетом дефицита органических удобрений в виде навоза, а также высоких затрат на его погрузку, транспортировку и внесение, пожнивно-корневые остатки и солома зерновых культур могут стать основным источником восполнения потерь гумуса в почве. Включение в севообороты многолетних трав, прежде всего бобовых, а также зернобобовых культур позволяет приостановить истощение почвенного плодородия и обеспечить не только простое, но и расширенное воспроизводство органического вещества почвы.

Клевер – ценнейший источник пополнения почв органическим веществом. При одно–двухгодичном использовании он быстрее «шагает» по полям севооборотов, чем, к примеру, люцерна, которую выгоднее выращивать на одном месте в течение 3–5 лет. Ученые Ижевской ГСХА исследовали эффективность замены чистого пара клевером на корм и донником на сидерат в четырехпольных севооборотах (Венчиков А.И., 2008). В севооборотах с клевером фактическая прибавка гумуса приблизительно равнялась расчетной 0,06–0,07 %. Сидерация донником дала самые лучшие прибавки изучаемого показателя. Севообороты с черным паром приводят к более быстрому снижению содержания гумуса в почве. Поэтому в севооборотах с короткой ротацией на большинстве разновидностей малогумусных дерново-подзолистых почв необходима замена черного пара донником на сидерат и клевером на кормовые цели. Для более быстрого восстановления запасов гумуса предпочтительно использовать на зеленое удобрение всю массу донника. Донник желтый положительно реагирует

на глубокое (27–30 см) рыхление, в сухие вегетационные периоды наращивает массу корней, а при достаточных осадках – и надземную массу.

По химическому составу сидеральные смеси близки к подстилочному навозу. Запахиваемая на 1 га их масса оказалась эквивалентной внесению 36–42 т навоза по содержанию органического вещества или 27–32 т – по суммарному количеству NPK (Беляк В.Б., Зеленин И.Н., Чернышов А.В., 2008).

Восьми– десятилетнее возделывание козлятничко-кострецовых смесей наряду с получением высокой продуктивности травостоя способствует обогащению дерново-подзолистой почвы органической массой в виде пожнивно-корневых остатков и улучшению азотного фонда пахотного слоя за счет симбиотической азотфиксации (Михайлова А.Г., 2008).

Согласно обобщенным данным, полученным за 19-летний период кафедрой общего земледелия Красноярского ГАУ, на преобладающих в пашне выщелоченных черноземах Красноярской Лесостепи без применения агрохимикатов среднегодовая урожайность пшеницы по сидеральному пару составляет 2,07 т/га, что на 0,11 т/га выше, чем по чистому неудобренному.

Приемы увеличения влагонакопительной функции как чистых, так и сидеральных паров изучали в учхозе «Миндерлинское» Красноярского университета с 1998 г. В качестве сидеральной культуры использовали подпокровные посевы донника, надземную массу которого в третьей декаде июня измельчали косилкой КСК-100 или КИР–1,5 и запахивали на глубину 20–22 см.

Влагонакопительная роль паров резко повышалась при посеве кулис и предзимнем щелевании межкулисных пространств на глубину 40–45 см, когда почва промерзала на глубину 8–10 см. В этот период практически прекращается испарение воды из щелей, и они хорошо сохраняются до весны. Результаты опытов позволяют сделать важный вывод: именно в районах недостаточного увлажнения при комплексном использовании двух влагонакопительных приемов (кулисные посевы и нарезка щелей) сидеральные донниковые пары могут

составить альтернативу чистому пару. Замена части чистых паров в севообороте на сидеральные оправдана с экономической и биоэнергетической позиций и способствует снижению процесса дегумификации почвы, повышению почвозащитной роли парового поля (Берзин А.М., Дорогой А.А., 2006).

Научно обоснованное внедрение севооборотов обеспечивает рациональное использование земли, повышение плодородия почвы и устойчивое, экологически безопасное ведение сельскохозяйственного производства в различных агроландшафтах. Для интенсификации севооборотов необходимо проводить их уплотнение промежуточными посевами, а также применять совмещенные посевы (фитоконсервация почв). Комплексное использование в севооборотах сидератов, соломы, навоза, ирлитов способствует созданию бездефицитного баланса гумуса (Абаев А.А., 2007).

На плодородии почвы благоприятно сказывается возделывание многолетних трав, оставляющих значительную массу корневых остатков, а также внесение органических удобрений (Анисимова Т.Ю., 2005; Белгородская И., 2010; Гаитов М.Ю., 2005; Завалин А.А., Пасынков А.В., Пономарева М.И., 2002; Ковалев Н.Г., 2009; Тербиленко Н.Б., 2003; Шурхно Р.А., 2007). Однако возделывание в севооборотах на орошении только многолетних трав не обеспечивает положительного баланса гумуса в почвах. Плодородие орошаемых земель помогает поддерживать зеленое удобрение. Перспективны пожнивные, поукосные и промежуточные посевы. Эффективна заплата в почву пожнивных остатков повторных посевов горохоовсяных смесей и других культур (Белопухова Ю., Лебедева Т., 2009; Власенко А.Н., Коротких Н.А., Власенко Н.Г., 2006; Давлетшин Д.С., 2006; Джетер О., 2006; Зеленин И.Н., 2009; Кудренко И., 2006; Немов А., 2005; Сорокин И.Б., Титова Э.В., Калиниченко М.С., 2007).

Учеными Воронежского ГАУ испытывались донник белый, эспарцет песчаный, озимая вика, озимый рапс, горчица сарептская и белая, редька масличная, яровой рапс, тригонелла, райграсс однолетний, амарант, викоовсяная смесь.

Для подсева к предшествующей сидеральному пару культуре в условиях региона лучше всего подходит донник белый. Это неприхотливое растение обладает высокой устойчивостью к неблагоприятным климатическим и почвенным явлениям (засуха, низкие температуры, засоление почв), а также к болезням и вредителям, что ставит его в первый ряд ценных сидеральных культур. Корневая система донника усваивает трудно растворимые соединения и перемещает их в растительную массу, а после запашки и разложения эти вещества становятся доступными для других культур. Как показали исследования, при высеве донника под покров ячменя важно создать благоприятные условия для получения хороших всходов, их роста и развития (Аюпов З.З., Рыцева Н.Г., 2010).

Донник полностью отвечает требованиям, предъявляемым к парозанимающим культурам в условиях экстремального климата Западного Забайкалья (Батудаев А.П., Филипова В.Р., 2004). Его можно размещать во всех полях четырехпольного севооборота. Достаточно эффективен он и на зеленое удобрение. Азот и фосфор донник больше накапливал в зеленой массе, калий – в растительных остатках. Внесение удобрений оказывало незначительное влияние на содержание азота, как в зеленой массе, так и в растительных остатках донника. Более четко, по сравнению с азотом, было выражено действие удобрений на содержание фосфора и калия. Опыт возделывания донника в колхозе «Дружба» Кантемировского района показал высокую эффективность его выращивания на склоновых смытых почвах, где другие культуры растут плохо.

Возделывание сидератов в пожнивных посевах и запашка их совместно с соломой обеспечивают экономию денежных и энергетических затрат на транспортировку и внесение навоза (Верзилин В.В., Королев Н.Н., Коржов С.И., 2005).

Зеленые удобрения не только способствуют повышению урожайности последующих культур, но и, как показали расчеты, обеспечивают бездефицитный баланс гумуса, что чрезвычайно важно в экологически жестких условиях

зернопропашных севооборотов, господствующих в настоящее время в этой зоне (Зеленский Н.А., 2007).

При снижении плодородия целесообразно максимально использовать азотфиксирующие бобовые травы, в частности козлятник восточный, с пожнивно-корневыми остатками которого на 1 га поступает 100–150 кг азота, что равноценно внесению 0,5–0,7 т минеральных азотных удобрений. Пожнивные остатки козлятника характеризуются оптимальным для гумификации отношением С:Н и наличием большого количества лабильных компонентов, которые обеспечивают высокий уровень гумификационных процессов. За три года посе-вы козлятника накапливают 4,8–5,3 т/га сухого вещества в виде растительных остатков. Благодаря гумификации образуется 0,71–0,80 т/га гумуса. Наиболее интенсивно этот процесс проходил при обработке семян молибденом и некорневой подкормке Экостом (Кшникаткина А.Н., Тимошкин О.А., 2007).

Исследователи Башкирского ГАУ сравнивали эффективность навоза и сидератов в зернопаропропашном севообороте (Серета Н.А., Акбиров Р.А., Тарасов А.Л.). Полуперепревший навоз 42 т/га вносили в паровое поле. В качестве зеленого удобрения использовали донник желтый, который подсеивали под покров ячменя. В среднем зеленая масса донника составила 29,5 т/га (27–32 т/га). Исследованиями подтверждается высокое мелиорирующее значение многолетних трав. В ходе проводимых исследований в условиях Северного земледелия выявлена эффективность испытываемых сидеральных культур: люпина узколистного и фацелии. Существенная прибавка урожая зеленой массы по сравнению с хозяйственным контролем (рапсом яровым) составила в среднем за 3 года у люпина – 6,0 и фацелии – 2,6 т/га; количество корне-пожнивных остатков было на одном уровне. Отмечено положительное действие сидератов на структуру почвы: количество агрономически ценной фракции (макроагрегатов) в пахотном горизонте было выше при возделывании люпина узколистного и фацелии, чем в чистом пару, соответственно, на 16 и 18 % и составило 78 и 80 %. Прямое

действие биомассы сидеральных культур изучали на картофеле. Под картофель вносили минеральные удобрения. Улучшение агрохимических и физических свойств почвы, достигаемое путем сидерации совместно с минеральными удобрениями, обуславливало более высокую урожайность картофеля.

В результате проведенных исследований выявлена эффективность выращивания однолетних сидеральных культур люпина узколистного и фацелии на сидерат в качестве предшественников для картофеля. Улучшение почвенного плодородия позволяет снизить дозу минеральных удобрений (Ряховская Н.И., Шалагина Н.М., Астафьева В.И., 2009; Ряховская Н.И., Шалагина Н.М., 2011).

Поиск альтернативных источников органических удобрений как биологического фактора окультуривания дерново-подзолистых почв связан с широким использованием пожнивных и поукосных культур на зеленое удобрение. Пожнивные сидераты переводят в органическую форму минеральные элементы питания растений и тем самым предохраняют их от вымывания, что снижает загрязнение грунтовых вод и окружающей среды в целом. С другой стороны, поступая в почвенный раствор в процессе медленного и непрерывного разложения органической массы в течение летнего периода, питательные элементы не накапливаются в почве в избыточных количествах. Возделывание и запашка промежуточных культур на сидерат, а также использование нетоварных частей урожая зерновых на удобрение позволяет компенсировать часть традиционных органических удобрений и в сочетании с азотфиксацией способствует уменьшению диапазона разомкнутости круговорота веществ и энергии в агробиоценозах. Результаты исследований в длительных полевых стационарных опытах показывают, что использование пожнивного сидерата совместно с соломой в начальный период их применения вызывает резкий всплеск микробиологической активности почвы, что может привести к снижению исходного уровня ее плодородия. Длительное использование этого приема при разных способах воз-

делывания культур (бессменно и в севооборотах различной специализации), наоборот, усиливает процессы гумосонакопления (Лошаков В.Г., 2006).

Идеи Д.Н. Прянишникова о люпинизации земледелия Нечерноземной зоны, которые получили развитие и глубокое научное обоснование в трудах многих ученых (Евстратова Л.П., 2012; Зинковская Т.С., Ковалев Н.Г., Зинковский В.Н., 2012; Ляшко В., 2010; Сигналова О., 2006), приобретают сегодня особое значение. Однако экономически более выгодна промежуточная форма сидерации, когда вместо сидерального пара используют сидеральные культуры, выращенные в промежуточных посевах.

Результаты исследований В.Г. Лошакова (2007) показали, что в Центральном регионе горчица белая при посеве сразу после уборки озимых культур в первой декаде августа в условиях влажной осени быстро растет, хорошо переносит ранние осенние заморозки и до наступления устойчивого похолодания (середина октября) успевает зацвести и дать в среднем 18–20 т/га зеленой массы высокой удобрительной ценности. В наиболее благоприятные годы с теплой и дождливой осенью посевы пожнивной горчицы давали по 30–35 т/га зеленой массы, или по 4–4,5 т/га абсолютно сухого вещества. При запашке этого сидерата с 1 т сухого вещества на 1 га поступало в среднем 386 кг углерода, 31 – азота, 11 – фосфора и 19 кг калия. Ускоряя разложение растительных остатков – носителей почвенных фитопатогенов, зеленое удобрение в несколько раз повышает биологическую активность сапрофитной микрофлоры, которая является антагонистом почвенных грибов-возбудителей многих болезней культурных растений. Улучшение биологических показателей плодородия почвы сопровождалось позитивными изменениями агрохимических свойств почвы. Запашка зеленой массы сидерата с соломой снижала плотность почвы в пахотном слое, повышала содержание структурных агрегатов и водопроницаемость почвы. Благодаря лучшим условиям для развития зерновых культур, а также активному подавлению сорняков быстро растущими растениями самой горчицы, коли-

чество сорняков в посевах зерновых в среднем за ротацию уменьшилось с 36 до 19 шт./м², или на 47 %, что указывает на возможность сокращения масштабов использования гербицидов при сидерации.

Положительное влияние пожнивного сидерата на плодородие дерново-подзолистой почвы, фитосанитарное состояние посевов благоприятно сказывается на росте, развитии и урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности севооборота и качестве получаемой продукции. Опыты с применением пожнивного сидерата, проведенные на дерново-подзолистых почвах Московской области, показали, что насыщение шестипольного севооборота до 83 % зерновыми культурами приводит к снижению их урожайности. Однако это снижение удается снять, если до 50 % площади такого севооборота занимать пожновыми посевами белой горчицы на зеленое удобрение (Матюк Н.С., Селицкая О.В., Солдатова С.С., 2013).

Наиболее значительное увеличение количества питательных веществ А.А. Целовальников (2006) отмечал при возделывании промежуточных культур на сидерат. При возделывании промежуточных культур на корм их окультуривающее воздействие на почву менее заметно.

Исследования, проведенные на кафедре земледелия и методики опытного дела МСХА, Московского НИИСХ «Немчиновка» показали, что наиболее пригодна для условий Подмосковья пожнивная культура горчица белая (Синих Ю.Н. 2006). При пожнивном посеве в первой декаде августа эта культура к началу октября дает в среднем 2,32 т/га абсолютно сухого вещества, а в отдельные годы — 4–4,5 т/га. При запашке этого сидерата с 1 т сухого вещества в почву поступает в среднем 386 кг С, 31 кг N, 11 кг P₂O₅, 19 кг K₂O. Соотношение С:N в органической массе — в пределах (8–12):1. Однако продуктивность белой горчицы как пожнивного сидерата во многом зависит от сроков посева, определяемых сроками уборки предшественника, и от погодных условий, что подтверждается результатами исследований.

Положительное влияние сидератов на свойства почвы выявлено в исследованиях Н.И. Ряховской и Н.М. Шалагиной (2008). Однолетние сидеральные культуры: люпин узколистный и фацелия в короткоротационном картофельном севообороте улучшили плодородие почвы по сравнению с чистым паром. Содержание P_2O_5 соответствовало высокой степени обеспеченности, K_2O – средней степени обеспеченности. Содержание гумуса увеличилось с 5,9 до 7,5 %. Получен положительный баланс азота, фосфора и калия за ротацию севооборота.

Исследованиями, проведенными в МарГУ на опытном поле, расположенном в СХП «Пригородное» установлено, что в зависимости от целей использования сидерального удобрения его влияние на урожайность культур в севообороте и свойства почвы было неодинаковым. Укосный сидерат увеличивал урожайность только первой культуры озимой ржи. Запашка всего сидерального удобрения положительно влияла на урожайность озимой ржи, картофеля и ячменя, а применение минеральных удобрений и навоза – всех культур севооборота. Расчет продуктивности севооборотов показал, что она зависела от вида севооборота и вносимых удобрений. Наибольшая урожайность получена в севооборотах с занятым и сидеральным паром. Установлено, что в целях сохранения почвенного плодородия целесообразно возделывание в севообороте многолетних бобовых трав, использование комбинированной обработки почвы, отказ от чистых паров и переход к сидеральным, обеспечение насыщенности пашни органическими удобрениями в севооборотах с клевером не менее 8 т/га (Новоселов С.И., Горохов С.А., Новоселова Е.С., Толмачев Н.И., 2012; Новоселов, Толмачев Н.И., Иванова А.В., 2015).

Во ВНИПТИОУ проводился опыт по изучению влияния различных способов использования узколистного люпина как предшественника картофеля. Результаты исследований показали высокую эффективность узколистного люпина как предшественника картофеля. Недостаток тех вариантов, где вся масса

люпина запахивается под картофель (возделывание люпина в качестве сидеральной культуры) является то, что на поле 1 год не получают продукцию, что снижает продуктивность севооборота. Положительное действие узколистного люпина как предшественника картофеля не ограничивается повышением урожайности последнего и разрушением плужной подошвы, но и повышает плодородие почвы. Это, прежде всего, выражается в увеличении содержания в почве подвижных форм фосфора и калия. Запахивание люпина под картофель не предотвращает подкисления почвы. Так, за 8 лет наблюдений рН снизилось в среднем на 0,24 ед. Четырехкратное запахивание люпина, обеспечивая растения картофеля свежим органическим веществом, не повысило содержание гумуса в почве, оно стабилизировалось на таком же уровне, как и при монокультуре картофеля (Тамонов А.М., 2008).

Исследованиями ученых Башкирского ГАУ подтверждается высокое мелиорирующее значение многолетних трав. Однако не во всех хозяйствах в экономическом или организационном отношении целесообразно их возделывание. Эффективным приемом воспроизводства плодородия почв в условиях недостаточного увлажнения лесостепи и степи Предуралья на почвах тяжелого гранулометрического состава при недостатке навоза является введение сидеральных паров (Середа Н.А., Хайруллин И.Х., Петрова М.В., 2007).

В условиях Приамурья на бурых лесных и дерново-луговых почвах целлюлозоразрушающие микроорганизмы за теплый период года перерабатывают от 40 до 60 % запаханых корневых и стеблевых остатков (Ярушин А.М., Леванин С.Н., 2007). При этом пахотный слой обогащается азотом, калием, микроэлементами, ферментами и диоксидом углерода. Запашка измельченных сидератов и соломы улучшает физические свойства почвы, что особенно важно для суглинистых почв, которые быстро уплотняются и теряют влагу.

В исследованиях последних лет, проведенных на различных почвах региона, доказана целесообразность формирования сидеральных комплексов из

растений разных видов, а также выращивания в занятых парах по два урожая зеленой массы различных по функциональным свойствам культур.

В 2003–2006 гг. в овощном севообороте ДальНИИСХ провели опыты по изучению влияния сидератов на плодородие почв. Цель – получить за вегетационный период максимальное количество зеленой массы путем повторных посевов и определить их влияние на урожай последующей культуры – капусты. В качестве контроля служил – чистый пар. Органические удобрения в обоих случаях не вносили более семи лет. Предшествующая культура – картофель, удобренный минеральными удобрениями в количестве $N_{60}P_{90}K_{90}$. Основная культура первого срока сева – овес, а повторно выращивали гречиху и сою. За годы исследований повторные посевы гречихи и сои увеличивали массу заделываемых в почву сидератов в 1,8–1,9 раза. Соя, выращенная второй культурой, при равной с гречихой массе воздушно-сухого вещества практически удваивала пополнение общего азота в почве.

Многолетнее отсутствие внесения торфонавозных компостов в овощном севообороте отрицательно сказалось на уровне урожайности капусты. По чистому пару в среднем за 3 года собрали товарный урожай 18,5 т/га, а по занятому – 21,9–25,6 т/га, в зависимости от сидеральной культуры. Максимальная прибавка урожая (38,4 %) была получена при двойной запашке зеленой массы овса и сои.

В вариантах с двойной запашкой сидератов прирост урожая при равной густоте посадок происходил благодаря лучшей обеспеченности капусты питательными веществами, что повлияло и на формирование большей массы кочанов. При этом возрастал и выход товарной продукции.

Исследования в полевых условиях на черноземах Предкавказья, показали, что чистые двулетние посевы козлятника восточного оставляют более 5,3 т/га органического вещества, при этом количество азота в почве составляет 112 кг/га (Алимбетова А.В., 2006). Обладая способностью к вегетативному раз-

множению, посевы этой культуры с годами не изреживаются, а загущаются, количество корневых и пожнивных остатков увеличивается, в почве повышается содержание гумуса.

По результатам многочисленных исследований, проведенных в различных почвенно-климатических условиях, люпин является непревзойдённой однолетней сидеральной культурой, пожнивно-корневые остатки которого улучшают плодородие почвы и повышают урожай следующих за ним культур. При этом влияние люпиновой сидерации распространяется не только на первую культуру, но и имеет определенное последствие.

Люпин как зеленое удобрение оказывает многостороннее положительное действие. Он обогащает почву азотом, органическими и другими питательными веществами. На гектар пашни запахивают 35–45 т органической массы люпина, содержащей 150–200 кг азота. При запахке сидератов полностью исключаются потери накопленного в них азота. Зеленое удобрение в почве разлагается значительно быстрее, чем другие органические удобрения, богатые клетчаткой.

Использование зеленых удобрений, в частности люпина, оказывает комплексное влияние: восстанавливает плодородие почвы и повышает продуктивность сельскохозяйственных культур.

По сравнению с другими сидератами люпин обладает целым рядом биологических особенностей и является важнейшей культурой энергосберегающего земледелия. Выращивание люпина не требует больших энергетических затрат, что особенно актуально на фоне все возрастающей стоимости энергетических и материальных ресурсов. Он может неплохо расти без минеральных удобрений даже на бедных почвах. Он не только сам не нуждается в минеральных удобрениях, но и обеспечивает хороший урожай следующих за ним в севообороте культур, позволяет минимизировать внесение под них минеральных удобрений

На данном этапе развития земледелия использование люпина на зеленое удобрение – важное звено энерго- и ресурсосохраняющих технологий в сельском хозяйстве (Гайнулин Р.М., 2007).

Под картофель в качестве промежуточных сидеральных культур традиционно применяют одновидовые посевы капустовых культур и озимую рожь. Однако качество биомассы становится выше, если использовать на сидерат смеси культур. Так, при добавлении бобового компонента в смесь сидеральная масса становится более ценной и уравновешенной по химическому составу. Бобовые быстрее минерализуются и обогащают почву необходимым для растений азотом. Достоинство компонентов из семейств мятликовых и капустных проявляется в том, что они используются растениями на более поздних этапах своего развития. Кроме того, при разложении их стеблевой и корневой частей с широким отношением азота к углероду (25–30) почвенная микрофлора поглощает излишне минерализованный азот бобового компонента, уменьшая его непродуцируемые газообразные потери. Смесь горчицы белой с редькой масличной при высеве в августе обеспечивает наибольший выход органического вещества и более ценную по химическому составу сидеральную массу по сравнению с одновидовыми посевами. В 2006–2008 гг. исследовали приемы оптимизации режима органического вещества почвы в звене севооборота озимые зерновые – картофель за счет возделывания в пожнивных посевах после зерновых сидеральных культур, ярового и озимого типов. Получено, что промежуточные капустовые сидеральные культуры как в одновидовых посевах, так и в виде смесей (яровые + яровые, яровые + озимые) существенно повышают урожайность картофеля не только за счет действия органического вещества, но и посредством увеличения водопроницаемости подпахотных слоев и улучшения аэрации в клубненосном слое почвы (Майстренко Н.Н., 2010).

В стационарном опыте (1992–2005 гг.) Акименко А.С., Логачев Ю.Б. и Солгалова Н.Ф. (2006) изучали четыре системы удобрения (рекомендованная и

удвоенная нормы навоза с внесением умеренной дозы минеральных удобрений и без них) в сочетании с пожнивной сидерацией и заделкой в почву соломы. В среднем за 14 лет действие пожнивных культур как зеленого удобрения оказалось малозаметным вследствие их низкой урожайности (в отдельные годы не удавалось получить всходы из-за засухи). Незначительным было и влияние заделанной в почву соломы, так как дополнительного компенсационного внесения азота не было предусмотрено программой опыта. Различия в урожайности были связаны главным образом с предшественником, а также с действием минеральных удобрений и навоза в зависимости от вида севооборота.

Результаты многолетних исследований позволяют сделать следующие выводы. Во-первых, широкая биологизация земледелия в Лесостепи ЦЧЗ служит реальным путем сокращения дефицита минеральных удобрений и навоза, но не умаляет их значимости. Во-вторых, наиболее действенный прием биологизации – научно обоснованное чередование культур и сидерального, черного и занятого паров. И, в-третьих, дифференциацию норм навоза и минеральных удобрений следует увязывать не только с уровнем биологизации севооборотов, но и с расположением последних относительно животноводческих комплексов.

Полякова Н.В., Нарчев М.А., Платонычева Ю.Н. (2012) проводили исследования в производственных условиях на базе ПХ «Пушкинское» Больше-Болдинского района Нижегородской области в 2009–2011 гг. на темно-серой лесной почве. Схема опыта включала пять вариантов: чистый пар (без навоза), чистый пар (навоз 90 т/га), сидеральный пар (рапс), сидеральный пар (горчица), сидеральный пар (клевер 1 г.ж.). Получили, что сидеральные культуры обогащают почву органическим веществом, способствуют повышению содержания подвижного углерода и ЛОВ, активизируют каталазную активность, повышают нитрифицирующую и целлюлозоразлагающую способности почв и могут служить альтернативой традиционным видам органических удобрений, внесенных в чистый пар.

В течение 6 лет во ВНИПТИР проводились исследования по использованию сидератов из бобовых (люпина, донника) и капустных культур (рапса и сурепицы). Установлена высокая эффективность этих сидератов: биологическая активность почвы повышалась на 20–50 %, улучшался ее пищевой режим, продуктивность севооборота в целом увеличилась на 20 %. По эффективности запашка капустных культур (рапс и сурепица) равнозначны внесению навоза в дозе 20 т/га (Артемов И.В., Манаенков С.И., 2007).

На почвах легкого гранулометрического состава при сравнительной оценке различных видов паров и приемов использования узколистного люпина на удобрение было выявлено преимущество занятых и сидеральных паров перед чистым. Эффект зеленого удобрения возрастал при его запашке без предварительного поверхностного компостирования в верхнем слое пахотного горизонта (Анисимова Т.Ю., Новиков М.Н., 2002).

Наиболее высокой усвояющей способностью элементов питания удобрений обладают перко, амарант, редька масличная и сурепица (Новиков М.Н., Тамонов А.М., Фролава Л.Д., Емакова Л.И., 2013).

Зеленая масса люпина содержит в сухом веществе до 4 % азота, т.е. больше, чем в навозе. Глубоко идущая корневая система люпина способствует обмену питательными веществами между слоями почвы. Корневые выделения, воздействуя на трудно растворимые соединения, благоприятствуют усвоению, находящихся в почве минеральных веществ (Дебелый Л.Г., Конорев П.М., Меднов А.В., 2011).

Сидерация смешанными агрообобществами и влияние в них агроценотического эффекта при правильном подборе культур оказывают средообразующее воздействие на почву, что может быть одним из резервов повышения потенциального и эффективного плодородия типичных черноземов (Гребенников А.М., 2011).

Результаты исследований и практического опыта показали, что сидераты – наиболее дешевые, экологически чистые, экономически выгодные и перспективные органические удобрения. Они заслуживают большего внимания для решения задач улучшения экологического состояния почв в агроландшафтах (Бакиров Ф.Г., 2005; Борхварт М., Грубер Х., Баум К., 2007; Еськов А.И., 2008; Зыбалов В.С., Беспалова Т.В., Щетинкина Т.В., 2010; Кшникаткина А.Н., 2004; Лолишвили Р.Т., Бежанишвили К.Н., Орджоникидзе Э.К., 2011; Мальцев В.Т., Иванова И.А., Дьяченко Е.Н., 2011; Мосина Л.В., Мерзлая Г.Е., 2013; Нарушаева Е.А., 2011; Полевщиков С.И., Абрамов А.В., 2011; Рыкалин Ф.Н., 2010; Свинцов А.Г., 2008; Синих Ю.Н., 2006, 2008, 2009; Старцева Л., 2005; Сумароков Д., 2006; Тамахина А.Я., Фисун М.Н., Тамахина Л.Ф., 2013; Тихомирова В.Я., 2010; Чебочаков Е.Я., 2013; Шарипов С.А., Гареев И.В., 1998; Шелайкин С.В., Беседин Н.В., Чернышева Н.М., 2005; Ширинян М.Х., 2008).

Систематическое внесение органических удобрений увеличивает мощность пахотного слоя, повышает микробиологическую активность, обогащает почву органическим веществом и элементами минерального питания, улучшает физические и водно-воздушные свойства. Из них более равномерно в течение всего вегетационного периода высвобождаются азот, фосфор, калий. Все это положительно отражается на росте и развитии растений. Главное достоинство сидератов — высокое содержание органических веществ. Их следует рассматривать как биологический катализатор почвенных превращений, улучшающих минеральное питание растений. Сидеральные культуры не только повышают плодородие почвы и урожайность сельскохозяйственных культур, но и надежно защищают почву от эрозии, улучшают экологическую обстановку и позволяют получать биологически чистую продукцию. Правильным подбором культур в смешанные сидеральные агрообщества можно значительно повысить эффективность использования продуктивной почвенной влаги. В проведенном опыте из метрового слоя чернозема наиболее эффективно использовали продуктив-

ную влагу агроценоза: кукуруза + соя, соя + подсолнечник и подсолнечник + пайза. В условиях дефицита почвенной влаги и при одинаковом ее расходе эти агроценозы способны произвести органического вещества, соответственно, в 1,52; 1,49 и 1,66 раз больше по сравнению с чистыми посевами сидеральных культур (Гребенников А.М., 2011).

1.2 Влияние сидератов на формирование урожайности сельскохозяйственных культур

Для сохранения естественного и достижения расширенного воспроизводства почвенного плодородия, обеспечивающего стабильный рост урожайности сельскохозяйственных культур, прежде всего, необходимо внесение органических удобрений в той или иной форме. Наиболее быстрой трансформации (минерализации и гумификации) подвергается свежая масса зеленых удобрений, богатая легкодоступными для микроорганизмов веществами (белками, аминокислотами, растворимыми углеводами) и основаниями.

Ускоренная минерализация и быстрое возникновение в почвах дефицита свежего органического вещества значительно усиливает микробиологическую нагрузку на гумус как источник питания микробного сообщества, что приводит к более интенсивному его разложению и является одной из главных причин развития глобальных процессов деградации и снижения плодородия почв разных по интенсивности агробиоценозов.

Снижение поголовья скота и переход на новые способы его содержания сопровождаются резким сокращением выхода, а, следовательно, и внесения органических удобрений как основы стабилизации гумусового состояния дерново-подзолистой почвы и снижением ее устойчивости к техногенным нагрузкам, что приводит к разбалансированности системы «почва — растение», обеспечивающей стабильность агробиоценозов.

В условиях северо-запада России на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве сидеральные культуры (вико-овес, люпин, клевер, рапс) и пароза-

нимающий клевер луговой в севооборотных звеньях пар (занятый, сидеральный) – озимая рожь – картофель обеспечивают положительный баланс гумуса, увеличение урожайности культур и улучшение фитосанитарного состояния почвы (Тихомирова В.Я., 2010).

В предгорьях Северной Осетии биологизации земледелия уделяют большое внимание, расширяя посевы многолетних трав и сидеральных культур. Проводили оценку амаранта и бобовых культур (клевера, люцерны, донника, люцерны рогатого, эспарцета, вязеля) в чистых и смешанных посевах. Через 2–3 недели после сева наблюдали за интенсивностью образования клубеньков на корнях бобовых до фазы цветения растений. Одновременно вели другие наблюдения. Как показали исследования, преимущество имеет совместный посев амаранта с клевером: на 1 м² здесь накапливалось 9,42 г азота – на 0,9–1,5 г больше, чем в смесях амаранта с другими бобовыми травами.

Совместный посев амаранта и вязеля в сравнении с другими смесями дал наименьший урожай надземной массы (1,92 кг/м²). В самостоятельном посеве вязель пестрый развивает более мощную надземную массу и в первый год накапливает до 12 кг/м² азота. Следовательно, амаранто-вязельная смесь на зеленое удобрение мало эффективна (Белопухова Ю.В., 2009).

По данным Уральского НИИСХА за ротацию севооборота запашка свежей растительной массы в виде сидератов и соломы способствовала повышению потенциальных запасов минерального азота на 12–14 % по сравнению с внесением навоза. При запашке рапса в сидеральном пару отмечена тенденция снижения объемной массы, а также усиление биологической активности почвы за счет увеличения количества в ней микроорганизмов. Аналогичные закономерности отмечены в зернотравяном севообороте, где в качестве сидератов применяли поукосный рапс и отаву клевера.

Внедрение сидеральных паров и использование соломы в качестве удобрения способствовали снижению общих затрат на возделывание сельскохозяй-

ственных культур на 6–10 % по сравнению с использованием в качестве удобрения навоза. Наличие чистого пара без внесения навоза в севообороте на фоне минерального питания позволяет минимизировать затраты. За счет освоения биологизированных севооборотов и использования сидератов и соломы в качестве удобрения можно обеспечить продуктивность пашни на уровне 3,7–4,1 тыс. корм. ед. Урожайность яровых зерновых культур в благоприятные по увлажнению годы достигает 4,3–4,6 т/га (Полевщиков С.И., Абрамов А.В., 2011).

Во многих районах самая распространенная высокобелковая сидеральная культура – люпин, который обычно высевают весной, и при достижении максимальной массы заделывают в почву. Однако при этом органический азот, входящий в состав люпина, быстро минерализуется, высвободившийся аммиак окисляется до нитратов, и они вымываются из корнеобитаемого слоя, а некоторая часть аммиака улетучивается. В результате значительная часть накопленного клубеньками биологического азота теряется. При запашке зеленой массы люпина в летний период, благодаря высокой температуре, доступу воздуха во взрыхленную почву и достаточной влажности, будет идти бурное аэробное разложение скошенной биомассы. К моменту посева озимых культур содержание доступных форм азота в почве значительно снижается.

Для более рационального использования биологического азота и максимального накопления органического вещества в почве предлагается другой способ сидерации, при котором следует высевать последовательно три вида люпина: желтый, белый и узколистый, заделывая их осенью. Все виды люпина высеваются пожнивно после уборки озимого рапса.

Если высевать каждый вид отдельно, то биомассы будет значительно меньше. Запахивая люпин трех видов одновременно в конце осени, создаются условия анаэробного разложения. Имея различные сроки развития к периоду осенней запашки (люпин желтый достигал фазы образования бобов, люпин бе-

лый – фазы полного цветения, а узколиственный – начала цветения), они вместе накапливали значительную органическую массу – 24,9 т/га.

Результаты опытов показали, что запашка трех видов люпина осенью обеспечивает прибавку урожая картофеля от 4,7 до 7,6 т/га по сравнению с другими периодами и сроками сева люпина (Плиев М.А., Бекузарова С.А., 2004).

Исследования ученых (Пискунова Х.А., Федорова А.В., Ершова Т.С., 2012) показали, что разные предшественники озимой пшеницы, оставляя после себя разное количество элементов минерального питания (особенно азота), оказывали влияние не только на величину урожая, но и на качество зерна. Наиболее высокий коэффициент энергетической эффективности в среднем за три года получен при выращивании озимой пшеницы по сидеральным предшественникам однолетним травам и люпину в комплексе с минеральными удобрениями (4,6–4,7) и гуматом Плодородие (4,4–4,6). При этом на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах возможно получение урожайности зерна на уровне 3,8 т/га с содержанием белка и клейковины соответственно до 14,0 и 31,0 %, что соответствует 1 группе качества.

Ученые Калужского научно-исследовательского и проектно-технологического института АПК исследовали пятипольные севообороты с насыщением их 30, 40 и 60 % однолетних и многолетних бобовых культур, не применяя удобрения в течение 7 лет ни под одну из культур севооборота. Обеспеченность почвы элементами питания была средней.

Эффективность сидеральных культур повышается при многоукосных посевах однолетних и многолетних трав, когда второй (третий) урожай с отавы получают без затрат семян на формирование биомассы с полным исключением предпосевной подготовки почвы. Запахивая отаву второго или третьего урожая биомассы однолетних или многолетних трав, повышается плодородие почвы и продуктивность пашни, полностью используя природные условия региона. Подбор адаптивных культур, строгое соблюдение научно обоснованных биоло-

гизированных севооборотов, введение в их структуру оптимального количества однолетних и многолетних бобовых растений, замена крупносемянных культур и сортов на мелкосемянные, применение сидерации позволяют повысить продуктивность культур без внесения удобрений и эффективность растениеводства (Акулов А.А., 2004).

В производственных условиях на полях плодосовхоза «Дигорский» в течение ряда лет исследовали влияние измельченных растительных остатков различных культур в качестве сидератов на плодородие почвы, урожай и качество картофеля. Изучаемые сидераты оказывали значительное положительное влияние на плотность сложения почвы. Увеличение содержания органического вещества в почве и улучшение ее физических свойств, благодаря сидерации и запашке пожнивных растительных остатков создали лучшие условия для формирования более высокой продуктивности картофеля. Установлено, что накопление массы клубней зависит от массы разложившегося органического вещества сидеральных культур.

Наиболее эффективный прием повышения продуктивности картофеля – применение в качестве удобрения сидеральных культур, особенно люпина и вики озимой в сочетании с внесением минеральных удобрений (Басиев С.С., 2008).

Применение сидератов положительно влияет на фитосанитарное состояние посевов. Исследованиями Дудкиной Т.А. и Дудкина И.В. (2006) было установлено, что наименее токсичная почва была под озимой пшеницей после сидерального пара. Значительно более высокие и близкие между собой значения этого показателя были в звеньях с черным и занятым парами. При внесении как органических, так и минеральных удобрений повышалась активность микрофлоры пахотного слоя почвы и снижалась его токсичность. Высокий уровень биологической активности и относительно низкий уровень токсичности почвы под озимой пшеницей в звене с сидеральным паром способствовали повыше-

нию урожайности этой культуры по сравнению с другими вариантами. В среднем за 1997–1999 гг. сбор зерна озимой пшеницы при возделывании ее по сидеральному пару составил 3,88 т/га, а по черному и занятому – соответственно 3,54 и 3,47 т/га. Таким образом, повышению биологической активности почвы и снижению ее токсических свойств способствуют введению в севооборот сидерального пара, а также применение как органических, так и минеральных удобрений. Увеличение биологической активности и снижение токсических свойств почвы, в свою очередь, дают возможность улучшить условия для роста и развития культурных растений и получить более высокие урожаи.

При возделывании зерновых культур, в частности и других культур севооборота, отмечено положительное действие сидерального удобрения на урожайность и качество (Агеев А.А., 2003; Айдиев А.Ю., Шумаков В.А., 2005; Артюхов А.И., 2013; Денисов Е.П., Скачков Н.В., Сураев Д.В., 2006; Диденко В.Н., Кашеев А., 2011; Дубовик Д.В., Ермаков В.В., 2005; Камалеев Р.Д., 2007; Колсанов Г.В., 2004; Кучеров В.С., Булеков Т.А., 2008; Орлов А.Н., Ткачук О.А., Павликова Е.В., 2010; Постников П.А., 2010; Сорокин И.Б., Титова Э.В., Касимова Л.В., 2008; Тереньтьев О.В., 2007; Уполовников Д.А., Воробжанский О.Ю., 2006; Шмыряева Н.Я., 2006).

Зеленая масса промежуточных культур, особенно гороха и горохоовсяной смеси – высокоценное удобрение, мало отличающееся от других органических удобрений. Кроме того, сидераты предупреждают засоление пахотного слоя и вымывание нитратов в глубокие горизонты, улучшают агрегатный состав, повышают водопроницаемость и биологическую активность почвы, а также в два-три раза снижают засоренность посадок картофеля. Так, в исследованиях бобовые сидеральные культуры, запаханные под картофель, способствовали усилению развития бактериальной флоры в почве, в результате чего заметно снизилось поражение клубней паршой и ризоктониозом. Промежуточные культуры, применяемые в качестве сидератов и на зеленый корм – наиболее дешевые,

экологически чистые, экономически выгодные и перспективные удобрения (Венчиков А.И, 2008).

Биологические средства и приемы восполнения органического вещества в почве, в частности сидеральные пары и солома зерновых культур, наиболее просты в применении и малозатратны.

Исследования показывают, что при недостатке навоза сидеральный пар может быть использован в сельскохозяйственном производстве для улучшения плодородия почвы и повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Эффективность зеленого удобрения возрастает, если его применять совместно с соломой, навозом, минеральными удобрениями (Скорочкин Ю.П., Брюхова З.Я., 2011).

В условиях Тамбовской области в звене свекловичного севооборота сидеральный (горчичный) пар с дополнительным внесением минеральных удобрений, обеспечивает повышение почвенного плодородия, урожайности озимой пшеницы и сахарной свеклы, качества продукции, а также экономической и биоэнергетической эффективности. Запашка соломы озимой пшеницы перед посадкой сахарной свеклы оказывает положительное влияние на накопление влаги в почве, повышение сахаристости корнеплодов и выход сахара (Скорочкин Ю.П., 2007).

Ученые Курской ГСХА исследовали возможность повышения почвенного плодородия не только с помощью внесения навоза в чистом пару, но и, выращивая в сидеральных парах такие культуры, как кормовые бобы, пелюшку, чину, нут, вику мохнатую и кукурузу, которую в равной мере можно использовать и на силос, и в качестве сидерата.

Результаты исследований свидетельствуют, что наибольший урожай зеленой массы обеспечили кормовые бобы, за ними следовали пелюшка, кукуруза, чина, нут и вика мохнатая. Внесение по 30 кг/га д. в. азотного, фосфорного и калийного удобрений повысили урожай зеленой массы всех культур, возделываемых в паре.

ваемых в занятом и сидеральном парах. Наибольшую абсолютную прибавку урожая зеленой массы дали кормовые бобы (4,4 т/га), затем пелюшка (3,5 т/га), чина и вика мохнатая (по 3,3 т/га), нут (3,1 т/га). Наименьший абсолютный прирост урожая (3,0 т/га) был у кукурузы.

Поскольку свежее органическое вещество сидератов эффективнее используется, чем органическое вещество навоза, урожайность озимой пшеницы после сидератов, не снижалась по сравнению с ее урожайностью по черному пару, а в отдельных случаях превышала ее. Так, в варианте, где в сидеральном пару выращивали кормовые бобы и вносили NPK по 30 кг/га д.в., была получена прибавка урожая зерна озимой пшеницы (0,11 т/га) по сравнению с ее урожайностью при возделывании по унавоженному чистому пару (Картамышев Н.И., 2007).

В опыте, проводимом в длительном стационаре по севооборотам и бесменным посевам Р.Д. Камалиевым (2007), с 2002 по 2004 гг изучали пять вариантов паровых звеньев: 1. Пар черный кулисный – озимая рожь – яровая твердая пшеница (контроль); 2. Пар черный кулисный – озимая пшеница – яровая твердая пшеница; 3. Пар черный кулисный – яровая твердая пшеница – яровая мягкая пшеница; 4. Пар почвозащитный (летний посев суданской травы на зеленый корм) – яровая твердая пшеница – яровая мягкая пшеница; 5. Пар сидеральный (горохоовсяная смесь) – яровая твердая пшеница – яровая мягкая пшеница. Наибольшую урожайность в опыте дала озимая рожь по черному пару: 2,55 т/га на удобренном и 2,14 т/га на не удобренном фонах, что превосходило урожайность озимой пшеницы по черному пару соответственно на 0,5 и 0,3 т/га, а яровой твердой пшеницы по этому же предшественнику – на 1,5 и 1,2 т/га. Лучшим предшественником яровой твердой пшеницы стал сидеральный пар, по которому урожайность на обоих фонах питания была выше на 0,1 т/га, чем по черному. Мягкая пшеница на удобренном фоне в последствии паров сформировала практически одинаковую урожайность (1,05–1,1 т/га), на

не удобренном фоне она дала более высокую урожайность в последствии сидерального пара (0,76 т/га). Внесение удобрений повышало урожайность всех культур, но наиболее отзывчивыми на них были озимая рожь и яровая мягкая пшеница: прибавки урожая составили 0,3–0,4 т/га. Таким образом, в хозяйствах с развитым животноводством следует вводить в севообороты занятые пары, и в первую очередь на почвах, подверженных эрозии, а в хозяйствах зернового направления необходимо оставлять звенья с паром и озимыми культурами, причем большую часть парового клина должна занимать озимая рожь.

Интересные исследования, проведенные на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве, характеризующейся следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса 1,94 %, щелочно-гидролизуемого азота – 69, подвижного фосфора – 121 и обменного калия 112 мг/кг, рН 5,6, по изучению отзывчивости ярового ячменя на пожнивные сидераты (Глушков В.В., 2013). Исследования подтверждают, что редька масличная, в отличие от других крестоцветных культур, хорошо растет при коротком дне и пониженных температурах. Причем, на освещение растения редьки реагировали сильнее, чем на изменение температуры. При коротком дне, пониженных температурах и выпадении осадков растения этой культуры формировали зеленую массу значительно большую, чем другие крестоцветные. На дерново-подзолистой среднесуглинистой почве эффективно использование крестоцветных культур в качестве пожнивных сидератов под яровой ячмень. В среднем за три года, осенью до запашки редька масличная сформировала 9,2 т/га сырой массы, или 1,8 т/га абсолютно сухой биомассы (с учетом массы корневых остатков). Рапс яровой и горчица сформировали, соответственно, 7,4; 1,4 и 8,4; 1,6 т/га (с учетом массы корневых остатков), что составляет 73,4 и 86,9 % от продуктивности редьки масличной. При запашке осенью наибольшее поступление элементов питания в почву обеспечивает редька масличная: азота – 37,8 кг/га, фосфора – 16,6, калия – 38,3 кг/га.

Использование крестоцветных пожнивных сидеральных культур после уборки озимой ржи повышало урожайность зерна ячменя на 0,15–0,29 т/га. Содержание белка в зерне ячменя от их влияния увеличилось по сравнению с контролем на 0,74–1,05 %.

На формирование прибавки урожая яровым ячменем использовано из пожнивных сидератов: азота 3,75–7,25 кг/га, фосфора – 1,55–3,19 и калия – 3,30–6,38 кг/га, что составило, соответственно, 14,1–19,0; 15,0–19,3 и 12,1–16,7 %, поступивших в почву элементов питания с сидератами.

Использование узколистного люпина в качестве сидерата под картофель способствует получению высоких урожаев экологически чистой продукции. А выращивание картофеля после возделывания люпина на зерно или зеленую массу на корм к тому же исключает потерю 1 года для получения продукции (Тамонов А.М., 2008).

Актуальна разработка альтернативных, малозатратных способов обогащения почвы органическим веществом, обеспечивающих улучшение плодородия почвы, повышение урожайности и качества растениеводческой продукции. Лучшим заменителем навоза является зеленое удобрение. Полевые опыты проводились в Торжокском районе Тверской области в 2001–2006 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Промежуточные культуры (горчицу белую, яровой рапс, озимую рожь) высевали после уборки предшественника льна-долгунца (Сухопалова Т.П., 2010).

Проведенные исследования в МарГУ показали, что эффективность минеральных удобрений и урожайность изучаемых культур в значительной степени зависели от вида севооборота. Наименьшая урожайность зерна озимой ржи (2,85 т/га) получена при возделывании по занятому пару без применения минеральных удобрений. При возделывании озимой ржи по сидеральному пару урожайность зерна возросла до 3,57 т/га. На картофеле, второй культуры севооборота, в севообороте с занятым паром без удобрений урожайность клубней

составила 16,13, а с сидеральным паром – 17,55 т/га. Последствие сидерального удобрения положительно отразилось и на урожайности зерна ячменя. Прибавки урожайности зерна без применения минеральных удобрений равны 0,11 т/га. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что урожайность озимой ржи, картофеля и ячменя в севообороте с сидеральным паром была выше по сравнению с занятым паром.

Применение сидерального удобрения – эффективный прием увеличения урожайности и повышения качества сельскохозяйственных культур, как в прямом действии, так и в последствии (Новоселов С.И., Хлебников И.Г., Горохов С.А., 2011).

Урожайность сельскохозяйственных культур выступает основным интегрирующим показателем, характеризующим плодородие почвы и эффективность агротехнических приемов. Применение минеральных удобрений способствовало улучшению корневого питания и как следствие получению прибавки урожайности ячменя (Евдокимова М.А., 2015).

Исследованиями, проведенными рядом ученых (Макаров В.И., Глушков В.В., Юнусов, Маслова Н.Ф., 2010) было установлено, что после клевера и рапса, урожайность зерна ячменя была выше, чем после озимой ржи и яровой пшеницы. Так, у сорта Локомбо после клевера красного урожайность зерна составила 3,08 т/га, рапса ярового – 2,91, озимой ржи – 2,80 и после яровой пшеницы – 2,68 т/га, а у сорта Гонар, соответственно, 2,94; 2,73; 2,64; 2,57 т/га. Использование в системе севооборотов сидеральных крестоцветных (капустных) культур предопределяет основы перехода к экологическому земледелию, при котором значительно снижаются нагрузки на внешнюю среду по сравнению с традиционным интенсивным земледелием.

Установлено, что наиболее эффективным способом улучшения баланса гумуса в лугово-каштановой почве Терско-Сулакской подпровинции Дагестана и повышения урожайности озимой пшеницы является заплата 6 т/га со-

ломы и 20–25 т/га зеленой массы гороха (Гасанов Г.Н., Римиханов А.А., Салимов С.А., 2012).

Использование сидератов обеспечивает существенную прибавку урожая зерна кукурузы. Применение удобрений для их выращивания не обеспечивало существенной прибавки урожая кукурузы. Сидераты обеспечивали получение условного чистого дохода на 12–16 % больше, чем без них. В свою очередь, разница в этом показателе при использовании амаранта и рапса не превышает 1,5 %, что не выходит за пределы доверительного интервала. На карбонатных почвах степной зоны КБР для сидерации почв целесообразно использовать амарант багряный или рапс яровой в пожнивных посевах с последующим использованием полей под посевы кукурузы на зерно (Говоров С.А., Смирнов А.Н., 2008).

Для разработки приемов оптимизации режима органического вещества почвы за счет использования промежуточных сидеральных культур Алексеев В.А. заложил полевой опыт, в котором изучал особенности накопления и качество сидеральной массы яровых и озимых крестоцветных культур при пожнивном посеве, а также эффективность действия сидеральных смесей на урожай и качество картофеля (Алексеев В.А., Майстренко Н.Н., 2010). Новизна исследований в том, что изучали особенности формирования биомассы как традиционных сидеральных культур, так и неиспользуемых ранее в этом регионе (сурепица озимая, вика озимая в смеси с озимой рожью).

Установлено, что традиционные сидеральные культуры под картофель (горчицу белую и редьку масличную) лучше использовать в виде смеси, которая позволяет получать сидеральную массу более высокого качества. При посеве в первой половине августа такая смесь обеспечивает прибавку урожая картофеля от 18 до 53 %. Снижение накопления сидеральной фитомассы при более позднем посеве горчицы белой можно в определенной степени компенсировать добавлением в смесь озимого компонента – сурепицы озимой, при этом при-

бавки урожая картофеля могут составить 22–50 %, но одновидовой посев сурепицы озимой дает небольшие прибавки урожая.

В стационарном полевом опыте ВНИИКХ изучали влияние сочетания двух факторов – сидеральных предшественников и известкования (доломитовой мукой и металлургическим шлаком) – на продуктивность и качество картофеля (Федотова Л.С., 2011). Выращивали четыре нематодоустойчивых сорта картофеля различных групп спелости: ранние Жуковский ранний и Крепыш; среднеранний Лукьяновский; среднепоздний Малиновка. Исследования показали, что изучаемые факторы (известкование и запашка сидеральных культур) положительно влияли на продуктивность картофеля.

Положительное действие сидератов при выращивании картофеля отмечено в работах и других ученых (Балабанов П.Р., 2009; Гришин С.А., Брысозовский И.И., 2010; Киселев М.В., 2012; Ломов С.П., Елисеев С.П., 2011; Федотова Л.С., Кравченко А.В., 2011; Федотова Л.С., Филипова Г.И., 2010; Шрамко Н.В., Мельцаев И.Г., 2006).

Основное назначение биологизированных технологий – максимальное использование внутренних энергетических ресурсов, к которым относятся органические удобрения, в том числе сидераты.

В 2001–2004 гг. на Брянской опытной станции по картофелю на дерново-подзолистой супесчаной почве проводили специальные исследования по использованию сидератов в качестве зеленого удобрения (Свист В.Н., Мархуленко А.В., 2010). В звене севооборота «ячмень-картофель» изучали действие люпина узколистного и ярового рапса в качестве сидератов. Предшественники – ячмень, люпин и рапс высевали одновременно весной. Контролем служили варианты с посевом ячменя на зерно. Технология заделки сидеральной массы включала скашивание с измельчением и запашку люпина в фазу блестящих бобиков, рапса – в конце цветения. Эту работу выполняли в третьей декаде июля. Результаты исследований показали высокую эффективность биологизирован-

ной технологии возделывания картофеля. Использование узколистного люпина на удобрение позволило снизить количество применяемых минеральных удобрений и наращивания гребней полностью исключило междурядные рыхления почвы. В итоге продуктивность различных сортов по биологизированной технологии не только не уменьшилась по сравнению с традиционной и переходной, но и значительно возросла. Сидеральные удобрения, различаясь биохимическим составом, количеством запахиваемой растительной массы и элементов питания, способны заменить навоз в системе удобрения картофеля, повышают продуктивность и качество клубней. На дерново-подзолистых почвах Верхневолжья при возделывании картофеля сорта Скарб наиболее благоприятный предшественник по фону NPK – вика яровая, обеспечившая высокую продуктивность культуры с более высоким выходом крахмала с гектара. По стерневому предшественнику (ячмень) положительное влияние оказывал препарат плодородие 1, внесенный по фону NPK. При этом урожай картофеля и содержание крахмала в клубнях повышались.

Исследования с постановкой полевых опытов показали, что по комплексу хозяйственно-ценных признаков перспективными сидеральными культурами в условиях Нечерноземной зоны для самостоятельных посевов рекомендованы люпин однолетний и многолетний, донник белый и желтый, сераделла, редька масличная, сурепица, рапс яровой, горчица белая, перко, фацелия; для поукосных – люпин однолетний, горох кормовой, редька масличная, сурепица, рапс яровой, перко, горчица белая, фацелия; для подсевных – донник белый и желтый, сераделла, клевер красный и розовый, перко; для пожнивных – редька масличная, горчица белая, сурепица, перко, фацелия, скороспелые сорта узколистного люпина. Большинство этих культур в качестве сидератов используют и в других регионах страны (Новиков М.Н., Тужилин В.М., Быкова А.В., Такунов И.П., 2002).

Касаясь размещения сидератов в севооборотах Нечерноземной зоны, нужно обращать внимание на чистые пары, площадь которых составляет около 4 млн. га. При достаточном количестве влаги и наличии тепла в летний период здесь происходит интенсивная минерализация гумуса (до 1,5 т/га и более), вследствие чего в почве накапливается 60–70 кг/га усвояемого азота, значительная доля которого (35–40 кг/га) теряется с фильтрующими осадками и за счет денитрификации, а также потребляется сорной растительностью. Ежегодные потери азота в чистых парах Нечерноземья составляют 120–150 тыс. т, в ценах по стоимости азота селитры убыток достигает свыше 3 млрд. руб. Кроме того, на чистых парах проявляется водная и ветровая эрозия почв. Замена в этой зоне чистых паров на сидеральные с посевом бобовых культур позволит получить около 150 млн. т. зеленых удобрений, 500 тыс. т. биологического азота и дополнительно 7–9 млн. т. зерновых ед. продукции. По показателям урожая и дохода сидеральные пары в Нечерноземье заметно превосходят чистые пары, даже удобренные навозом и минеральными удобрениями. Таким образом, сидераты не уступают по воздействию на урожай традиционным органическим удобрениям, а затраты на производство и применение сидератов ниже, поэтому они более эффективным. Введение их в систему удобрения повышает рентабельность полевых севооборотов до 30 % (Новиков М.Н., Тамонов А.М., Фролова Л.Д., Ермакова Л.И., 2013).

Исследования Костромского НИИСХ Россельхозакадемии показали, что на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах на второй год после запашки сидеральных культур наиболее высокий урожай яровая пшеница сформировала после предшественников однолетние травы (1,64 т/га) и люпина (1,79 т/га). При комплексном внесении сложных минеральных удобрений и гумата «Плодородие» по этим же предшественникам урожай зерна увеличился до 2,5 т/га, содержание клейковины достигло 26 %, уровень рентабельности – 32,0–32,7 % (Пискунова Х.А., Федорова А.В., Ершова Т.С., 2012).

Сафиоллин Ф.Н. (2010) в своих исследованиях подчеркивает, что полосной подсев бобовых и мятликовых многолетних трав с шириной полос 45 см является перспективным агротехническим приемом как с точки зрения повышения продуктивности пойменных лугов, так и получения кормов с высоким содержанием сырого протеина.

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур – экономически и экологически сбалансированный комплекс оптимизированных мероприятий, позволяющих получать экологически и экономически целесообразные урожаи, не нарушая экологического равновесия, обеспечивать сохранение плодородия почв.

Необходимо возделывать промежуточные сидеральные культуры, которые служат источником пополнения органического вещества почв, позволяют расширить биоразнообразие в агроэкосистеме и продлить период продуктивного использования фотоактивной радиации.

Исследования показали, что введение в технологию возделывания гречихи и проса промежуточных сидеральных культур экономически выгодно, так как каждый затраченный рубль окупается 1,51–2,14 рубля чистого дохода. По прибавке урожайности эффективность промежуточных сидератов равноценна внесению по 20–40 кг NPK на 1 га (Глазова З.И., Зотиков В.И., Задорин А.Д., 2005).

Накопление биомассы сидеральными культурами зависит от погодных условий в период вегетации растений.

Ученые Мичуринского ГАУ установили, что по сравнению с другими вариантами опыта в условиях неустойчивого увлажнения Центрально-Чернозёмного района, наиболее стабильным и по накоплению биомассы сидератами были донник жёлтый и люпин белый (Бабич Н.Н., Попов Д.Ю., 2007).

По результатам исследований ученых Уральского НИИСХ благодаря запашке зеленой массы сидеральной культуры в паровом поле в почву дополни-

тельно поступает в среднем на 1 га севооборотной площади около 20,6 кг азота, фосфора – 8 и калия – 23,6 кг. Поступление легкоусвояемых элементов питания позволяет поддерживать высокую продуктивность зерновых культур в севообороте даже без многолетних трав.

В зернопаросидеральном севообороте с донником, благодаря двум полям с многолетними бобовыми культурами, отмечена максимальная урожайность зерновых культур за ротацию.

Наличие элементов биологизации (запашка сидерата, клевер) в севооборотах позволяет существенно повысить окупаемость 1 кг д.в. минеральных туков (она находится на уровне 14,8–15 кг зерна). При использовании зеленых удобрений и соломы на органо-минеральном фоне отдача от 1 кг д.в. удобрений снижается на 1,6–5,5 кг зерна по отношению к минеральному фону питания. Использование биологических факторов в севооборотах позволило нивелировать воздействие предшественников на урожайность яровой пшеницы; систематическое применение минеральных и органических удобрений способствовало получению дополнительного сбора зерна в пределах 1,06–1,64 т/га в зависимости от предшественника. Окупаемость 1 кг д.в. внесенных удобрений в среднем за ротацию составила 9,4–15 кг зерна, максимум отдачи отмечен на минеральном фоне питания. За счет освоения биологизированных севооборотов и использования сидератов, соломы в качестве удобрения можно обеспечить продуктивность пашни на уровне 4–4,5 тыс. корм. ед. (Постников П.А., 2010).

Кашбулгаянов Р.А. (2006, 2007) проводил исследования в 1999–2002 гг. на полях ООО «Амурская нива» в южной зоне Амурской области. Сидеральные культуры высевали в предшествующий год после уборки яровой пшеницы, в первой половине августа. Заделку вегетативной массы и соломы пшеницы в дозе 2 т на 1 га проводили в первой декаде октября. Выращивали сорт сои Соната.

Урожайность сои в результате использования пожнивного сидерата овса увеличилась на 30 % в среднем за три года применения данного вида технологии на опытном участке СХПК «Старт», что способствовало улучшению экономических показателей данного хозяйства.

Кроме того, повышение роли экологически чистых видов удобрений снижает общий уровень загрязнения окружающей среды, создает реальные предпосылки биологизации существующей системы земледелия. Поэтому научно обоснованное применение зеленого удобрения в севооборотах – важный показатель высокой культуры земледелия, его интенсификации (Кашбулгаянов Р.А., 2006).

В 2008–2010 гг. на базе филиала кафедры растениеводства ученые Курской ГСХА (ООО «Элита» Поныровского района) провели исследование по возделыванию картофеля в повторных посадках с применением сидеральных культур (горчица белая, бобы кормовые, горох посевной и соя) разного срока сева.

Исследования показали что, первый срок посева сидеральных культур способствовал получению большего урожая картофеля, чем второй срок посева, так как в почву было заделано больше растительных остатков (16–24 т/га против 2–6 т/га). Наибольший эффект повышения урожайности был отмечен при запахивании горчицы, бобов и гороха под ранние и среднеспелые сорта картофеля (прибавка 11–32 % по группе раннеспелых сортов и 13–20 % подгруппе среднеспелых сортов), а наименьший – подсреднеранние (3–19 %) и среднепоздние сорта (4–23 %) (Пигорев И.Я., Засорина Э.В., Родионов К.Л., Кочетков А.А., 2013).

Исходя из вышесказанного следует вывод о том, что вопрос использования сидератов довольно хорошо изучен. Однако для условий востока Нечерноземной зоны вопрос требует дополнительного изучения, в связи с чем были проведены данные исследования.

2 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Географическое расположение Республики Марий Эл

Республика Марий Эл расположена в центре Европейской части Российской Федерации средней части бассейна Волги между $57^{\circ} 20'$ и $55^{\circ} 51'$ с.ш. и $50^{\circ} 15'$ и $45^{\circ} 40'$ в. д. от Гринвичского меридиана.

Протяженность территории с севера на юг – 150 км, с запада на восток – 275 км. Площадь территории республики – 23,2 тыс. км². Марийская республика граничит на севере с Кировской и Нижегородской областями, на западе – с Нижегородской областью, на юге – с Чувашской республикой, на востоке и юго-востоке – с Республикой Татарстан.

Республика расположена в восточной части Восточно-Европейской равнины, в среднем течении Волги (155 км) преимущественно на левом берегу. Наиболее возвышенные участки расположены на северо-востоке республики. Отсюда идет понижение поверхности к долине реки Волги. Вдоль ее тянется широкой полосой центральная низина с множеством озер, болот и рек. Над долиной Волги крутым уступом возвышается высокое правобережье с глубокими оврагами и балками (Смирнов В.Н., 1968).

2.2 Схема опыта и методика исследований

Исследования проводили методами полевого опыта и лабораторных исследований. Полевые исследования проводили на опытном поле, а лабораторные на кафедре общего земледелия, растениеводства, агрохимии и защиты растений Марийского государственного университета. В опытах изучали влияние сидератов на плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в севообороте. Исследования проводили в четырехпольном севообороте: пар (чистый, занятый, сидеральный), озимая рожь, картофель, ячмень. Севооборот разворачивался во времени. Первая закладка севооборота проходила с 2007 по 2010, 2-я закладка с 2010 по 2014 г. Объектами исследований служили озимая рожь сорта *Татьяна*, картофель сорта *Удача* и ячмень сорта *Владимир*.

Схема опыта

1. $A_1B_1C_1D_1$	9. $A_2B_1C_1D_1$	17. $A_3B_1C_1D_1$
2. $A_1B_1C_1D_2$	10. $A_2B_1C_1D_2$	18. $A_3B_1C_1D_2$
3. $A_1B_1C_2D_1$	11. $A_2B_1C_2D_1$	19. $A_3B_1C_2D_1$
4. $A_1B_1C_2D_2$	12. $A_2B_1C_2D_2$	20. $A_3B_1C_2D_2$
5. $A_1B_2C_1D_1$	13. $A_2B_2C_1D_1$	21. $A_3B_2C_1D_1$
6. $A_1B_2C_1D_2$	14. $A_2B_2C_1D_2$	22. $A_3B_2C_1D_2$
7. $A_1B_2C_2D_1$	15. $A_2B_2C_2D_1$	23. $A_3B_2C_2D_1$
8. $A_1B_2C_2D_2$	16. $A_2B_2C_2D_2$	24. $A_3B_2C_2D_2$

Фактор А – вид пара: A_1 – занятый пар; A_2 – чистый пар; A_3 – сидеральный пар.

В занятом и сидеральном пару возделывали вико-овсяную смесь. В первой закладке урожайность сухой массы сидерата составила 4,83 т/га с содержанием азота 3,02 %, фосфора 1,12 % и калия 3,36 %. Во второй закладке, в первой ротации, урожайность сухой массы сидерата составила 3,0 т/га с содержанием азота 1,8 %, фосфора 0,9 % и калия 2,1 %. Во второй ротации урожайность сухой массы сидерата составила 4,5 т/га с содержанием азота 1,7 %, фосфора 0,8 % и калия 2,1 %.

Фактор В – основная обработка почвы. B_1 – вспашка; B_2 – комбинированная обработка (вспашка под картофель и дискование под озимую рожь и ячмень).

Фактор С – минеральные удобрения: C_1 – без удобрений; C_2 – расчетные дозы удобрений – на 4,0 т/га зерна озимой ржи (1-я закладка $N_{70}P_0K_{75}$, 2-я закладка $N_{60}P_{30}K_{90}$), 20,0 т/га клубней картофеля ($N_{80}P_0K_{140}$) и 3,0 т/га зерна ячменя ($N_{30}P_0K_{25}$).

Фактор Д – подсевная вико: D_1 – без подсева; D_2 – с подсевом. Вику подсеивали в день посева озимой ржи. В подсевном сидерате содержалось 10,3 кг азота, 4,2 кг фосфора и 7,2 кг калия. В первой закладке в схеме опыта отсутствовал вариант с чистым паром, а из обработки почвы применялась только вспашка.

Площадь деланки – 75 м² (5 м × 15 м). Повторность опыта 3-х кратная.

В качестве удобрений использовали – натроаммофоску (N₁₅P₁₅K₁₅) аммиачную селитру (34 % азота) и хлористый калий (60 % K₂O). Удобрения вносили согласно схеме опыта вручную.

Фенологические наблюдения проведены согласно методике государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Перед закладкой опытов проводили агрохимическое обследование пахотного слоя почвы опытных участков. Показатели плодородия почвы определяли методами, рекомендованными для зоны. Содержание гумуса по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91). Щелочно-гидролизующий азот определяли по Корнфилду, нитратный – ионометрически, аммонийный – колориметрически с реактивом Несслера. Подвижные формы в вытяжке Кирсанова; фосфора – колориметрическим методом, обменного калия – на пламенном фотометре (ГОСТ 26207–91); рН_{сол.} – потенциометрическим методом (ГОСТ 26483–85); гидролитическую кислотность – по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212–91); сумму обменных оснований – по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821–88). Влажность почвы определяли весовым методом.

В растениях после озоления по Гинсбург определяли общий азот фотоколориметрическим методом с использованием реактива Несслера, фосфор – фотоколориметрическим методом с аскорбиновой кислотой, калий – на пламенном фотометре.

Перед уборкой с каждого варианта в трех повторениях отбирали растения для структурного анализа, который проводили по методике государственной комиссии по сортоиспытанию (1986).

Учет урожая проводили поделяночно. Полученные результаты приводили к 14 % влажности и 100 % чистоте. Влажность зерна определяли по ГОСТу 13586.5–85, чистоту – по ГОСТу 12037–81.

Расчет содержания сырого протеина в зерне был проведен с помощью коэффициента перевода содержания общего азота – 5,7. Массу 1 000 зерен определяли по ГОСТу 10842–89, натуру зерна – по ГОСТу 10840–64. Влажность пахотного слоя почвы определяли весовым методом, плотность сложения почвы – методом цилиндров, содержание продуктивной влаги – по Б.А. Доспехову. Повторность аналитических определений – 3-х кратная.

Статистическая обработка результатов исследований осуществлена на ПЭВМ с использованием дисперсионного анализа с применением пакета программ прикладной статистики «Stat» (ИВЦ МарГУ, 1993).

Экономические расчеты эффективности изучаемых предшественников и минеральных удобрений основаны на фактических затратах, сложившихся в хозяйстве на 2013 г. (Шарипов С.А., 1998).

2.3 Почвы региона и почвенный покров опытного участка

Республика Марий Эл входит в состав северо-восточного региона Нечерноземной зоны России. Почвенный покров республики складывается из большого числа видов почв, наиболее распространенными и составляющими основной фон почвенного покрова (85 % пашни) являются дерново-подзолистые различного гранулометрического состава (Смирнов В.Н., 1968).

Опытное поле Марийского государственного университета расположено в Медведевском районе Республики Марий Эл на территории Марийского аграрного колледжа – филиала Марийского государственного университета. Почва опытного поля дерново-слабоподзолистая малогумусная среднесуглинистая на бескарбонатном покровном суглинке.

Перед закладкой опыта почва опытных участков имела следующие агрохимические показатели: $pH_{\text{сол}}$ – 6,0–6,1, $N_{\text{г}}$ – 1,8–1,9 смоль/кг почвы, $S_{\text{очн.}}$ – 12,6–13,9 смоль/кг почвы, содержание гумуса – 1,9–2,2 %, щелочно-гидролизуемого азота – 95–110 мг/кг почвы, подвижных форм фосфора 320–350 и калия – 140–240 мг/кг почвы.

2.4 Климат зоны и погодные условия в годы исследований

Климат Республики Марий Эл умеренно континентальный, характеризуется сравнительно жарким летом и морозной зимой с устойчивым снежным покровом. В климатическом отношении территория республики неоднородна: побережье Волги несколько теплее, чем левобережье.

Средняя годовая температура воздуха Республики Марий Эл изменяется от 2,1–2,3 °С в восточной половине и до 3,3 °С на юго-западе республики. По тепло- и влагообеспеченности, условиям перезимовки и другими элементами территорию Марий Эл подразделяют на три агроклиматических района (Агроклиматические ресурсы Марийской АССР, 1972).

Полевые опыты закладывали в условиях первого агроклиматического района. Условия агроклиматического района – умеренно теплые. Сумма активных температур выше +10°С составляет 2 000–2 100 °С. Средняя температура января – 13,0–13,7 °С, средняя температура июля +18,2 °С. Переход температуры весной через 0°С – 4–5 апреля, через +5 °С – 20–21 апреля, через – 10 °С 8–10 мая, через + 15 °С – 2–5 июня. Переход температуры воздуха осенью через +10 °С – 15–17 сентября, через +5 °С – 6–8 октября и через 0 °С 27–29 октября. Сумма температур выше 0 °С 2 400–2 500, выше 5 °С – 2 300–2 400, выше 10 °С – 2 000–2 100, выше 15 °С – 1 400–1 500. Продолжительность периода с температурой выше 0 °С – 205–208, вегетационного – 167–171 дней. Период с температурой выше 10 °С длится 128–132 дня, с температурой выше 15 °С длится 80–85 дней. Абсолютный минимум температуры воздуха – 47–48 °С, абсолютный максимум 38 °С. Средняя дата прекращения заморозков в воздухе – 18–22 мая, самые поздние весенние заморозки бывают 11 июня, средняя дата первых осенних заморозков 16 августа. Средняя сумма осадков за год составляет 480–550 мм, а за апрель–сентябрь – 290–330 мм.

Агрометеорологические условия в 2008 г были довольно благоприятными для возделывания озимой ржи. Погодные условия 2010 г. были не благоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур. Весна была ранняя, снег сошел к концу марта. В апреле погода была сухая и умеренно теплая. Это позволило проведение весенних полевых работ в ранние сроки. Резкое повышение температуры воздуха в конце апреля – в начале мая приводило к повышению температуры в пахотном слое почвы и быстрому испарению влаги. В конце мая и начале июня прошли кратковременные дожди, и температура стала соответствовать средним многолетним данным. В июле температура воздуха составила 24,6 °С, что выше средней многолетней температуры на 5,1 °С. Количество выпавших за июль осадков составило 3,4 мм, что составило 5,8 % от нормы. Август был теплым и влажным.

В апреле 2011 г. наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с осадками в первой и второй декадах (табл. 1). 3 апреля произошел устойчивый переход среднесуточной температуры через 0 °С в сторону положительных значений. В среднем за апрель температура воздуха оказалась в пределах средних многолетних значений.

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода 2011–2013 г. (по данным метеостанции Йошкар-Ола)

Месяц	Среднесуточная температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм.			
	2011	2012	2013	средняя многолетняя	2011	2012	2013	средняя многолетняя
Апрель	4,3	8,2	-3,2	5,3	30	44	30	28,8
Май	13,6	14,6	11,5	12,8	27	31	44	38,7
Июнь	16,7	18,1	16,5	17,2	113	72	52	60,2
Июль	21,9	20,2	19,0	19,5	116	114	63	58,1
Август	17,5	17,6	17,3	16,5	5	98	55	62,1

Осадки наблюдались в виде мокрого снега и дождя. В сумме за месяц выпало 86 % нормы. В конце третьей декады на делянках отмечалось возобнов-

ление вегетации озимой ржи. Это на неделю позже средних многолетних сроков. В мае наблюдалась преимущественно теплая погода с недобором осадков. В среднем за май температура воздуха оказалась на 1,7 °С выше средних многолетних значений.

Дожди в мае наблюдались редко. Только в III декаде выпало 128 % нормы, что за месяц составило 60 % осадков. В июне наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с ливневыми дождями и грозами. В среднем за июнь температура воздуха оказалась на 0,5 °С выше средних многолетних значений. Дожди в июне носили характер кратковременных ливней, были разными по интенсивности, часто сопровождалась грозами. В целом осадков выпало 185 % нормы. Июль характеризовался теплой, в конце месяца аномально-жаркой погодой. В среднем за июль температура воздуха оказалась на 3,5 °С выше средних многолетних значений. Дожди в июле были ливневыми, разными по интенсивности. В первой декаде выпало 252 % нормы осадков. Это спровоцировало полегание озимой ржи на участках с длительным применением минеральных удобрений. Во второй и третьей декадах осадков было в пределах нормы. В среднем за месяц выпало 140 % месячной нормы. В августе была преимущественно сухая погода, с температурой воздуха в среднем на 1,3 °С выше средних многолетних значений. Осадков за две последние декады практически не было. В сумме за месяц их выпало всего 8 % нормы. В целом агрометеорологические условия вегетационного периода 2011 г. были весьма благоприятными для возделывания озимой ржи.

В 2012 г. агрометеорологические условия складывались удовлетворительно. В первой декаде мая наблюдавшиеся в отдельные дни дожди осложняли проведение полевых работ. И полевые работы начались позднее средних многолетних сроков. Условия для прорастания и появления всходов клубней картофеля были вполне благоприятными. Средняя за декаду температура почвы на глубине 10 см., составила 11–12 °С. Увлажнение почвы было благоприятным.

Запас влаги пахотного слоя почвы составлял 37,5–41 мм. За декаду средняя температура воздуха составила 12,2 °С, что на 2,7 °С выше средних многолетних значений и относительная влажность воздуха составила 60 %. В июне наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с ливневыми дождями, грозами во II и III декадах месяца. Июль характеризовался тёплой, в начале месяца аномально жаркой погодой. Дожди в июле были ливневыми, разными по интенсивности, но локальными. В августе погода была преимущественно сухая. Температура воздуха была выше в среднем на 4 °С в I декаде и на 1,8 °С во II декаде месяца от средних многолетних значений, а третьей декаде месяца осадков выпало 156 % от нормы. В целом агрометеорологические условия вегетационного периода 2012 г. были близки к удовлетворительным, что обеспечило получение высокого урожая картофеля.

В 2013 г. в мае наблюдалась неустойчивая по температурному режиму погода с кратковременными дождями. Максимальная температура воздуха составляла в основном 15–20 °С, в отдельные дни выше 9–14 °С не была. В самые жаркие дни 15, 16, 25, 26 мая температура повышалась до 25–30 °С. Температура воздуха ночью колебалась от +1...+6 °С до +7...+12 °С, в наиболее теплые ночи составляла 14–19 °С. Заморозки в воздухе интенсивностью –1...–2 °С наблюдались местами в восточных районах 3, 8, 22 мая. В травостое заморозки отмечались 19–20 мая, 22–23 мая в восточных районах республики интенсивностью –2...–4 °С. В среднем температура воздуха за май оказалась на 1–1,5 °С выше средних многолетних значений. Дожди были ливневыми, кратковременными, распределялись по территории неравномерно, в отдельные дни сопровождались грозами. С существенными осадками (1 мм и более) было 7–10 дней. В сумме за май осадков выпало около нормы, местами 105–110 % нормы. В июне наблюдалась преимущественно теплая, временами жаркая погода с кратковременными дождями, сопровождавшимися грозами. Максимальная температура воздуха днем повышалась до 24–29 °С, 17 июня и в период 23–28 июня

до 30–33 °С. В отдельные дни первой и второй декад она составляла 19–24 °С, в самый холодный день 5 июня не превышала 12–15 °С. В первой половине июня температура воздуха ночью колебалась от 5–10 °С до 11–14 °С. Теплыми ночи были во второй половине месяца, в среднем 15–20 °С. В среднем за месяц температура воздуха оказалась на 2–3 °С выше средних многолетних значений. Дожди в июне носили характер кратковременных ливней, были разными по интенсивности, сопровождалась грозами. В сумме за месяц выпало 50–90 % нормы осадков. В июле наблюдалась неустойчивая по температурному режиму, преимущественно теплая погода с кратковременными осадками. Максимальная температура воздуха составляла 24–29 °С, в течение 2–5 дней повышалась до 30–32 °С, несколько дней, преимущественно в третьей декаде, не превышала 18–23 °С. В ночные часы температура воздуха колебалась в пределах 10–15 °С, семь ночей в восточных районах понижалась до 4–9 °С. В среднем за месяц температура воздуха оказалась на 1 °С выше средних многолетних значений. Дожди в июле носили характер кратковременных ливней, часто сопровождалась грозами. В сумме за месяц выпало 100–160 % нормы. В августе преобладала теплая погода с кратковременными дождями. В большую часть месяца температура воздуха днем составляла 22–27 °С, в самые жаркие дни повышалась до 28–31 °С. Умеренно-холодная погода наблюдалась в конце месяца: дневная температура воздуха не превышала 15–19 °С. Минимальная температура воздуха была в пределах 10–15 °С, в отдельные ночи составляла 17–20 °С. В период умеренно-холодной погоды температура воздуха ночью понижалась до 5–10 °С. В среднем за месяц температура воздуха оказалась на 2–2,5 °С выше средних многолетних значений.

Осадки были кратковременными, в отдельные дни ливневыми. В сумме за месяц выпало 75–130 % нормы осадков.

Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур была рекомендованной для зоны.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Эффективность сидеральных удобрений при возделывании озимой ржи

Учет засоренности показал, что на посевах озимой ржи встречались как многолетние, так и малолетние сорные растения. Больше количество из них составляли малолетние сорные растения. Из многолетних сорных растений встречались бодяг полевой (*Cirsium arvense* L.), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis* L.), одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* L.), полынь обыкновенная (*Artemisia vulgaris* L.), хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.), щавель густой (*Rumex confertus* Willd.), пырей ползучий (*Elytrigia repens* (L.) Nevski). Из малолетних сорных растений присутствовали горец шероховатый (*Polygonum scabrum*, L.), дьямянка аптечная (*Fumaria officinalis* L.), марь белая (*Chenopodium album* L.), щирица зпарокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), мятлик однолетний (*Poa annua* L.). Из зимующих – василек синий (*Centaurea cyanus* L.), пастушья сумка (*Capsella bursa pastoris* L.), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* L.).

Количество сорных растений в посевах озимой ржи определялось видом пара, применяемой обработкой почвы и удобренностью. В среднем за два года при возделывании озимой ржи по занятому пару без удобрений по вспашке количество сорных растений составляло 46 шт./м² (табл. 2). При применении удобрений их количество увеличилось до 48 шт./м². При возделывании озимой ржи по чистому пару без применения минеральных удобрений количество сорных растений составило 26 шт./м², а на удобренном фоне их количество возросло до 45 шт./м². При возделывании озимой ржи по сидеральному пару без удобрений количество сорных растений составило 43 шт./м², а при их применении 44 шт./м². При применении в качестве основной обработки почвы дискования количество сорных растений в посевах озимой ржи возрастало. При возделывании озимой ржи по занятому пару без удобрений количество сорных растений составляло 66 шт./м². При применении удобрений их количество увеличилось

до 69 шт./м². При возделывании озимой ржи по чистому пару количество сорных растений соответственно составляло 42 и 56 шт./м², а по сидеральному пару 61 и 66 шт./м². Таким образом, наименьшее количество сорных растений 26–42 шт./м² было в посевах озимой ржи, выращиваемой по чистому пару без применения удобрений, а наибольшее 48–69 шт./м² – по занятому пару при применении минеральных удобрений. Сидеральный пар обеспечивал снижение засоренности посевов озимой ржи по сравнению с занятым паром на 3–5 шт./м².

Таблица 2 – Влияние сидерального удобрения на засоренность посевов озимой ржи, шт/м²

Вид пара	Обработка почвы	Удобрения	1-я ротация	2-я ротация	среднее
Занятый	вспашка	без удобрений	44	48	46
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	44	52	48
	дискование	без удобрений	54	80	66
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	62	76	69
Чистый	вспашка	без удобрений	32	20	26
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	56	35	45
	дискование	без удобрений	48	36	42
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	61	52	56
Сидеральный	вспашка	без удобрений	48	38	43
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	42	45	44
	дискование	без удобрений	51	72	61
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	56	76	66

Существенных различий в поражении растений озимой ржи болезнями по вариантам опыта не выявлено.

Первой культурой в севообороте, на которой изучалась эффективность сидерального удобрения, в прямом действии, была озимая рожь. Результаты исследований показали, что сидерат и применяемые минеральные удобрения влияли на урожайность зерна озимой ржи (табл. 3). В первой закладке при выращивании озимой ржи по занятому пару без удобрений урожайность зерна составила 2,85 т/га. При внесении минеральных удобрений урожайность возросла до 4,24 т/га.

Таблица 3 – Влияние вида пара, обработки почвы и удобрений на урожайность озимой ржи, т/га,

Вид пара (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	1-я закладка	2-я закладка		Среднее за 3 года	Среднее по 1-ой и 2-ой ротации 2-ой закладки
				(1-я ротация)	(2-я ротация)		
Занятый	вспашка	без удобрений	2,85	2,21	2,14	2,40	2,18
		НПК	4,24	4,07	2,91	3,74	3,49
	дискование	без удобрений	–	2,29	1,96	–	2,12
		НПК	–	4,22	2,91	–	3,56
Чистый	вспашка	без удобрений	–	2,52	2,33	–	2,42
		НПК	–	4,63	3,41	–	4,02
	дискование	без удобрений	–	2,66	2,24	–	2,45
		НПК	–	4,83	3,27	–	4,05
Сидеральный	вспашка	без удобрений	3,57	3,00	2,44	3,00	2,72
		НПК	4,58	4,87	3,52	4,32	4,20
	дискование	без удобрений	–	2,72	2,41	–	2,56
		НПК	–	4,51	3,41	–	3,96
<i>HCP₀₅</i>		А	0,14	0,3	0,34		0,17
		В	-	$F_p < F_T$	0,13		$F_p < F_T$
		С	0,17	0,25	0,15		0,12

При выращивании озимой ржи по сидеральному пару без удобрений урожайность повысилась на 0,72 т/га и составила 3,57 т/га. Максимальная урожайность зерна 4,58 т/га была получена при выращивании озимой ржи по сидеральному пару с применением расчетных доз удобрений. Положительное действие сидерата на урожайность зерна озимой ржи проявлялось в первой и во второй ротации. При выращивании озимой ржи по сидеральному пару в первой

ротации, урожайность была выше на 0,48–0,79 т/га, а во второй ротации на 0,11–0,31 т/га. Применение минеральных удобрений обеспечивало значительные прибавки урожая. Так в первой ротации применение минеральных удобрений увеличило урожайность на 1,79–2,17 т/га, во второй ротации на 0,78–1,08 т/га. Максимальная урожайность в первой 4,87 т/га и второй 3,52 т/га ротации была получена при выращивании озимой ржи по сидеральному пару с применением минеральных удобрений. В среднем за три года прибавка от применения сидерального удобрения на не удобренном фоне составила 0,6 т/га, а на удобренном – 0,58 т/га. Увеличение урожайности зерна от применения минеральных удобрений при возделывании озимой ржи по занятому пару составило 1,34 т/га, а по сидеральному пару 1,32 т/га. Влияние сидерального удобрения на урожайность озимой ржи в зависимости от удобрений и способов обработки почвы изучали во второй закладке. В первой ротации севооборота положительное влияние на урожайность зерна озимой ржи оказывали сидерат и минеральные удобрения. Способы заделки сидерата вспашка и дискование обеспечивали получение одинаковой урожайности зерна. Во второй ротации максимальные урожаи зерна 3,52 и 3,41 т/га были получены при выращивании озимой ржи по сидеральному пару с применением расчетных доз удобрений. Влияние способов обработки почвы, а следовательно и заделка сидерата было не существенным. Положительное влияние вспашки проявилось при выращивании озимой ржи по занятому пару без удобрений. Увеличение урожайности зерна озимой ржи с использованием в качестве основной обработки почвы вспашки по сравнению с дискованием составило 0,18 т/га. В среднем по второй и третьей закладке урожайность от применения сидерального удобрения возросла на 0,4–0,54 т/га. От применения удобрений урожайность возросла на 1,31–1,6 т/га. Максимальная урожайность зерна 4,20 т/га была получена при выращивании озимой ржи по сидеральному пару, с использованием в качестве основной обработки почвы вспашки и при применении минеральных удобрений.

Качество зерна сельскохозяйственных культур зависит как от биологических особенностей растений, так и от применяемых агротехнических приемов.

Таблица 4 – Влияние сидеральных удобрений на содержание сырого протеина в зерне озимой ржи, %

Вид пара (А)	Обработка почвы (В)	Удобрения (С)	1-я ротация	2-я ротация	среднее
Занятый	вспашка	без удобрений	7,4	8,2	7,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	10,0	9,6	9,7
	дискование	без удобрений	9,7	8,5	9,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	9,9	9,5	9,6
Чистый	вспашка	без удобрений	10,5	9,1	9,7
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	10,8	9,5	10,1
	дискование	без удобрений	10,0	8,6	9,2
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	12,0	9,6	10,7
Сидеральный	вспашка	без удобрений	9,7	8,9	9,3
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	10,6	9,8	10,2
	дискование	без удобрений	10,1	8,4	9,1
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	10,8	9,2	9,9
<i>HCP</i> ₀₅		А	1,2	F _p < F _T	0,6
		В	0,8	0,3	0,5
		С	1,0	0,3	0,5

Влияя на условия водного, воздушного, пищевого режимов почвы можно изменять и показатели качества зерна. Изучаемые агротехнические приемы влияли на качество зерна озимой ржи следующим образом. Применение минеральных удобрений увеличило содержание сырого протеина в зерне озимой ржи (табл. 4). В первой ротации содержание сырого протеина в зерне озимой ржи возросло на 0,2–2,6 %, во второй ротации на 0,4–1,4 %. В среднем по двум ротациям увеличение содержания сырого протеина в зерне составило 0,4–2,0 %. При возделывании озимой ржи по чистому пару содержание сырого протеина было выше, по сравнению с занятым и сидеральным паром. Применение в ка-

честве основной обработки почвы дискования при обработке занятого пара способствовало увеличению содержания сырого протеина в зерне озимой ржи. Возделывание озимой ржи по чистому пару без удобрений с применением в качестве основной обработки почвы вспашки увеличило на 0,5 % содержание сырого протеина по сравнению с поверхностной обработкой почвы. В сидеральном пару, во второй закладке, применение в качестве основной обработки почвы дискования увеличило содержание сырого протеина. В среднем за две ротации при возделывании озимой ржи по сидеральному пару с использованием в качестве основной обработки почвы вспашки отмечалась тенденция к повышению содержания сырого протеина в зерне озимой ржи.

Таблица 5 – Влияние сидерального удобрения на массу 1000 зерен, г.

Вид пара (А)	Обработка почвы (В)	Удобрения (С)	1-я ротация	2-я ротация	среднее
Занятый	вспашка	без удобрений	31,6	31,7	31,6
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	32,3	31,8	32,0
	дискование	без удобрений	30,5	31,7	31,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	32,0	31,7	31,8
Чистый	вспашка	без удобрений	28,5	31,2	29,8
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	29,3	30,5	29,7
	дискование	без удобрений	31,6	33,0	31,9
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	30,3	32,2	31,2
Сидеральный	вспашка	без удобрений	32,0	32,6	32,3
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	28,6	33,7	31,1
	дискование	без удобрений	31,5	32,5	32,0
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	29,8	31,4	30,5
HCP ₀₅		А	F _{p.} <F _{т.}	1,1	0,5
		В	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}
		С	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}

Масса 1000 зерен озимой ржи в опыте изменялась следующим образом. В первой ротации севооборота на массу 1000 зерен озимой ржи изучаемые факторы не оказывали влияния (табл. 5). Во второй ротации наименьшая масса 1000 зерен 30,5 г. и 31,2 г. была при возделывании озимой ржи по чистому пару. При возделывании озимой ржи по сидеральному и занятому пару масса 1000 зерен соответственно увеличивалась на 1,4 и 1,5 г. В среднем по двум ротациям мак-

симальная масса 1000 зерен 32,3 г. была при возделывании озимой ржи по сидеральному пару без применения минеральных удобрений. При применении минеральных удобрений отмечалась тенденция к снижению массы 1000 зерен.

Как показали исследования, изучаемые факторы не влияли на натурную массу зерна озимой ржи (табл. 6). В первой ротации натурная масса зерна составляла 743–774 г/л., во второй ротации 722–755 г/л., а в среднем за две ротации 740–754 г/л.

Таблица 6 – Влияние сидеральных удобрений на натурную массу зерна озимой ржи, г/л

Вид пара (А)	Обработка почвы (В)	Удобрения (С)	1-я ротация	2-я ротация	среднее
Занятый пар	вспашка	без удобрений	773	733	753
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	743	738	740
	дискование	без удобрений	762	730	745
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	764	731	747
Чистый пар	вспашка	без удобрений	744	748	746
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	746	755	750
	дискование	без удобрений	755	737	745
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	774	722	747
Сидеральный пар	вспашка	без удобрений	751	743	746
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	761	734	747
	дискование	без удобрений	762	748	754
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	767	738	752
HCP ₀₅		А	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}
		В	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}
		С	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}	F _{p.} <F _{т.}

Учет выноса питательных элементов урожаем позволяет контролировать поглощение растениями питательных веществ, определить показатели выноса и коэффициенты использования их из почвы и удобрений. Проведение химического анализа урожая и расчет выноса питательных веществ показали значительное варьирование показателей в зависимости от изучаемых факторов. Применяемое сидеральное удобрение увеличивало вынос азота озимой рожью (табл. 7). В первой ротации при применении сидерального удобрения вынос азота зерном и соломой возрастал на 8–25 кг/га, а во второй на 11–26 кг/га. В

среднем за две ротации вынос азота увеличился на 9–25 кг/га. Минеральные удобрения, применяемые на посевах озимой ржи, увеличивая урожайность, увеличивали и общий вынос азота. Так в первой ротации вынос увеличился на 35–64 кг/га, во второй на 32–52 кг/га, а в среднем за две ротации на 39–57 кг/га. При выращивании озимой ржи по чистому и сидеральному пару и при использовании в качестве основной обработки почвы вспашки вынос азота был выше, чем при использовании в качестве основной обработки почвы дискования.

Таблица 7 – Влияние сидерального удобрения на вынос азота, кг/га

Вид пара	Обработка почвы	Удобрения	N		
			1-я ротация	2-я ротация	среднее
Занятый	вспашка	без удобрений	37	78	58
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	84	110	97
	дискование	без удобрений	49	72	61
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	84	115	100
Чистый	вспашка	без удобрений	54	93	74
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	100	140	120
	дискование	без удобрений	54	80	67
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	118	130	124
Сидеральный	вспашка	без удобрений	62	104	83
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	111	156	134
	дискование	без удобрений	58	96	77
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	101	143	122

На вынос фосфора озимой рожью влияли сидерат и минеральные удобрения (табл. 8). В сидеральном пару вынос был выше на 1–9 кг/га в первой ротации, на 3–5 кг/га во второй и на 5–7 кг/га в среднем за два года. При применении минеральных удобрений в первой ротации вынос увеличился на 19–

28 кг/га, во второй на 6–20 кг/га и в среднем за 2 ротации на 13–23°кг/га. Фактор обработки почвы на вынос фосфора не оказывал значительного влияния.

Таблица 8 – Влияние сидерального удобрения на вынос фосфора, кг/га

Вид пара	Обработка почвы	Удобрения	P ₂ O ₅		
			1-я ротация	2-я ротация	среднее
Занятый пар	вспашка	без удобрений	27	29	28
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	46	35	41
	дискование	без удобрений	29	24	27
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	57	38	48
Чистый пар	вспашка	без удобрений	28	31	30
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	53	46	50
	дискование	без удобрений	28	29	29
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	54	46	50
Сидеральный пар	вспашка	без удобрений	36	34	35
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	62	54	58
	дискование	без удобрений	36	35	36
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	59	48	54

Минеральные удобрения и применяемый сидерат влияли на вынос калия озимой рожью. В сидеральном пару, по сравнению с занятым и чистым паром, вынос в первой ротации был выше на 11–18 кг/га, во второй на 1–15 кг/га, а в среднем за два года на 5–16 кг/га (табл. 9). При применении минеральных удобрений вынос калия увеличился в первой ротации на 31–44 кг/га, во второй на 24–34 кг/га и в среднем за 2 года на 15–36°кг/га. Фактор обработки почвы значительного влияния на вынос калия не оказывал.

Таблица 9 – Влияние сидерального удобрения на вынос калия, кг/га

Вид пара	Обработка почвы	Удобрения	K ₂ O		
			1-я ротация	2-я ротация	среднее
Занятый	вспашка	без удобрений	39	60	50
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	70	60	65
	дискование	без удобрений	41	55	48
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	78	79	79
Чистый	вспашка	без удобрений	46	75	61
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	90	104	97
	дискование	без удобрений	48	63	56
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	86	97	92
Сидеральный	вспашка	без удобрений	57	74	66
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	88	107	98
	дискование	без удобрений	51	84	68
		N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	86	109	98

В целом по опыту можно заключить, что применение сидерального удобрения приводит к увеличению выноса растениями азота, фосфора и калия. Если вынос азота восполняется бобовым сидератом, то увеличение выноса фосфора и калия приводит к снижению их содержания в почве. Следовательно, при применении сидерального удобрения потребность в фосфорных и калийных удобрениях возрастает.

Исходя из урожайных данных, и химического состава урожая были рассчитаны коэффициенты использования питательных элементов из сидерального удобрения. При поверхностной заделке сидерата по сравнению с отвальной вспашкой увеличивалось использование фосфора и калия и снижалось – азота (табл. 10). Это можно объяснить более интенсивной минерализацией сидерального удобрения. На фоне применения минеральных удобрений использование

питательных элементов из сидерального удобрения возрастало. При запашке сидерального удобрения коэффициенты использования азота, фосфора и калия соответственно составили 53, 55 и 40 %. При поверхностной заделке сидерата они были ниже и соответственно составляли 33, 28 и 32 %.

Таблица 10 – Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на использование озимой рожью элементов питания из сидерального удобрения, % (среднее за 1-ю и 2-ю ротации)

Обработка почвы	Минеральные удобрения	Азот	Фосфор	Калий
Вспашка	без удобрений	39	24	22
	N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	53	55	40
Дискование	без удобрений	30	26	25
	N ₆₀ P ₃₀ K ₉₀	33	28	32

3.2 Эффективность подсевного сидерата при возделывании озимой ржи

Азот является важнейшим элементом минерального питания растений. От обеспеченности почвы азотом зависит величина и качество урожая сельскохозяйственных культур. Данные проведенных анализов свидетельствуют, что в период весеннего кущения на содержание минерального азота в почве влияли применяемые минеральные и сидеральные удобрения (табл. 11).

В среднем по двум закладкам наименьшее количество минерального азота в почве было при возделывании озимой ржи по занятому пару без минеральных удобрений и подсевной вики и составляло 9,5 мг/кг. Применение подсевной вики увеличило обеспеченность почвы минеральным азотом до 12,0 мг/кг. В почве удобренной азотным удобрением содержание минерального азота было выше и составило 12,9 мг/кг. При возделывании озимой ржи по сидеральному пару обеспеченность ее минеральным азотом была выше. В почве без внесения

минеральных удобрений и использования подсевной вики количество минерального азота составило 15,0 мг/кг, а при применении минеральных удобрений 18,4 мг/кг. Использование подсевной вики положительно влияло на обеспеченность почвы минеральным азотом. При ее применении количество минерального азота на не удобренном фоне составило 17,9 мг/кг, а на удобренном – 22,7 мг/кг.

Таблица 11 – Влияние предшественников и удобрений на содержание минерального азота в почве, мг/кг (весеннее кущение)

Вид пара	Минеральные удобрения	Подсевная вика	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Занятый пар	без удобрений	без подсева	7,9	11,2	9,5
		с подсевом	11,6	12,4	12,0
	NPK	без подсева	8,6	17,2	12,9
		с подсевом	13,2	19,5	16,3
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	14,6	15,4	15,0
		с подсевом	19,7	16,1	17,9
	NPK	без подсева	15,7	21,2	18,4
		с подсевом	22,9	22,5	22,7

Применение сидеральных удобрений положительно сказалось на содержании элементов питания в растениях озимой ржи. Содержание азота в растениях озимой ржи, как в первой закладке, так и во второй в фазу выхода в трубку было выше, по сравнению с занятым паром (табл. 12). В растениях озимой ржи первой закладки содержание увеличилось на 0,12 %, а второй – на 0,20 %. В среднем по двум закладкам в варианте без удобрений в растениях озимой ржи выращиваемых по сидеральному пару содержание азота составило 3,02%, а по занятому пару – 2,85 %. При применении подсевной вики содержание азота возросло на 0,1 и 0,09 % соответственно. Максимальное содержание азота было в растениях озимой ржи, выращенных с применением азотных удобрений.

Таблица 12 – Содержание азота в растениях озимой ржи в фазу выхода в трубку, %

Вид пара	Минеральные удобрения	Подсевная вика	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Занятый пар	без удобрений	без подсева	3,00	2,71	2,85
		с подсевом	3,06	2,82	2,94
	NPK	без подсева	3,33	3,05	3,19
		с подсевом	3,39	3,15	3,27
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	3,12	2,91	3,02
		с подсевом	3,21	3,02	3,12
	NPK	без подсева	3,32	3,26	3,29
		с подсевом	3,40	3,38	3,39

При их применении содержание азота в растениях озимой ржи выращиваемой по занятому пару составило 3,19 %, а по сидеральному 3,29 %. Применение подсевной вики увеличило содержание азота в растениях на удобренном фоне соответственно до 3,27 и 3,39 %.

Таблица 13 – Содержание фосфора в растениях озимой ржи в фазу выхода в трубку, %

Вид пара	Минеральные удобрения	Подсевная вика	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Занятый пар	без удобрений	без подсева	1,26	1,20	1,23
		с подсевом	1,26	1,18	1,22
	NPK	без подсева	1,20	1,24	1,22
		с подсевом	1,19	1,24	1,22
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	1,22	1,28	1,25
		с подсевом	1,21	1,29	1,25
	NPK	без подсева	1,27	1,30	1,28
		с подсевом	1,24	1,30	1,27

Применение полного сидерального удобрения положительно сказалось на содержании фосфора в растениях озимой ржи. В фазу выхода в трубку содержание фосфора в растениях, выращиваемых по сидеральному пару, было выше,

по сравнению с занятым паром (табл. 13). В среднем по двум закладкам оно увеличивалось на 0,02 % и составило 1,25 %. Максимальное содержание фосфора 1,28 % было в растениях озимой ржи выращенных по сидеральному пару с применением минеральных удобрений. Подсевная вика не оказывала влияния на содержание фосфора в растениях озимой ржи.

На содержание калия в растениях озимой ржи как в первой, так и во второй закладке положительное влияние оказывали минеральные удобрения и заплата викоовсяного сидерата (табл. 14).

Таблица 14 – Содержание калия в растениях озимой ржи в фазу выхода в трубку, %

Вид пара	Минеральные удобрения	Подсевная вика	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Занятый пар	без удобрений	без подсева	2,75	2,59	2,67
		с подсевом	2,72	2,58	2,65
	NPK	без подсева	2,78	2,73	2,76
		с подсевом	2,82	2,80	2,81
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	2,78	3,00	2,89
		с подсевом	2,77	3,02	2,90
	NPK	без подсева	2,97	3,11	3,04
		с подсевом	2,87	3,05	2,96

Применение подсевной вики не влияло на содержание калия в растениях озимой ржи. В фазу выхода в трубку содержание калия в растениях озимой ржи, выращиваемых по сидеральному пару, было выше, по сравнению с занятым паром. В среднем по двум закладкам в варианте без удобрений оно соответственно составило 2,89 и 2,67 %. В растениях озимой ржи выращенных с применением минеральных удобрений содержание калия возросло соответственно до 3,04 и 2,76 %.

Благоприятные погодные условия 2008 года позволили получить высокую урожайность озимой ржи. В зависимости от изучаемых факторов она варьировала от 2,85 т/га до 4,7 т/га. Наименьшая урожайность зерна была получена

при возделывании озимой ржи по занятому пару без применения минеральных удобрений и подсевного сидерата и составила 2,85 т/га (табл. 15, прил. 43). При возделывании озимой ржи по сидеральному пару урожайность зерна составила 3,57 т/га. Применение расчетных доз удобрений значительно повысило урожайность зерна озимой ржи. В варианте с занятым паром она составила 4,24, а с сидеральным паром до 4,58 т/га. Применение подсевной вики увеличило урожайность зерна озимой ржи возделываемой по занятому пару без применения удобрений на 0,35 т/га, а при их применении на 0,22 т/га. При выращивании озимой ржи по сидеральному пару прибавки урожая от применения подсевной вики были не существенными. Во второй закладке опыта положительное влияние на урожайность зерна озимой ржи оказывали минеральные удобрения, викоовсяный сидерат и подсевная вика. Положительное действие подсевной вики проявилось только при выращивании озимой ржи на не удобренном фоне по занятому пару. В среднем по двум закладкам урожайность зерна озимой ржи возделываемой по занятому пару без применения удобрений составила 2,53 т/га. При применении подсевной вики урожайность возросла до 2,85 т/га. На фоне применения минеральных удобрений урожайность была получена значительно выше и составила 4,16 т/га без применения подсевной вики и 4,33 т/га при ее применении. Сидеральный пар обеспечил значительное повышение урожайности зерна озимой ржи по сравнению с занятым паром. Прибавки урожая зерна составили от 0,57–0,53 т/га на фоне NPK до 0,52–0,75 т/га на фоне без применения удобрений. Анализ структуры урожая озимой ржи показал, что прибавки урожая зерна озимой ржи были обусловлены увеличением количества продуктивных стеблей, количеством зерен в колосе и массой зерна с колоса (прил. 16,46).

Таблица 15 – Влияние сидеральных удобрений на урожайность зерна озимой ржи, т/га

Вид пара (А)	Удобрения (С)	Подсевная вика (Д)	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Занятый пар	без удобрений	без подсева	2,85	2,21	2,53
		с подсевом	3,19	2,52	2,86
	NPK	без подсева	4,24	4,07	4,16
		с подсевом	4,46	4,20	4,33
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	3,56	3,00	3,28
		с подсевом	3,67	3,11	3,38
	NPK	без подсева	4,57	4,87	4,73
		с подсевом	4,69	5,02	4,86
<i>HCP₀₅</i>		А	0,14	0,30	0,18
		С	1,17	0,25	0,20
		Д	0,16	0,20	0,14

Применяемые удобрения влияли на качество зерна озимой ржи. В первой закладке опыта в зерне озимой ржи выращенной по занятому пару без применения удобрений содержание сырого белка составляло 8,1 %, а по сидеральному пару 8,4 %. При применении минеральных удобрений оно возросло соответственно до 9,0 и 10,2 %. Применение подсевной вики не влияло существенным образом на содержание в зерне сырого белка (табл. 16, прил. 33, 34, 44). Во второй закладке опыта влияние удобрений на содержание сырого белка в зерне было аналогичным. В среднем по двум закладкам содержание сырого белка в зерне озимой ржи возделываемой по занятому пару без применения удобрений составило 8,5 %. При применении подсевной вики оно возросло до 9,3 %. На фоне применения минеральных удобрений содержание сырого белка в зерне было значительно выше и составило 9,8 % без применения подсевной вики и 9,2 % при ее применении. Сидеральный пар обеспечил значительное повышение содержания сырого белка в зерне озимой ржи по сравнению с занятым паром. При выращивании озимой ржи по сидеральному пару без удобрений и

подсевной вики содержание сырого белка в зерне составило 9,7 %. При применении подсевной вики оно возросло до 10,4 %. Максимальное содержание сырого белка 11,5 % было в зерне озимой ржи выращенной по сидеральному пару с применением минеральных удобрений и подсевной вики.

Таблица 16 – Влияние сидеральных удобрений на содержание сырого протеина в зерне, %

Вид пара (А)	Удобрения (С)	Подсевная вика (Д)	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Занятый пар	без удобрений	без подсева	8,1	8,8	8,5
		с подсевом	8,3	10,3	9,3
	NPK	без подсева	9,0	10,7	9,8
		с подсевом	9,0	9,5	9,2
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	8,4	10,9	9,7
		с подсевом	8,4	12,4	10,4
	NPK	без подсева	10,2	11,0	10,6
		с подсевом	10,2	12,9	11,5
<i>HCP₀₅</i>		А	0,2	0,7	0,6
		С	0,2	1,0	0,1
		Д	$F_p < F_T$	$F_p < F_T$	0,5

Влияние сидеральных удобрений на массу 1000 зерен, озимой ржи было следующим. В первой закладке масса 1000 зерен изменялась от 28,5 г. до 31,7 г. (табл. 17). Все изучаемые факторы и сидеральное удобрение, и минеральные удобрения и подсевная вика не влияли существенным образом на значения массы 1000 зерен. Проведение дисперсионного анализа показало, что все изменения происходили в пределах НСР. Во второй закладке картина была несколько иной. Максимальная масса 1000 зерен 32,0 г. была получена при выращивании озимой ржи по сидеральному пару без удобрений и подсевной вики. При применении минеральных удобрений она снижалась. Применение подсевной вики не влияло существенным образом на значения массы 1000 зерен. В среднем по двум закладкам масса 1000 зерен изменялась от 29,5 г. до 31,4 г. Максимальная

масса 1000 зерен 31,4 г. была получена при выращивании озимой ржи по занятому пару без удобрений и подсевной вики. Влияние сидеральных удобрений было не существенным, а минеральные удобрения снижали значения массы 1000 зерен.

Таблица 17 – Влияние сидеральных удобрений на массу 1000 зерен, озимой ржи, г.

Вид пара (А)	Удобрения (С)	Подсевная вика (Д)	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Занятый пар	без удобрений	без подсева	31,0	30,3	31,4
		с подсевом	31,7	31,0	30,4
	NPK	без подсева	29,0	28,1	30,7
		с подсевом	28,6	30,2	29,8
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	28,5	32,0	30,2
		с подсевом	29,0	30,9	30,5
	NPK	без подсева	30,4	29,5	29,5
		с подсевом	30,5	31,1	30,7
<i>HCP₀₅</i>		А	$F_p < F_T$	1,0	$F_p < F_T$
		С	$F_p < F_T$	0,5	0,7
		Д	$F_p < F_T$	$F_p < F_T$	$F_p < F_T$

Натурная масса зерна озимой ржи в первой закладке изменялась от 701 до 717 г/л, а во второй с 725 до 763 г/л (табл. 18). Значения натурной массы зерна определялись почвенно-климатическими условиями. Математическая, обработка результатов показала, что как в первой, так и во второй закладке все изучаемые факторы и сидеральное удобрение, и минеральные удобрения и подсевная вика не влияли существенным образом на значения натурной массы зерна.

Таблица 18 – Влияние сидеральных удобрений на натурную массу зерна озимой ржи, г/л.

Вид пара (А)	Удобрения (С)	Подсевная вика (Д)	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Занятый пар	без удобрений	без подсева	717	741	745
		с подсевом	706	725	723
	NPK	без подсева	712	754	727
		с подсевом	705	735	715
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	713	740	732
		с подсевом	702	758	738
	NPK	без подсева	706	763	733
		с подсевом	701	749	729
НСР ₀₅		А	$F_p < F_T$	$F_p < F_T$	$F_p < F_T$
		С	$F_p < F_T$	$F_p < F_T$	$F_p < F_T$
		Д	15	$F_p < F_T$	$F_p < F_T$

Вынос элементов питания сельскохозяйственными культурами определяется величиной урожая и химическим составом (табл. 19).

Таблица 19 – Вынос азота, фосфора и калия зерном и соломой озимой ржи, кг/га (в среднем по двум закладкам)

Вид пара	Удобрения	Подсевная вика	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Занятый пар	без удобрений	без подсева	54,3	37,4	60,4
		с подсевом	62,3	39,1	67,6
	NPK	без подсева	107,7	62,1	100,0
		с подсевом	119,2	67,9	105,9
Сидеральный пар	без удобрений	без подсева	79,2	49,2	85,7
		с подсевом	84,4	48,7	78,1
	NPK	без подсева	133,6	76,7	117,0
		с подсевом	146,8	81,2	120,0

Как показали результаты расчетов в больших количествах озимой рожью поглощалось азота и калия и меньше выносилось из почвы фосфора. Выращи-

вание озимой ржи по сидеральному пару увеличивало вынос питательных элементов из почвы. По сравнению с занятым паром вынос азота увеличился на фоне без удобрений на 24,9 кг/га, фосфора на 11,08 кг/га и калия на 25,3 кг/га. При применении минеральных удобрений вынос возрастал. Максимальный вынос азота был при выращивании озимой ржи по сидеральному пару с применением удобрений и составил без применения подсевной вики 133,6 кг/га, а при ее применении 146,8 кг/га. На данном варианте был максимальный вынос фосфора 81,2 кг/га и калия 120,0 кг/га.

Расчеты использования питательных элементов из сидеральных удобрений показали, что в первой закладке из викоовсяного сидерата озимой рожью использовалось азота 18 %, фосфора 28 % и калия 21 % (табл. 20). Во второй закладке эти показатели были несколько выше и составили азота 50 %, фосфора 43 % и калия 46 %.

Таблица 20 – Использование питательных элементов из сидеральных удобрений, %

Элемент	Викоовсяный сидерат			Подсевная вика		
	1-я закладка	2-я закладка	среднее	1-я закладка	2-я закладка	среднее
Азот	18	50	34	86	76	81
Фосфор	28	43	35	58	58	58
Калий	21	46	34	66	84	75

В среднем по двум закладкам озимой рожью из викоовсяного сидерата использовалось азота 34 %, фосфора 35 % и калия 34 %. Использование питательных элементов подсевной вики было более интенсивным. В среднем по двум закладкам озимой рожью из подсевного сидерата использовалось азота 81 %, фосфора 58 % и калия 75 %.

3.3 Влияние последствия сидерального удобрения на урожайность и качество клубней картофеля

Последствие применения сидерального удобрения изучали на картофеле и ячмене. Количество сорняков на посадках картофеля изменялось от 20 до 48 шт./м², и зависело от вида севооборота и применяемых удобрений. При выращивании картофеля в севообороте с занятым паром без удобрений, количество сорных растений составляло 36 шт./м², а при применении удобрений 32 шт./м². В севообороте с чистым паром, без применения минеральных удобрений, количество сорных растений на посадках картофеля составило 24 шт./м², а на удобренном фоне 20 шт./м². На посадках картофеля, выращиваемых в севообороте с сидеральным паром без удобрений, количество сорняков составило 48 шт./м², при применении минеральных удобрений количество сорняков уменьшилось до 40 шт./м². (рисунок 1, прил. 19)

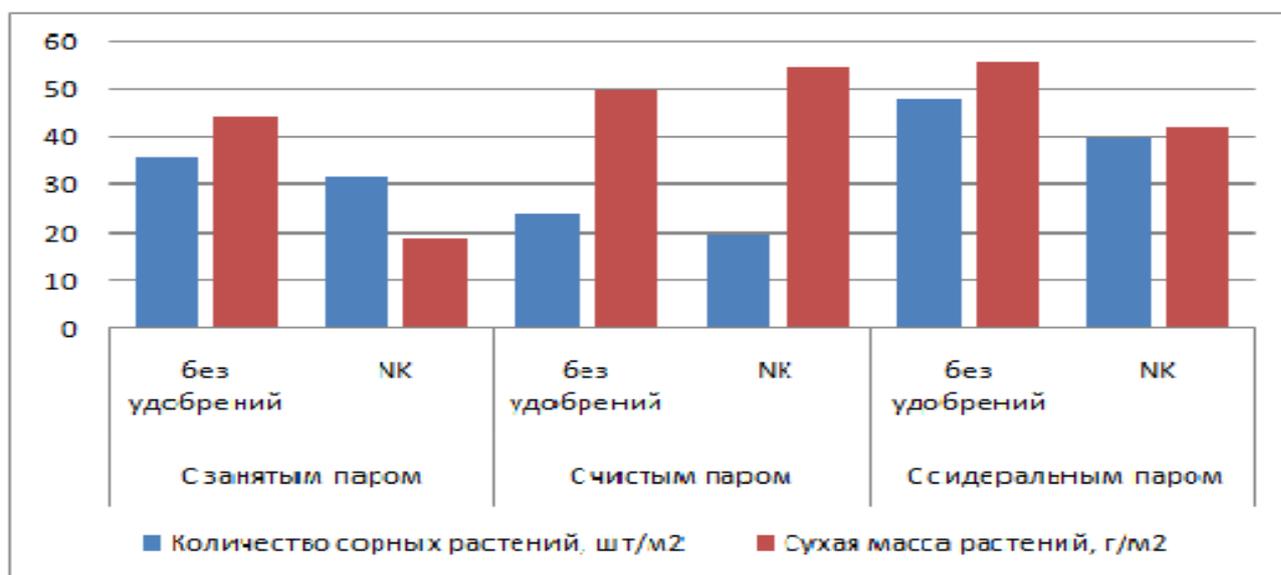


Рисунок 1 – Влияние вида севооборота и удобрений на засоренность посадок картофеля.

Наименьшее количество сорных растений было в севообороте с чистым паром, при применении минеральных удобрений. Максимальное количество сорных растений было в севообороте с сидеральным паром, без применения удобрений. Минимальная сухая масса сорных растений 19,0 г/м² была в севооб-

ороте с занятым паром, при применении минеральных удобрений. Максимальная масса 54,7 г/м² была в севообороте с чистым паром, с применением минеральных удобрений.

Изучаемые факторы влияли на содержание элементов питания в сорных растениях на посадках картофеля (табл. 21). Содержание азота в сорных растениях составляло 2,05–3,05 %, фосфора 0,84–1,28 %, калия 2,52–3,04 %. Максимальное содержание азота 3,05 % было в сорняках, произраставших в севообороте с занятым паром, без удобрений. Фосфора больше содержалось в сорняках, произраставших в севообороте с занятым паром, на удобренном фоне. Максимальное количество калия содержали сорные растения, произраставшие в севообороте с чистым паром при применении минеральных удобрений.

Таблица 21 – Содержание NPK в сорной растительности на посадках картофеля, %

Вид севооборота	Удобрение	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
С занятым паром	без удобрений	3,05	1,14	2,52
	NK	2,68	1,28	2,7
С чистым паром	без удобрений	3,1	0,93	3,04
	NK	2,05	0,84	2,7
С сидеральным паром	без удобрений	2,9	1,04	2,53
	NK	2,38	0,9	2,8

Вынос питательных элементов сорной растительностью на посадках картофеля был следующим (табл. 22). В севообороте с занятым паром вынос азота, фосфора и калия составил 4,5–13,5, 2,0–5,0 и 4,1–11,1 кг/га соответственно. В севообороте с чистым паром вынос азота составил 6,0–15,5 кг/кг, фосфора 2,4–4,7 кг/га и калия 6,8–15,2 кг/га. В севообороте с сидеральным паром вынос составил 7,1–20 кг/га азота, 3,3–9,3 кг/га фосфора и 10,8–18,0 кг/га калия. Максимальный вынос элементов питания был в севообороте с сидеральным паром, без применения минеральных удобрений.

Таблица 22 – Вынос элементов питания сорными растениями, кг/га

Вид севооборота	Удобрение	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
С занятым паром	без удобрений	13,5	5,0	11,1
	N ₈₀ K ₁₄₀	5,1	2,4	5,1
С чистым паром	без удобрений	15,5	4,7	15,2
	N ₈₀ K ₁₄₀	11,2	4,6	14,8
С сидеральным паром	без удобрений	16,2	5,8	14,1
	N ₈₀ K ₁₄₀	10,1	3,8	11,4

На картофеле изучалась эффективность минеральных удобрений, и последствие сидерального удобрения (табл. 24, прил. 6).

Таблица 24 – Влияние последствия сидерального удобрения на урожайность клубней картофеля, т/га.

Вид севооборота (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Урожайность, т/га	Прибавка по фактору, т/га		
				А	В	С
С занятым паром	вспашка	без удобрений	17,67	0,46	–	–
		N ₈₀ K ₁₄₀	22,88	0,12	0,35	5,21
	вспашка	без удобрений	17,96	0,55	0,29	–
		N ₈₀ K ₁₄₀	22,53	–	–	4,57
С чистым паром	вспашка	без удобрений	17,21	–	–	–
		N ₈₀ K ₁₄₀	22,76	–	–	5,55
	вспашка	без удобрений	17,41	–	0,2	–
		N ₈₀ K ₁₄₀	22,84	–	0,08	5,43
С сидеральным паром	вспашка	без удобрений	19,10	1,89	–	–
		N ₈₀ K ₁₄₀	23,17	0,41	–	4,07
	вспашка	без удобрений	19,86	2,45	0,76	–
		N ₈₀ K ₁₄₀	23,40	0,56	0,23	3,54
<i>HCP</i> ₀₅				1,84	F _p < F _t	1,43

Изучаемые факторы оказали положительное влияние на урожайность картофеля. Урожайность клубней картофеля составила 17,21–23,40 т/га. Минимальная урожайность была получена в севообороте с чистым паром, без удоб-

рений. Максимальная урожайность получена в севообороте с сидеральным паром, при применении расчетных доз минеральных удобрений. В севообороте с занятым паром урожайность варьировала от 17,67 до 22,88 т/га, с чистым паром от 17,21 до 22,84 т/га и с сидеральным паром от 19,1 до 23,4 т/га.

Последствие сидерального удобрения не дало существенной прибавки урожая клубней картофеля. При применении минеральных удобрений получены достоверные прибавки урожая. Так при внесении расчетных доз минеральных удобрений прибавки составили 3,54–5,55 т/га.

На качество клубней картофеля минеральные удобрения, и последствие сидерата влияли следующим образом (табл. 25, прил. 7–9).

Таблица 25 – Влияние последствия сидерального удобрения на качество клубней картофеля

Вид севооборота (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Сухое вещество	Крахмал	Нитраты, мг/кг.
			%		
С занятым паром	вспашка	без удобрений	26,2	16,8	34
		НК	25,8	16,9	48
	вспашка	без удобрений	25,5	16,8	36
		НК	24,7	17,7	54
С чистым паром	вспашка	без удобрений	25,8	17,0	37
		НК	26,3	18,0	51
	вспашка	без удобрений	27,0	17,9	38
		НК	26,0	17,5	45
С сидеральным паром	вспашка	без удобрений	25,9	18,3	42
		НК	24,8	18,1	45
	вспашка	без удобрений	26,5	18,4	40
		НК	28,0	18,8	47
<i>HCP</i> ₀₅		А В С	А – 1,3 F _{расч.} < F _{табл.} F _{расч.} < F _{табл.}	F _{расч.} < F _{табл.} F _{расч.} < F _{табл.} F _{расч.} < F _{табл.}	А – 19 F _{расч.} < F _{табл.} F _{расч.} < F _{табл.}

Содержание сухого вещества в севообороте с занятым паром составило 24,7–26,2 %, с чистым паром 25,8–27,0 % и с сидеральным паром 24,8–28,0 %. Минеральные удобрения и фактор обработки почвы не оказывали существенного влияния на содержание сухого вещества в клубнях картофеля.

Содержание крахмала в клубнях картофеля составило 16,8–18,8 %. В севообороте с занятым паром содержание изменялось от 16,8 до 17,7 %, в севообороте с чистым паром от 17 до 18 % и в севообороте с сидеральным паром от 18,1 до 18,8 %. Содержание нитратов в клубнях картофеля составило 34–54 мг/кг. В севообороте с занятым паром содержание составило 34–54 мг/кг, с чистым паром 37–51 мг/кг и с сидеральным паром 40–47 мг/кг. При внесении расчетных доз минеральных удобрений содержание нитратов в клубнях увеличивалось. Содержание нитратов в урожае было ниже предельно допустимой концентрации (250 мг/кг).

3.4 Влияние последствия сидерального удобрения на урожайность и качество зерна ячменя

При возделывании ячменя по занятому пару без удобрений количество сорных растений составляло 56 шт./м², а при применении удобрений их количество составило до 28 шт./м². При возделывании ячменя по чистому пару без применения минеральных удобрений количество сорняков составило 36 шт./м², а на удобренном фоне 24 шт./м². При выращивании ячменя по сидеральному пару без удобрений, количество сорных растений составило 44 шт./м², при применении минеральных удобрений их количество возросло до 54 шт./м². Таким образом, наименьшее количество сорных растений было в посевах ячменя, севооборота с чистым паром с применением удобрений. Сухая масса сорных растений составила 19,7–49,2 г/м². В севообороте с занятым паром масса растений составила 33,8–49,2 г/м², с чистым паром 19,7–45,7 г/м², с сидеральным паром 47,7–48,8 г/м² (рисунок 2, прил. 20).

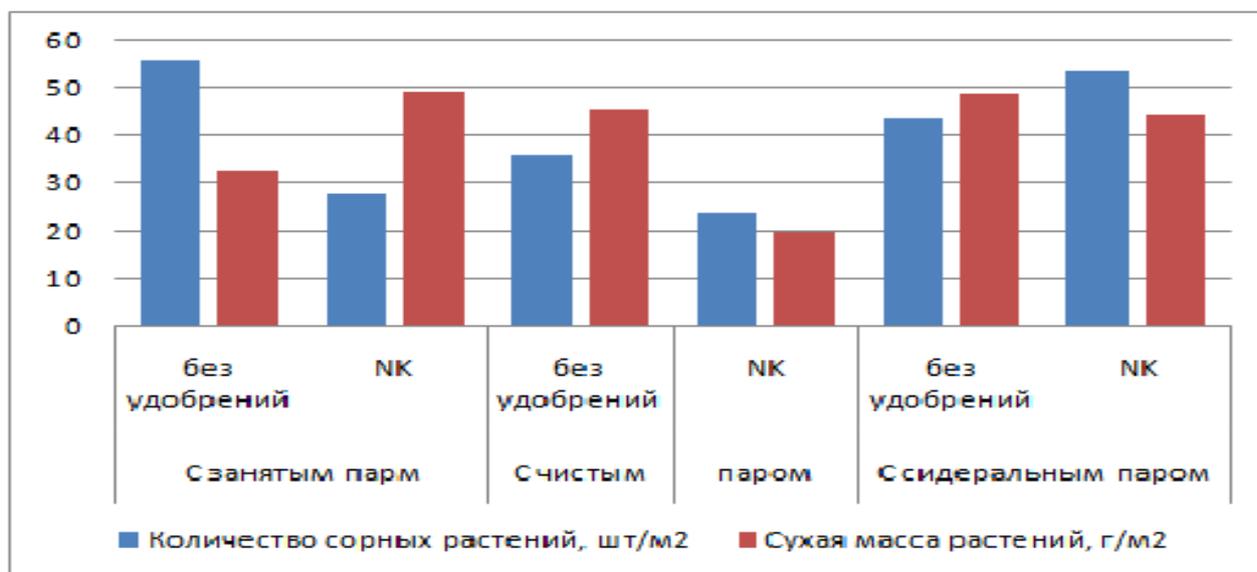


Рисунок 2 – Влияние вида севооборота и удобрений на засоренность посевов ячменя.

Содержание элементов питания в сорных растениях на посевах ячменя было следующим (табл. 26). Количество азота изменялось от 1,24 до 1,68 %, фосфора от 0,53 до 0,77 % и калия от 1,52 до 2,15 %. Максимальное количество азота 1,68 % было в сорных растениях севооборота с сидеральным паром, на фоне минеральных удобрений.

Таблица 26 – Содержание NPK в сорной растительности на посевах ячменя, %

Вид севооборота	Удобрения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
С занятым паром	без удобрений	1,24	0,53	1,84
	N ₃₀ K ₂₅	1,58	0,77	2,15
С чистым паром	без удобрений	1,6	0,66	1,87
	N ₃₀ K ₂₅	1,63	0,54	1,96
С сидеральным паром	без удобрений	1,56	0,63	1,52
	N ₃₀ K ₂₅	1,68	0,61	1,93

Наибольшее количество фосфора 0,77 % и калия 2,15 % было в сорняках посевов ячменя севооборота с занятым паром, при применении расчетных доз минеральных удобрений. В посевах ячменя севооборота с занятым паром в сорняках содержание азота, фосфора и калия составило 1,24–1,58 %, 0,53–0,77 % и 1,84–2,15 % соответственно. В сорных растениях севооборота с чистым паром содержание азота составило 1,6–1,63 %, фосфора 0,54–0,66 % и ка-

лия 1,87–1,96 %, севооборота с сидеральным паром содержание соответственно составило 1,56–1,68 %, 0,61–0,63 % и 1,52–1,93 %.

Расчет выноса питательных элементов сорной растительностью на посевах ячменя показал, что максимальное количество элементов питания было вынесено сорняками в севообороте с занятым паром, при применении минеральных удобрений (табл. 27).

Таблица 27 – Вынос элементов питания сорным растениями, кг/га

Вид севооборота	Удобрения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
С занятым паром	без удобрений	4,1	1,7	6,0
	N ₃₀ K ₂₅	7,8	3,8	10,6
С чистым паром	без удобрений	7,3	3,0	8,5
	N ₃₀ K ₂₅	3,2	1,1	3,9
С сидеральным паром	без удобрений	7,6	3,1	7,4
	N ₃₀ K ₂₅	7,5	2,7	8,6

Так, в севообороте с занятым паром вынос азота сорной растительностью составил 4,1–7,8 кг/га, фосфора 1,1–3,8 кг/га и калия 3,9–10,6 кг/га.

Как показали учет урожая, и его математическая обработка влияние изучаемых факторов на формирование урожая ячменя было разным. Положительное влияние на величину урожая оказали минеральные удобрения. Вид севооборота и способы основной обработки почвы не изменяли урожайности зерна ячменя. Урожайность зерна ячменя составила 1,96–2,41 т/га. В севообороте с занятым паром урожайность составила 1,96–2,41 т/га, в севообороте с чистым паром 1,78–2,38 т/га и с сидеральным паром 1,88–2,41 т/га. Внесенное в 2010 г. сидеральное удобрение не оказывало влияния на урожайность зерна ячменя. Применение минеральных удобрений обеспечило значительное увеличение урожайности зерна ячменя. Так в севообороте с занятым паром прибавки урожая зерна составили 0,45–0,48 т/га, с чистым паром 0,34–0,6 т/га и с сидеральным паром 0,46–0,5 т/га. Максимальная урожайность зерна была получена при возделывании ячменя в севообороте с занятым и сидеральным паром при при-

менении расчетных доз удобрений и при использовании в качестве основной обработки вспашки. Прибавки урожая зерна ячменя были обусловлены увеличением продуктивной кустистости, количества зерен в колосе и массы зерна с колоса (табл. 28, прил. 10).

Таблица 28 – Влияние последействия сидерального удобрения на урожайность зерна ячменя, т/га

Вид севооборота (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Урожайность, т/га	Прибавка по фактору		
				А	В	С
С занятым паром	вспашка	без удобрений	1,96	–	0,07	–
		N ₃₀ K ₂₅	2,41	0,03	0,04	0,45
	дискование	без удобрений	1,89	0,11	–	–
		N ₃₀ K ₂₅	2,37	–	–	0,48
С чистым паром	вспашка	без удобрений	2,04	–	0,26	–
		N ₃₀ K ₂₅	2,38	–	–	0,34
	дискование	без удобрений	1,78	–	–	–
		N ₃₀ K ₂₅	2,38	–	–	0,6
С сидеральным паром	вспашка	без удобрений	1,95	–	0,07	–
		N ₃₀ K ₂₅	2,41	0,03	0,03	0,46
	дискование	без удобрений	1,88	0,1	–	–
		N ₃₀ K ₂₅	2,38	–	–	0,5
<i>HCP</i> ₀₅				F _{расч.} < F _{табл.}	F _{расч.} < F _{табл.}	0,22

Вид севооборота, минеральные удобрения на качество зерна ярового ячменя влияли следующим образом (табл. 29, прил. 11, 12, 21). Количество сырого протеина в зерне ячменя, выращенного в севообороте с занятым паром, составило 9,1–11,7 %. В севообороте с чистым паром содержание сырого протеина составило 10,4–11,2 %, в севообороте с сидеральным паром 10,3–11,3 %. Натурная масса зерна ячменя составила 650–671 г/л. В севообороте с занятым паром натурная масса составила 662–671 г/л, с чистым паром 658–671 г/л и с сидеральным паром 650–666 г/л.

Таблица 29 – Влияние последствия сидерального удобрения на качество зерна ячменя

Вид севооборота (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Сырой протеин, %	Нагура, г/л.	Масса 1000 зерен, г.
С занятым паром	вспашка	без удобрений	11,7	666	29,2
		N ₃₀ K ₂₅	10,4	663	29,1
	дискование	без удобрений	9,1	662	28,9
		N ₃₀ K ₂₅	11,4	671	29,2
С чистым паром	вспашка	без удобрений	11,2	660	30,5
		N ₃₀ K ₂₅	10,8	671	31,5
	дискование	без удобрений	10,4	668	29,6
		N ₃₀ K ₂₅	11,0	658	28,5
С сидеральным паром	вспашка	без удобрений	10,9	650	27,8
		N ₃₀ K ₂₅	10,3	661	28,3
	дискование	без удобрений	11,3	666	29,4
		N ₃₀ K ₂₅	11,2	662	30,8
НСР ₀₅		А	А – 0,38	F _{расч.} < F _{табл}	F _{расч.} < F _{табл}
		В	F _{расч.} < F _{табл}	F _{расч.} < F _{табл}	F _{расч.} < F _{табл}
		С	F _{расч.} < F _{табл}	F _{расч.} < F _{табл}	F _{расч.} < F _{табл}

В севообороте с занятым паром масса 1000 зерен составила 28,9–29,2 г, в севообороте с чистым паром 28,5–31,5 г и в севообороте с сидеральным паром 27,8–30,8 г. Максимальная масса 1 000 зерен была 31,5 г в севообороте с чистым паром, при использовании в качестве основной обработки почвы вспашки, и при применении минеральных удобрений.

3.5 Агрохимические показатели почвы в конце ротации севооборота

Проведение агрохимического анализа почвы в конце ротации севооборота после уборки ячменя выявило, что содержание азота по всем видам севооборота снизилось, и составило 5,9–9,8 мг/100 г почвы (табл. 30). В севообороте с заня-

тым и чистым паром содержание азота в почве изменялось от 5,9 до 8,4 мг/100 г почвы, в севообороте с сидеральным паром от 6,7 до 9,8 мг/100 г почвы.

Таблица 30 – Агрохимические показатели почвы в конце ротации севооборота

Вид пара (А)	Обработка (В)	Удобрение (С)	Содержание, мг/100 г.			рН	Гумус, %
			N _{лг.}	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Занятый пар	вспашка	без удобрений	8,4	21,7	12,8	6,1	1,84
		НРК	6,2	22,2	15,3	6,1	-
	дискование	без удобрений	7,4	21,7	12,8	6,3	1,86
		НРК	8,4	20,5	12,5	6,4	-
Чистый пар	вспашка	без удобрений	8,4	20,5	11,3	6,3	1,80
		НРК	5,9	20	11,9	6,2	-
	дискование	без удобрений	7	22,2	11,7	6,4	1,83
		НРК	7,6	22,2	15,9	6,4	-
Сидеральный пар	вспашка	без удобрений	7	20,5	10,9	6,2	1,88
		НРК	6,7	20	14,4	6,2	-
	дискование	без удобрений	9	21,7	11,9	6,4	1,89
		НРК	8,4	22,8	14,1	6,3	

Максимальное количество азота было в почве севооборота с сидеральным паром, при использовании в качестве основной обработки почвы дискования, при применении расчетных доз минеральных удобрений. Содержание в почве фосфора в конце ротации составило 20–23,4 г/100 г почвы. В севообороте с занятым паром содержание составило 20,5–22,2 мг/100 г почвы, с чистым паром 20–22,8 мг/100 г почвы и с сидеральным паром 20–23,4 мг/100 г почвы. Максимальное количество фосфора было в почве севооборота с сидеральным паром, при использовании дискования, минеральных удобрений. Содержание калия изменялось от 10 до 15,9 мг/100 г почвы. В севообороте с занятым паром его содержание в почве составило 12,5–15,3 мг/100 г почвы, с чистым паром 11,3–15,9 мг/100 г почвы и с сидеральным паром 10–15,1 мг/100 г почвы. Использование минеральных удобрений в севообороте увеличивало содержание калия в

почве. Применение сидерального удобрения положительно влияло на содержание гумуса в почве. К концу второй закладки опыта в почве с ежегодной вспашкой содержание гумуса составило 1,88 %, а с комбинированной обработкой почвы 1,89 %. Минимальное содержание гумуса в почве 1,80 и 1,83 % было в почве севооборота с чистым паром. В почве севооборота с занятым паром при ежегодной вспашке содержание гумуса составило 1,84 %, а при комбинированной обработке 1,86 %. Таким образом, применение сидерального удобрения в севообороте положительно влияло на содержание гумуса, но увеличивало дефицит фосфора и калия в почве.

3.6 Влияние сидеральных удобрений на продуктивность севооборота

Анализ урожайности культур в целом за севооборот показал, что использование сидератов и минеральных удобрений увеличивало продуктивность севооборотов. Урожайность зерна озимой ржи, клубней картофеля и зерна ячменя в севообороте с сидеральным паром была выше по сравнению с чистым и занятым паром (табл. 31). Сбор зерновых единиц в севообороте с занятым паром составил 9,79–13,42 т/га, в севообороте с чистым паром 8,79–12,92 т/га и в севообороте с сидеральным паром 9,57–13,07 т/га. Минимальная продуктивность была 8,79 т/га в севообороте с чистым паром, при применении в качестве основной обработки почвы дискования и без применения удобрений. Максимальный сбор зерновых единиц 13,42 т/га был получен в севообороте с занятым паром при использовании в качестве основной обработки почвы дискования и применении расчетных доз минеральных удобрений.

Таблица 31 – Продуктивность севооборота, зерн.ед. т/га

Вид пара (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Урожайность, т/га				
			викоовес	озимая рожь	картофель	ячмень	сумма
Занятый пар	вспаха	без удобрений	1,20	2,21	4,42	1,96	9,79
		НРК	1,20	4,07	5,72	2,41	13,40
	дискование	без удобрений	1,20	2,28	4,49	1,89	9,86
		НРК	1,20	4,22	5,63	2,37	13,42
Чистый пар	вспаха	без удобрений		2,52	4,30	2,04	8,86
		НРК		4,63	5,69	2,38	12,70
	дискование	без удобрений		2,66	4,35	1,78	8,79
		НРК		4,83	5,71	2,38	12,92
Сидеральный пар	вспаха	без удобрений		3,00	4,78	1,95	9,73
		НРК		4,87	5,79	2,41	13,07
	дискование	без удобрений		2,72	4,97	1,88	9,57
		НРК		4,51	5,85	2,38	12,74

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИДЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ

Перспективность любой системы агротехнических мероприятий зависит от экономической эффективности, то есть от затрат средств и труда на возделывание полевой культуры и ее себестоимости. Это определяет выбор той или иной системы в каждом конкретном случае с учетом местных почвенно-климатических условий и требований культур. Используемые приемы экономически эффективны тогда, когда стоимость прибавки урожая окупает все расходы.

Мерой эффективности применения удобрений служит оплата единицы внесенного удобрения прибавкой основной продукции. Себестоимость растениеводческой продукции находится в прямой зависимости от урожайности культуры. Следовательно, увеличение урожайности служит главным резервом увеличения доходности культуры. Чем ниже будет уровень себестоимости производства продукции, тем выше будут показатели экономической эффективности: уровень рентабельности, прибыль.

Таблица 32 – Экономическая эффективность использования подсевного сидерата при возделывании озимой ржи (среднее по 1 и 2 закладке)

Вид пара (А)	Удобрение (В)	Подсевной сидерат (С)	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, тыс. руб.	Затраты на возделывание, тыс. руб./га	Себестоимость урожая, тыс. руб./т	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Занятый	без удобрений	без сидерата	2,68	18,7	12,9	4,4	5,8	44,9
		с сидератом	3,70	25,9	15,8	4,2	10,1	63,9
	NPK	без сидерата	3,43	24,0	13,8	4,0	10,2	73,9
		с сидератом	4,41	30,8	16,6	3,7	14,2	85,5
Сидеральный	без удобрений	без сидерата	3,34	23,3	13,0	3,9	10,3	79,2
		с сидератом	4,35	30,4	15,7	3,6	14,7	93,6
	NPK	без сидерата	3,73	26,1	13,9	3,7	12,2	87,7
		с сидератом	4,68	32,7	16,7	3,5	16,0	95,8

Расчет экономической эффективности возделывания озимой ржи за первую и вторую закладку показал, что ее производство было рентабельно (табл. 32). Применяемые минеральные удобрения и сидераты повышали показатели экономической эффективности. При возделывании озимой ржи по занятому пару без применения минеральных удобрений было получено 5,8 тыс. руб./га чистого дохода, по сидеральному пару 10,3 тыс. руб./га. Применение сидерального удобрения на озимой ржи увеличивало чистый доход на 4,5 тыс. руб./га. Рентабельность производства возросла с 44,9 до 79,2 %, а себестоимость зерна снизилась с 4,4 тыс. руб./т до 3,9 тыс. руб./т. При выращивании озимой ржи по занятому пару при применении минеральных удобрений чистый доход увеличится на 4,0–5,8 тыс. руб./га, а по сидеральному пару на 3,8–4,4 тыс. руб./га. Рентабельность соответственно возросла на 11,6–19 тыс. руб./га и 8,1–14,4 тыс. руб./га.

Применяемые минеральные удобрения и сидераты повышали показатели экономической эффективности возделывания озимой ржи во второй и третьей закладках (табл. 33). При возделывании озимой ржи применение сидерального удобрения и минеральных удобрений увеличивало чистых доход и рентабельность. Себестоимость урожая снижалась. Максимальный чистый доход получен 11,9 тыс. руб./га при выращивании озимой ржи по сидеральному пару, с применением минеральных удобрений.

Таблица 33 – Влияние сидератов, обработки почвы и минеральных удобрений на экономическую эффективность возделывания озимой ржи (среднее по 1 и 2 ротации)

Вид пара (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, тыс. руб.	Затраты на возделывание, тыс. руб./га	Себестоимость урожая, тыс. руб./т	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Занятый	вспах ка	без удобрений	2,18	15,3	12,6	5,8	2,7	21,4
		НРК	3,49	24,4	17,0	4,9	7,4	43,5
	диско- кова- ние	без удобрений	2,12	14,8	12,6	5,9	2,2	17,5
		НРК	3,56	24,9	17,0	4,8	7,9	46,5
Чистый	вспах ка	без удобрений	2,43	17,0	9,8	4,0	7,2	73,5
		НРК	4,02	28,1	17,5	4,4	10,6	60,6
	диско- вание	без удобрений	2,45	17,2	9,8	4,0	7,4	75,5
		НРК	4,05	28,4	17,5	4,3	10,9	62,2
Сидеральный	вспах ка	без удобрений	2,72	19,0	12,6	4,6	6,4	50,8
		НРК	4,19	29,3	17,4	4,2	11,9	68,4
	диско- вание	без удобрений	2,57	18,0	12,6	4,9	5,4	68,0
		НРК	3,96	27,7	17,4	4,4	10,3	59,2

В севообороте показатели экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур были следующими. Применяемые минеральные удобрения и сидераты повышали экономическую эффективность. При возделывании озимой ржи по занятому пару без применения минеральных удобрений было получено 5,8 тыс. руб./га чистого дохода, по сидеральному пару 10,3 тыс. руб./га. Применение сидерального удобрения на озимой ржи увеличивало чистый доход на 4,5 тыс. руб./га. Рентабельность производства возросла с 44,9 до 79,2 %, а себестоимость зерна снизилась с 4,4 тыс. руб./т до 3,9 тыс. руб./т. При выращивании озимой ржи по занятому пару при применении минеральных удобрений чистый доход увеличится на 4,0–5,8 тыс. руб./га, а по сидеральному пару на 3,8–4,4 тыс. руб./га. Рентабельность соответственно

возросла на 11,6–19 тыс. руб./га и 8,1–14,4 тыс. руб./га. Для расчета экономической эффективности всего севооборота были рассчитаны эффективности технологий возделывания всех культур.

Затраты на производство зерна озимой ржи зависели от предшественника, обработки почвы и применяемых минеральных удобрений (табл. 34).

Таблица 34 – Экономическая эффективность возделывания озимой ржи

Вид пара (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, тыс. руб.	Затраты на возделывание, тыс. руб./га	Себестоимость урожая, тыс. руб./т	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
Занятый	вспаха	без удобрений	2,2	15,4	12,4	5,6	2,9	23,7
		НРК	4,1	28,7	16,8	4,0	11,8	70,4
	дискование	без удобрений	2,3	16,1	12,4	5,4	3,6	29,3
		НРК	4,2	29,4	16,8	4,0	12,5	74,6
Чистый	вспаха	без удобрений	2,5	17,5	9,6	3,8	7,8	81,5
		НРК	4,6	32,2	17,3	3,7	14,8	85,8
	дискование	без удобрений	2,7	18,9	9,6	3,5	9,2	96,0
		НРК	4,8	33,6	17,3	3,6	16,2	93,9
Сидеральный	вспаха	без удобрений	3,0	21,0	12,4	4,1	8,5	68,7
		НРК	4,9	34,3	17,2	3,5	17,0	99,0
	дискование	без удобрений	2,7	18,9	12,4	4,6	6,5	51,8
		НРК	4,5	31,5	17,2	3,8	14,2	82,7

Затраты на производство зерна изменялись от 9,6 до 17,3 тыс. руб./га. Минимальные затраты на производство зерна озимой ржи были в севообороте с чистым паром, при использовании в качестве основной обработки почвы вспашки и без применения минеральных удобрений. При применении удобрений в севообороте с чистым паром получены максимальные затраты.

Чистый доход с 1 га посевов озимой ржи зависел от урожайности и затрат на производство зерна, и изменялся от 2,9 до 17,0 тыс. руб./га. В севообороте с

занятым паром чистый доход составил 2,9–12,5 тыс. руб./га, с чистым паром 7,8–16,2 тыс. руб./га и с сидеральным паром 6,5–17,0 тыс. руб./га. Максимальный чистый доход был 17,0 тыс. руб./га в севообороте с сидеральным паром, при использовании в качестве основной обработки почвы вспашки и при применении минеральных удобрений.

Рентабельность возделывания озимой ржи по вариантам варьировала от 23,7 до 99 %. В севообороте с занятым паром рентабельность составила 23,7–74,6 %, с чистым паром 81,5–96 % и с сидеральным паром 51,8–99 %. Максимальная рентабельность получена в севообороте с сидеральным паром, при применении в качестве основной обработки вспашки и при применении минеральных удобрений.

При выращивании картофеля затраты на возделывание зависели от применяемых минеральных удобрений, и составили 120,2–122,7 тыс. руб./га (табл. 35).

Разница затрат была от применяемых минеральных удобрений. По видам севооборота различий не было.

Полученный чистый доход на картофеле изменялся от 53,7 до 111,2 тыс. руб./га. Чистый доход в севообороте с занятым паром составил 55,7–106,2 тыс. руб./га, с чистым паром 53,7–105,2 тыс. руб./га и с сидеральным паром 70,7–111,2 тыс. руб./га. Максимальный чистый доход был получен в севообороте с сидеральным паром, при применении минеральных удобрений.

Рентабельность при возделывании картофеля изменялась от 44,8 до 90,7 %. В севообороте с занятым паром рентабельность составила 46,4–86,6 %, с чистым паром 44,8–85,8 % и с сидеральным паром 58,9–90,7 %. Максимальная рентабельность при возделывании картофеля получена в севообороте с сидеральным паром, при применении минеральных удобрений.

Таблица 35 – Экономическая эффективность возделывания картофеля

Севооборот (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, тыс. руб.	Затраты на возделывание, тыс. руб./га	Себестоимость урожая, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
С занятым паром	вспашка	без удобрений	17,6	176	120,2	6,8	55,7	46,4
		НК	22,9	229	122,7	5,3	106,2	86,6
	вспашка	без удобрений	18,0	180	120,2	6,6	59,7	49,7
		НК	22,5	225	122,7	5,4	102,2	83,4
С чистым паром	вспашка	без удобрений	17,6	176	120,2	6,8	55,7	46,4
		НК	22,8	228	122,7	5,3	105,2	85,8
	вспашка	без удобрений	17,4	174	120,2	6,9	53,7	44,8
		НК	22,8	228	122,7	5,3	105,2	85,8
С сидеральным паром	вспашка	без удобрений	19,1	191	120,2	6,2	70,7	58,9
		НК	23,2	232	122,7	5,2	109,2	89,0
	вспашка	без удобрений	19,8	198	120,2	6,0	77,7	64,7
		НК	23,4	234	122,7	5,2	111,2	90,7

На ячмене затраты зависели от обработки почвы и применяемых минеральных удобрений, не зависели от вида севооборота (табл. 36). Без удобрений затраты составили 7,9 тыс. руб./га, при применении минеральных удобрений 9,2 тыс. руб./га.

Чистый доход на посевах ячменя варьировал от 5,3 до 7,5 тыс. руб./га. Максимальный чистый доход получен при применении минеральных удобрений. Рентабельность изменялась от 58,3 до 81,4 %. В севообороте с занятым паром рентабельность составила 67,1–81,4 %, с чистым паром 58,3–81,4 % и сидеральным паром 67,1–81,4 %. Максимальная рентабельность получена при применении минеральных удобрений.

Таблица 36 – Экономическая эффективность возделывания ячменя

Вид севооборота (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Урожайность, т/га	Стоимость урожая, тыс. руб.	Затраты на возделывание, тыс. руб./га	Себестоимость урожая, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
С занятым паром	вспаха	без удобрений	2,0	14,0	7,9	3,9	6,0	75,9
		НК	2,4	16,8	9,2	3,8	7,5	81,4
	дискование	без удобрений	1,9	13,3	7,9	4,1	5,3	67,1
		НК	2,4	16,8	9,2	3,8	7,5	81,4
С чистым паром	вспаха	без удобрений	2,0	14,0	7,9	3,9	6,0	75,9
		НК	2,4	16,8	9,2	3,8	7,5	81,4
	дискование	без удобрений	1,8	12,6	7,9	4,4	4,6	58,3
		НК	2,4	16,8	9,2	3,8	7,5	81,4
С сидеральным паром	вспаха	без удобрений	2,0	14,0	7,9	3,9	6,0	75,9
		НК	2,4	16,8	9,2	3,8	7,5	81,4
	дискование	без удобрений	1,9	13,3	7,9	4,1	5,3	67,1
		НК	2,4	16,8	9,2	3,8	7,5	81,4

Расчет экономической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур в целом за севооборот показал, что изучаемые факторы оказывали влияние на чистый доход и на рентабельность (табл. 37).

Минимальные затраты на возделывание культур составили 137,8 тыс. руб./га в севообороте с чистым паром, без применения минеральных удобрений. Максимальные затраты составили 149,2 тыс. руб./га в севообороте с чистым паром, при применении в качестве основной обработки почвы дискования и минеральных удобрений; и в севообороте с сидеральным паром при применении удобрений.

Таблица 37 – Экономическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте

Вид севооборота (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Стоимость урожая, тыс. руб.	Затраты на возделывание, тыс. руб./га	Чистый доход, тыс. руб./га	Рентабельность, %
С занятым паром	вспашка	без удобрений	205,4	140,6	64,7	41,6
		НПК	274,5	148,8	125,6	84,5
	дискование	без удобрений	209,4	140,6	68,7	48,9
		НПК	271,2	148,8	122,3	82,2
С чистым паром	вспашка	без удобрений	207,5	137,8	69,6	50,6
		НПК	277,0	148,2	128,7	86,8
	дискование	без удобрений	205,5	137,8	67,6	49,1
		НПК	278,4	149,2	129,1	86,5
С сидеральным паром	вспашка	без удобрений	226,0	140,6	85,3	60,7
		НПК	283,1	149,2	133,8	89,7
	дискование	без удобрений	230,2	140,7	89,4	63,6
		НПК	282,3	149,2	133,0	89,2

Чистый доход был выше в севообороте с чистым и сидеральным паром. Максимальный чистый доход получен 133,8 тыс. руб./га в севообороте с сидеральным паром, при использовании в качестве основной обработки почвы вспашки и при применении минеральных удобрений. Минимальный чистый доход получен 64,7 тыс. руб./га в севообороте с занятым паром, при использовании в качестве основной обработки вспашки, без применения удобрений.

Рентабельность за севооборот изменялась от 41,6 до 89,7 %. В севообороте с занятым паром рентабельность составила 41,6–84,5 %, с чистым паром 49,1–86,8 % и с сидеральным паром 60,7–89,7 %.

Таким образом, максимальный чистый доход и рентабельность получен в севообороте с сидеральным паром, при использовании в качестве основной обработки почвы вспашки и при применении минеральных удобрений. Из этого следует, что использование сидератов и минерального удобрения приводит к

увеличению доходности производства при возделывании сельскохозяйственных культур.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Применение сидеральных удобрений улучшало условия минерального питания растений. Содержание минерального азота в почве в период весеннего кущения при выращивании озимой ржи по сидеральному пару возросло по сравнению с занятым паром с 9,5 до 15,0 мг/кг. При применении сидерата в растениях озимой ржи повышалось содержание азота, фосфора и калия.

2. Выращивание озимой ржи по сидеральному пару обеспечило снижение засоренности посевов по сравнению с занятым паром на 3–5 шт./м².

3. Использование сидерального удобрения повышало урожайность зерна озимой ржи. В среднем по трем закладкам прибавка урожая зерна озимой ржи от применения сидерального удобрения на не удобренном фоне составила 0,6 т/га, а на удобренном – 0,58 т/га. Запашка сидерата обеспечила получение большей урожайности зерна озимой ржи по сравнению с заделкой дисковой бороной.

4. Положительное действие подсевной вики проявилось только при выращивании озимой ржи на не удобренном фоне по занятому пару.

5. В зерне озимой ржи, выращенной с использованием сидерального удобрения увеличивалось содержание сырого протеина и повышалась масса 1000 зерен.

6. В последствии сидеральное удобрений увеличивало урожайность картофеля и повышало содержание крахмала в клубнях.

7. При запашке сидерата озимой рожью использовалось азота 39 %, фосфора 24 % и калия 22 %. При поверхностной заделке сидерата коэффициенты использования составили: азота 30 %, фосфора 26 % и калия 25 %. На фоне применения минеральных удобрений использование питательных элементов из сидерального удобрения возрастало.

8. Потребление озимой рожью питательных элементов подсевной вики было более продуктивным. В среднем по двум закладкам озимой рожью из подсевной вики использовалось азота 86 %, фосфора 54 % и калия 66 %.

9. Применение сидерального удобрения в севообороте положительно влияло на содержание гумуса, но увеличивало дефицит фосфора и калия в почве.

10. Применение сидеральных удобрений было экономически оправдано. Наибольший чистый доход 16,0 тыс. руб./га, максимальная рентабельность 95,8 % наименьшая себестоимость зерна 3,5 тыс. руб./т были получены при возделывании озимой ржи по сидеральному пару, с применением минеральных удобрений и подсевной вики. В севооборотах с различными видами паров максимальный чистый доход 133,8 тыс. руб./га и рентабельность 89,7 % получены в севообороте с сидеральным паром, при использовании в качестве основной обработки почвы вспашки и применении минеральных удобрений.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения урожайности, улучшения качества продукции и сохранения плодородия почвы рекомендуем сельскохозяйственные культуры возделывать в севообороте с сидеральным паром с применением расчетных доз минеральных удобрений. При возделывании сельскохозяйственных культур в севооборотах с занятым паром использовать подсевную вику с нормой высева 1 млн шт./га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаев А. А. Биологизация земледелия в Северной Осетии / А. А. Абаев // Земледелие. – 2007. – № 4. – С. 7–8.
2. Агеев А. А. Оценка эффективности использования сидеральных паров в разработке системы севооборотов по производству зерна / А. А. Агеев; А.А. Агеев // Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета. – 2003. – №. 39. – С. 7–11.
3. Агроклиматические ресурсы Марийской АССР. – Л. : Гидрометеиздат, 1972. – 106 с.
4. Адиньяев Э. Д. Способы повышения плодородия горно-луговых почв / Э. Д. Адиньяев, С. С. Какиева // Земледелие. – 2008. – № 7. – С. 19–20.
5. Азизов З. М. Изменение содержания валового азота и фосфора в черноземе южном под воздействием различных приемов основной обработки почвы и удобрений / З. М. Азизов, Л. Б. Сайфуллина // Плодородие. – 2012. – № 5 (68). – С. 18–19.
6. Айдиев А. Ю. Эффективность биотехнологий возделывания озимой пшеницы в условиях Курской области / А. Ю. Айдиев, В. А. Шумаков // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 6. – С. 15–17.
7. Айтбаев Т. Е. Сохранение плодородия почв в овощеводстве юго-востока Казахстана / Т. Е. Айтбаев, Н. Н. Тойлыбаева // Картофель и овощи. – 2007. – № 7. – С. 30.
8. Акименко А. С. Эффективность удобрений в зависимости от уровня биологизации севооборотов / А. С. Акименко, Ю. Б. Логачев, Н. Ф. Солгалова // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 12–13.
9. Акманаев Э. Д. Влияние пласта и оборота пласта одноукосного и двуукосного клевера лугового на урожайность последующих зерновых культур в Предуралье / Э. Д. Акманаев, Д. Л. Башкирцев // Известия Оренбургско-

- го государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (31), ч. 1. – С. 45–48.
10. Акулов А. А. Низкозатратные источники энергии в севооборотах / А. А. Акулов // Земледелие. – 2004. – № 6. – С. 24–25.
 11. Алексеев В. А. Оптимальный состав смесей сидеральных культур для картофеля / В. А. Алексеев, Н. Н. Майстренко // Картофель и овощи. – 2010. – № 6. – С. 9–10.
 12. Алимбетова А. В. Бобовые сидераты повышают плодородие почвы и продуктивность культур / А. В. Алимбетова // Картофель и овощи. – 2006. – № 6. – С. 6–8.
 13. Алтунин Д. А. Действие удобрений на урожайность, качество кормовых культур и плодородие почвы в Нечерноземной зоне России / Д. А. Алтунин, Н. В. Скороходова // Достижения науки и техники АПК. – 2002. – № 8. – С. 15–17.
 14. Анисимова Т. Ю. Роль многолетних трав в борьбе с водной эрозией и продуктивность склонов / Т. Ю. Анисимова // Кормопроизводство. – 2005. – № 10. – С. 13–15.
 15. Артемов И. В. Роль севооборотов с сидератами в биологизации земледелия / И. В. Артемов, С. И. Манаенков // Кормопроизводство. – 2007. – № 12. – С. 20–21.
 16. Артюхов А. И. Обратите внимание на люпин! / А. И. Артюхов // Защита и карантин растений. – 2013. – № 4. – С. 8–10.
 17. Аюпов З. З. Продуктивность полевых севооборотов в зависимости от системы основной обработки почвы и удобрений / З. З. Аюпов, Н. Г. Рыцева // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 2. – С. 10–12.
 18. Бабич Н. Н. Сравнительное накопление биомассы сидеральными культурами / Н. Н. Бабич, Д. Ю. Попов // Аграрная наука. – 2007. – № 10. – С. 22–23.

19. Багаутдинов Ф. Роль приемов основной обработки почвы и удобрений в воспроизводстве плодородия черноземов выщелоченных / Ф. Багаутдинов, М. Абдуллин // Главный агроном. – 2013. – № 1. – С. 8–10.
20. Бакиров Ф. Г. Влияние ресурсосберегающих систем обработки на агрофизические и почвозащитные свойства чернозема южного и урожайность зерновых / Ф. Г. Бакиров // Зерновое хозяйство. – 2005. – № 4. – С. 19–21.
21. Бакиров Ф. Г. Влияние обработки почвы на плодородие чернозема южного / Ф. Г. Бакиров // Земледелие. – 2007. – № 5. – С. 18–19.
22. Балабанов П. Р. Беспашотный способ основной подготовки почвы при выращивании картофеля / П. Р. Балабанов, А. И. Гулейчик // Вестник кадровой политики, аграрного образования и инноваций. – 2009. – № 6. – С. 33–35.
23. Басиев С. С. Сидеральные культуры – повышение плодородия почвы и урожая картофеля / С. С. Басиев // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 33.
24. Батудаев А. П. Донник на зеленое удобрение / А. П. Батудаев, В. Р. Филипова // Агрехимия. – 2004. – № 2. – С. 59–62.
25. Башков А. С. Оценка действия длительного применения адаптивной системы земледелия на плодородие почвы и продуктивность полевых культур в СХПК им. Мичурина Вавожского района / А. С. Башков, В. А. Капеев // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. – 2007. – № 2 (12). – С. 2–8.
26. Беленков А. И. Плодородие почвы: современная концепция обоснования и решения проблемы / А. И. Беленков, И. Ф. Горбунова // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 25.
27. Белгородская И. Сидераты – какие, для чего, когда / И. Белгородская; // Сад и огород. – 2010. – № 6 (119). – С. 14–15.

28. Белопухова Ю. В помощники взяла мульчу / Ю. Белопухова, Т. Лебедева // Приусадебное хозяйство. – 2009. – № 1. – С. 24–28.
29. Беляк В. Б. Эффективность сидеральных смесей / В. Б. Беляк, И. Н. Зеленин, А. В. Чернышов // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 28–29.
30. Бербеков В. Н. Поддержание плодородия почв в садовых агроценозах / В. Н. Бербеков, М. А. Варквасова // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 18–19.
31. Берзин А. М. Повышение влагонакопительной роли чистых и сидеральных паров в Сибири / А. М. Берзин, А. А. Дорогой // Земледелие. – 2006. – № 2. – С. 4–6.
32. Бондаренко Н. П. Роль паровых предшественников в повышении плодородия при возделывании яровой пшеницы / Н. П. Бондаренко // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 34–35.
33. Борхвардт М. Меню вкусных блюд для микробов: как многолетнее экологическое земледелие влияет на почву / М. Борхвардт, Х. Грубер, К. Баум // Новое сельское хозяйство. – 2007. – № 4. – С. 66–67.
34. Васильев А. А. Влияние сидеральных паров на засоренность и урожайность картофеля в лесостепи Южного Урала / А. А. Васильев // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2013. – № 64. – С. 97–101.
35. Венчиков А. И. Баланс гумуса в севооборотах с бобовыми травами при разных системах обработки почвы / А. И. Венчиков // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 26–27.
36. Верзилин В. В. Сидерация в условиях Центрального Черноземья / В. В. Верзилин, Н. Н. Королев, С. И. Коржов // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 10–12.
37. Владыкина Н. И. Влияние различных удобрительных материалов и систем обработки дерново-подзолистой среднесмытой почвы на показатели

- ее плодородия / Н. И. Владыкина // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 10. – С. 10–13.
38. Власенко А. Н. Влияние полевых капустовых культур на некоторые показатели почвенного плодородия в звене зернопаротравяного севооборота / А. Н. Власенко, Н. А. Коротких, Н. Г. Власенко // Агрехимия. – 2006. – № 4. – С. 9–14.
39. Габибов М. А. Энергосберегающие технологии производства сельскохозяйственной продукции / М. А. Габибов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 2. – С. 5–6.
40. Гайнуллин Р. М. Люпин улучшает плодородие почв и повышает урожай следующих за ним культур / Р. М. Гайнуллин // Картофель и овощи. – 2007. – № 8. – С. 13.
41. Гаитов М. Ю. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для засушливых условий Нижнего Поволжья / М. Ю. Гаитов // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 7. – С. 15–22.
42. Гаитов М. Ю. Ресурсосберегающие технологии земледелия / М. Ю. Гаитов // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 12. – С. 7–12.
43. Гаплаев М. Ш. Сидерация и мульчирование почвы повышают урожай и качество моркови / М. Ш. Гаплаев, П. Х. Цаболов // Картофель и овощи. – 2011. – № 5. – С. 11.
44. Гасанов Г. Н. Сидерация как фактор улучшения фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы / Г. Н. Гасанов, А. А. Римиханов, С. А. Салимов // Защита и карантин растений. – 2012. – № 2. – С. 32–34.
45. Глазова З. И. Пожнивные сидераты в технологии возделывания гречихи и проса / З. И. Глазова, В. И. Зотиков, А. Д. Задорин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 5. – С. 35–36.

46. Глушков В. В. Пожнивные сидеральные культуры и продуктивность ярового ячменя / В. В. Глушков // Плодородие. – 2013. – № 4 (73). – С. 39–40.
47. Говоров С. А. Использование пожнивных посевов амаранта багряного и ярового рапса для сидерации карбонатных черноземов / С. А. Говоров, А. Н. Смирнов // Плодородие. – 2008. – № 6. – С. 14.
48. Горбунова М. С. Влияние разных видов паров на засоренность и урожайность зерновых культур / М. С. Горбунова, А. М. Зайцев // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2008. – № 2. – С. 16–21.
49. Гослинг П. От чего зависит плодородие почв? / П. Гослинг // Новый садовод и фермер. – 2005. – № 1. – С. 42–43.
50. ГОСТ 10840–64 Зерно. Метод определения природы зерна.
51. ГОСТ 10842–89 Зерно. Метод определения массы 1000 зерен.
52. ГОСТ 12037–81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян.
53. ГОСТ 13586.5–85 Зерно. Метод определения влажности.
54. ГОСТ 26207–91 Определение подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.
55. ГОСТ 26212–91 Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО.
56. ГОСТ 26213–91 Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО.
57. ГОСТ 26483–85 Приготовление солевой вытяжки и определение рН по методу ЦИНАО.
58. ГОСТ 27821–88 Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена-Гильковица.

59. Гребенников А. М. Агроэкология: экологическая роль смешанных сидеральных агрообществ в восстановлении плодородия почв / А. М. Гребенников // Инженерная экология. – 2011. – № 4. – С. 40–56.
60. Гребенников А. М. Влияние смешивания посевов на расходование сидеральными агрообществами запасов продуктивной влаги в черноземах / А. М. Гребенников // Плодородие. – 2011. – № 4 (61). – С. 39–40.
61. Гребенников А. М. Значение фактора смешивания посевов в сидеральных агрообществах на типичном черноземе / А. М. Гребенников // Агрехимический вестник. – 2011. – № 3. – С. 17–19.
62. Гребенников А. М. Использование сидерации смешанными агрообществами для повышения плодородия типичных черноземов / А. М. Гребенников // Плодородие. – 2011. – № 2 (59). – С. 30–32.
63. Гребенников А. М. Показатель накопления элементов биомассой сидеральных агрообществ как мера их средообразующей способности / А. М. Гребенников // Аграрная Россия. – 2011. – № 2. – С. 10–13.
64. Гребенников А. М. Фитосанитарный аспект повышения плодородия черноземов сидеральными смесями / А. М. Гребенников // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 24–26.
65. Гришин С. А. Эффективность применения азотных удобрений и сидератов при возделывании картофеля / С. А. Гришин // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2010. – № 2. – С. 61–62.
66. Гришин С. А. Совместное внесение сидератов и минеральных удобрений повышает доходность отрасли / С. А. Гришин, И. И. Брысозовский // Картофель и овощи. – 2010. – № 1. – С. 6–7.
67. Дебелый Г. А. Результаты и перспективы использования детерминантных сортов люпина узколистного / Г. А. Дебелый, П. М. Конорев, А. В. Меднов // Агрехимический вестник. – 2011. – № 5. – С. 25–27.

68. Денисов Е. П. Резервы повышения производства зерна / Е. П. Денисов, Н. В. Скачков, Д. В. Сураев // *Зерновое хозяйство*. – 2006. – № 7. – С. 32.
69. Джетер О. Зеленое удобрение / О. Джетер // *Новый садовод и фермер*. – 2006. – № 6. – С. 38–39.
70. Диденко В. Н. Плодородие почвы в зернопаровых севооборотах короткой ротации в Оренбургском Предуралье / В. Н. Диденко, А. Кашеев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2011. – № 3 (31), ч. 1. – С. 58–60.
71. Днепроvская В. Н. Занятые пары – гарантия повышения плодородия почв и продуктивности земледелия / В. Н. Днепроvская, Н. Г. Пилипенко, Н. П. Лисовская // *Достижения науки и техники АПК*. – 2005. – № 2. – С. 31–32.
72. Дубовик Д. В. Влияние последствия органических удобрений на качество зерна в агроландшафте / Д. В. Дубовик, В. В. Ермаков // *Достижения науки и техники АПК*. – 2005. – № 11. – С. 39.
73. Дудкина Т. А. Роль севооборота и удобрений в формировании биологических свойств почвы / Т. А. Дудкина, И. В. Дудкин // *Земледелие*. – 2006. – № 2. – С. 12–13.
74. Евдокимова М. А. Влияние предшественников и минеральных удобрений на урожайность ярового ячменя / М. А. Евдокимова // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2015. – № 1(29) – С. 11–14.
75. Евдокимова М. А. Характеристика почв опытного поля МарГУ в с. Ежово / М. А. Евдокимова // *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы международной научно-практической конференции* / Мар. гос. ун-т. – Й-Ола, 2013. – Вып. XV. – 367 с.

76. Евстратова Л. П. Влияние биомассы люпина узколистного на урожайность картофеля в природных очагах *Globodera rostochiensis* woll / Л. П. Евстратова // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер.: Естественные и технические науки. – 2012. – № 8 (129), вып. 2 (Т. 2). – С. 30–31.
77. Еськов А. И. Повысить эффективность использования органических удобрений / А. И. Еськов // Земледелие. – 2008. – № 4. – С.18–19.
78. Завалин А. А. Роль бобовых культур в земледелии Кировской области / А. А. Завалин, А. В. Пасынков, М. И. Пономарева // Агрехимия. – 2002. – № 6. – С.66–71.
79. Захаров А. Ф. Влияние зерновых и паровых предшественников на фитосанитарное состояние и урожайность яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / А. Ф. Захаров, Е. Ю. Торопова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 8. – С. 11–14.
80. Зеленин И. Н. Яровые культуры для сидеральных паров / И.Н. Зеленин // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 5. – С. 38–39.
81. Зеленский Н. А. Использование занятых, сидеральных и кулисно-мульчирующих паров / Н. А. Зеленский // Земледелие. – 2007. – № 6. – С. 15–17.
82. Зинковская Т. С. Классификация биологических мелиорантов, применяемых в земледелии / Т. С. Зинковская, Н. Г. Ковалев, В. Н. Зинковский // Плодородие. – 2012. – № 4 (67). – С. 20–22.
83. Зыбалов В. С. Анализ сегетальной растительности в южной лесостепной зоне Челябинской области после различных сидеральных культур / В. С. Зыбалов, Т. В. Беспалова, Т. В. Щетинкина // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. – 2010. – № 57. – С. 165–168.

84. Камалеев Р. Д. Оценка различных паровых звеньев севооборотов в Оренбургском Предуралье / Р. Д. Камалеев; Р. Д. Камалеев // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 31–32.
85. Картамышев Н. И. Плодородие почвы в чистых и сидеральных парах / Н. И. Картамышев // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 14.
86. Кашбулгаянов Р. А. Применение пожнивного сидерата при возделывании сои в Амурской области / Р. А. Кашбулгаянов // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 30–31.
87. Кашбулгаянов Р. А. Применение пожнивного сидерата при комплексной механизации возделывания сои / Р. А. Кашбулгаянов // Аграрная наука. – 2007. – № 5. – С. 21–22.
88. Кашбулгаянов Р. А. Применение пожнивного сидерата при комплексной механизации возделывания сои в условиях Амурской области / Р. А. Кашбулгаянов // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2006. – № 3. – С. 58–59.
89. Киселев М. В. Влияние капустных сидератов на урожайность, качество картофеля и биометрические показатели плодородия почвы в условиях Северо-Запада РФ / М. В. Киселев // Плодородие. – 2012. – № 1 (64). – С. 23–25.
90. Ковалев Н. Г. Влияние агроландшафтных условий на формирование продуктивности козлятника восточного / Н. Г. Ковалев // Кормопроизводство. – 2009. – № 10. – С. 14–17.
91. Козлова Л. М. Севооборот как биологический прием сохранения почвенного плодородия и повышения продуктивности пашни / Л. М. Козлова // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 16–18.
92. Колсанов Г. В. Использование гороховой соломы для удобрения озимой ржи на черноземе типичном / Г. В. Колсанов // Агрохимия. – 2004. – № 5. – С. 47–53.

93. Коновалов Н. Д. Важные источники плодородия / Н. Д. Коновалов, С. Н. Коновалова // Земледелие. – 2009. – № 5. – С. 15–16.
94. Кострюков, С. П. Эффективность биологизации земледелия / С. П. Кострюков // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 6–8.
95. Макаров В. И. Крестоцветные культуры – альтернативные источники органических удобрений / В. И. Макаров, В. В. Глушков, Г. С. Юнусов, Н. Ф. Маслова // Плодородие. – 2010. – № 3 (54). – С. 36–38.
96. Кудренко И. Скороспелые удобрения / И. Кудренко // Приусадебное хозяйство. – 2006. – № 11. – С. 20–21.
97. Кузьминых А. Н. Влияние видов паров на микробиологическую активность почвы и засоренность посевов озимой ржи / А. Н. Кузьминых // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 4 (36), ч. 1. – С. 36–38.
98. Кузьминых А. Н. Возделывание озимой ржи по занятому и сидеральному парам / А. Н. Кузьминых, С. Г. Манишкин, В.Р. Габдуллин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2011. – № 3 (31), ч. 1. – С. 30–32.
99. Кузьминых А. Н. Сидераты – важный резерв сохранения плодородия почвы / А. Н. Кузьминых // Земледелие. – 2011. – № 4. – С. 41.
100. Кузьминых А.Н. Особенности формирования урожая озимой ржи по чистому и сидеральному пару / А. Н. Кузьминых // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – № 4. – С. 29–33.
101. Кучеров В. С. Продуктивность зернопаровых севооборотов на западе Казахстана / В. С. Кучеров, Т. А. Булеков // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. – 2008. – № 1 (17). – С. 9–11.
102. Кшникаткина А. Н. Агроэкологическая оценка продуктивности многолетних трав / А. Н. Кшникаткина // Кормопроизводство. – 2004. – № 9. – С.9–11.

103. Кшникаткина А. Н. Влияние козлятника восточного на плодородие почвы / А. Н. Кшникаткина, О. А. Тимошкин // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 12–13.
104. Леднев А. В. Изменение агрохимических свойств агрозема текстурно-дифференцированного при внесении сидерата, органических и минеральных удобрений / А. В. Леднев, Н. А. Леднев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2011. – № 1. – С. 28–30.
105. Лисина А. Ю. Сидеральный клеверный пар и урожайность зерновых культур / А. Ю. Лисина // Земледелие. – 2010. – № 5. – С. 39.
106. Лисина А. Ю. Глубина запашки зеленой массы залежи и клевера на сидерацию и урожайность яровой пшеницы / А. Ю. Лисина // Аграрная Россия. – 2011. – № 5. – С. 68–69.
107. Лисина А. Ю. Клевер луговой как сидеральная культура на светло-серых лесных почвах Волго-Вятского региона / А. Ю. Лисина, Д. П. Цветков, А. И. Морозов // Земледелие. – 2012. – № 8. – С. 17–18.
108. Лисунов В. В. Агроэкономическая эффективность технологий возделывания культур с использованием соломы и сидерата / В. В. Лисунов, Н. Д. Морозов // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 3. – С. 17–21.
109. Лолишвили Р. Т. Восстановление почв, загрязненных гербицидами симтриазиновой группы / Р. Т. Лолишвили, К. Н. Бежанишвили, Э. К. Орджоникидзе // Защита и карантин растений. – 2011. – № 11. – С. 23–24.
110. Ломов С. П. Положительная роль сидератов в картофельном севообороте / С. П. Ломов, В. И. Елисеев // Картофель и овощи. – 2011. – № 7. – С. 7.
111. Лошаков В. Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв / В. Г. Лошаков // Земледелие. – 2007. – № 1. – С. 11–13.

112. Лошаков В. Г. Пожнивная сидерация в зерновом севообороте / В. Г. Лошаков // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 7. – С. 7–10.
113. Луганцев Е. П. Бинарные посеы подсолнечника и бобовых трав и сохранение плодородия почвы / Е. П. Луганцев // Земледелие. – 2008. – № 4. – С. 22–23.
114. Луганцев Е. П. Сидераты помогают сохранить плодородие почвы и повысить продуктивность подсолнечника / Е. П. Луганцев // Земледелие. – 2009. – № 8. – С. 11–13.
115. Ляшко В. Донник желтый как адаптивная кормовая и сидеральная культура в южной лесостепи Челябинской области / В. Ляшко // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2010. – № 5. – С. 61–62.
116. Майстренко Н. Н. Эффективность сидеральных смесей под картофель / Н. Н. Майстренко // Земледелие. – 2010. – № 5. – С. 35–37.
117. Максютов Н. А. Агроэкологическая оценка чистых, почвозащитных и сидеральных паров под яровую пшеницу на черноземах южных Оренбургского Предуралья / Н. А. Максютов, В. Ю. Скороходов, Д. В. Митрофанов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5 (37), ч. 1. – С. 56–58.
118. Малышев М. И. Эффективность сидератов под зерновые культуры / М. И. Малышев, С. И. Семенова // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 35.
119. Малышева Ю. А. Содержание органического вещества в почве в звеньях севооборота с сидеральными культурами / Ю. А. Малышева, Н. В. Полякова, Ю. Н. Платонычева // Земледелие. – 2008. – № 2. – С. 16–17.
120. Мальцев В. Т. Влияние минеральных удобрений, извести и сидерации на эффективность протравливания семян зерновых культур / В. Т. Мальцев, И. А. Иванова, Е. Н. Дьяченко // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 12. – С. 18–19.

121. Матюк Н. С. Роль сидератов и соломы в стабилизации процессов трансформации органического вещества в дерново-подзолистой почве / Н. С. Матюк, О. В. Селицкая, С. С. Солдатова // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 63–74.
122. Методическое пособие по определению энергозатрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока европейской части Российской Федерации / Ф. Ф. Мухамадьяров, В. А. Фигурин, В. П. Ашихмин и др. – Киров, 1997. – 62 с.
123. Морозов В. И. Бобовые фитоценозы и оптимизация плодородия почвы / В. И. Морозов, А. Л. Тойгильдин // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 16–17.
124. Мосина Л. В. Экологическая оценка влияния органических и минеральных удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы и продуктивность агроценозов в экстремальных погодных условиях / Л. В. Мосина, Г. Е. Мёрзлая // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 5. – С. 5–18.
125. Нарушева Е. А. Влияние ассоциативных diaзотрофов, соломы и сидератов на продуктивность гречихи в лесостепном Поволжье / Е. А. Нарушева // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2011. – № 4. – С. 10–13.
126. Насиев Б. Н. Влияние внесения органических удобрений на агрофизические свойства темно-каштановых почв (Западный Казахстан) / Б. Н. Насиев // Почвоведение. – 2013. – № 9. – С. 1128–1137.
127. Наумкин В. Н. Направления биологизации земледелия в Центральном регионе / В. Н. Наумкин, А. М. Хлопяников, А. В. Наумкин // Земледелие. – 2010. – № 4. – С. 5–7.

128. Наумкин В. Н. Экологические основы адаптивного растениеводства / В. Н. Наумкин // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 1. – С. 47–48.
129. Немов А. Редька с маслом земле на пользу / А. Немов // Приусадебное хозяйство. – 2005. – № 7. – С. 45.
130. Нескородов В. В. Сидеральные пары – важный источник воспроизводства плодородия почвы / В. В. Нескородов, А. М. Куркин // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 12. – С. 25–26.
131. Новиков М. Н. Сидераты в земледелии Нечерноземной зоны / М. Н. Новиков, А. М. Тамонов, Л. Д. Фролова, Л. И. Ермакова // Агрохимический вестник. – 2013. – № 4. – С. 20–26.
132. Новиков М. Н. Эффективность удобрений в севооборотах с сидератами / М. Н. Новиков, В. М. Тужилин, А. В. Быкова, И. П. Такунов // Кормопроизводство. – 2002. – № 12. – С. 19–20.
133. Новоселов С. И. Влияние минеральных удобрений на продуктивность севооборотов с различными видами паров / С. И. Новоселов, Н. И. Толмачев, А. В. Муржинова // Плодородие. – 2014. – № 5 (80). – С. 14–15.
134. Новоселов С. И. Действие и последствие органических удобрений на урожайность культур в таежно-лесной зоне / С. И. Новоселов, В. Е. Пекельдина, М. А. Евдокимова // Плодородие. – 2009. – № 1. – С. 18.
135. Новоселов С. И. Пути сохранения плодородия почв и повышения продуктивности агроценозов в земледелии Нечерноземья / С. И. Новоселов // Плодородие. – 2011. – № 2 (59). – С. 34–36.
136. Новоселов С. И. Эффективность минеральных удобрений в севооборотах с различными видами паров / С. И. Новоселов, И. Г. Хлебников, С. А. Горохов // Плодородие. – 2011. – № 5 (62). – С. 21–22.

137. Новоселов С. И. Эффективность минеральных удобрений в севооборотах с различными видами паров / С. И. Новоселов, Н. И. Толмачев, А. В. Иванова // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. – 2015. – Т. 1. № 1. – С. 19–23.
138. Пигорев И. Я. Органоминеральные удобрения и сидеральные культуры в повторных посадках картофеля / И. Я. Пигорев, Э. В. Засорина, К. Л. Родионов, А. А. Кочетков // Аграрная наука. – 2011. – № 5. – С. 9–11.
139. Орлов А. Н. Эффективность звеньев полевого севооборота с чистыми и занятыми парами в лесостепи Среднего Поволжья / А. Н. Орлов, О. А. Ткачук, Е. В. Павликова // Плодородие. – 2010. – № 2 (53). – С. 44–46.
140. Орлова Л. Новый подход к проблеме плодородия почвы / Л. Орлова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2008. – № 4. – С. 63–66.
141. Пигорев И. Я. Перспективы применения нетрадиционных органических удобрений на картофеле в Центральном Черноземье / И. Я. Пигорев // Аграрная наука. – 2013. – № 11. – С. 17–19.
142. Пискунова Х. А. Влияние последствий сидеральных предшественников, минеральных удобрений и гумата «Плодородие» на урожай и качество зерна яровой пшеницы в условиях Костромской области / Х. А. Пискунова, А. В. Федорова, Т. С. Ершова // Аграрная наука Северо-Востока. – 2012. – № 5. – С. 35–38.
143. Пискунова Х. А. Сидеральные предшественники, удобрения и урожайность озимой пшеницы / Х. А. Пискунова, А. В. Федорова, Т. С. Ершова // Земледелие. – 2012. – № 2. – С. 20–21.

144. Пичугин А. Н. Запасы доступной влаги в почве под озимой пшеницей по занятому и сидеральному парам / А. Н. Пичугин, Н. А. Рендов // Земледелие. – 2013. – № 6. – С. 12–15.
145. Платонычева Ю. Н. Эффективность сидератов на темно-серой лесной почве / Ю. Н. Платонычева // Земледелие. – 2011. – № 7. – С. 17–19.
146. Плиев М. А. Новый способ использования люпина на зеленое удобрение / М. А. Плиев, С. А. Бекузарова // Земледелие. – 2004. – №1. – С. 12.
147. Полевщиков С. И. Влияние сидератов и гербицидов на продуктивность свеклы / С. И. Полевщиков, А. В. Абрамов // Сахарная свекла. – 2011. – № 1. – С. 28–30.
148. Полякова Н. В. Изменение биологических параметров и компонентов органического вещества темно-серой лесной почвы под влиянием сидеральных культур / Н. В. Полякова, М. А. Нарчев, Ю. Н. Платонычева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 4. – С. 27–31.
149. Постников П. А. Агробиологические приемы повышения продуктивности севооборотов / П. А. Постников // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 6. – С. 56–58.
150. Постников П. А. Биологизированные севообороты – залог повышения урожаев / П. А. Постников // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 7–8.
151. Постников П. А. Урожайность зерновых культур в севооборотах / П. А. Постников // Аграрная наука. – 2013. – № 6. – С. 15–17.
152. Почвы Марийской АССР, их генезис, эволюция и пути улучшения / В.Н. Смирнов. – Йошкар-Ола, 1968. – 531 с.
153. Рендов Н. А. Влияние паровых предшественников яровой пшеницы на водный режим почвы / Н. А. Рендов // Земледелие. – 2006. – № 4. – С. 27.

154. Рендов Н. А. Эффективность 4-польных севооборотов с донниковыми парами на лугово-черноземных почвах / Н. А. Рендов // *Зерновое хозяйство*. – 2005. – № 4. – С. 21–22.
155. Романенков В. А. Совершенствование методов агрохимических исследований и их роль в повышении почвенного плодородия / В.А. Романенков // *Плодородие*. – 2011. – № 5 (62). – С. 41.
156. Румянцев А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на плодородие почвы / А. В. Румянцев, Л. В. Орлова // *Земледелие*. – 2005. – № 2. – С. 22–23.
157. Рыкалин Ф. Н. Эффективность паро-сидеральной системы содержания почвы в орошаемом саду / Ф. Н. Рыкалин // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2010. – № 3 (27). – С. 26–30.
158. Рынок и экономика производства зерна / С. А. Шарипов, И. В. Гареев. – Казань: Татарское кн. изд-во, 1998. – 448 с.
159. Ряховская Н. И. Использование многолетних трав на сидерат в короткоротационном севообороте на Камчатке / Н. И. Ряховская, Н. М. Шалагина // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2008. – № 4. – С. 35–37.
160. Ряховская Н. И. Однолетние сидеральные культуры – эффективный предшественник для картофеля / Н. И. Ряховская, Н. М. Шалагина, В. И. Астафьева // *Плодородие*. – 2009. – № 5. – С. 41.
161. Ряховская Н. И. Урожайность картофеля и плодородие почвы в севообороте с однолетними сидеральными культурами в условиях Камчатки. / Н. И. Ряховская, Н. М. Шалагина // *Плодородие*. – 2011. – № 2 (59). – С. 32–34.

162. Свинцов А. Г. Энергоемкость технологий внесения в почву зеленой массы сидератов и навоза / А. Г. Свинцов // Земледелие. – 2008. – № 6. – С. 19–20.
163. Свист В. Н. При запашке сидератов урожай и качество картофеля повышаются / В. Н. Свист, А. В. Марухленко // Картофель и овощи. – 2010. – № 4. – С. 16–17.
164. Серeda Н. А. Воспроизводство плодородия выщелоченного чернозема в севооборотах с сидеральным паром и многолетними травами / Н. А. Серeda, А. Л. Тарасов // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 11. – С. 14–16.
165. Серeda Н. А. Эффективность многолетних трав и сидератов в воспроизводстве агрофизических свойств чернозема / Н. А. Серeda, Р. А. Акбиров, А. Л. Тарасов // Плодородие. – 2010. – № 1 (52). – С. 27–28.
166. Серeda Н. А. Эффективность сидератов и навоза в регулировании баланса элементов питания и гумуса в выщелоченном черноземе / Н. А. Серeda И. Х. Хайруллин, М. В. Петрова // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 11. – С. 4–6.
167. Сигналова О. Люпин / О. Сигналова // В мире растений. – 2006. – № 2. – С. 26–31.
168. Синих Ю. Н. Влияние длительного использования пожнивных сидератов на динамику развития корневых гнилей и засоренность посевов / Ю. Н. Синих // Зерновое хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 31–32.
169. Синих Ю. Н. Длительная пожнивная сидерация и фитосанитарное состояние почвы / Ю. Н. Синих // Земледелие. – 2008. – № 6. – С. 27–28.
170. Синих Ю. Н. Плодородие дерново-подзолистых почв при длительном использовании поживной сидерации / Ю. Н. Синих // Аграрная Россия. – 2009. – № 4. – С. 13–16.

171. Синих Ю. Н. Пути биологизации и экологизации севооборотов в современном земледелии / Ю. Н. Синих // Аграрная наука. – 2010. – № 9. – С. 19–21.
172. Скориков В. Т. Влияние предшественников яровой пшеницы на агрофизические свойства почвы в центральном Ираке / В. Т. Скориков, Садык Обейед Хасун // Земледелие. – 2012. – № 8. – С. 29–31.
173. Скорочкин Ю. П. Сидеральный пар и солома – элементы биологизации земледелия в условиях Северо-Восточной части ЦЧР / Ю. П. Скорочкин, З. Я. Брюхова // Земледелие. – 2011. – № 3. – С. 20–21.
174. Скорочкин Ю. П. Эффективность использования сидерального пара и соломы в звене свекловичного севооборота / Ю. П. Скорочкин // Земледелие. – 2007. – № 6. – С. 22–23.
175. Сметанина О. В. Влияние органических удобрений и приемов их заделки в почву на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепи Предбайкалья / О. В. Сметанина // Вестник Иркутской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – Ч. 3, Вып. 57. – С. 20–25.
176. Сорокин И. Б. Влияние органических удобрений растительного происхождения на свойства серой оподзоленной почвы / И. Б. Сорокин, Э. В. Титова, М. С. Калиниченко // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 6. – С. 5–11.
177. Сорокин И. Б. Применение сорных растений в качестве сидератов / И. Б. Сорокин // Защита и карантин растений. – 2008. – № 7. – С. 34–35.
178. Сорокин И. Б. Растительное органическое вещество как основа почвенного плодородия / И. Б. Сорокин, Э. В. Титова, Л. В. Касимова // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 14–15.
179. Сорокин И. Б. Солома и зеленое удобрение на серых оподзоленных почвах / И. Б. Сорокин // Агрохимический вестник. – 2008. – № 4. – С. 32–33.

180. Соснина И. Д. Влияние видов органических и минеральных удобрений на урожайность зерновых: продуктивность пашни и сохранения плодородия почвы / И. Д. Соснина // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 32–36.
181. Старцева Л. Дорогу зеленому удобрению / Л. Старцева // Сад и огород. – 2005. – № 1. – С. 10–14.
182. Сумароков Д. Августовское многоцветье / Д. Сумароков // Семья и школа. – 2006. – № 7. – С. 36–37.
183. Суровцев Р. А. Сидераты / Р. А. Суровцев // Достижения науки и техники АПК. – 2005. – № 3. – С. 34.
184. Сухопалова, Т. П. Промежуточные культуры в звене севооборота / Т. П. Сухопалова // Плодородие. – 2010. – № 1 (52). – С. 35–36.
185. Тамахина А. Я. Повышение биологического потенциала козлятника восточного в смешанном агрофитоценозе / А. Я. Тамахина, М. Н. Фисун, Л. Ф. Тамахина // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 6. – С. 30–32.
186. Тамонов А. М. Использование люпина при возделывании картофеля / А. М. Тамонов // Плодородие. – 2008. – № 2. – С. 26–27.
187. Тербиленко Н. Б. Сидераты на дерново-подзолистых почвах. / Н. Б. Тербиленко // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2003. – № 4. – С. 36–39.
188. Терентьев О. В. Воспроизводство плодородия почвы в зерновых севооборотах в Среднем Поволжье. / О. В. Терентьев // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 1. – С. 48.
189. Тиранов А. Б. Сидеральные и занятые пары в севооборотах / А. Б. Тиранов, Л. В. Тиранова // Земледелие. – 2008. – № 3. – С. 16–17.

190. Тихомирова В. Я. Влияние органического удобрения на баланс азота, фосфора и калия в льняном севообороте / В. Я. Тихомирова // Агрохимия. – 2010. – № 4. – С. 31–34.
191. Толмачев Н. И. Влияние сидерального удобрения на урожайность и качество сельскохозяйственных культур в севообороте / Н. И. Толмачев, О. В. Филюшина, М. Н. Иванов, // Студенческая наука и XXI век. – 2011. – № 8. – С. 3–6.
192. Толмачев Н. И. Влияние способов обработки почвы и минеральных удобрений на урожайность и химический состав сельскохозяйственных культур в севообороте / Н. И. Толмачев, А. В. Муржинова, М. Н. Иванов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 8 – С. 1626–1629.
193. Толмачев Н. И. Эффективность сидеральных удобрений в севообороте / Н. И. Толмачев, М. Н. Иванов, А. В. Муржинова // Студенческая наука и XXI век. – 2012. – № 9. – С. 55–58.
194. Туктаров Б. И. Повышение плодородия чернозема выщелоченного в лесостепной зоне при биологизации земледелия / Б. И. Туктаров, П. В. Тарасенко, А. В. Уваров // Плодородие. – 2012. – № 1 (64). – С. 37–39.
195. Уполовников Д. А. Влияние биомелиорантов на урожайность озимой пшеницы / Д. А. Уполовников, О. Ю. Воробжанский // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. – 2006. – № 4. – С. 10–12.
196. Федотова Л. С. В изменяющихся климатических условиях нужны новые подходы к возделыванию картофеля / Л. С. Федотова, А. В. Кравченко // Картофель и овощи. – 2011. – № 2. – С. 20–22.
197. Федотова Л. С. Повышение продуктивности картофеля на фоне известкования и сидеральных паров / Л. С. Федотова // Картофель и овощи. – 2007. – № 3. – С. 5–6.

198. Федотова Л. С. Система удобрения картофеля должна быть научно обоснованной / Л. С. Федотова, Г. И. Филиппова // Картофель и овощи. – 2010. – № 5. – С. 10–13.
199. Христофоров Л. В. Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв / Л. В. Христофоров, В. М. Изместьев, Г. В. Пидалин // Земледелие. – 2004. – № 4. – С. 8.
200. Целовальников А. А. Экологическая роль промежуточных сидеральных культур / А. А. Целовальников // Аграрная наука. – 2006. – № 9. – С. 17–19.
201. Чебочаков Е. Я. Биологизация земледелия в природных зонах Средней Сибири / Е. Я. Чебочаков // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 6. – С. 40–43.
202. Чичкин А. П. Экологически сбалансированные системы воспроизводства почвенного плодородия и применения удобрений на черноземных почвах Среднего Заволжья / А. П. Чичкин, Б. Ж. Джангабаев // Достижения науки и техники АПК. – 2007. – № 8. – С. 23–24.
203. Шелайкин С. В. Промежуточные сидеральные культуры и развитие ячменя / С. В. Шелайкин, Н. В. Беседин, Н. М. Чернышева // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 25–26.
204. Шелайкин С. В. Промежуточные сидеральные культуры и фитосанитарное состояние бессменных посевов ячменя / С. В. Шелайкин, Н. В. Беседин, Н. М. Чернышева // Земледелие. – 2005. – № 5. – С. 28–29.
205. Ширинян М. Х. Влияние удобрений на интенсивность баланса NPK в почве и урожайность культур / М. Х. Ширинян // Земледелие. – 2008. – № 6. – С. 18–19.
206. Шмырева Н. Я. Влияние удобрений и способов обработки почвы на продуктивность звена зернотравяного севооборота на дерново-

- подзолистой среднесмытой почве / Н. Я. Шмырева // *Агрохимия*. – 2006. – № 4. – С. 15–23.
207. Шрамко Н. В. Влияние предшественников и удобрений на продуктивность картофеля / Н. В. Шрамко, И. Г. Мельцаев // *Картофель и овощи*. – 2006. – № 8. – С. 8–9.
208. Шурхно Р. А. Биологическая активность ризосферы многолетних бобовых культур / Р. А. Шурхно // *Достижения науки и техники АПК*. – 2007. – № 3. – С. 16–20.
209. Новоселов С. И. Эффективность сидеральных удобрений в севообороте / С. И. Новоселов, С. А. Горохов, Е. С. Новоселова Н. И. Толмачев // *Плодородие*. – 2012. – № 5 (68). – С. 27–28.
210. Яговенко Л. Л. Влияние люпина на свойства почвы при его запашке на сидерацию / Л. Л. Яговенко, И. П. Такунов, Г. Л. Яговенко // *Агрохимия*. – 2003. – №6. – С. 71–80.
211. Ярушин А. М. Сидеральные пары в овощных севооборотах Приамурья / А. М. Ярушин, С. Н. Леванин // *Картофель и овощи*. – 2007. – № 6. – С. 14.
212. Barry P. (Управление развития сельского хозяйства и продовольствия Республики Ирландия). Управление питательными веществами на органической ферме / Pat, Charles; Pat Barry, Charles Merfield // *Экологическая экспертиза*. – 2012. – № 2. – S. 104–130.
213. Rezk M. Y. The perspectives and evaluation of implementing various forms of green manuring on the alluvial soils of the delta orthe river Volga / Mahmoud Yahya, Abd El-Aal Khaled Abd El-Daiem Abd El-Aziz; Rezk M. Y., Abd El-Aal Khaled Abd El-Daiem Abd El-Aziz // *Естественные науки*. – 2009. – N 1. – S. 96–99.

214. Jensen E. S. Роль возделывания гороха в экономии азотных удобрений для последующих культур севооборота. / E. S. Jensen // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 9 С. 11.
215. Jepsen H. Рапс и горох – эффективные предшественники озимых в зерновом севообороте. / H. Jepsen // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 4 – С. 4.
216. Meyer D. W. Влияние бобовых, выращиваемых на зеленое удобрение, сено или зерно, на урожайность последующей культуры — ячменя. / D. W. Meyer // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1990. – № 3 – С. 9–10.
217. Parsonaq J. Применение зеленых удобрений в сельском хозяйстве. / J. Parsonaq // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1985. – № 1 – С. 36.
218. Reddy K. C. Влияние бобовых культур, возделываемых на зеленое удобрение, на урожай последующих культур. / K. C. Reddy, A. R. Soffes, G. M. Prine, R. A. Dunn // Земледелие: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1987. – № 3 – С. 21–22.
219. Schnieder E. Влияние навоза и зеленых удобрений на плодородие почв. / E. Schnieder // Удобрение сельскохозяйственных культур. Агрочвоведение: РЖ / ВНИИТЭИАгропром. – 1986. – № 1 – С. 10.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность зерна озимой ржи. 2011 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, занятый, чистый, сидеральный пар.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1				1	2,3700	2,1100	2,1600	6,6400	2,2133
2			1	2	2,5100	2,5200	2,5300	7,5600	2,5200
3		1		1	4,1200	4,0900	4,0100	12,2200	4,0733
4			2	2	4,1600	4,3800	4,0600	12,6000	4,2000
5	1			1	2,3900	2,1600	2,3100	6,8600	2,2867
6			1	2	2,8900	2,5800	2,3900	7,8600	2,6200
7		2		1	3,9900	4,1800	4,4900	12,6600	4,2200
8			2	2	4,4400	4,3300	4,3100	13,0800	4,3600
9				1	2,4000	2,6100	2,5600	7,5700	2,5233
10			1	2	3,0000	2,9600	2,7400	8,7000	2,9000
11		1		1	4,5300	4,7800	4,5800	13,8900	4,6300
12			2	2	4,9000	4,7800	4,7600	14,4400	4,8133
13	2			1	2,6800	2,5100	2,7900	7,9800	2,6600
14			1	2	3,1000	2,8600	2,8900	8,8500	2,9500
15		2		1	4,8300	4,8000	4,8600	14,4900	4,8300
16			2	2	4,9100	5,0200	4,9000	14,8300	4,9433
17				1	2,8400	3,1400	3,0200	9,0000	3,0000
18			1	2	3,0400	3,1800	3,1100	9,3300	3,1100
19		1		1	4,8200	4,8600	4,9400	14,6200	4,8733
20			2	2	5,1100	4,8800	5,0900	15,0800	5,0267
21	3			1	2,6500	2,7100	2,8200	8,1800	2,7267
22			1	2	2,8200	2,9400	2,9100	8,6700	2,8900
23		2		1	4,4400	4,4900	4,6000	13,5300	4,5100
24			2	2	4,6700	4,5900	4,7200	13,9800	4,6600
Сумма					87,6100	87,4600	87,5500	262,6200	3,6475
Средние					3,6504	3,6442	3,6479		

Продолжение приложения 1.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	71,3673	71	1,0052	-	-
Вариантов	70,6427	23	3,0714	195,11	1,87
Повторений	0,0005	2	0,0002	0,02	3,24
Ошибки	0,7241	46	0,0157	-	-
Фактора: А	4,1163	2	2,0581	111,04	6,94
Ошибки 1	0,0741	4	0,0185	-	-
Фактора: В	0,0064	1	0,0064	0,59	5,98
Фактора: АВ	0,7413	2	0,3706	33,92	5,19
Ошибки 2	0,0656	6	0,0109	-	-
Фактора: С	64,6385	1	64,6385	3188,74	4,73
Факторов: АС	0,2079	2	0,1040	5,13	3,91
Факторов: ВС	0,0002	1	0,0002	0,01	4,73
Факторов: АВС	0,0352	2	0,0176	0,87	3,91
Ошибки 3	0,2433	12	0,0203	-	-
Фактора: Д	0,7483	1	0,7483	52,64	4,26
Факторов: АД	0,0327	2	0,0164	1,15	3,43
Факторов: ВД	0,0006	1	0,0006	0,04	4,26
Факторов: СД	0,0636	1	0,0636	4,47	4,26
Факторов: АВД	0,0102	2	0,0051	0,36	3,43
Факторов: АСД	0,0403	2	0,0202	1,42	3,43
Факторов: ВСД	0,0004	1	0,0004	0,03	4,26
Факторов: АВСД	0,0010	2	0,0005	0,04	3,43
Ошибки 4	0,3412	24	0,0142	-	-

Продолжение приложения 1.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,079	0,111	0,309	8,472
Частных различий 2	0,060	0,085	0,209	5,733
Частных различий 3	0,082	0,116	0,253	6,948
Частных различий 4	0,069	0,097	0,201	5,498
Фактора: А	0,028	0,039	0,109	2,995
Фактора: В	0,017	0,025	0,060	1,655
Фактора: С	0,024	0,034	0,073	2,006
Фактора: Д	0,020	0,028	0,058	1,587

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	3,3117	3,6569	2,7000	3,5456
2	3,7813	3,6381	4,5950	3,7494
3	3,8496	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Число падения, озимая рожь. 2011 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, занятый, чистый, сидеральный пар.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1				1	232,0000	216,0000	224,0000	672,0000	224,0000
2			1	2	255,0000	269,0000	262,0000	786,0000	262,0000
3		1		1	232,0000	246,0000	239,0000	717,0000	239,0000
4			2	2	254,0000	249,0000	251,0000	754,0000	251,3333
5	1			1	247,0000	229,0000	238,0000	714,0000	238,0000
6			1	2	251,0000	245,0000	248,0000	744,0000	248,0000
7		2		1	249,0000	260,0000	254,0000	763,0000	254,3333
8			2	2	232,0000	219,0000	225,0000	676,0000	225,3333
9				1	236,0000	225,0000	230,0000	691,0000	230,3333
10			1	2	260,0000	258,0000	259,0000	777,0000	259,0000
11		1		1	240,0000	225,0000	232,0000	697,0000	232,3333
12			2	2	216,0000	237,0000	237,0000	690,0000	230,0000
13	2			1	207,0000	207,0000	207,0000	621,0000	207,0000
14			1	2	262,0000	242,0000	252,0000	756,0000	252,0000
15		2		1	238,0000	237,0000	237,0000	712,0000	237,3333
16			2	2	240,0000	247,0000	243,0000	730,0000	243,3333
17				1	259,0000	254,0000	256,0000	769,0000	256,3333
18			1	2	241,0000	229,0000	235,0000	705,0000	235,0000
19		1		1	256,0000	251,0000	253,0000	760,0000	253,3333
20			2	2	164,0000	173,0000	168,0000	505,0000	168,3333
21	3			1	196,0000	191,0000	193,0000	580,0000	193,3333
22			1	2	234,0000	233,0000	233,0000	700,0000	233,3333
23		2		1	244,0000	236,0000	240,0000	720,0000	240,0000
24			2	2	241,0000	243,0000	242,0000	726,0000	242,0000
Сумма					5686,0000	5621,0000	5658,0000	16965,0000	235,6250

Средние	236,9167	234,2083	235,7500		
---------	----------	----------	----------	--	--

Продолжение приложения 2.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	33326,8750	71	469,3926	-	-
Вариантов	31784,8750	23	1381,9511	43,74	1,87
Повторений	88,58,33	2	44,2917	1,40	3,24
Ошибки	1453,4167	46	31,5960	-	-
Фактора: А	2737,5833	2	1368,7917	746,61	6,94
Ошибки 1	7,3333	4	1,8333	-	-
Фактора: В	91,1250	1	91,1250	6,80	5,98
Фактора: АВ	12,5833	2	6,2917	0,47	5,19
Ошибки 2	80,4167	6	13,4028	-	-
Фактора: С	58,6806	1	58,6806	2,52	4,73
Факторов: АС	30,5278	2	15,2639	0,66	3,91
Факторов: ВС	3321,1250	1	3321,1250	142,67	4,73
Факторов: АВС	3469,0833	2	1734,5417	74,51	3,91
Ошибки 3	279,3333	12	23,2778	-	-
Фактора: Д	245,6806	1	245,6806	5,43	4,26
Факторов: АД	3917,1944	2	1958,5972	43,27	3,43
Факторов: ВД	1343,3472	1	1343,3472	29,68	4,26
Факторов: СД	6981,6806	1	6981,6806	154,24	4,26
Факторов: АД	8938,5278	2	4469,2639	98,74	3,43
Факторов: АСД	300,0278	2	150,0139	3,31	3,43
Факторов: ВСД	2,3472	1	2,3472	0,05	4,26
Факторов: АВСД	335,3611	2	167,6806	3,70	3,43
Ошибки 4	1086,3333	24	45,2639	-	-

Продолжение приложения 2.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,782	1,106	3,073	1,304
Частных различий 2	2,114	2,989	7,323	3,108
Частных различий 3	2,786	3,939	8,588	3,645
Частных различий 4	3,884	5,493	11,316	4,803
Фактора: А	0,276	0,391	1,087	0,461
Фактора: В	0,610	0,863	2,114	0,897
Фактора: С	0,804	1,137	2,479	1,052
Фактора: Д	1,121	1,586	3,267	1,386

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	242,7500	236,7500	236,5278	233,7778
2	236,4167	243,5000	234,7222	237,4722
3	227,7083	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Сырой протеин, озимая рожь. 2011 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, занятый, чистый, сидеральный пар.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы НРК.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1				1	8,9400	8,1800	8,2400	25,3600	8,4533
2			1	2	9,5300	8,4700	8,5700	26,5700	8,8567
3		1		1	12,3900	11,6000	12,6000	36,5900	12,1967
4			2	2	10,0300	10,4800	10,5500	31,0600	10,3533
5	1			1	11,0600	10,8900	11,2300	33,1800	11,0600
6			1	2	10,9700	10,5500	10,6900	32,2100	10,7367
7		2		1	9,6700	10,7700	9,7700	30,2100	10,0700
8			2	2	9,5100	9,7000	9,4100	28,6200	9,5400
9				1	12,0300	12,8300	12,2500	37,1100	12,3700
10			1	2	12,9400	12,8300	12,8800	38,6500	12,8833
11		1		1	10,0300	11,1800	11,0800	33,2900	11,0967
12			2	2	12,6500	11,6300	12,1400	36,4200	12,1400
13	2			1	15,6000	15,8500	15,4700	46,9200	15,6400
14			1	2	13,0500	13,4000	12,5400	38,9900	12,9967
15		2		1	14,2500	14,5600	14,6300	43,4400	14,4800
16			2	2	13,1500	13,4700	12,2600	38,8800	12,9600
17				1	10,6900	10,1700	10,0300	30,8900	10,2967
18			1	2	10,8900	10,8300	11,1200	32,8400	10,9467
19		1		1	10,8300	10,0900	10,0900	31,0100	10,3367
20			2	2	12,1700	12,0800	12,9000	37,1500	12,3833
21	3			1	13,4200	13,3300	13,3300	40,0800	13,3600
22			1	2	11,2200	11,1700	10,6800	33,0700	11,0233
23		2		1	11,3300	12,7100	11,0600	35,1000	11,7000
24			2	2	12,6500	12,8700	13,3500	38,8700	12,9567
Сумма					279,0000	279,6400	276,8700	836,5100	11,6182
Средние					11,6250	11,6517	11,5363		

Продолжение приложения 3.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	213,4174	71	3,0059	-	-
Вариантов	204,6664	23	8,8985	47,73	1,87
Повторений	0,1753	2	0,0876	0,47	3,24
Ошибки	8,5757	46	0,1864	-	-
Фактора: А	98,9163	2	49,4581	442,65	6,94
Ошибки 1	0,4469	4	0,1117	-	-
Фактора: В	26,4386	1	26,4386	103,11	5,98
Фактора: АВ	7,6456	2	3,8228	14,91	5,19
Ошибки 2	1,5385	6	0,2564	-	-
Фактора: С	0,1974	1	0,1974	1,29	4,73
Факторов: АС	9,1642	2	4,5821	29,88	3,91
Факторов: ВС	6,9876	1	6,9876	45,57	4,73
Факторов: АВС	14,7375	2	7,3688	48,06	3,91
Ошибки 3	1,8401	12	0,1533	-	-
Фактора: Д	1,0878	1	1,0878	5,50	4,26
Факторов: АД	3,8026	2	1,9013	9,61	3,43
Факторов: ВД	10,6799	1	10,6799	53,96	4,26
Факторов: СД	2,5576	1	2,5576	12,92	4,26
Факторов: АВД	8,5389	2	4,2695	21,57	3,43
Факторов: АСД	10,5171	2	5,2586	26,57	3,43
Факторов: ВСД	2,5275	1	2,5275	12,77	4,26
Факторов: АВСД	0,8680	2	0,4340	2,19	3,43
Ошибки 4	4,7502	24	0,1979	-	-

Продолжение приложения 3.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,193	0,273	0,759	6,538
Частных различий 2	0,292	0,413	1,013	8,729
Частных различий 3	0,226	0,320	0,697	6,006
Частных различий 4	0,257	0,363	0,748	6,448
Фактора: А	0,068	0,096	0,268	2,312
Фактора: В	0,084	0,119	0,292	2,520
Фактора: С	0,065	0,092	0,201	1,734
Фактора: Д	0,074	0,105	0,216	1,861

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	10,1583	10,9983	11,5519	11,7272
2	13,0292	12,2103	11,6567	11,4814
3	11,6254	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Масса 1000 зерен, озимая рожь. 2011 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, занятый, чистый, сидеральный пар.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы НРК.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1			1	1	31,2000	32,0000	31,6000	94,8000	31,6000
2			1	2	29,8000	30,9000	30,4000	91,1000	30,3667
3		1		1	32,0000	33,0000	32,0000	97,0000	32,3333
4			2	2	31,0000	30,8000	31,4000	93,2000	31,0667
5	1			1	30,0000	31,0000	30,5000	91,5000	30,5000
6			1	2	28,2000	28,0000	28,1000	84,3000	28,1000
7		2		1	32,0000	32,0000	32,0000	96,0000	32,0000
8			2	2	30,5000	30,0000	30,3000	90,8000	30,2667
9				1	28,0000	29,0000	28,5000	85,5000	28,5000
10			1	2	28,9000	30,0000	29,5000	88,4000	29,4667
11		1		1	28,5000	29,0000	29,3000	86,8000	29,2667
12			2	2	30,5000	29,8000	30,2000	90,5000	30,1667
13	2			1	30,0000	31,2000	31,6000	94,8000	31,6000
14			1	2	28,9000	30,0000	29,5000	88,4000	29,4667
15		2		1	30,5000	30,0000	30,3000	90,8000	30,2667
16			2	2	31,0000	29,8000	30,4000	91,2000	30,4000
17				1	32,0000	32,0000	32,0000	96,0000	32,0000
18			1	2	32,0000	32,0000	32,0000	96,0000	32,0000
19		1		1	28,2000	28,7000	29,0000	85,9000	28,6333
20			2	2	31,5000	30,5000	30,8000	92,8000	30,9333
21	3			1	31,8000	31,2000	31,5000	94,5000	31,5000
22			1	2	30,0000	29,0000	29,5000	88,5000	29,5000
23		2		1	29,5000	30,0000	29,8000	89,3000	29,7667
24			2	2	31,0000	31,5000	30,9000	93,4000	31,1333
Сумма					727,0000	731,4000	731,1000	2189,5000	30,4514
Средние					30,2917	30,4750	30,4625		

Продолжение приложения 4.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	107,3432	71	1,5119	-	-
Вариантов	98,5299	23	4,2839	23,71	1,87
Повторений	0,5036	2	0,2518	1,39	3,24
Ошибки	8,3097	46	0,1806	-	-
Фактора: А	14,9969	2	7,4985	38,39	6,94
Ошибки 1	0,7814	4	0,1953	-	-
Фактора: В	0,5868	1	0,5868	6,79	5,98
Фактора: АВ	14,0486	2	7,0243	81,31	5,19
Ошибки 2	0,5183	6	0,0864	-	-
Фактора: С	0,4835	1	0,4835	1,40	4,73
Факторов: АС	17,7119	2	8,8560	25,59	3,91
Факторов: ВС	4,0613	1	4,0613	11,73	4,73
Факторов: АВС	5,1325	2	2,5662	7,41	3,91
Ошибки 3	4,1533	12	0,3461	-	-
Фактора: Д	2,1013	1	2,1013	17,65	4,26
Факторов: АД	15,7225	2	7,8612	66,05	3,43
Факторов: ВД	8,2012	1	8,2012	68,90	4,26
Факторов: СД	8,3368	1	8,3368	70,04	4,26
Факторов: АВД	0,7075	2	0,3537	2,97	3,43
Факторов: АСД	5,1619	2	2,5810	21,68	3,43
Факторов: ВСД	1,2012	1	1,2012	10,09	4,26
Факторов: АВСД	0,0758	2	0,0379	0,32	3,43
Ошибки 4	2,8567	24	0,1190	-	-

Продолжение приложения 4.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,255	0,361	1,003	3,299
Частных различий 2	0,170	0,240	0,588	1,933
Частных различий 3	0,340	0,480	1,047	3,444
Частных различий 4	0,199	0,282	0,580	1,908
Фактора: А	0,090	0,128	0,355	1,166
Фактора: В	0,049	0,069	0,170	0,558
Фактора: С	0,098	0,139	0,302	0,994
Фактора: Д	0,058	0,081	0,168	0,551

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	30,7792	30,5000	30,3278	30,5806
2	29,7667	30,3194	30,4917	30,2389
3	30,6833	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Натура зерна, озимая рожь. 2011 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, занятый, чистый, сидеральный пар.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы НРК.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1			1	1	771,0000	783,0000	765,0000	2319,0000	773,0000
2			1	2	703,0000	765,0000	757,0000	2225,0000	741,6667
3		1		1	710,0000	764,0000	756,0000	2230,0000	743,3333
4			2	2	746,0000	730,0000	701,0000	2177,0000	725,6667
5	1			1	773,0000	757,0000	755,0000	2285,0000	761,6667
6			1	2	756,0000	755,0000	752,0000	2263,0000	754,3333
7		2		1	766,0000	763,0000	763,0000	2292,0000	764,0000
8			2	2	767,0000	724,0000	715,0000	2206,0000	735,3333
9				1	750,0000	722,0000	761,0000	2233,0000	744,3333
10			1	2	744,0000	724,0000	742,0000	2210,0000	736,6667
11		1		1	731,0000	747,0000	760,0000	2238,0000	746,0000
12			2	2	765,0000	773,0000	755,0000	2293,0000	764,3333
13	2			1	750,0000	733,0000	782,0000	2265,0000	755,0000
14			1	2	716,0000	721,0000	769,0000	2206,0000	735,3333
15		2		1	777,0000	775,0000	769,0000	2321,0000	773,6667
16			2	2	774,0000	745,0000	734,0000	2253,0000	751,0000
17				1	751,0000	750,0000	753,0000	2254,0000	751,3333
18			1	2	744,0000	775,0000	703,0000	2222,0000	740,6667
19		1		1	733,0000	793,0000	757,0000	2283,0000	761,0000
20			2	2	751,0000	758,0000	765,0000	2274,0000	758,0000
21	3			1	781,0000	774,0000	730,0000	2285,0000	761,6667
22			1	2	743,0000	786,0000	762,0000	2291,0000	763,6667
23		2		1	763,0000	753,0000	786,0000	2302,0000	767,3333
24			2	2	764,0000	750,0000	734,0000	2248,0000	749,3333
Сумма					18029,0000	18120,0000	18026,0000	54175,0000	752,4306
Средние					751,2083	755,0000	751,0833		

Продолжение приложения 5.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	31759,6528	71	447,8261	-	-
Вариантов	11368,3195	23	494,2748	1,13	1,87
Повторений	237,8611	2	118,9305	0,27	3,24
Ошибки	20189,4722	46	438,9016	-	-
Фактора: А	643,4445	2	321,7222	0,47	6,94
Ошибки 1	2717,7222	4	679,4306	-	-
Фактора: В	931,6805	1	931,6805	2,20	5,98
Фактора: АВ	14,7778	2	7,3889	0,02	5,19
Ошибки 2	2541,9167	6	423,6528	-	-
Фактора: С	48,3472	1	48,3472	0,11	4,73
Факторов: АС	3054,7778	2	1527,3889	3,33	3,91
Факторов: ВС	0,3472	1	0,3472	0,00	4,73
Факторов: АВС	801,4445	2	400,7222	0,87	3,91
Ошибки 3	5507,8333	12	458,9861	-	-
Фактора: Д	2676,6805	1	2676,6805	6,82	4,26
Факторов: АД	738,7778	2	369,3889	0,94	3,43
Факторов: ВД	224,0139	1	224,0139	0,57	4,26
Факторов: СД	1,1250	1	1,1250	0,00	4,26
Факторов: АВД	894,7778	2	447,3889	1,14	3,43
Факторов: АСД	276,3333	2	138,1667	0,35	3,43
Факторов: ВСД	1050,3472	1	1050,3472	2,68	4,26
Факторов: АВСД	11,4445	2	5,7222	0,01	3,43
Ошибки 4	9422,0000	24	392,5833	-	-

Продолжение приложения 5.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	15,049	21,283	59,166	7,863
Частных различий 2	11,884	16,806	41,174	5,472
Частных различий 3	12,369	17,493	38,134	5,068
Частных различий 4	11,439	16,178	33,326	4,429
Фактора: А	5,321	7,525	20,918	2,780
Фактора: В	3,430	4,851	11,886	1,580
Фактора: С	3,571	5,050	11,008	1,463
Фактора: Д	3,302	4,670	9,620	1,279

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	749,8750	748,8333	751,6111	758,5278
2	750,7917	756,0278	7532500	746,3333
3	756,6250	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность клубней картофеля, 2012 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с пожнивным сидератом, без сидерата.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние			
	А	В	С	Д	1	2	3					
1	2	3	4		5	6	7	8	9			
1	1	1	1	1	17,6400	17,3200	18,0600	53,0200	17,6733			
2				1	2	19,6700	19,8200	18,9400	58,4300	19,4767		
3					1	22,7400	21,9500	23,9500	68,6400	22,8800		
4				2	2	24,6200	24,1400	23,9900	72,7500	24,2500		
5			1		16,8800	18,8900	18,1100	53,8800	17,9600			
6			2	1	1	2	18,1200	19,7100	20,7400	58,5700	19,5233	
7						1	22,5000	21,9100	23,1800	67,5900	22,5300	
8					2	2	23,7500	23,1100	24,2400	71,1000	23,7000	
9						1	16,7400	17,6800	17,2200	51,6400	17,2133	
10				3	1	2	1	16,6100	19,7700	20,1500	56,5300	18,8433
11							1	22,8700	22,0100	23,4000	68,2800	22,7600
12						2	2	24,4000	24,8600	23,4900	72,7500	24,2500
13		1					18,0200	17,4100	16,7900	52,2200	17,4067	
14		2			1	2	1	20,3200	19,0400	20,5800	59,9400	19,9800
15							1	22,9100	22,1600	23,4500	68,5200	22,8400
16						2	2	24,9600	24,9200	24,6700	74,5500	24,8500
17							1	19,8200	19,0400	18,4400	57,3000	19,1000
18			3		1	2	1	21,0400	20,9800	20,6800	62,7000	20,9000
19							1	23,0100	23,5200	22,9800	69,5100	23,1700
20						2	2	24,9200	25,6000	24,4800	75,0000	25,0000
21							1	20,0200	19,5600	20,0000	59,5800	19,8600
22				2	1	2	1	21,4200	20,9800	21,2000	63,6000	21,2000
23							1	23,5400	23,1400	23,5200	70,2000	23,4000
24						2	2	25,0100	25,8200	24,5300	75,3600	25,1200
Сумма							511,5300	513,3400	516,7900	1541,6600	21,4119	
Средние					21,3138	21,3892	21,5329					

Продолжение приложения 6.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	498,9805	71	7,0279	-	-
Вариантов	473,0341	23	20,5667	37,32	1,87
Повторений	0,5951	2	0,2975	0,54	3,24
Ошибки	25,3513	46	0,5511	-	-
Фактора: А	23,4379	2	11,7189	17,75	6,94
Ошибки 1	2,6405	4	0,6601	-	-
Фактора: В	1,0177	1	1,0177	1,33	5,98
Фактора: АВ	1,3633	2	0,6817	0,89	5,19
Ошибки 2	4,5816	6	0,7636	-	-
Фактора: С	386,6054	1	386,6054	592,32	4,73
Факторов: АС	5,9562	2	2,9781	4,56	3,91
Факторов: ВС	0,8407	1	0,8407	1,29	4,73
Факторов: АВС	0,0772	2	0,0386	0,06	3,91
Ошибки 3	7,8324	12	0,6527	-	-
Фактора: Д	51,5113	1	51,5113	120,06	4,26
Факторов: АД	0,6086	2	0,3043	0,71	3,43
Факторов: ВД	0,0257	1	0,0257	0,06	4,26
Факторов: СД	0,1568	1	0,1568	0,37	4,26
Факторов: АВД	0,9718	2	0,4859	1,13	3,43
Факторов: АСД	0,3480	2	0,1740	0,41	3,43
Факторов: ВСД	0,0001	1	0,0001	0,00	4,26
Факторов: АВСД	0,1136	2	0,0568	0,13	3,43
Ошибки 4	10,2968	24	0,4290	-	-

Продолжение приложения 6.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,469	0,663	1,844	8,613
Частных различий 2	0,505	0,713	1,748	8,164
Частных различий 3	0,466	0,660	1,438	6,716
Частных различий 4	0,378	0,535	1,102	5,145
Фактора: А	0,166	0,235	0,652	3,045
Фактора: В	0,146	0,206	0,505	2,357
Фактора: С	0,135	0,190	0,415	1,939
Фактора: Д	0,109	0,154	0,318	1,485

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	20,9992	21,2931	19,0947	20,5661
2	21,0179	21,5308	23,7292	22,2578
3	22,2188	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Содержание крахмала в клубнях картофеля. 2012 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с пожнивным сидератом, без сидерата.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24	1	1	1	16,7000	17,2000	16,6000	50,5000	16,8333
2				2	17,2000	17,7000	17,7000	52,6700	17,5567
3			1	1	16,7000	17,2000	16,8000	50,7000	16,9000
4				2	17,4000	17,8000	17,2000	52,4000	17,4667
5			1	1	16,5000	17,1000	16,7000	50,3000	16,7667
6				2	17,0000	17,1000	16,8000	50,9000	16,9667
7		2	1	1	17,6500	17,7000	17,8500	53,2000	17,7333
8				2	17,2000	17,1000	17,0000	51,3000	17,1000
9		1	1	1	17,0000	17,1000	16,7000	50,8500	16,9500
10				2	17,5000	17,6000	17,3000	52,4000	17,4667
11		1	1	1	18,0000	17,9000	18,1000	54,0000	18,0000
12				2	17,6000	17,4000	16,9000	51,9700	17,3233
13		2	1	1	17,8000	17,9000	18,0000	53,7000	17,9000
14				2	17,7000	17,4000	17,5000	52,6000	17,5333
15		2	1	1	17,7500	17,0000	17,7500	52,5000	17,5000
16				2	17,8000	18,1000	18,1000	54,0000	18,0000
17		1	1	1	18,2500	18,2000	18,4000	54,8500	18,2833
18				2	18,2000	18,3000	17,9000	54,4000	18,1333
19		1	1	1	18,1500	18,1000	17,9000	54,1500	18,0500
20				2	17,7000	17,9000	17,5000	53,1000	17,7000
21		3	1	1	18,4000	18,6000	18,2000	55,2000	18,4000
22				2	17,7700	17,9000	17,6000	53,2700	17,7567
23		2	1	1	18,8000	18,8500	18,6000	56,2500	18,7500
24				2	18,6000	18,7500	18,5000	55,8500	18,6167
Сумма					423,3700	425,9000	421,6000	1271,0600	17,6536
Средние					17,6404	17,7458	17,5667		

Продолжение приложения 7.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	20,3918	71	0,3435	-	-
Вариантов	22,0866	23	0,9603	23,05	1,87
Повторений	0,3892	2	0,1946	4,67	3,24
Ошибки	1,9160	46	0,0417	-	-
Фактора: А	13,3841	2	0,6921	66,47	6,94
Ошибки 1	0,4027	4	0,1007	-	-
Фактора: В	0,7341	1	0,7341	11,89	5,98
Фактора: АВ	0,5370	2	0,2685	4,35	5,19
Ошибки 2	0,3706	6	0,0618	-	-
Фактора: С	0,8515	1	0,8515	44,72	4,73
Факторов: АС	0,0634	2	0,0317	1,66	3,91
Факторов: ВС	0,5742	1	0,5742	30,16	4,73
Факторов: АВС	1,4606	2	0,7303	38,36	3,91
Ошибки 3	0,2285	12	0,0190	-	-
Фактора: Д	0,0284	1	0,0284	0,75	4,26
Факторов: АД	0,8436	2	0,4218	11,07	3,43
Факторов: ВД	0,3514	1	0,3514	9,22	4,26
Факторов: СД	0,1309	1	0,1309	3,44	4,26
Факторов: АВД	0,7948	2	0,3974	10,43	3,43
Факторов: АСД	0,3060	2	0,1530	4,02	3,43
Факторов: ВСД	0,5565	1	0,5565	14,61	4,26
Факторов: АВСД	1,4700	2	0,7350	19,29	3,43
Ошибки 4	0,9143	24	0,0381	-	-

Продолжение приложения 7.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,183	0,259	0,720	4,080
Частных различий 2	0,143	0,203	0,497	2,817
Частных различий 3	0,080	0,113	0,246	1,391
Частных различий 4	0,113	0,159	0,328	1,860
Фактора: А	0,065	0,092	0,255	1,443
Фактора: В	0,041	0,059	0,144	0,813
Фактора: С	0,023	0,033	0,071	0,402
Фактора: Д	0,033	0,046	0,095	0,537

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	17,1625	17,5500	17,5422	17,6708
2	17,5792	17,7519	17,7597	17,6311
3	18,2113	—	—	—

Дисперсионный анализ

Задача. Содержание нитратов в клубнях картофеля. 2012 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с пожнивным сидератом, без сидерата.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1				1	41,7000	28,0000	33,1000	102,8000	34,2667
2			1	2	47,0000	49,1000	42,7000	138,8000	46,2667
3		1		1	51,5000	49,1000	42,7000	143,3000	47,7667
4			2	2	59,5000	59,0000	48,0000	166,5000	55,5000
5	1			1	42,7000	30,2000	35,8000	108,7000	36,2333
6			1	2	42,7000	57,0000	42,3000	142,0000	47,3333
7		2		1	56,6000	60,3000	43,8000	160,7000	53,5667
8			2	2	60,3000	61,7000	61,5000	183,5000	61,1667
9				1	41,5000	35,8000	33,3000	110,6000	36,8667
10			1	2	47,6000	30,3000	44,4000	122,3000	40,7667
11		1		1	52,4000	51,6000	48,6000	152,6000	50,8667
12			2	2	42,0000	35,8000	45,1000	122,9000	40,9667
13	2			1	41,8000	32,7000	38,0000	112,5000	37,5000
14			1	2	39,6000	34,7000	41,3000	115,6000	38,5333
15		2		1	49,4000	38,0000	46,8000	134,2000	44,7333
16			2	2	57,1000	51,3000	49,9000	158,3000	52,7667
17				1	41,8000	42,8000	42,5000	127,1000	42,3667
18			1	2	48,2000	39,9000	45,9000	134,0000	44,6667
19		1		1	45,6000	41,2000	49,4000	136,2000	45,4000
20			2	2	53,0000	51,0000	54,0000	158,0000	52,6667
21	3			1	41,8000	39,4000	40,1000	121,3000	40,4333
22			1	2	40,1000	41,4000	41,9000	123,4000	41,1333
23		2		1	49,3000	41,8000	50,9000	142,0000	47,3333
24			2	2	59,1000	61,8000	55,2000	176,1000	58,7000
Сумма					1152,3000	1063,9000	1077,2000	3293,4000	45,7417
Средние					48,0125	44,3292	44,8833		

Продолжение приложения 8.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	4865,9350	71	68,5343	-	-
Вариантов	3680,1017	23	160,0044	7,39	1,87
Повторений	189,3258	2	94,6629	4,37	3,24
Ошибки	996,5075	46	21,6632	-	-
Фактора: А	312,4075	2	156,2038	2,23	6,94
Ошибки 1	280,1417	4	70,0354	-	-
Фактора: В	55,4756	1	55,4756	8,15	5,98
Фактора: АВ	31,9136	2	15,9568	2,34	5,19
Ошибки 2	40,8558	6	6,8093	-	-
Фактора: С	1955,2089	1	1955,2089	266,03	4,73
Факторов: АС	83,8803	2	41,9401	5,71	3,91
Факторов: ВС	106,0939	1	106,0939	14,44	4,73
Факторов: АВС	8,0486	2	4,0243	0,55	3,91
Ошибки 3	88,1933	12	7,3494	-	-
Фактора: Д	498,2272	1	498,2272	20,36	4,26
Факторов: АД	234,7203	2	117,3601	4,80	3,43
Факторов: ВД	34,1689	1	34,1689	1,40	4,26
Факторов: СД	0,1422	1	0,1422	0,01	4,26
Факторов: АВД	53,7019	2	26,8510	1,10	3,43
Факторов: АСД	131,4686	2	65,7343	2,69	3,43
Факторов: ВСД	92,9339	1	92,9339	3,80	4,26
Факторов: АВСД	81,7103	2	40,8551	1,67	3,43
Ошибки 4	587,3167	24	24,4715	-	-

Продолжение приложения 8.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	4,832	6,833	18,996	41,528
Частных различий 2	1,507	2,131	5,220	11,412
Частных различий 3	1,565	2,214	4,825	10,549
Частных различий 4	2,856	4,039	8,321	18,190
Фактора: А	1,708	2,416	6,716	14,683
Фактора: В	0,435	0,615	1,507	3,294
Фактора: С	0,452	0,639	1,393	3,045
Фактора: Д	0,824	1,166	2,402	5,251

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	1146,3000	1615,1000	1459,1000	1552,0000
2	1029,0000	1678,3000	1834,3000	1741,4000
3	1118,1000	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Сухое вещество картофеля. 2012 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с пожнивным сидератом, без сидерата.

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1				1	26,4800	25,7600	26,4000	78,6400	26,2133
2			1	2	26,0300	28,1000	26,7500	80,8800	26,9600
3		1		1	25,7400	26,2000	25,5000	77,4400	25,8133
4			2	2	26,8500	26,1800	26,7100	79,7400	26,5800
5	1			1	24,5300	26,1900	25,7000	76,4200	25,4733
6			1	2	25,4900	24,3100	26,4300	76,2300	25,4100
7		2		1	24,7500	24,9400	24,5500	74,2400	24,7467
8			2	2	24,4100	25,5100	24,5500	74,4700	24,8233
9				1	25,8000	25,5700	25,8800	77,2500	25,7500
10			1	2	25,5800	26,9400	25,5600	78,0800	26,0267
11		1		1	25,4400	26,3000	27,1600	78,9000	26,3000
12			2	2	26,1200	27,9400	26,6700	80,7300	26,9100
13	2			1	25,0600	27,5200	28,4400	81,0200	27,0067
14			1	2	26,8100	28,1000	27,1200	82,0300	27,3433
15		2		1	26,4000	26,5000	24,9400	77,8400	25,9467
16			2	2	25,7600	26,5800	26,7100	79,0500	26,3500
17				1	25,5100	24,2100	27,9500	77,6700	25,8900
18			1	2	26,7600	27,7300	26,3700	80,8600	26,9533
19		1		1	24,9600	24,6700	24,8400	74,4700	24,8233
20			2	2	25,8900	26,3700	25,8400	78,1000	26,0333
21	3			1	26,4300	27,2100	25,8900	79,5300	26,5100
22			1	2	26,2700	26,7500	27,2600	80,2800	26,7600
23		2		1	27,5000	28,9600	27,6500	84,1100	28,0367
24			2	2	28,6000	28,7700	28,2500	85,6200	28,5400
Сумма					623,1700	637,3100	633,1200	1893,6000	26,3000
Средние					25,9654	26,5546	26,3800		

Продолжение приложения 9.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	93,6126	71	1,3185	-	-
Вариантов	61,2831	23	2,6645	4,39	1,87
Повторений	4,3958	2	2,1979	3,62	3,24
Ошибки	27,9337	46	0,6073	-	-
Фактора: А	11,4776	2	5,7388	17,09	6,94
Ошибки 1	1,3433	4	0,3358	-	-
Фактора: В	0,9068	1	0,9068	3,27	5,98
Фактора: АВ	24,0995	2	12,0497	43,42	5,19
Ошибки 2	1,6651	6	0,2775	-	-
Фактора: С	0,2427	1	0,2427	0,52	4,73
Факторов: АС	2,1981	2	1,0991	2,34	3,91
Факторов: ВС	0,2027	1	0,2027	0,43	4,73
Факторов: АВС	14,9701	2	7,4850	15,95	3,91
Ошибки 3	5,6304	12	0,4692	-	-
Фактора: Д	4,7740	1	4,7740	5,94	4,26
Факторов: АД	0,5275	2	0,2638	0,33	3,43
Факторов: ВД	1,2535	1	1,2535	1,56	4,26
Факторов: СД	0,1152	1	0,1152	0,14	4,26
Факторов: АВД	0,4647	2	0,2324	0,29	3,43
Факторов: АСД	0,0144	2	0,0072	0,01	3,43
Факторов: ВСД	0,0002	1	0,0002	0,00	4,26
Факторов: АВСД	0,0361	2	0,0181	0,02	3,43
Ошибки 4	19,2948	24	0,8039	-	-

Продолжение приложения 9.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,335	0,473	1,315	5,002
Частных различий 2	0,304	0,430	1,054	4,007
Частных различий 3	0,395	0,559	1,219	4,636
Частных различий 4	0,518	0,732	1,508	5,734
Фактора: А	0,118	0,167	0,465	1,768
Фактора: В	0,088	0,124	0,304	1,157
Фактора: С	0,114	0,161	0,352	1,338
Фактора: Д	0,149	0,211	0,435	1,655

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	25,7525	26,1878	26,3581	26,0425
2	26,4542	26,4122	26,2419	26,5575
3	26,6933	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Урожайность зерна ячменя. 2013 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева (последействие).

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1				1	2,0300	1,7500	2,1100	5,8900	1,9633
2			1	2	2,1000	1,7400	2,2200	6,0600	2,0200
3		1		1	2,2600	2,3400	2,6500	7,2500	2,4167
4			2	2	2,1900	2,2100	2,6500	7,0500	2,3500
5	1			1	1,7400	1,7100	2,2300	5,6800	1,8933
6			1	2	1,7900	1,8600	1,9300	5,5800	1,8600
7		2		1	2,1600	2,1600	2,8000	7,1200	2,3733
8			2	2	2,3700	2,3700	2,3700	7,1100	2,3700
9				1	2,0200	2,1000	2,0100	6,1300	2,0433
10			1	2	1,7600	1,8200	2,0900	5,6700	1,8900
11		1		1	2,4800	2,2800	2,3800	7,1400	2,3800
12			2	2	2,3600	2,4500	2,2500	7,0600	2,3533
13	2			1	1,7000	1,9000	1,7500	5,3500	1,7833
14			1	2	1,7800	1,7200	1,8800	5,3800	1,7933
15		2		1	2,2600	2,2600	2,6400	7,1600	2,3867
16			2	2	2,3200	2,3200	2,6100	7,2500	2,4167
17				1	2,0900	1,8500	1,9300	5,8700	1,9567
18			1	2	1,8500	1,8000	2,0600	5,7100	1,9033
19		1		1	2,2900	2,3900	2,5600	7,2400	2,4133
20			2	2	2,4400	2,3500	2,3100	7,1000	2,3667
21	3			1	1,8000	1,9100	1,9300	5,6400	1,8800
22			1	2	1,7600	1,9600	2,0600	5,7800	1,9267
23		2		1	2,2800	2,3800	2,4800	7,1400	2,3800
24			2	2	2,4600	2,5600	2,4600	7,4800	2,4933
Сумма					50,2900	50,1900	54,3600	154,8400	2,1506
Средние					2,0954	2,0913	2,2650		

Продолжение приложения 10.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	5,8042	71	0,0817	-	-
Вариантов	4,4435	23	0,1932	10,00	1,87
Повторений	0,4717	2	0,2359	12,20	3,24
Ошибки	0,8889	46	0,0193	-	-
Фактора: А	0,0150	2	0,0075	0,15	6,94
Ошибки 1	0,2003	4	0,0501	-	-
Фактора: В	0,0313	1	0,0313	1,93	5,98
Фактора: АВ	0,0242	2	0,0121	0,75	5,19
Ошибки 2	0,0971	6	0,0162	-	-
Фактора: С	4,1857	1	4,1857	256,33	4,73
Факторов: АС	0,0139	2	0,0070	0,43	3,91
Факторов: ВС	0,0760	1	0,0760	4,66	4,73
Факторов: АВС	0,0163	2	0,0082	0,50	3,91
Ошибки 3	0,1960	12	0,0163	-	-
Фактора: Д	0,0020	1	0,0020	0,12	4,26
Факторов: АД	0,0075	2	0,0038	0,23	3,43
Факторов: ВД	0,0257	1	0,0257	1,56	4,26
Факторов: СД	0,0020	1	0,0020	0,12	4,26
Факторов: АВД	0,0181	2	0,0090	0,55	3,43
Факторов: АСД	0,0113	2	0,0057	0,34	3,43
Факторов: ВСД	0,0014	1	0,0014	0,09	4,26
Факторов: АВСД	0,0130	2	0,0065	0,39	3,43
Ошибки 4	0,3955	24	0,0165	-	-

Продолжение приложения 10.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,129	0,183	0,508	23,622
Частных различий 2	0,073	0,104	0,255	11,834
Частных различий 3	0,074	0,104	0,227	10,577
Частных различий 4	0,074	0,105	0,216	10,041
Фактора: А	0,046	0,065	0,180	8,352
Фактора: В	0,021	0,030	0,073	3,416
Фактора: С	0,021	0,030	0,066	3,053
Фактора: Д	0,021	0,030	0,062	2,898

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	2,1558	2,1714	1,9094	2,1558
2	2,1308	2,1297	2,3917	2,1453
3	2,1650	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Масса 1000 зерен, ячмень. 2013 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева (последействие).

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1				1	30,3000	28,5000	29,0000	87,8000	29,2667
2			1	2	30,0000	31,6000	27,0000	88,6000	29,5333
3		1		1	26,6000	30,3000	30,3000	87,2000	29,0667
4			2	2	29,5000	26,8000	26,4000	82,7000	27,5667
5	1			1	28,1000	28,5000	30,1000	86,7000	28,9000
6			1	2	24,0000	29,0000	29,6000	82,6000	27,5333
7		2		1	29,8000	29,3000	28,4000	87,5000	29,1667
8			2	2	26,2000	31,4000	28,3000	85,9000	28,6333
9				1	28,0000	32,4000	31,0000	91,4000	30,4667
10			1	2	30,3000	29,2000	28,5000	88,0000	29,3333
11		1		1	33,1000	28,1000	33,2000	94,4000	31,4667
12			2	2	27,7000	33,3000	30,0000	91,0000	30,3333
13	2			1	30,6000	30,3000	28,0000	88,9000	29,6333
14			1	2	29,6000	28,0000	27,5000	85,1000	28,3667
15		2		1	29,0000	28,5000	28,0000	85,5000	28,5000
16			2	2	32,5000	27,5000	26,5000	86,5000	28,8333
17				1	27,5000	27,5000	28,5000	83,5000	27,8333
18			1	2	27,2000	25,4000	28,0000	80,6000	26,8667
19		1		1	28,3000	27,3000	29,3000	84,9000	28,3000
20			2	2	28,4000	31,3000	30,3000	90,0000	30,0000
21	3			1	29,6000	29,5000	29,0000	88,1000	29,3667
22			1	2	29,0000	32,0000	25,5000	96,5000	28,8333
23		2		1	29,5000	32,0000	31,0000	92,5000	30,8333
24			2	2	29,0000	31,0000	35,5000	95,5000	31,8333
Сумма					693,8000	708,7000	698,9000	2101,4000	29,1861
Средние					28,9083	29,5292	29,1208		

Продолжение приложения 11.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	294,9661	71	4,1545	-	-
Вариантов	102,1928	23	4,4432	1,09	1,87
Повторений	4,7786	2	2,3893	0,58	3,24
Ошибки	187,9947	46	4,0868	-	-
Фактора: А	9,9811	2	4,9906	1,62	6,94
Ошибки 1	12,3089	4	3,0772	-	-
Фактора: В	0,0200	1	0,0200	0,00	5,98
Фактора: АВ	38,4533	2	19,2267	3,77	5,19
Ошибки 2	30,6292	6	5,1049	-	-
Фактора: С	9,2450	1	9,2450	2,96	4,73
Факторов: АС	16,0633	2	8,0317	2,57	3,91
Факторов: ВС	0,3756	1	0,3756	0,12	4,73
Факторов: АВС	7,2544	2	3,6272	1,16	3,91
Ошибки 3	37,5367	12	3,1281	-	-
Фактора: Д	3,2939	1	3,2939	0,74	4,26
Факторов: АД	4,7678	2	2,3839	0,53	3,43
Факторов: ВД	0,0200	1	0,0200	0,00	4,26
Факторов: СД	2,9606	1	2,9606	0,66	4,26
Факторов: АВД	0,8400	2	0,4200	0,09	3,43
Факторов: АСД	4,9411	2	2,4706	0,55	3,43
Факторов: ВСД	1,1756	1	1,1756	0,26	4,26
Факторов: АВСД	2,8011	2	1,4006	0,31	3,43
Ошибки 4	107,5200	24	4,4800	-	-

Продолжение приложения 11.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	1,013	1,432	3,982	13,643
Частных различий 2	1,304	1,845	4,520	15,486
Частных различий 3	1,021	1,444	3,148	10,786
Частных различий 4	1,222	1,728	3,560	12,198
Фактора: А	0,358	0,506	1,408	4,823
Фактора: В	0,377	0,533	1,305	4,470
Фактора: С	0,295	0,417	0,909	3,114
Фактора: Д	0,353	0,499	1,028	3,521

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	28,7083	29,1694	28,8278	29,4000
2	29,6167	29,2028	29,5444	28,9722
3	29,2333	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача. Сырой протеин, ячмень. 2013 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева (последствие).

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние									
	А	В	С	Д	1	2	3											
1	2	3	4		5	6	7	8	9									
1	1	2	1	1	11,2600	11,7600	12,1000	35,1200	11,7067									
2				2	2	10,4000	10,6500	10,6500	31,7000	10,5667								
3					1	1	10,1800	10,5200	10,5300	31,2300	10,4100							
4						2	2	9,1200	9,5500	10,1700	28,8400	9,6133						
5							1	1	9,0000	9,1200	9,2000	27,3200	9,1067					
6								2	1	9,4100	10,2600	10,4300	30,1000	10,0333				
7			1						2	10,8600	11,5400	11,9100	34,3100	11,4367				
8				2					2	10,7500	10,9700	11,3400	33,0600	11,0200				
9					1				1	11,0300	11,1500	11,5100	33,6900	11,2300				
10						2			2	9,9900	10,1200	10,5000	30,6100	10,2033				
11							2		1	1	10,2600	10,8300	11,3400	32,4300	10,8100			
12								2		2	10,0600	10,4400	10,4400	30,9400	10,3100			
13		1	1							10,1600	10,3700	10,5300	31,0600	10,3533				
14			2	2						10,8900	11,0000	11,4900	33,2900	11,0967				
15				1	1					10,5800	11,0300	11,3400	23,9500	10,9833				
16					2	2				10,5800	11,0000	11,0000	32,4800	10,8267				
17						1			1	10,5500	10,9400	11,0600	32,5500	10,8500				
18								2	2	11,0800	11,1700	11,2700	33,4500	11,1500				
19		1							2	1	10,1800	10,3200	10,4600	30,9600	10,3200			
20			1							2	10,9000	10,9000	11,0300	32,8300	10,9433			
21				2						1	1	11,2000	11,3400	11,4400	33,9800	11,3267		
22					1						2	1	11,5400	11,5400	11,6300	34,7100	11,5700	
23						2	1					1	11,0300	11,1700	11,2600	33,4600	11,1533	
24								1				2	2	10,7000	10,9400	11,2400	32,8400	10,9467
Сумма									251,7100				258,6370	263,8700	773,9100	10,7488		
Средние									10,4879				10,7765	10,9946				

Продолжение приложения 12.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	30,6963	71	0,4323	-	-
Вариантов	26,3435	23	1,1454	14,63	1,87
Повторений	0,7505	2	0,3753	4,79	3,24
Ошибки	3,6023	46	0,0783	-	-
Фактора: А	3,5881	2	1,7940	64,15	6,94
Ошибки 1	0,1119	4	0,0280	-	-
Фактора: В	0,3916	1	0,3916	3,00	5,98
Фактора: АВ	1,1223	2	0,5612	4,30	5,19
Ошибки 2	0,7830	6	0,1305	-	-
Фактора: С	0,0184	1	0,0184	0,18	4,73
Факторов: АС	1,2926	2	0,6463	6,44	3,91
Факторов: ВС	4,8205	1	4,8205	48,04	4,73
Факторов: АВС	6,9868	2	3,4934	34,82	3,91
Ошибки 3	1,2041	12	0,1003	-	-
Фактора: Д	0,2346	1	0,2346	3,75	4,26
Факторов: АД	1,1803	2	0,5901	9,42	3,43
Факторов: ВД	1,7143	1	1,7143	27,37	4,26
Факторов: СД	0,2677	1	0,2677	4,27	4,26
Факторов: АВД	2,5480	2	1,2740	20,34	3,43
Факторов: АСД	0,1559	2	0,0779	1,24	3,43
Факторов: ВСД	1,8592	1	1,8592	29,68	4,26
Факторов: АВСД	0,1634	2	0,0817	1,30	3,43
Ошибки 4	1,5033	24	0,0626	-	-

Продолжение приложения 12.

3. Оценка существенности (расщепленные делянки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0,097	0,137	0,380	3,531
Частных различий 2	0,209	0,295	0,723	6,722
Частных различий 3	0,183	0,259	0,564	5,245
Частных различий 4	0,144	0,204	0,421	3,916
Фактора: А	0,034	0,048	0,134	1,248
Фактора: В	0,060	0,085	0,209	1,941
Фактора: С	0,053	0,075	0,163	1,514
Фактора: Д	0,042	0,059	0,122	1,130

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	10,4867	10,6764	10,7661	10,8072
2	10,7313	10,8239	10,7342	10,6931
3	11,0325	-	-	-

Вынос NPK зерном и соломой озимой ржи, кг/га, 2011 г.

Вид пара	Обработка	Удобрение	Подсевная культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Занятый пар	вспашка	без удобрений	б/п	41	27	39
			с/п	46	27	44
		NPK	б/п	84	46	70
			с/п	90	50	73
	дискование	без удобрений	б/п	55	29	41
			с/п	50	31	47
		NPK	б/п	84	52	78
			с/п	97	59	86
Чистый пар	вспашка	без удобрений	б/п	62	28	46
			с/п	69	30	52
		NPK	б/п	103	53	90
			с/п	136	56	93
	дискование	без удобрений	б/п	70	28	48
			с/п	68	33	57
		NPK	б/п	139	54	86
			с/п	124	54	89
Сидеральный пар	вспашка	без удобрений	б/п	65	36	57
			с/п	70	37	56
		NPK	б/п	111	62	88
			с/п	127	68	92
	дискование	без удобрений	б/п	73	36	51
			с/п	78	41	55
		NPK	б/п	101	59	86
			с/п	129	57	86

Вынос NPKс урожаем картофеля, кг/га, 2012 г.

Вид пара	Обработка	Удобрение	Подсевная культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Занятый пар	вспашка	без удобрений	б/п	57	30	79
			с/п	75	33	84
		NPK	б/п	83	18	115
			с/п	82	33	121
	дискование	без удобрений	б/п	80	28	89
			с/п	74	32	95
		NPK	б/п	81	34	104
			с/п	70	36	110
Чистый пар	вспашка	без удобрений	б/п	65	28	77
			с/п	65	29	83
		NPK	б/п	75	32	104
			с/п	89	40	121
	дискование	без удобрений	б/п	52	29	81
			с/п	66	31	89
		NPK	б/п	78	37	108
			с/п	90	40	126
Сидеральный пар	вспашка	без удобрений	б/п	68	33	79
			с/п	69	38	91
		NPK	б/п	84	36	113
			с/п	96	37	118
	дискование	без удобрений	б/п	65	35	96
			с/п	65	34	101
		NPK	б/п	81	39	111
			с/п	78	38	115

Вынос NPK зерном и соломой ячменя, кг/га, 2013 г.

Вид пара	Обработка	Удобрение	Подсевная культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Занятый пар	вспашка	без удобрений	б/п	54	29	48
			с/п	64	33	50
		NPK	б/п	63	34	73
			с/п	57	33	71
	дискование	без удобрений	б/п	43	28	47
			с/п	47	26	45
		NPK	б/п	70	36	68
			с/п	68	37	69
Чистый пар	вспашка	без удобрений	б/п	54	33	48
			с/п	58	38	49
		NPK	б/п	68	32	66
			с/п	64	36	67
	дискование	без удобрений	б/п	46	27	45
			с/п	48	28	48
		NPK	б/п	68	35	68
			с/п	71	39	70
Сидеральный пар	вспашка	без удобрений	б/п	53	30	44
			с/п	55	32	49
		NPK	б/п	71	41	58
			с/п	72	40	67
	дискование	без удобрений	б/п	56	27	50
			с/п	54	31	49
		NPK	б/п	66	39	67
			с/п	66	40	64

Структура урожая озимой ржи, 2011 г.

Вид пара (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Подсевная культура (Д)	Продуктивная кустистость	Количество зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г.
Занятый	вспашка	без удобрений	б/п	2	33	1,04
			с/п	2	35	1,05
		НРК	б/п	1,9	38	1,19
			с/п	1,9	35	1,11
	дискование	без удобрений	б/п	1,9	26	0,8
			с/п	1,7	27	0,77
		НРК	б/п	1,8	35	1,11
			с/п	1,9	37	1,13
Чистый	вспашка	без удобрений	б/п	1,9	31	0,88
			с/п	2,2	32	0,94
		НРК	б/п	2,4	38	1,11
			с/п	2,4	36	1,1
	дискование	без удобрений	б/п	2,1	34	1,08
			с/п	2,0	32	0,94
		НРК	б/п	2,2	35	1,08
			с/п	1,7	34	1,04
Сидеральный	вспашка	без удобрений	б/п	1,8	31	0,98
			с/п	1,8	29	0,93
		НРК	б/п	2,2	35	1,01
			с/п	2,2	35	1,16
	дискование	без удобрений	б/п	2,5	26	0,81
			с/п	1,8	27	0,8
		НРК	б/п	2,1	41	1,24
			с/п	2,1	42	1,31

Структура урожая ячменя, 2013 г.

Вид сево-оборота (А)	Обработка почвы (В)	Удобрение (С)	Последствие сидератов (Д)	Продуктивная кустистость	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна с колоса, г.
С занятым паром	вспашка	без удобрений	б/п	1,7	20	0,58
			с/п	1,8	18	0,54
		НК	б/п	2,1	23	0,68
			с/п	2,0	25	0,68
	дискование	без удобрений	б/п	1,8	19	0,6
			с/п	1,8	18	0,5
		НК	б/п	2,1	21	0,63
			с/п	2,1	22	0,67
С чистым паром	вспашка	без удобрений	б/п	1,8	20	0,61
			с/п	1,8	21	0,64
		НК	б/п	2,2	22	0,7
			с/п	2,2	22	0,71
	дискование	без удобрений	б/п	1,9	21	0,61
			с/п	1,9	21	0,62
		НК	б/п	2,2	24	0,7
			с/п	2,1	23	0,68
С сидеральным паром	вспашка	без удобрений	б/п	1,8	20	0,62
			с/п	1,8	20	0,6
		НК	б/п	2,2	25	0,73
			с/п	2,2	24	0,69
	дискование	без удобрений	б/п	1,8	20	0,6
			с/п	1,9	18	0,59
		НК	б/п	2,2	24	0,65
			с/п	2,2	25	0,72

Приложение 18

Содержание влаги в слое почвы 0–100 см в начале вегетации озимой ржи (% на абсолютно сухую почву), 2011 г.

Вид пара	Обработка почвы	Глубина взятия образца, см					
		0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100
Занятый	Вспашка	23,8	24,1	22,4	21,9	24,6	24,8
	Дискование	22,8	23,6	24,8	23,2	22,5	23,4
Чистый	Вспашка	24,6	24,2	22,8	23,0	23,5	25,0
	Дискование	23,5	24,0	23,5	23,0	23,1	24,1
Сидеральный	Вспашка	25,0	24,0	23,1	23,1	23,5	25,1
	Дискование	23,1	22,8	24,2	22,9	22,9	23,6

Приложение 19

Запасы продуктивной влаги в почве в начале вегетации озимой ржи, мм, 2011 г.

Вид пара	Обработка почвы	Глубина взятия образца, см						
		0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100	0-100
Занятый	вспашка	46	24	22	44	52	53	241
	дискование	43	23	26	48	46	49	235
Чистый	вспашка	48	24	23	47	49	53	244
	дискование	45	24	24	47	48	51	239
Сидеральный	вспашка	49	24	24	48	49	53	247
	дискование	44	22	25	47	47	49	234

Приложение 20

Содержание влаги в слое почвы 0–100 см после уборки озимой ржи, (% на абсолютно сухую почву), 2011 г.

Вид пара	Обработка почвы	Глубина взятия образца, см					
		0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100
Занятый	Вспашка	16,8	16,2	16,4	17,3	18,0	18,3
	Дискование	18,1	18,1	17,3	17,2	18,5	17,4
Чистый	Вспашка	16,7	17,6	16,9	16,3	16,3	17,5
	Дискование	18,5	16,8	15,8	15,3	17,3	17,5
Сидеральный	Вспашка	14,0	15,5	16,4	15,6	17,5	17,7
	Дискование	16,9	17,0	16,5	15,3	18,4	19,8

Приложение 21

Запасы продуктивной влаги в почве после уборки озимой ржи, мм, 2011 г.

Вид пара	Обработка почвы	Глубина взятия образца, см						
		0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100	0-100
Занятый	вспашка	27	13	14	31	33	34	152
	дискование	31	16	15	31	34	31	158
Чистый	вспашка	27	15	15	28	28	31	144
	дискование	32	14	13	25	31	31	146
Сидеральный	вспашка	20	12	14	26	31	32	135
	дискование	27	14	14	25	34	38	152

Засоренность посевов озимой ржи, 2011 г.

Вид пара	Удобрения	Подсевная культура	Количество сорных растений, шт/м ²	Сухая масса растений, г/м ²
Занятый пар	без удобрений	б/п	24	27,4
		с/п	24	31,2
	NPK	б/п	44	61,2
		с/п	44	64,8
Чистый пар	без удобрений	б/п	32	37,8
		с/п	36	42,7
	NPK	б/п	56	84,8
		с/п	64	80,8
Сидеральный пар	без удобрений	б/п	48	61,5
		с/п	56	71,6
	NPK	б/п	42	50,0
		с/п	40	45,5

Содержание влаги в слое почвы 0–100 см в начале вегетации картофеля, (% на абсолютно сухую почву), 2012 г.

Вид севооборота	Глубина взятия образца, см					
	0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100
С занятым паром	14,5	13,1	13,6	14,4	14,7	14,3
С чистым паром	13,7	13,6	13,4	13,7	13,6	13,7
С сидеральным паром	15,2	13,3	13,0	13,7	13,4	13,1

Запасы продуктивной влаги в почве в начале вегетации картофеля, мм, 2012 г.

Вид севооборота	Глубина взятия образца, см						
	0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100	0-100
С занятым паром	21	9	10	22	23	22	170
С чистым паром	19	9	10	20	20	20	161
С сидеральным паром	23	9	10	20	20	19	164

Приложение 25

Содержание влаги в слое почвы 0–100 см после уборки картофеля, (% на абсолютно сухую почву), 2012 г.

Вид севооборота	Глубина взятия образца, см					
	0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100
С занятым паром	17,8	18,2	16,4	15,0	15,4	16,1
С чистым паром	17,7	17,4	16,1	16,5	15,7	16,0
С сидеральным паром	18,5	17,5	16,1	16,2	16,2	16,6

Приложение 26

Запасы продуктивной влаги в почве после уборки картофеля, мм, 2012 г.

Вид севооборота	Глубина взятия образца, см						
	0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100	0-100
С занятым паром	30	16	14	24	25	27	136
С чистым паром	29	15	14	29	26	27	140
С сидеральным паром	32	15	14	28	28	29	146

Приложение 27

Засоренность посадок картофеля, 2012 г.

Вид севооборота	Удобрение	Подсевная вика	Количество сорных растений, шт/м ²	Сухая масса растений, г/м ²
С занятым паром	без удобрений	б/п	36	44,2
		с/п	28	25,5
	НК	б/п	32	19,0
		с/п	28	14,6
С чистым паром	без удобрений	б/п	24	50,0
		с/п	24	28,2
	НК	б/п	20	54,7
		с/п	32	36,6
С сидеральным паром	без удобрений	б/п	48	55,8
		с/п	40	66,7
	НК	б/п	40	42,3
		с/п	36	33,9

Приложение 28

Содержание влаги в слое почвы 0–100 см в начале вегетации ячменя, (% на абсолютно сухую почву), 2013 г.

Вид севооборота	Обработка почв	Глубина взятия образца, см					
		0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100
С занятым паром	вспашка	16,3	16,4	16,5	17,2	18,7	18,1
	дискование	16,0	16,8	16,5	16,6	17,7	19,0
С чистым паром	вспашка	16,7	17,1	16,7	17,6	17,9	18,0
	дискование	17,5	16,9	16,3	17,1	17,2	18,6
С сидеральным паром	вспашка	16,5	14,6	17,1	16,5	17,0	16,8
	дискование	17,4	16,5	17,2	17,9	17,8	18,2

Приложение 29

Запасы продуктивной влаги в почве в начале вегетации ячменя, мм, 2013 г.

Вид севооборота	Обработка почвы	Глубина взятия образца, см						
		0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100	0-100
С занятым паром	вспашка	26	13	14	30	35	33	151
	дискование	25	14	14	29	32	36	150
С чистым паром	вспашка	30	14	14	32	33	33	156
	дискование	29	14	14	30	31	35	153
С сидеральным паром	вспашка	26	11	15	29	30	29	140
	дискование	29	13	15	33	32	33	155

Приложение 30

Содержание влаги в слое почвы 0–100 см после уборки ячменя, (% на абсолютно сухую почву), 2013 г.

Вид севооборота	Обработка почв	Глубина взятия образца, см					
		0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100
С занятым паром	вспашка	13,5	15,1	13,9	14,9	16,3	17,9
	дискование	15,0	15,9	14,0	15,6	16,5	17,9
С чистым паром	вспашка	14,8	13,9	14,4	15,5	16,0	17,8
	дискование	14,3	13,1	14,1	15,8	17,0	18,5
С сидеральным паром	вспашка	15,7	15,2	13,9	14,0	16,2	17,6
	дискование	16,0	14,7	13,8	15,1	16,0	18,0

Приложение 31

Запасы продуктивной влаги в почве после уборки ячменя, мм, 2013 г.

Вид севооборота	Обработка почвы	Глубина взятия образца, см						
		0-20	20-30	30-40	40-60	60-80	80-100	0-100
С занятым паром	вспашка	18	11	10	23	28	32	124
	дискование	22	13	10	25	28	32	121
С чистым паром	вспашка	21	10	11	25	27	32	126
	дискование	20	9	10	26	30	34	129
С сидеральным паром	вспашка	24	12	10	21	28	31	126
	дискование	25	11	10	24	27	33	129

Приложение 32

Засоренность посевов ячменя, 2013 г.

Вид севооборота	Удобрение	Последствие сидератов	Количество сорных растений, шт/м ²	Сухая масса растений, г/м ²
С занятым паром	без удобрений	б/п	56	32,8
		с/п	28	41,8
	НК	б/п	28	49,2
		с/п	48	31,7
С чистым паром	без удобрений	б/п	36	45,7
		с/п	40	19,7
	НК	б/п	24	19,7
		с/п	28	30,6
С сидеральным паром	без удобрений	б/п	44	48,8
		с/п	32	32,2
	НК	б/п	54	44,7
		с/п	48	33,5

Дисперсионный анализ

Задача. Натурная масса зерна ячменя г., 2013 г.

Число факторов = 4. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, вспашка, дискование.

Число уровней фактора (С) = 2, без удобрений, расчетные дозы NPK.

Число уровней фактора (Д) = 2, с подсевом, без подсева (последствие).

1. Исходные данные.

№	Факторы				Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	Д	1	2	3		
1	2	3	4		5	6	7	8	9
1				1	672,0000	664,0000	661,0000	1997,0000	665,6667
2			1	2	678,0000	677,0000	667,0000	2022,0000	674,0000
3		1		1	668,0000	678,0000	658,0000	2004,0000	668,0000
4			2	2	644,0000	653,0000	659,0000	1956,0000	652,0000
5	1			1	647,0000	663,0000	676,0000	1986,0000	662,0000
6			1	2	639,0000	666,0000	669,0000	1974,0000	658,0000
7		2		1	673,0000	670,0000	670,0000	2013,0000	671,0000
8			2	2	660,0000	672,0000	663,0000	1995,0000	665,0000
9				1	646,0000	675,0000	660,0000	1981,0000	660,3333
10			1	2	672,0000	647,0000	665,0000	1984,0000	661,3333
11		1		1	671,0000	673,0000	671,0000	2015,0000	671,6667
12			2	2	657,0000	672,0000	663,0000	1992,0000	664,0000
13	2			1	667,0000	670,0000	665,0000	2002,0000	667,3333
14			1	2	667,0000	673,0000	665,0000	2005,0000	668,3333
15		2		1	662,0000	649,0000	662,0000	1973,0000	657,6667
16			2	2	668,0000	665,0000	674,0000	2007,0000	669,0000
17				1	657,0000	648,0000	644,0000	1949,0000	649,6667
18			1	2	650,0000	642,0000	669,0000	1961,0000	653,6667
19		1		1	671,0000	640,0000	673,0000	1984,0000	661,3333
20			2	2	671,0000	656,0000	665,0000	1992,0000	664,0000
21	3			1	658,0000	677,0000	662,0000	1997,0000	665,6667
22			1	2	667,0000	659,0000	676,0000	2002,0000	667,3333
23		2		1	655,0000	656,0000	673,0000	1984,0000	661,3333
24			2	2	656,0000	676,0000	659,0000	1991,0000	663,6667
Сумма					15876,0000	15921,0000	15969,0000	47766,0000	663,4167
Средние					661,5000	663,3750	665,3750		

Продолжение приложения 33.

2. Результаты дисперсионного анализа (расщепленные делянки).

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	7209,5000	71	101,5423	-	-
Вариантов	2578,1667	23	112,0942	1,16	1,87
Повторений	180,2500	2	90,1250	0,93	3,24
Ошибки	4451,0833	46	96,7627	-	-
Фактора: А	243,2500	2	121,6250	1,32	6,94
Ошибки 1	368,7500	4	92,1875	-	-
Фактора: В	117,5555	1	117,5555	0,71	5,98
Фактора: АВ	219,5278	2	109,7639	0,66	5,19
Ошибки 2	996,1667	6	166,0278	-	-
Фактора: С	29,3889	1	29,3889	0,40	4,73
Факторов: АС	58,5278	2	29,2639	0,40	3,91
Факторов: ВС	37,5556	1	37,5556	0,51	4,73
Факторов: АВС	975,3611	2	487,6805	6,65	3,91
Ошибки 3	880,1667	12	73,3472	-	-
Фактора: Д	0,2222	1	0,2222	0,00	4,26
Факторов: АД	171,5278	2	85,7639	0,93	3,43
Факторов: ВД	24,5000	1	24,5000	0,27	4,26
Факторов: СД	80,2222	1	80,2222	0,87	4,26
Факторов: АВД	115,5833	2	57,7917	0,63	3,43
Факторов: АСД	181,0278	2	90,5139	0,98	3,43
Факторов: ВСД	234,7222	1	234,7222	2,55	4,26
Факторов: АВСД	89,1945	2	44,5972	0,49	3,43
Ошибки 4	2206,0000	24	91,9167	-	-

Продолжение приложения 33.

3. Оценка существенности (расщепленные деланки).

Оценка существенности	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	5,543	7,840	21,794	3,285
Частных различий 2	7,439	10,521	25,776	3,885
Частных различий 3	4,945	6,993	15,244	2,298
Частных различий 4	5,535	7,828	16,126	2,431
Фактора: А	1,960	2,772	7,705	1,161
Фактора: В	2,148	3,037	7,441	1,122
Фактора: С	1,427	2,019	4,401	0,663
Фактора: Д	1,598	2,260	4,655	0,702

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С	Фактора Д:
1	664,4583	662,1389	662,7778	663,4722
2	664,9583	664,6944	664,0556	663,3611
3	660,8333	-	-	-

Дисперсионный анализ

Задача: сырой протеин 2011 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, обработка почвы (вспашка, дискование).

Число уровней фактора (С) = 2, удобрение (без удобрений, NPK).

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	7.0000	7.6000	7.6000	22.2000	7.4000
2		1	2	10.0000	9.5000	10.5000	30.0000	10.0000
3	1		1	9.3000	10.0000	9.8000	29.1000	9.7000
4		2	2	10.4000	9.4000	9.9000	29.7000	9.9000
5			1	10.7000	10.2000	10.6000	31.5000	10.5000
6		1	2	10.8000	11.0000	10.6000	32.4000	10.8000
7	2		1	10.5000	10.0000	9.5000	30.0000	10.0000
8		2	2	11.0000	12.5000	12.5000	36.0000	12.0000
9			1	9.8000	9.3000	10.0000	29.1000	9.7000
10		1	2	11.8000	9.9000	10.1000	31.8000	10.6000
11	3		1	10.3000	10.0000	10.0000	30.3000	10.1000
12		2	2	11.0000	11.1000	10.3000	32.4000	10.8000
Сумма				122.6000	120.5000	121.4000	364.5000	10.1250
Средние				10.2167	10.0417	10.1167		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	44.5875	35	1.2739		—
Вариантов	37.9875	11	3.4534	11.84	2.28
Повторений	0.1850	2	0.0925	0.32	3.47
Ошибки	6.4150	22	0.2916	—	—
Фактора: А	15.4350	2	7.7175	25.51	6.94
Ошибки 1	1.2100	4	0.3025	—	—
Фактора: В	3.0625	1	3.0625	17.75	5.98
Фактора: АВ	1.2050	2	0.6025	3.49	5.19
Ошибки 2	1.0350	6	0.1725	—	—
Фактора: С	11.2225	1	11.2225	32.29	4.73
Факторов: АС	0.5450	2	0.2725	0.78	3.91
Факторов: ВС	0.2025	1	0.2025	0.58	4.73
Факторов: АВС	6.3150	2	3.1575	9.09	3.91
Ошибки 3	4.1700	12	0.3475	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.318	0.449	1.248	12.330
Частных различий 2	0.240	0.339	0.831	8.206
Частных различий 3	0.340	0.481	1.049	10.363
Фактора: А	0.159	0.225	0.624	6.165
Фактора: В	0.098	0.138	0.339	3.350
Фактора: С	0.139	0.196	0.428	4.231

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	9.2500	9.8333	9.5667
2	10.8250	10.4167	10.6833
3	10.3000	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: сырой протеин, озимая рожь, 2011, 2015 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, обработка почвы (вспашка, дискование).

Число уровней фактора (С) = 2, удобрение (без удобрений, NPK).

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	7.5000	7.9000	7.9000	23.3000	7.7667
2		1	2	9.8000	9.5000	10.0000	29.3000	9.7667
3	1		1	8.9000	9.2000	9.1000	27.2000	9.0667
4		2	2	9.9000	9.4000	9.7000	29.0000	9.6667
5			1	10.1000	9.5000	9.6000	29.2000	9.7333
6		1	2	10.2000	10.2000	10.0000	30.4000	10.1333
7	2		1	9.6000	9.2000	8.9000	27.7000	9.2333
8		2	2	10.3000	11.0000	10.9000	32.2000	10.7333
9			1	9.5000	9.0000	9.4000	27.9000	9.3000
10		1	2	10.7000	9.9000	10.0000	30.6000	10.2000
11	3		1	9.2000	9.2000	9.1000	27.5000	9.1667
12		2	2	10.0000	10.3000	9.6000	29.9000	9.9667
Сумма				115.7000	114.3000	114.2000	344.2000	9.5611
Средние				9.6417	9.5250	9.5167		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	20.4056	35	0.5830	—	—
Вариантов	18.4589	11	1.6781	20.18	2.28
Повторений	0.1172	2	0.0586	0.70	3.47
Ошибки	1.8294	22	0.0832	—	—
Фактора: А	4.9406	2	2.4703	36.90	6.94
Ошибки 1	0.2678	4	0.0669	—	—
Фактора: В	0.2178	1	0.2178	2.55	5.98
Фактора: АВ	0.9706	2	0.4853	5.69	5.19
Ошибки 2	0.5117	6	0.0853	—	—
Фактора: С	9.6100	1	9.6100	109.83	4.73
Факторов: АС	0.3350	2	0.1675	1.91	3.91
Факторов: ВС	0.0400	1	0.0400	0.46	4.73
Факторов: АВС	2.3450	2	1.1725	13.40	3.91
Ошибки 3	1.0500	12	0.0875	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.149	0.211	0.587	6.143
Частных различий 2	0.169	0.238	0.584	6.110
Частных различий 3	0.171	0.242	0.527	5.507
Фактора: А	0.075	0.106	0.294	3.071
Фактора: В	0.069	0.097	0.238	2.494
Фактора: С	0.070	0.099	0.215	2.248

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	9.0667	9.4833	9.0444
2	9.9583	9.6389	10.0778
3	9.6583	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: сырой протеин, озимая рожь, 2015 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, обработка почвы (вспашка, дискование).

Число уровней фактора (С) = 2, удобрение (без удобрений, NPK).

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	8.1200	8.1800	8.2500	24.5500	8.1833
2		1	2	9.6300	9.6800	9.6400	28.9500	9.6500
3	1		1	8.5500	8.5600	8.5500	25.6600	8.5533
4		2	2	9.3900	9.4900	9.5900	28.4700	9.4900
5			1	9.5300	8.9300	8.7500	27.2100	9.0700
6		1	2	9.6400	9.4000	9.4500	28.4900	9.4967
7	2		1	8.7600	8.5600	8.4300	25.7500	8.5833
8		2	2	9.7400	9.5900	9.4300	28.7600	9.5867
9			1	9.3000	8.6900	8.8000	26.7900	8.9300
10		1	2	9.6400	9.9600	9.9000	29.5000	9.8333
11	3		1	8.2300	8.5200	8.4000	25.1500	8.3833
12		2	2	9.1500	9.5100	9.0500	27.7100	9.2367
Сумма				109.6800	109.0700	108.2400	326.9900	9.0831
Средние				9.1400	9.0892	9.0200		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	10.9816	35	0.3138	—	—
Вариантов	10.0538	11	0.9140	23.92	2.28
Повторений	0.0871	2	0.0435	1.14	3.47
Ошибки	0.8407	22	0.0382	—	—
Фактора: А	0.2803	2	0.1401	1.79	6.94
Ошибки 1	0.3131	4	0.0783	—	—
Фактора: В	0.4422	1	0.4422	18.11	5.98
Фактора: АВ	0.6893	2	0.3446	14.11	5.19
Ошибки 2	0.1465	6	0.0244	—	—
Фактора: С	7.8120	1	7.8120	246.05	4.73
Факторов: АС	0.3681	2	0.1840	5.80	3.91
Факторов: ВС	0.0000	1	0.0000	0.00	4.73
Факторов: АВС	0.4620	2	0.2310	7.27	3.91
Ошибки 3	0.3810	12	0.0318	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.162	0.228	0.635	6.992
Частных различий 2	0.090	0.128	0.313	3.442
Частных различий 3	0.103	0.145	0.317	3.492
Фактора: А	0.081	0.114	0.318	3.496
Фактора: В	0.037	0.052	0.128	1.405
Фактора: С	0.042	0.059	0.129	1.426

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	8.9692	9.1939	8.6172
2	9.1842	8.9722	9.5489
3	9.0958	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: урожайность озимой ржи, 2011, 2015 гг.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, обработка почвы (вспашка, дискование).

Число уровней фактора (С) = 2, удобрение (без удобрений, NPK).

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	2.3000	2.1500	2.0900	6.5400	2.1800
2		1	2	3.4700	3.5500	3.4600	10.4800	3.4933
3	1		1	2.1400	2.1500	2.0800	6.3700	2.1233
4		2	2	3.4200	3.5500	3.7300	10.7000	3.5667
5			1	2.3200	2.4500	2.5200	7.2900	2.4300
6		1	2	3.9000	4.1200	4.0500	12.0700	4.0233
7	2		1	2.4000	2.4200	2.5400	7.3600	2.4533
8		2	2	4.0200	4.0000	4.1300	12.1500	4.0500
9			1	2.6800	2.7800	2.7200	8.1800	2.7267
10		1	2	4.1800	4.2300	4.1800	12.5900	4.1967
11	3		1	2.5000	2.6000	2.6100	7.7100	2.5700
12		2	2	3.9000	4.0000	3.9900	11.8900	3.9633
Сумма				37.2300	38.0000	38.1000	113.3300	3.1481
Средние				3.1025	3.1667	3.1750		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	21.5734	35	0.6164	—	—
Вариантов	21.4064	11	1.9460	331.47	2.28
Повторений	0.0378	2	0.0189	3.22	3.47
Ошибки	0.1292	22	0.0059	—	—
Фактора: А	1.7927	2	0.8963	147.68	6.94
Ошибки 1	0.0243	4	0.0061	—	—
Фактора: В	0.0261	1	0.0261	3.31	5.98
Фактора: АВ	0.0900	2	0.0450	5.71	5.19
Ошибки 2	0.0473	6	0.0079	—	—
Фактора: С	19.4040	1	19.4040	4044.85	4.73
Факторов: АС	0.0765	2	0.0382	7.97	3.91
Факторов: ВС	0.0008	1	0.0008	0.17	4.73
Факторов: АВС	0.0163	2	0.0081	1.70	3.91
Ошибки 3	0.0576	12	0.0048	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.045	0.064	0.177	5.617
Частных различий 2	0.051	0.073	0.178	5.643
Частных различий 3	0.040	0.057	0.123	3.916
Фактора: А	0.022	0.032	0.088	2.809
Фактора: В	0.021	0.030	0.073	2.304
Фактора: С	0.016	0.023	0.050	1.599

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	2.8408	3.1750	2.4139
2	3.2392	3.1211	3.8822
3	3.3642	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: Урожайность озимой ржи, среднее за 2011, 2015 гг.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, обработка почвы (вспашка, дискование).

Число уровней фактора (С) = 2, удобрение (без удобрений, NPK).

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	2.3000	2.1500	2.0900	6.5400	2.1800
2		1	2	3.4700	3.5500	3.4600	10.4800	3.4933
3	1		1	2.1400	2.1500	2.0800	6.3700	2.1233
4		2	2	3.4200	3.5500	3.7300	10.7000	3.5667
5			1	2.3200	2.4500	2.5200	7.2900	2.4300
6		1	2	3.9000	4.1200	4.0500	12.0700	4.0233
7	2		1	2.4000	2.4200	2.5400	7.3600	2.4533
8		2	2	4.0200	4.0000	4.1300	12.1500	4.0500
9			1	2.6800	2.7800	2.7200	8.1800	2.7267
10		1	2	4.1800	4.2300	4.1800	12.5900	4.1967
11	3		1	2.5000	2.6000	2.6100	7.7100	2.5700
12		2	2	3.9000	4.0000	3.9900	11.8900	3.9633
Сумма				37.2300	38.0000	38.1000	113.3300	3.1481
Средние				3.1025	3.1667	3.1750		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	21.5734	35	0.6164	—	—
Вариантов	21.4064	11	1.9460	331.47	2.28
Повторений	0.0378	2	0.0189	3.22	3.47
Ошибки	0.1292	22	0.0059	—	—
Фактора: А	1.7927	2	0.8963	147.68	6.94
Ошибки 1	0.0243	4	0.0061	—	—
Фактора: В	0.0261	1	0.0261	3.31	5.98
Фактора: АВ	0.0900	2	0.0450	5.71	5.19
Ошибки 2	0.0473	6	0.0079	—	—
Фактора: С	19.4040	1	19.4040	4044.85	4.73
Факторов: АС	0.0765	2	0.0382	7.97	3.91
Факторов: ВС	0.0008	1	0.0008	0.17	4.73
Факторов: АВС	0.0163	2	0.0081	1.70	3.91
Ошибки 3	0.0576	12	0.0048	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.045	0.064	0.177	5.617
Частных различий 2	0.051	0.073	0.178	5.643
Частных различий 3	0.040	0.057	0.123	3.916
Фактора: А	0.022	0.032	0.088	2.809
Фактора: В	0.021	0.030	0.073	2.304
Фактора: С	0.016	0.023	0.050	1.599

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	2.8408	3.1750	2.4139
2	3.2392	3.1211	3.8822
3	3.3642	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: урожайность озимой ржи, 2015 г

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	1	2.2200	2.1800	2.0100	6.4100	2.1367
2			2	2.8200	3.0000	2.9100	8.7300	2.9100
3			1	1.8900	2.1400	1.8500	5.8800	1.9600
4	2	2	2	2.8500	2.9100	2.9600	8.7200	2.9067
5			1	2.2300	2.2800	2.4800	6.9900	2.3300
6			1	3.2700	3.4600	3.5100	10.2400	3.4133
7	3	1	2	2.1100	2.3300	2.2800	6.7200	2.2400
8			2	3.2100	3.2000	3.4000	9.8100	3.2700
9			1	2.5100	2.4100	2.4100	7.3300	2.4433
10	2	2	1	3.5400	3.6000	3.4200	10.5600	3.5200
11			1	2.3400	2.4900	2.4000	7.2300	2.4100
12			2	3.3400	3.5100	3.3800	10.2300	3.4100
Сумма				32.3300	33.5100	33.0100	98.8500	2.7458
Средние				2.6942	2.7925	2.7508		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	10.5721	35	0.3021	—	—
Вариантов	10.3058	11	0.9369	99.19	2.28
Повторений	0.0585	2	0.0292	3.09	3.47
Ошибки	0.2078	22	0.0094	—	—
Фактора: А	1.3933	2	0.6967	30.65	6.94
Ошибки 1	0.0909	4	0.0227	—	—
Фактора: В	0.0775	1	0.0775	17.07	5.98
Фактора: АВ	0.0031	2	0.0015	0.34	5.19
Ошибки 2	0.0272	6	0.0045	—	—
Фактора: С	8.7320	1	8.7320	1169.03	4.73
Факторов: АС	0.0708	2	0.0354	4.74	3.91
Факторов: ВС	0.0005	1	0.0005	0.06	4.73
Факторов: АВС	0.0286	2	0.0143	1.91	3.91
Ошибки 3	0.0896	12	0.0075	—	-

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.087	0.123	0.342	12.464
Частных различий 2	0.039	0.055	0.135	4.908
Частных различий 3	0.050	0.071	0.154	5.602
Фактора: А	0.044	0.062	0.171	6.232
Фактора: В	0.016	0.022	0.055	2.004
Фактора: С	0.020	0.029	0.063	2.287

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	2.4783	2.7922	2.2533
2	2.8133	2.6994	3.2383
3	2.9458	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: масса 1000 зерен, 2015 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние		
	А	В	С	1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	1	32.3800	33.6000	32.1500	98.1300	32.7100		
2			2	30.9800	31.1000	33.3800			95.4600	31.8200
3			1	31.2800	31.9900	32.0000				
4	2	2	2	31.9900	32.0200	31.2200	95.2300	31.7433		
5			1	31.6500	31.2100	30.7100			93.5700	31.1900
6			1	30.0800	30.6000	30.9100				
7	2	2	1	33.3300	33.9900	31.6500	98.9700	32.9900		
8			2	32.2500	31.7100	32.7800			96.7400	32.2467
9			1	32.3500	32.2000	33.4000				
10	3	1	2	33.7300	33.7200	33.8800	101.3300	33.7767		
11			1	32.2500	33.0000	32.3800			97.6300	32.5433
12			2	30.6400	31.8900	31.7400				
Сумма				382.9100	387.0300	386.2000	1156.1400	32.1150		
Средние				31.9092	32.2525	32.1833				

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	37.7291	35	1.0780	-	-
Вариантов	25.7029	11	2.3366	4.58	2.28
Повторений	0.7913	2	0.3957	0.77	3.47
Ошибки	11.2349	22	0.5107	—	—
Фактора: А	4.6370	2	2.3185	8.75	6.94
Ошибки 1	1.0604	4	0.2651	—	—
Фактора: В	0.0002	1	0.0002	0.00	5.98
Фактора: АВ	14.6094	2	7.3047	27.16	5.19
Ошибки 2	1.6138	6	0.2690	—	—
Фактора: С	1.3225	1	1.3225	1.85	4.73
Факторов: АС	0.7666	2	0.3833	0.54	3.91
Факторов: ВС	0.5280	1	0.5280	0.74	4.73
Факторов: АВС	3.8392	2	1.9196	2.69	3.91
Ошибки 3	8.5607	12	0.7134	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.297	0.420	1.169	3.639
Частных различий 2	0.299	0.423	1.037	3.230
Частных различий 3	0.488	0.690	1.503	4.681
Фактора: А	0.149	0.210	0.584	1.820
Фактора: В	0.122	0.173	0.424	1.319
Фактора: С	0.199	0.282	0.614	1.911

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	32.0075	32.1128	32.3067
2	31.7392	32.1172	31.9233
3	32.5983	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: масса 1000 зерен, озимая рожь, 2011, 2015 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние		
	А	В	С	1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	1	31.7000	32.8000	31.8000	96.3000	32.1000		
2			2	31.4000	32.0000	32.6000			96.0000	32.0000
3			1	30.6000	31.4000	31.2000				
4	2	2	2	31.9000	32.0000	31.6000	95.5000	31.8333		
5			1	29.8000	30.1000	29.6000			89.5000	29.8333
6	2	1	2	29.2000	29.8000	30.1000	89.1000	29.7000		
7			1	31.6000	32.5000	31.6000			95.7000	31.9000
8			2	31.3000	30.8000	31.5000				
9	3	1	2	32.1000	32.1000	32.7000	96.9000	32.3000		
10			1	30.9000	31.2000	31.4000			93.5000	31.1667
11	2	2	1	32.0000	32.1000	31.9000	96.0000	32.0000		
12			2	30.0000	30.9000	30.7000			91.6000	30.5333
Сумма				372.5000	377.7000	376.7000	1126.9000	31.3028		
Средние				31.0417	31.4750	31.3917				

Продолжение приложения 41

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	30.0097	35	0.8574	—	
Вариантов	25.9364	11	2.3579	18.50	2.28
Повторений	1.2689	2	0.6344	4.98	3.47
Ошибки	2.8044	22	0.1275	—	—
Фактора: А	7.8506	2	3.9253	75.57	6.94
Ошибки 1	0.2078	4	0.0519	—	—
Фактора: В	0.5136	1	0.5136	8.48	5.98
Фактора: АВ	10.7606	2	5.3803	88.85	5.19
Ошибки 2	0.3633	6	0.0606	—	—
Фактора: С	1.9136	1	1.9136	10.28	4.73
Факторов: АС	4.0106	2	2.0053	10.77	3.91
Факторов: ВС	0.0003	1	0.0003	0.00	4.73
Факторов: АВС	0.8872	2	0.4436	2.38	3.91
Ошибки 3	2.2333	12	0.1861	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.132	0.186	0.517	1.653
Частных различий 2	0.142	0.201	0.492	1.573
Частных различий 3	0.249	0.352	0.768	2.453
Фактора: А	0.066	0.093	0.259	0.826
Фактора: В	0.058	0.082	0.201	0.642
Фактора: С	0.102	0.144	0.313	1.001

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	31.7500	31.1833	31.5333
2	30.6583	31.4222	31.0722
3	31.5000	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: натура зерна, озимая рожь, 2011, 2015 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	1	754.5000	757.0000	747.5000	2259.0000	753.0000
2			2	724.5000	750.0000	747.0000	2221.5000	740.5000
3			1	749.5000	743.5000	744.0000	2237.0000	745.6667
4	2	2	2	750.0000	739.5000	753.5000	2243.0000	747.6667
5			1	747.0000	733.5000	758.0000	2238.5000	746.1667
6			1	739.5000	753.5000	759.0000	2252.0000	750.6667
7	2	1	1	742.0000	734.5000	761.0000	2237.5000	745.8333
8			2	752.0000	748.0000	743.5000	2243.5000	747.8333
9			1	752.0000	741.0000	747.5000	2240.5000	746.8333
10	3	1	2	740.0000	760.0000	742.5000	2242.5000	747.5000
11			1	756.0000	775.0000	733.5000	2264.5000	754.8333
12			2	747.5000	746.5000	764.5000	2258.5000	752.8333
Сумма				8954.5000	8982.0000	9001.5000	26938.0000	748.2778
Средние				746.2083	748.5000	750.1250		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	3362.7222	35	96.0778	—	—
Вариантов	518.2222	11	47.1111	0.38	2.28
Повторений	92.9306	2	46.4653	0.37	3.47
Ошибки	2751.5694	22	125.0713	—	—
Фактора: А	93.9306	2	46.9653	0.40	6.94
Ошибки 1	473.7361	4	118.4340	—	-
Фактора: В	25.0000	1	25.0000	0.46	5.98
Фактора: АВ	115.8750	2	57.9375	1.08	5.19
Ошибки 2	322.7500	6	53.7917	—	—
Фактора: С	7.1111	1	7.1111	0.04	4.73
Факторов: АС	108.5972	2	54.2986	0.33	3.91
Факторов: ВС	21.7778	1	21.7778	0.13	4.73
Факторов: АВС	145.9306	2	72.9653	0.45	3.91
Ошибки 3	1955.0833	12	162.9236	—	-

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	6.283	8.886	24.702	3.301
Частных различий 2	4.234	5.988	14.672	1.961
Частных различий 3	7.369	10.422	22.720	3.036
Фактора: А	3.142	4.443	12.351	1.651
Фактора: В	1.729	2.445	5.990	0.800
Фактора: С	3.009	4.255	9.275	1.240

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	746.7083	747.4444	748.7222
2	747.6250	749.1111	747.8333
3	750.5000	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: натура зерна, озимая рожь, 2015 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	1	738.7000	731.0000	730.0000	2199.7000	733.2333
2			2	739.2000	736.2000	738.0000	2213.4000	737.8000
3			1	726.7000	730.9000	733.8000	2191.4000	730.4667
4	2	2	2	734.0000	716.2000	744.7000	2194.9000	731.6333
5			1	744.7000	745.6000	755.6000	2245.9000	748.6333
6			1	748.3000	760.0000	758.6000	2266.9000	755.6333
7	2	1	1	734.1000	736.8000	740.3000	2211.2000	737.0667
8			2	727.3000	721.9000	718.4000	2167.6000	722.5333
9			1	753.9000	732.1000	742.9000	2228.9000	742.9667
10	3	1	2	747.6000	727.0000	728.8000	2203.4000	734.4667
11			1	731.2000	776.7000	737.2000	2245.1000	748.3667
12			2	732.0000	740.8000	743.7000	2216.5000	738.8333
Сумма				8857.7000	8855.2000	8872.0000	26584.9000	738.4694
Средние				738.1417	737.9333	739.3333		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	5279.0966	35	150.8313	—	
Вариантов	2780.4231	11	252.7657	2.24	
Повторений	13.6939	2	6.8470	0.06	:
Ошибки	2484.9795	22	112.9536	—	—
Фактора: А	484.3440	2	242.1720	4.00	6.94
Ошибки 1	241.9710	4	60.4928	—	—
Фактора: В	480.3404	1	480.3404	2.08	5.98
Фактора: АВ	1147.3871	2	573.6936	2.49	5.19
Ошибки 2	1384.9250	6	230.8208	—	—
Фактора: С	98.3404	1	98.3404	1.38	4.73
Факторов: АС	212.7771	2	106.3886	1.49	3.91
Факторов: ВС	168.5669	1	168.5669	2.36	4.73
Факторов: АВС	188.6673	2	94.3336	1.32	3.91
Ошибки 3	858.0834	12	71.5069	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	4.490	6.350	17.654	2.391
Частных различий 2	8.772	12.405	30.392	4.116
Частных различий 3	4.882	6.904	15.052	2.038
Фактора: А	2.245	3.175	8.827	1.195
Фактора: В	3.581	5.064	12.407	1.680
Фактора: С	1.993	2.819	6.145	0.832

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	733.2833	742.1222	740.1222
2	740.9667	734.8167	736.8167
3	741.1583	—	—

Дисперсионный анализ

Задача: сырой протеин 2011 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	7.0000	7.6000	7.6000	22.2000	7.4000
2		1	2	8.4000	8.5000	8.0000	24.9000	8.3000
3	1		1	9.9000	10.2000	11.7000	31.8000	10.6000
4		2	2	12.5000	12.8000	11.9000	37.2000	12.4000
5			1	9.3000	10.0000	9.8000	29.1000	9.7000
6		1	2	10.8000	11.0000	10.6000	32.4000	10.8000
7	2		1	10.1000	11.8000	9.9000	31.8000	10.6000
8		2	2	11.9000	12.6000	12.7000	37.2000	12.4000
Сумма				79.9000	84.5000	82.2000	246.6000	10.2750
Средние				9.9875	10.5625	10.2750		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	71.6050	23	3.1133	—	—
Вариантов	66.0450	7	9.4350	31.17	2.75
Повторений	1.3225		0.6612	2.18	3.76
Ошибки	4.2375	14	0.3027	—	—
Фактора: А	8.6400	1	8.6400	39.50	18.51
Ошибки 1	0.4375	2	0.2188	—	—
Фактора: В	36.0150	1	36.0150	288.12	7.71
Фактора: АВ	8.6400	1	8.6400	69.12	7.71
Ошибки 2	0.5000	4	0.1250	—	—
Фактора: С	11.7600	1	11.7600	28.51	5.30
Факторов: АС	0.0150	1	0.0150	0.04	5.30
Факторов: ВС	0.9600	1	0.9600	2.33	5.30
Факторов: АВС	0.0150	1	0.0150	0.04	5.30
Ошибки 3	3.3000	8	0.4125	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.270	0.382	1.642	15.981
Частных различий 2	0.204	0.289	0.803	7.810
Частных различий 3	0.371	0.524	1.211	11.790
Фактора: А	0.135	0.191	0.821	7.991
Фактора: В	0.102	0.144	0.401	3.905
Фактора: С	0.185	0.262	0.606	5.895

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	9.6750	9.0500	9.5750
2	10.8750	11.5000	10.9750

Дисперсионный анализ

Задача: сырой протеин, озимая рожь, 2008, 2011 гг.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	7.6000	7.8000	7.9000	23.3000	7.7667
2		1	2	8.3000	8.5000	8.1000	24.9000	8.3000
3	1		1	9.5000	9.5000	10.4000	29.4000	9.8000
4		2	2	10.8000	11.0000	10.4000	32.2000	10.7333
5			1	8.8000	9.2000	9.3000	27.3000	9.1000
6		1	2	9.7000	9.9000	9.3000	28.9000	9.6333
7	2		1	10.1000	11.2000	10.0000	31.3000	10.4333
8		2	2	11.2000	11.2000	11.6000	34.0000	11.3333
Сумма				76.0000	78.3000	77.0000	231.3000	9.6375
Средние				9.5000	9.7875	9.6250		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	33.1163	23	1.4398	—	
Вариантов	30.9429	7	4.4204	33.62	2.75
Повторений	0.3325	2	0.1663	1.26	3.76
Ошибки	1.8408	14	0.1315	—	—
Фактора: А	5.7038	1	5.7038	93.12	18.51
Ошибки 1	0.1225	2	0.0612	—	—
Фактора: В	21.0938	1	21.0938	1077.13	7.71
Фактора: АВ	0.7704	1	0.7704	39.34	7.71
Ошибки 2	0.0783	4	0.0196	—	
Фактора: С	3.1538	1	3.1538	15.38	5.30
Факторов: АС	0.0004	1	0.0004	0.00	5.30
Факторов: ВС	0.2204	1	0.2204	1.08	5.30
Факторов: АВС	0.0004	1	0.0004	0.00	5.30
Ошибки 3	1.6400	8	0.2050	—	-

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.143	0.202	0.869	9.016
Частных различий 2	0.081	0.114	0.318	3.296
Частных различий 3	0.261	0.370	0.854	8.861
Фактора: А	0.071	0.101	0.434	4.508
Фактора: В	0.040	0.057	0.159	1.648
Фактора: С	0.131	0.185	0.427	4.430

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	9.1500	8.7000	9.2750
2	10.1250	10.5750	10.0000

Дисперсионный анализ

Задача: урожайность озимой ржи, 2008, 2011 гг.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	2.6300	2.4800	2.5000	7.6100	2.5367
2		1	2	2.8400	2.8500	2.9000	8.5900	2.8633
3	1		1	4.1500	4.1500	4.1800	12.4800	4.1600
4		2	2	4.2700	4.4700	4.2600	13.0000	4.3333
5			1	3.2100	3.2900	3.3500	9.8500	3.2833
6		1	2	3.2900	3.4700	3.4000	10.1600	3.3867
7	2		1	4.6900	4.7500	4.7500	14.1900	4.7300
8		2	2	4.9300	4.7900	4.8700	14.5900	4.8633
Сумма				30.0100	30.2500	30.2100	90.4700	3.7696
Средние				3.7513	3.7813	3.7762		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	16.0227	23	0.6966	—	—
Вариантов	15.9401	7	2.2772	406.29	2.75
Повторений	0.0041		0.0021	0.37	3.76
Ошибки	0.0785	14	0.0056	—	—
Фактора: А	2.1063	1	2.1063	739.07	18.51
Ошибки 1	0.0057		0.0029	—	—
Фактора: В	13.5751	1	13.5751	1749.74	7.71
Фактора: АВ	0.0108	1	0.0108	1.40	7.71
Ошибки 2	0.0310	4	0.0078	—	—
Фактора: С	0.2035	1	0.2035	39.01	5.30
Факторов: АС	0.0260	1	0.0260	4.98	5.30
Факторов: ВС	0.0057	1	0.0057	1.09	5.30
Факторов: АВС	0.0126	1	0.0126	2.42	5.30
Ошибки 3	0.0417	8	0.0052	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.031	0.044	0.187	4.972
Частных различий 2	0.051	0.072	0.200	5.304
Частных различий 3	0.042	0.059	0.136	3.614
Фактора: А	0.015	0.022	0.094	2.486
Фактора: В	0.025	0.036	0.100	2.652
Фактора: С	0.021	0.029	0.068	1.807

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	3.4733	3.0175	3.6775
2	4.0658	4.5217	3.8617

Дисперсионный анализ

Задача: масса 1000 зерен, озимая рожь, 2008, 2011 гг.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	31.4000	30.5000	32.3000	94.2000	31.4000
2		1	2	30.4000	31.4000	29.4000	91.2000	30.4000
3	1		1	30.0000	31.3000	30.8000	92.1000	30.7000
4		2	2	30.5000	28.9000	30.1000	89.5000	29.8333
5			1	30.3000	30.5000	30.0000	90.8000	30.2667
6		1	2	31.3000	29.8000	30.5000	91.6000	30.5333
7	2		1	29.4000	29.7000	29.5000	88.6000	29.5333
8		2	2	30.8000	30.5000	30.9000	92.2000	30.7333
Сумма				244.1000	242.6000	243.5000	730.2000	30.4250
Средние				30.5125	30.3250	30.4375		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	14.1650	23	0.6159	—	—
Вариантов	6.9117	7	0.9874	1.94	2.75
Повторений	0.1425	2	0.0713	0.14	3.76
Ошибки	7.1108	14	0.5079	—	—
Фактора: А	0.6017	1	0.6017	10.86	18.51
Ошибки 1	0.1108		0.0554	—	—
Фактора: В	1.2150	1	1.2150	12.68	7.71
Фактора: АВ	0.2017	1	0.2017	2.10	7.71
Ошибки 2	0.3833	4	0.0958	—	—
Фактора: С	0.0600	1	0.0600	0.07	5.30
Факторов: АС	4.1667	1	4.1667	5.04	5.30
Факторов: ВС	0.4267	1	0.4267	0.52	5.30
Факторов: АВС	0.2400	1	0.2400	0.29	5.30
Ошибки 3	6.6167	8	0.8271	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.136	0.192	0.827	2.717
Частных различий 2	0.179	0.253	0.703	2.310
Частных различий 3	0.525	0.743	1.715	5.638
Фактора: А	0.068	0.096	0.413	1.358
Фактора: В	0.089	0.126	0.351	1.155
Фактора: С	0.263	0.371	0.858	2.819

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	30.5833	30.6500	30.4750
2	30.2667	30.2000	30.3750

Дисперсионный анализ

Задача: Натура зерна озимой ржи, 2008, 2011 гг.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1			1	741.0000	756.0000	738.0000	2235.0000	745.0000
2		1	2	701.0000	737.0000	733.0000	2171.0000	723.6667
3	1		1	710.0000	737.0000	736.0000	2183.0000	727.6667
4		2	2	718.0000	725.0000	703.0000	2146.0000	715.3333
5			1	728.0000	732.0000	736.0000	2196.0000	732.0000
6		1	2	722.0000	787.0000	705.0000	2214.0000	738.0000
7	2		1	719.0000	754.0000	728.0000	2201.0000	733.6667
8		2	2	720.0000	731.0000	737.0000	2188.0000	729.3333
Сумма				5759.0000	5959.0000	5816.0000	17534.0000	730.5833
Средние				719.8750	744.8750	727.0000		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	7967.8333	23	346.4275	—	—
Вариантов	1694.5000	7	242.0714	0.94	2.75
Повторений	2654.0833		1327.0417	5.13	3.76
Ошибки	3619.2500	14	258.5179	—	-
Фактора: А	170.6667	1	170.6667	1.93	18.51
Ошибки 1	176.5833	2	88.2917	—	—
Фактора: В	400.1667	1	400.1667	3.35	7.71
Фактора: АВ	130.6667	1	130.6667	1.09	7.71
Ошибки 2	477.6667	4	119.4167	—	—
Фактора: С	384.0000	1	384.0000	1.04	5.30
Факторов: АС	468.1667	1	468.1667	1.26	5.30
Факторов: ВС	0.6667	1	0.6667	0.00	5.30
Факторов: АВС	140.1667	1	140.1667	0.38	5.30
Ошибки 3	2965.0000	8	370.6250	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	5.425	7.672	32.990	4.516
Частных различий 2	6.309	8.923	24.805	3.395
Частных различий 3	11.115	15.719	36.311	4.970
Фактора: А	2.712	3.836	16.495	2.258
Фактора: В	3.155	4.461	12.402	1.698
Фактора: С	5.557	7.859	18.155	2.485

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	727.9167	734.6667	734.5833
2	733.2500	726.5000	726.5833

Дисперсионный анализ

Задача: урожайность озимой ржи, 2008 г.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	1	2.880	2.840	2.830	8.550	2.850
2			2	3.160	3.170	3.260	9.590	3.197
3			1	4.170	4.210	4.350	12.730	4.243
4	2	2	2	4.380	4.560	4.450	13.390	4.463
5			1	3.580	3.440	3.680	10.700	3.567
6			1	3.590	3.760	3.670	11.020	3.673
7	2	1	1	4.550	4.630	4.550	13.730	4.577
8			2	4.750	4.700	4.640	14.090	4.697
Сумма				31.060	31.310	31.430	93.800	3.908
Средние				3.883	3.914	3.929		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	9.956	23	0.433	—	—
Вариантов	9.861	7	1.409	227.31	2.75
Повторений	0.009		0.004	0.72	3.76
Ошибки	0.087	14	0.006	—	-
Фактора: А	1.162	1	1.162	698.71	18.51
Ошибки 1	0.003		0.002	—	-
Фактора: В	8.260	1	8.260	1451.29	7.71
Фактора: АВ	0.147	1	0.147	25.87	7.71
Ошибки 2	0.023	4	0.006	—	-
Фактора: С	0.236	1	0.236	31.12	5.30
Факторов: АС	0.043	1	0.043	5.72	5.30
Факторов: ВС	0.005	1	0.005	0.64	5.30
Факторов: АВС	0.007	1	0.007	0.97	5.30
Ошибки 3	0.061	8	0.008	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.024	0.033	0.143	3.663
Частных различий 2	0.044	0.062	0.171	4.382
Частных различий 3	0.050	0.071	0.164	4.202
Фактора: А	0.012	0.017	0.072	1.831
Фактора: В	0.022	0.031	0.086	2.191
Фактора: С	0.025	0.036	0.082	2.101

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	3.688	3.322	3.809
2	4.128	4.495	4.007

Дисперсионный анализ

Задача: содержание сырого протеина, озимая рожь, 2008 гг.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние
	А	В	С	1	2	3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	1	8.200	8.000	8.100	24.300	8.100
2			2	8.200	8.500	8.200	24.900	8.300
3			1	9.100	8.800	9.100	27.000	9.000
4	2	2	2	9.000	9.200	8.800	27.000	9.000
5			1	8.200	8.300	8.700	25.200	8.400
6			1	8.500	8.700	8.000	25.200	8.400
7	2	1	1	10.000	10.500	10.100	30.600	10.200
8			2	10.400	9.800	10.400	30.600	10.200
Сумма				71.600	71.800	71.400	214.800	8.950
Средние				8.950	8.975	8.925		

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффициент Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	15.640	23	0.680	—	—
Вариантов	14.640	7	2.091	29.58	2.75
Повторений	0.010	2	0.005	0.07	3.76
Ошибки	0.990	14	0.071	—	-
Фактора: А	2.940	1	2.940	588.00	18.51
Ошибки 1	0.010		0.005	—	-
Фактора: В	10.140	1	10.140	1014.00	7.71
Фактора: АВ	1.500	1	1.500	150.00	7.71
Ошибки 2	0.040	4	0.010	—	-
Фактора: С	0.015	1	0.015	0.13	5.30
Факторов: АС	0.015	1	0.015	0.13	5.30
Факторов: ВС	0.015	1	0.015	0.13	5.30
Факторов: АВС	0.015	1	0.015	0.13	5.30
Ошибки 3	0.940	8	0.118	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	0.041	0.058	0.248	2.774
Частных различий 2	0.058	0.082	0.227	2.536
Частных различий 3	0.198	0.280	0.647	7.224
Фактора: А	0.020	0.029	0.124	1.387
Фактора: В	0.029	0.041	0.113	1.268
Фактора: С	0.099	0.140	0.323	3.612

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	8.600	8.300	8.925
2	9.300	9.600	8.975

Дисперсионный анализ

Задача: натурная масса, озимая рожь, 2008 гг.

Число факторов = 3. Число повторений = 3.

Число уровней фактора (А) = 3, севооборот с занятым, чистым, сидеральным паром.

Число уровней фактора (В) = 2, без удобрений, расчетные дозы НК.

Число уровней фактора (С) = 2, с подсевом, без подсева.

1. Исходные данные

№	Факторы			Повторения			Сумма	Средние		
	А	В	С	1	2	3				
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	1	1	1	712.000	730.000	711.000	2153.000	717.667		
2			2	700.000	710.000	710.000			2120.000	706.667
3			1	710.000	711.000	716.000				
4	2	2	2	690.000	720.000	705.000	2115.000	705.000		
5			1	705.000	715.000	720.000			2140.000	713.333
6	2	1	2	700.000	699.000	707.000	2106.000	702.000		
7			1	705.000	715.000	700.000			2120.000	706.667
8			2	690.000	705.000	710.000				
Сумма				5612.000	5705.000	5679.000	16996.000	708.167		
Средние				701.500	713.125	709.875				

Продолжение приложения 51

2. Результаты дисперсионного анализа (расщеплённые делянки)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Коэффиц. Фишера	
				F-расч.	F-табл.
Общая	1941.333	23	84.406	—	—
Вариантов	687.333	7	98.190	2.03	2.75
Повторений	575.583		287.792	5.94	3.76
Ошибки	678.417	14	48.458	—	—
Фактора: А	121.500	1	121.500	3.43	18.51
Ошибки 1	70.750		35.375	—	—
Фактора: В	73.500	1	73.500	3.30	7.71
Фактора: АВ	-0.000	1	0.000	—	7.71
Ошибки 2	89.000	4	22.250	—	-
Фактора: С	450.667	1	450.667	6.95	5.30
Факторов: АС	1.500	1	1.500	0.02	5.30
Факторов: ВС	37.500	1	37.500	0.58	5.30
Факторов: АВС	2.667	1	2.667	0.04	5.30
Ошибки 3	518.667	8	64.833	—	—

3. Оценка существенности (расщепленные делянки)

Оценка существенно-сти	SX	SD	НСР	НСР%
Частных различий 1	3.434	4.856	20.882	2.949
Частных различий 2	2.723	3.851	10.707	1.512
Частных различий 3	4.649	6.574	15.187	2.145
Фактора: А	1.717	2.428	10.441	1.474
Фактора: В	1.362	1.926	5.353	0.756
Фактора: С	2.324	3.287	7.593	1.072

4. Средние для главных эффектов.

Уровни	Фактора: А	Фактора: В	Фактора: С
1	710.417	709.917	712.500
2	705.917	706.417	703.833