

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

На правах рукописи

МИЛЮТИНА ЕЛЕНА МИХАЙЛОВНА

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ
СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ОВСА В УСЛОВИЯХ
РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРОЦЕНОЗОВ**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Специальность 06.01.04 – Агрохимия

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,

профессор ШАПОВАЛОВ Виктор Фёдорович

Брянск-2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.....	10
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Народно-хозяйственное значение овса.....	10
1.2. Удобрения как основополагающий фактор интенсификации земледелия.....	14
1.3. Фиторегуляторы растений как важнейший резерв повышения урожайности и качества растениеводческой продукции.....	27
1.4. Защитные мероприятия в растениеводстве как главенствующий фактор производства экологически безопасной продукции при радио- активном загрязнении территории.....	32
ГЛАВА 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОВСА.....	49
3.1. Урожайность зерна овса в зависимости от агроклиматических условий и уровня интенсификации средств химизации	49
3.2. Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на содержание и вы- нос основных элементов питания урожаем зерна овса.....	53
3.3. Влияние применяемых средств химизации на изменение показа- телей качества зерна овса.....	58
3.3.1. Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на изменение химического состава зерна овса.....	60
3.3.2. Влияние средств химизации на изменение физических по- казателей качества зерна овса.....	69
3.4. Влияние комплексного применения удобрений и биопрепарата Альбит на содержание остаточных нитратов в товарной продукции овса.....	74

3.5. Влияние средств химизации на удельную активность ^{137}Cs в зерна овса.....	78
3.6. Действие систем удобрения на изменение агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы.....	84
3.7. Экономическая эффективность систем удобрения при производстве зерна овса на радиоактивно загрязнённой почве.....	85
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	88
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	91
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	92
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	119
Приложение А. Влияние средств химизации на урожайность зерна овса, т/га (2018 г.).....	120
Приложение Б. Влияние средств химизации на урожайность зерна овса, т/га (2019 г.).....	121
Приложение В. Влияние средств химизации на урожайность зерна овса, т/га (2020 г.).....	122
Приложение Г. Содержание азота в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации, %.....	123
Приложение Д. Содержание фосфора в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации, %.....	124
Приложение Е. Содержание калия в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации, %.....	125
Приложение Ж. Содержание азота, фосфора, калия в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации, % (2018-2020 гг.).....	126
Приложение З. Вынос азота урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации, кг/га (2018-2020 гг.).....	127
Приложение И. Вынос фосфора урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации, кг/га (2018-2020 гг.)	128
Приложение К. Вынос калия урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации, кг/га (2018-2020 гг.).....	129

Приложение Л. Влияние средств химизации на содержание белка в зерне овса, % (2018-2020 гг.).....	130
Приложение М. Влияние средств химизации на содержание сырой клетчатки в зерне овса, % (2018-2020 гг.).....	131
Приложение Н. Влияние средств химизации на содержание сырой золы в зерне овса, % (2018-2020 гг.).....	132
Приложение О. Влияние средств химизации на содержание сахаров в зерне овса, %(2018-2020 гг.).....	133
Приложение П. Влияние средств химизации на содержание сырого жира в зерне, % (2018-2020 гг.).....	134
Приложение Р. Содержание крахмала в зерне овса в зависимости от применения средств химизации, % (2018-2020 гг.).....	135
Приложение С. Натура зерна в зависимости от применения средств химизации, г/л (2018-2020 гг.).....	136
Приложение Т. Выход крупы в зависимости от применяемых средств химизации, % (2018-2020 гг.).....	137
Приложение У. Плёнчатость зерна в зависимости от применяемых средств химизации, % (2018-2020 гг.).....	138
Приложение Ф. Влияние средств химизации на выравненность зерна, % (2018-2020 гг.).....	139
Приложение Х. Масса 1000 зёрен в зависимости от применяемых средств химизации, г (2018-2020 гг.).....	140

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Нарастающие темпы народонаселения России требуют увеличения производства разнообразных продуктов питания, среди которых зерно занимает важнейшее место. Исходя из этого первостепенной задачей современного сельскохозяйственного производства РФ является решение продовольственной проблемы посредством увеличения производства зерна с учетом ресурсосбережения, уменьшения антропогенного загрязнения объектов окружающей среды и растениеводческой продукции (Кирпичников и др. 2018; Справцева и др. 2019).

В Нечерноземной зоне Российской Федерации среди возделываемых зерновых хлебов на почвах дерново-подзолистого типа легкого гранулометрического состава овёс – одна из важнейших продовольственных зерновых и зернофуражных культур региона (Таразанова, Садовская 2011; Матюхина 2013; Коваленко и др. 2015).

Являясь традиционной культурой в РФ овёс по объемам производства в последние два десятилетия обеспечивал до 22 % его мирового производства. Главенствующее положение по посевным площадям занимают традиционно Сибирский, Приволжский и Центральный федеральные округа РФ (Воропаев, Дятлова, 2016). В последние годы темпы роста производства зерна овса за счёт увеличения посевных площадей и повышения урожайности значительно возросли, обеспечив повышение удельного веса его зерна в зернофуражном балансе до 35% (Баталова, 2010).

Известно, что результатом глобальной катастрофы мирового значения на Чернобыльской АЭС явилось радиоактивное загрязнение обширных территорий юго-запада центра Нечерноземной зоны РФ. И в связи с этим, важнейшей научно-производственной задачей является разработка и внедрение в практику сельскохозяйственных предприятий защитных мероприятий, обеспечивающих производство растениеводческой продукции, в том числе и зерна

соответствующего действующему санитарно-гигиеническому нормативу по содержанию в нем основного дозообразующего радионуклида цезия-137 (Санжарова и др., 2016; Белоус и др., 2016).

Исходя из этого, в сложившейся ситуации изучение вопросов, связанных с оптимизацией минерального питания овса с учетом ландшафтных и экологических особенностей территории. Важно также исходить из того, что одним из путей применения новых более совершенных элементов технологий возделывания сельскохозяйственных культур, в том числе и овса на основе практической реализации концепции биологизации земледелия, основой которой служит принцип максимально возможного использования интенсификации и всех реализуемых биологических факторов в растениеводстве. При этом, изучение вопросов оптимизации минерального питания овса при комплексном применении средств химизации, включая применение биологически активных препаратов – стимуляторов роста и развития растений, повышающих биогенность ризосферы и филоосферы актуально.

Степень разработанности темы. Разработка различных направлений биологизации растениеводства, позволяющих в определенной степени решению актуальных проблем интенсификации растениеводства обосновано в работах О.В. Мельниковой, 2009; И.О. Митянина и др., 2011; Е.В. Справцевой и др., (2019) и др.

Ряд учёных считают, что стимулирование растительно-микробных взаимодействий является одним из основных факторов биологизации земледелия, при этом использование микробных препаратов наиболее простой и доступный способ регуляции растительно-микробных взаимоотношений А.А. Завалин, 2005; Агафонов и др., 2013; В.Н. Лукашов, Т.Н. Короткова (2012).

Влиянию различных биологически-активных препаратов (регуляторов роста) на продуктивность выращиваемых культур и растительно-микробные взаимоотношения посвящены работы А.К. Злотникова, К.М. Злотникова, (2007), М.М. Кизюля и др., (2017) и других ученых.

Поскольку в России производится более 80 наименований различных

регуляторов роста растений, который ежегодно пополняется, максимально возможное использование многих из них в практике современного земледелия при возделывании культур в различных агроклиматических условиях позволит значительно повысить их продуктивность.

Цель исследований. Оценить влияние минеральных удобрений и биопрепарата Альбит на урожайность и качество зерна овса на радиоактивно загрязненной почве.

Поставленная цель определяется решением следующих задач:

- 1) Дать оценку действия систем удобрения в комплексе с биопрепаратом Альбит, эффективно влияющих на формирование высокой продуктивности зерна овса на дерново-подзолистой радиоактивно-загрязненной почве;
- 2) Определить действие минеральных удобрений в комплексе с биопрепаратом Альбит на качественные показатели зерна овса;
- 3) Оценить эффективность влияния систем удобрения и биопрепарата Альбит на изменение размеров поступления ^{137}Cs в урожай зерна овса;
- 4) Рассчитать экономическую эффективность применения минеральных удобрений и биопрепарата Альбит при возделывании овса на радиоактивно-загрязненной почве;

Используя результаты исследований, разработать практические рекомендации для сельскохозяйственного производства по возделыванию овса на дерново-подзолистых радиоактивно-загрязненных почвах.

Научная новизна. Впервые на дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почве юго-запада Нечерноземной зоны России проведено изучение действия различных доз минеральных удобрений отдельно и в сочетании с биопрепаратом Альбит на урожайность и качество зерна овса. Показано, что применяемые системы удобрения в комплексе с биопрепаратом Альбит способствовали повышению урожайности зерна овса, улучшали показатели качества товарной продукции, уменьшали размеры поступления ^{137}Cs в урожай зерна овса. С учетом величины урожайности при возделывании овса показано, что наиболее высокий эффект получен от применения минеральной системы

N₉₀P₉₀K₁₅₀ совместно с биопрепаратом Альбит, что обеспечивает формирование урожайности зерна овса в среднем за три года на уровне 4,59 т/га или на 84,3% выше относительного контроля без удобрений.

Практическая значимость работы. На основе результатов многолетних испытаний в стационарном полевом опыте установлены наиболее эффективные дозы минеральных удобрений при комплексном применении с биопрепаратом Альбит, позволяющие формировать стабильно высокие урожаи зерна овса с удельной активностью в нем ¹³⁷Cs более чем в 3 раза ниже действующего санитарно-гигиенического норматива СанПин 2.3.2.1078-01. Определён рациональный способ применения биопрепарата Альбит в технологии возделывания овса. Сельскохозяйственному производству предложены практические рекомендации по применению минеральных удобрений в комплексе с биопрепаратом Альбит при возделывании овса на радиоактивно загрязненной почве.

Методология и методы исследования. В основу методологии исследований положен принцип комплексного системного подхода при выборе цели, задач составления программы и методов постановки полевых и лабораторных опытов с использованием биологического фактора на основе результатов анализа и оценки современных литературных источников российских и иностранных ученых. При проведении полевых и лабораторно-аналитических исследований руководствовались требованиями методики полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985). Полученные экспериментальные данные в полевых опытах и лабораторно-аналитических исследованиях послужили основой экспериментальной части диссертационной работы.

Положения, выносимые на защиту.

- Эффективность действия научно-обоснованного применения минеральных удобрений при различных дозах и сочетаниях с биопрепаратом Альбит на формирование урожая зерна овса на радиоактивно загрязнённой дерново-подзолистой супесчаной почве;
- Закономерности влияния средств химизации на качественные показатели зерна овса и размеры поступления ¹³⁷Cs в урожай товарной продукции;

– Оценка экономической эффективности комплексного применения минеральных удобрений и биопрепарата Альбит при возделывании овса в полевом севообороте на дерново-подзолистой почве в условиях радиоактивного загрязнения территории.

Степень достоверности результатов проведенных исследований.

Исследования выполнены в течение трех лет. Программа исследований рассматривалась и утверждалась на заседаниях Ученого Совета института экономики и агробизнеса Брянского ГАУ. Весь объем исследований выполнен с применением современной системы сельскохозяйственных машин и механизмов. Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается статистическими критериями математической обработки большого массива экспериментальных данных методом двухфакторного дисперсионного анализа на принятом в агрохимических исследованиях уровне вероятности.

Личный вклад автора. Автор лично разработала план и программу проведения экспериментов, осуществила выбор методов, адекватных поставленным задачам. Автор принимала самостоятельное, непосредственное участие в закладке и проведении полевых опытов, наблюдений и учётов. Автор лично провела анализ и математическую обработку данных, полученных в экспериментальных исследованиях и их интерпретацию, подготовила и опубликовала научные статьи в открытой печати, осуществила написание текста диссертационной работы.

Апробация работы и публикации. Результаты экспериментальных исследований представлены автором в виде устных и заочных докладов на международных научных конференциях «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК в 2018-2020 годах. Диссертационная работа доложена, обсуждена и одобрена на заседании кафедры агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО Брянский ГАУ. По материалам диссертационной работы опубликовано 9 статей, 3 из них – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объём и структура работы. Текст диссертационной работы выполнен на 140 страницах компьютерного текста. Диссертация включает введение, обзор

литературных источников, методики исследований, экспериментальной части, выводов, рекомендаций производству и перспектив дальнейшей разработки темы, приложений. Библиографический список составляет 251 источник, из них 23 на иностранных языках. В диссертации приведено 18 таблиц, 14 рисунков, 21 приложение.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В обзоре литературных источников представлены сведения о народно-хозяйственном значении овса. Рассмотрено влияние средств химизации на урожайность и качество зерна овса. Проведена оценка роли фиторегуляторов при производстве продукции растениеводства на современном уровне, проанализированы экологические аспекты применения средств химизации в земледелии. Рассмотрена роль средств химизации при производстве экологически безопасной продукции при радиоактивном загрязнении территории.

1.1. Народно-хозяйственное значение овса

Овёс – важнейшая продовольственная и зернофуражная культура Российского АПК. Являясь издревле традиционной зерновой культурой в земледелии страны, овёс принадлежал к одной из важнейших и неотъемлемых частей быта человека, служа ему одновременно и средством питания, и кормом для сельскохозяйственных животных. Зерно овса по содержанию в нём белка, крахмала не уступает другим зерновым хлебам, а по содержанию жира превосходит более чем в два раза другие крупяные культуры. Это является одним из важнейших показателей, составляющих основу достаточно высокого пищевого и кормового достоинства зерна овса и продуктов его переработки, составляя достаточно высокое положение среди крупяных культур по его питательной ценности (Баталова, 2010).

Общеизвестно, что овсяная каша является традиционно признанным национальным блюдом англичан, включающих их основной завтрак. В лечебном питании человека овсяная каша является полезным продуктом и рекомендуется особенно при заболеваниях сердца, печени и расстройствах желудка.

Учитывая, что высокое содержание растительных волокон в зерне овса, благоприятно влияет на связывание и вывод из организма человека холестерина, ставя заслон на пути развития атеросклероза. Медициной достоверно установлено, что больным сахарным диабетом при повышенном содержании холестерина в крови, назначается пищевая диета на основе овсяных круп (геркулес), практикуется в пищевом рационе овсяной кисель. Отвары, приготовленные из овсяной соломы, применяют в качестве мочегонного и потогонного средства. Широко используют для лечения ревматизма, подагры, кожных заболеваний водные ванны с отваром соломы овса. Весьма эффективна спиртовая настойка овса, обладающая успокоительным средством, выпускаемая фармацевтической промышленностью. Овсяная мука в качестве компонента используется в кондитерском производстве при выпечке пряников, печенья и других изделий (Баталова и др., 2009).

С повышением темпов развития животноводческой отрасли в РФ значение культуры овса в зерновом балансе страны должно существенно возрасти. Установлено, что во фракционном составе белкового комплекса содержатся водно- и солерастворимые белки, содержащие незаменимые аминокислоты, что, собственно, и определяет высокую ценность зерна овса как в пищевом, так и в кормовом отношении. Если сравнивать белковый комплекс овса с белковым комплексом зерна ячменя и пшеницы, то по содержанию проламинов они в количественном отношении превосходят зерно овса. Однако, оценивая в целом качество зерна овса необходимо учитывать, что белковый комплекс овса в большей степени сбалансирован по аминокислотному составу, имея явное преимущество за глютаминовой и аспарагиновой аминокислотами. (Плешков, 1980).

В кормопроизводстве особая ценность овса заключается в том, что он широко используется при производстве зелёных кормов, сена, сенажа, силоса на основе смесей с бобовыми однолетними травами - горохом, люпином, чиной, сераделлой (Новиков, Баранов, 2007). Отмечена высокая продуктивность смешанных посевов овса с люпином при 50% норме высева компонентов в исследованиях А.С. Кононова, С.А. Кононовой (1997). Установлено также (Такунов, 2005), что

в люпино-овсяных смесях повышение белковости злаковой культуры отмечается за счёт использования овсом азота корневых выделений люпина, фиксированного из атмосферы.

Являясь составной частью приготавливаемых комбинированных кормов зерно овса представляет собой особо ценный концентрированный корм, используемый при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных на откорме и птицы (Шпаар и др., 2000; Гулидова, 2003). Известно, что в зерне овса имеется в наличии относительно высокое содержание фосфора и кальция, но содержание протеина в зерне овса подвержено изменению в зависимости от географического положения зоны выращивания (Сичкарь, 1996) и может достигать 12-13 % (Гридасов, 1997). По содержанию сырого протеина в зерне овса, отмечено снижение в северо-западном направлении.

Принято считать, среди зерновых хлебов белок овса характеризуется самой высокой биологической ценностью, за ним следуют белки озимой ржи, кукурузы и пшеницы (Banks, 1967). В зерне овса, как правило, доля усвояемых белков от всего содержащего белка составляет 90-95%, при содержании белка в среднем при возможном максимуме 20% (Souza, 1990).

Показано, что содержание крахмала в зерне, представляющего собой важнейший энергетический продукт, может достигать порядка 40% и в основном он сосредоточен в эндосперме, а по своей структуре крахмал овса очень близок к рису, и в значительной степени отличается от крахмала других зерновых хлебов (Freu, 1976). По содержанию жира в зерне (4-6%) он превосходит другие зерновые культуры (Баталова и др., 2009).

Необходимо отметить, что в зерне овса содержится витамины группы В; РР и другие (Шпаар и др., 2000). Установлено, что содержание витамина В₁ (тиамина) превышает его содержание в крупах других зерновых культур, за исключением гречневой и бобовой (Митрофанов, Митрофанова, 1972), что немало важно для использования овсяной муки в смеси с пшеничной при производстве галет и печенья.

В последние годы площади посева овса в России составляют порядка 3,6-

4,4 млн. га, учитывая, что его урожайность в последнем десятилетии не превышала 1,5-2,0 т/га, занимая по валовому сбору третье место после пшеницы и ячменя (Конончук и др., 2017). Необходимо также учитывать, что достижение продовольственной безопасности государства должно предусматривать увеличение производства наиболее востребованных зерновых хлебов, одним из которых в Российской Федерации является овёс (Козлова, 2015).

1.2. Удобрения как основополагающий фактор интенсификации земледелия

Увеличение в ближайшие годы производства зерна с учётом роста населения страны – ключевая задача агропромышленного комплекса России. Основную роль в решении этой задачи играют рост урожайности и повышение количества товарной продукции на основе интенсификации производства (Сычев и др., 2013).

Известно, что потенциал продуктивности современных сортов основных зерновых культур превышает 7,0-8,0 т/га, а пшеница перешагнула рубеж 10 т/га (Конончук и др., 2017), но в производственных условиях в ряде регионов страны средняя урожайность зерновых хлебов характеризуется относительно низкими показателями. Учитывая это, важным фактором повышения урожайности зерновых культур является наиболее полная реализация генетического потенциала урожайности современных сортов и приёмы интенсификации на основе современных средств химизации (Карелина, 2014).

Проблемы реализации генетического потенциала продуктивности новых сортов отечественной и зарубежной селекции при повышении эффективности применяемых факторов интенсификации земледелия довольно значимы в растениеводческой отрасли АПК России. Следует отметить, что в ряде случаев рост затрат превышает темпы роста урожайности при эффективности расходуемых

средств ниже планируемой. В этом аспекте показателен опыт некоторых промышленно-развитых стран Европы, где уровень урожайности в конце восьмидесятых годов прошедшего столетия превышала уровень 9,0-10,0 т/га (Касаева, 1986). Достижение этих результатов стало возможным при возделывании короткостебельных сортов интенсивного типа, сертифицированных семян, оптимизации условий минерального питания растений и других факторов интенсификации земледелия, включая биологически активные препараты в соответствии с особенностями возделываемой культуры (Федулова и др., 2018).

Основой этих изменений являются достижения биологической науки. В развитии теории формирования урожайности зерновых культур в последнее время учёными сделан определённый вклад в развитие теории формирования урожаев зерновых культур, в основу которой положено изучение генетического потенциала природы высокой урожайности, особенностей развития и роста растений в агроценозе, механизмов протекания синтетических процессов в растениях на клеточном уровне, роли фотосинтезирующих, запасющих органов и корневой системы, гормональной регуляции процессов органогенеза, возможностей оптимизации агроэкологических условий и т.д. Развивающаяся на этой основе технология представляет собой качественно новый этап в возделывании зерновых. Биологизация технологии проявляется, например, в проведении агротехнических мероприятий не по календарным срокам, а по фазам развития растений, во внесении минеральных удобрений не только по балансу питательных веществ в почве, но и по данным листовой диагностики в критические фазы развития культуры, в ориентации технологических систем на формирование строго определенных параметров элементов продуктивности посева, в частности, плотности продуктивного стеблестоя, в управлении развитием элементов продуктивности растений в процессе вегетации (Конончук и др., 2017).

Применение современных научно-обоснованных элементов в технологиях возделывания зерновых культур с некоторых пор уже не является «рецептурной» системой, а динамично реагирует соответствующим образом на все изменения биологической ситуации в ценозах в отдельные периоды онтогенеза. Становится

очевидным, что для получения стабильно-высокой урожайности зерновых культур недостаточно создать оптимум влагообеспеченности и содержания элементов минерального питания в почве, но и так же важно ориентироваться на формирование морфоструктуры растений и структуру посевов (агрофитоценоз), которые могли бы служить основой эффективного использования вышеозначенных факторов для формирования высоких урожаев (Пасынкова и др., 2012).

Исключительно велика чувствительность и склонность к изменчивости растений на самых ранних фазах индивидуального развития растений, когда даже небольшие сдвиги приводят к значительным последствиям при формировании высокопродуктивных посевов зерновых культур. Порой именно недостатки технологии сева, определяющей наиболее ответственные начальные этапы развития растений, становятся барьером на пути роста урожайности зерновых, даже в условиях интенсификации производства (Васильев, 2012).

Химизация наиболее действенный фактор интенсификации земледелия. Широкое применение минеральных удобрений позволяет в значительной мере повысить урожайность сельскохозяйственных культур, включая зерновые хлеба (Чекмарёв, Лукин, 2012).

Предыдущий опыт свидетельствует, что возрастающие темпы химизации сельского хозяйства оказывают активное влияние на биохимические циклы обмена веществ и, нарушая при этом, равновесие природных экосистем. Неконтролируемое применение средств химизации способно нарушать сложившееся экологическое равновесие природных систем, и как следствие является основной причиной ухудшения качества сельскохозяйственной продукции и нарушением экологической ситуации в экосистеме. При интенсификации земледелия проблема охраны окружающей среды является обязательным звеном к использованию при разработке и применении агротехнических мероприятий ведения сельскохозяйственного производства и регулирования хозяйственно-биологического круговорота и баланса веществ (Державин и др., 1992; Баталова, 2010).

Зерновое производство традиционно является основой агропромышленного комплекса РФ. В начале двухтысячных годов зерновые культуры в России

занимали более 46 млн. га или более 60% всех посевных площадей страны, при валовом сборе зерна в хозяйствах всех категорий превысил 108 млн. т, что стало наивысшим показателем в сравнении с 1990 годом. Следует отметить, что одной из проблем растениеводства и, в том числе, зернового хозяйства, является обеспечение сельхозпроизводителей необходимым количеством минеральных удобрений. Оптимальная потребность в минеральных удобрениях по стране составляет порядка 5-6 млн. т (Чекмарёв, 2009).

Интенсивное применение минеральных удобрений позволяет увеличить урожай зерновых культур в два раза доведя до 5,0-7,0 т/га. Наряду с положительным эффектом минеральные удобрения могут оказать отрицательное действие на окружающую среду в случае несоблюдения рекомендуемых норм внесения, нарушения технологии транспортировки и хранения. В среднем, по всем культурам усвоение растениями азота из минеральных удобрений составляет 40-50%, калия – 30-40%, фосфора – 10-20% (Кореньков, 1985, Ладонин, 1990; Завалин, Соколов, 2016).

Большое значение для получения высоких урожаев имеют фосфорные удобрения. Фосфор, в отличие от азота обладает малой подвижностью и почти полностью закрепляется в почве. Количество фосфорных удобрений, повышающее содержание растворимого фосфора на 1 мг P_2O_5 в 100 мг почвы колеблется в пределах от 35 до 100 кг за вычетом фосфора, потреблённого растениями из внесённого количества удобрений. Систематическое внесение фосфорных удобрений способствует накоплению в почве остаточных фосфатов в усвояемой форме в количестве – в среднем 22,6% от внесённого количества фосфорных удобрений (Ягодин, 1989).

Внесение фосфорных удобрений в необоснованно высоких дозах может приводить к снижению содержания в почве усваиваемых растениями некоторых микроэлементов, а также является причиной загрязнения её фтором, который является компонентом фосфорных удобрений. Фтор обладает высокой химической активностью и представляет опасность для здоровья человека и животных. Наибольшее его количество содержится в аммофосе (3,5 – 4%), в простом и

двойном суперфосфате до 1,5 %. Установлено, что при внесении фосфорных удобрений в норме P_{60-80} в почву фтора поступает от 6 до 8 кг.

Важнейшим и значимым фактором интенсификации земледелия являются калийные удобрения. Повышая урожайность и улучшая качества продукции растениеводства, они также положительно влияют на свойства почвы. Следует иметь в виду, что примеси калийных удобрений, в том числе балластные элементы Cl, Na могут накапливаться в почве и мигрировать по профилю, достигая грунтовых вод (Юркин и др., 1978).

При избыточном внесении калийных удобрений в почве нарушается баланс Mg, Na, Ca, B и соотношение количеств этих элементов, поступающих в растения, что может отрицательно сказаться на состоянии выпасаемых животных.

В практике передового сельскохозяйственного производства применяя удобрения направленно оптимизируют уровень минерального питания тех или иных сельскохозяйственных культур. Эффективность применения систем удобрения зависит от научно-обоснованного установления доз и соотношений между элементами путем питания посредством внесения недостающих видов макроэлементов с минеральными удобрениями (Власов, Захаров, 2015).

Характер круговорота элементов определяется не только количеством их доступных форм в почве, но и избирательностью поглощения элемента растениями. Так, озимая рожь в сравнении с пшеницей содержит меньше марганца, меди и молибдена, но значительно превосходит её по содержанию титана, бора и кобальта. Ячмень, просо, гречиха и бобовые культуры содержат больше в два раза железа, чем озимая рожь, пшеница и кукуруза. Чечевица концентрирует титан, мышьяк; гречиха – бор, стронций и молибден; чай – алюминий, кобальт, фтор, медь; кукуруза – медь, селен и олово; свекла – цинк, натрий, марганец, фтор, медь, бор (Минеев и др., 1982).

Установлено, что при применении повышенных доз азотного удобрения до оптимального, возрастает поступление в растения фосфора, калия, магния, меди, железа, марганца, кальция и цинка. Показано, что избыток фосфора способствует снижению в растениях меди, железа и марганца. При повышении содержания в

растениях солей аммония отмечается увеличение поступления фосфора, при этом калий заметно тормозит поглощение растениями кальция и магния (Панников 1981, Покровская 1981).

Изучено, что эффективность основных макроэлементов азота, фосфора и калия, и их поступление в растения находятся в зависимости от обеспеченности их микроэлементами. Поскольку марганец способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды, то при его отсутствии отмечается повышение содержания ряда макроэлементов. Марганец способствует передвижению фосфора из стареющих листьев в молодые. Предполагается, что кобальт участвует в изменении проницаемости протоплазмы, способствуя улучшению поступления в растения азота и других макроэлементов. Молибден, участвуя в метаболизме азота, улучшает азотный обмен, что способствует улучшению поглощения растениями фосфора. Медь и бор улучшают поступление в растение азота. Исследования свидетельствуют, что цинк изменяет проницаемость мембран для калия и магния. Установлено, что у цинкдефицитных растений концентрация неорганического фосфора обычно повышена. Медь влияет на работу Na-K-АТФ-азы, на накопление в растениях органических соединений фосфора. Магний в растения лучше поступает при хорошей их обеспеченности такими микроэлементами как бор, цинк и медь (Хвощева, 1981).

В условиях постоянно возрастающих норм азотных удобрений, необходимо использовать микроэлементы, участвующие в редукции нитратов и других процессах усвоения азота растениями с целью повышения эффективности азота удобрений и снижения опасности накопления нитратов в сельскохозяйственной продукции и загрязнения ими водных источников (Юркин и др., 1978).

Учитывая это совершенно очевидно, только с учётом соблюдения всех имеющих место физиологических факторов можно гарантированно обеспечить эффективность применяемых средств химизации и охрану окружающей среды от загрязнения агрохимикатами (Мишустин и др. 1981).

Известно, что среди яровых зерновых культур наибольшей отзывчивостью на условия минерального питания отмечается овёс, особенно в большей степени

это касается азотных удобрений сравнительно с яровой пшеницей и яровым ячменём, в связи с тем, что у овса более растянутый период потребления элементов питания и относительно слабым потреблением элементов минеральной пищи в начальный период роста и развития (Митрофанов, Митрофанова 1972).

Установлено, что на формирование 1 т зерна овса необходимо потреблять следующее количество элементов питания: 29-32 кг азота, 10-12 кг фосфора и от 33 до 38 кг калия. Обычно в практике сельскохозяйственного производства фосфорные и калийные удобрения принято вносить под основную обработку почвы, под предпосевную культивацию приурочено внесение около 50-60 процентов расчетной нормы азотных удобрений, остальную часть азотных предпочтительно применять в виде подкормки в начальный период вегетации (фаза кущения-начала выхода в трубку) (Матюхина, Шаповалов, 2011). В условиях недостаточного увлажнения почвы практикуется внесение всей нормы азотного удобрения непосредственно под предпосевную обработку почвы.

Установлено, что засушливый период овес хуже переносит по сравнению с яровым ячменём и яровой пшеницей. При этом для него недостаток почвенной влаги наиболее опасен в фазу выхода в трубку – выметывания. Расход влаги на формирование одной тонны зерна колеблется в пределах 80-140мм (Каюмов, 2004).

Период поступления элементов питания в растения овса относительно растянут, при этом на первых этапах развития он чувствителен к содержанию азота в пахотном слое почвенного профиля, особенно это актуально до образования узловых корней, а в последующем потреблении элементов минеральной пищи осуществляется более равномерно. Следует отметить, что овёс испытывает потребность обеспечения калийного питания на протяжении всего периода вегетации. Основное количество азота и фосфора, около 60%, овёс обычно потребляет к началу цветения, потребление калия к этому периоду составляет 30-45%, кальция около 55%. Замедление поступления элементов питания в растения овса отмечается к концу периода цветения, а к моменту полной спелости зерна наблюдается их отток в почву. По некоторым экспериментальным данным

часть поступивших в урожай овса азота и фосфора сосредоточено в зерне, а в соломе сконцентрирован калий (Суделовская, 2009).

Важнейшим элементом питания среди макроэлементов является азот, который определяет темпы роста и развития овса, уровень его урожайности и показатели качества, в частности содержание и сбор белка, а также его физико-химические показатели качества зерна. Применение высоких доз азота в условиях избытка почвенной влаги в период созревания зерна нередко приводит к полеганию посевов и недобору урожая зерна (Белоус, Шаповалов, 2006).

Проведенными в Нечерноземной зоне России исследованиями установлено, что при дефиците азотного питания в условиях дерново-подзолистых почв, применение фосфорно-калийных удобрений малоэффективно (Кореньков, 1985). Вследствие этого, получение высоких урожаев зерна овса возможно при условии достаточного увлажнения на основе сбалансированного содержания элементов питания в почве (Милащенко и др., 1991).

Установлено (Шеуджен, 2010), что овёс весьма чувствителен к недостатку фосфора в ранней фазе его развития при относительно недостаточно сформировавшейся корневой системе, в то время как как максимум потребления калия приходится на период выхода в трубку – выметывание. Азотное питание для овса предпочтительно в форме аммонийсодержащих удобрений. Недостаток азота в почве выражается в ослаблении темпов развития растений овса, растения хуже кустанутся, отмечается пожелтение, потом покраснение и отмирание листьев. Размещение посевов овса в севообороте после бобовых культур, как правило, обеспечивает прибавку урожая зерна на уровне 0,2-0,3 т/га.

Получение зерна овса в соответствии с ГОСТ 28673-90, используемое на переработку в качестве продуктов питания вполне вероятно только лишь при сбалансированном применении полного минерального удобрения (NPK) в умеренных дозах при достаточной влагообеспеченности в первую половину вегетационного периода (Пасынкова и др., 2008; Усанова, Васильев, 2012).

Академик В.Ф. Ладонин (2000) рекомендует в целях повышения эффективности применения минерального азота сроки внесения азотных удобрений по

возможности максимально приближать к периоду активного его вовлечения в процессы метаболизма, что уменьшает его газообразные потери и за счёт вымывания в нижележащие горизонты почвенного профиля. Применение азотных удобрений, в том числе и в повышенных нормах благоприятно сказывается на увеличении содержания белка в урожае зерна. Как правило, в случаях, когда в применяемых системах удобрения азот превалирует над фосфором и калием (Пасынкова, 2010).

Установлено, что необходимость обеспечения растений фосфором как элементом питания обусловлена его участием в процессе синтеза, где он способствует более полному усвоению азота при формировании белковых комплексов. Без достаточной обеспеченности фосфором отмечается ослабление развития корневой системы, генеративных органов, замедляются темпы созревания (Державин и др., 1982). Хорошая обеспеченность овса азотом и фосфором, как показано в исследованиях А. Гаркуша с соавторами (2012), обеспечило повышение урожайности зерна овса от 0,17 до 0,35 т/га.

Роль калия заключается в его участии в синтезе белковых соединений, хлорофилла и каротина, накоплении углеводов. При недостатке калия затормаживается рост растений, уменьшается кустистость посевов, цвет листьев из зелёных переходит в сине-зелёную окраску с бронзовым оттенком с закруглёнными краями листовой пластинки. Важнейшая роль в питании растений овса принадлежит кальцию, который участвует в углеводном обмене (Шеуджен, 2010).

Овёс относят к культурам в наименьшей мере требовательным к плодородию почвы и в сравнении с другими зерновыми хлебами достаточно легко переносит почвенную кислотность на уровне значений pH 4,5-5,5. Овёс обладает хорошо развитой и достаточно мощной корневой системой с высокой способностью усваивать из почвенного раствора элементы минерального питания в доступной форме. Размещённый по лучшим предшественникам овёс может значительно повышать урожайность основной и побочной продукции, к таким относят бобовые, пропашные и некоторые хорошо удобренные озимые зерновые, при этом к наиболее лучшим предшественникам относят бобовые культуры,

являющиеся источником биологического азота (Ладонин, 1991; Шаповалов и др., 2010; Торилов, Макаров, 2019).

Исследованиями ВНИИ люпина показано, что при возделывании овса сорта Скаун лучшими предшественниками оказались озимая пшеница и зерновой люпин. Содержание сырого белка в зерне овса по вариантам опыта изменялось от 9,6 (контроль) до 11% в оптимальном по урожайности варианте $N_{60}P_{60}K_{60}$ (Артюхов, Яговенко, 2009).

Применение удобрений на известкованном фоне как правило сопровождается повышением продуктивности овса. Следует также учитывать, что овёс эффективно использует последствие удобрений, особенно органических, внесённых под предшественник в плодосменном севообороте (Малевко и др., 2012). Кроме того, он хорошо усваивает элементы минеральной пищи из трудно растворимых соединений почвы (Мальцев, Каюмов и др., 2002).

Проведёнными исследованиями установлено, что последствие азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{120}P_{120}$ обеспечило прибавку урожая зерна овса в первый год на уровне 0,37 т/га и увеличении её во второй год до 0,9 т/га (Ряховская, Гайнатулина, 2009).

Считается, что основной и решающий фактор интенсификации растениеводства – научно-обоснованная система применения современных средств химизации на основе принципа биологизации в интенсивных технологиях с учётом зональных и почвенно-климатических особенностей страны (Минеев, Ремпе, 1990; Ладонин, 2000; Белоус, Шаповалов, 2006). При этом, особое значение должно придаваться правильному, рационально сбалансированному соотношению элементов питания в применяемых системах удобрений в соответствии с потребностями растений возделываемой культуры (Тулин и др., 1994; Каскарбиев, Слаченок, 2001).

При научно-обоснованном сочетании вносимых в почву органических и минеральных удобрений, процесс гумификации органического вещества происходит более интенсивно, результатом которого является накопление в почве кислот преимущественно гуминовой природы. При этом процесс разложения

органического вещества удобрений на фоне применения азотных и фосфорных отмечается более широким соотношением гуминовых и фульвокислот (С г/Сф). Также улучшение фосфорного питания растений объясняется положительным действием правильного сочетания органического и минерального удобрений на увеличение урожайности (Мамченков, 1955).

Многолетний мировой опыт земледелия свидетельствует о том, что существует прямая зависимость между применением удобрений, уровнем почвенного плодородия и продуктивностью возделываемых сельскохозяйственных растений и валовым производством товарной продукции, поскольку ведущим фактором интенсификации земледелия являются именно удобрения, что в значительной мере повышает эффективность использования почвенных ресурсов земель сельскохозяйственного назначения (Кореньков, 1999; Романенко, Тютюнников, и др., 1999). Следует также иметь в виду, что применение современных средств химизации включая удобрения, средства защиты растений, различные биопрепараты стимулирующего и протекторного спектра действия оказывает влияние не только на уровень урожайности возделываемых культур, но так же и на биохимический состав товарной части урожая (Державин, 1992; Белоус и др., 2012). При этом, именно уровень азотного питания выполняет роль наиболее эффективного фактора интенсификации применительно к усилению потребления элементов минерального питания (Харитонов, 1991; Ладонин, 1991; Кореньков, 1999). Влияние других факторов химизации (пестицидов) носит косвенный характер, в основном через усиление процессов роста и развития посредством улучшения потребления возделываемыми культурами питательных веществ непосредственно из почвы (Минеев, Ремпе, 1990).

Увеличение объемов производства растениеводческой продукции невозможно без роста объемов применяемых удобрений, что способствует увеличению численности и вредоносности различных факторов (Синякова и др., 1987). Это способствует повышению пестицидной нагрузки на агроценоз и ведёт к росту размеров производственных затрат, снижению рентабельности производства данного вида растениеводческой продукции. Отмечается при этом снижение

устойчивости растений к различным вредоносным организмам (Танский и др., 1992).

Кроме того, следует учитывать то, что при несбалансированном фосфорно-калийном и избыточном азотном питании возникает риск снижения иммунитета растений к различным патогенам (Шпанев и др., 2006; Жуков и др., 2009).

Учитывая это, возникает необходимость научно-обоснованного применения средств химизации при возделывании зерновых культур, что гарантированно обеспечивает получение до 50% прибавки урожая, а организация и проведение в оптимальные сроки защитных мероприятий от болезней и вредителей увеличивает эффект ещё на 20-30% дополнительно (Путинцев, 1993).

Таким образом, только комплексное применение средств химизации позволяет повысить не только урожайность зерновых культур, но и качество производимой продукции в условиях интенсификации растениеводства, включая также и культура овса (Воропаев, 2003).

Многочисленные исследования, проведённые на дерново-подзолистых почвах, легкого гранулометрического состава, показывают, что главенствующая роль в повышении продуктивности овса принадлежит азотным удобрениям (Васильев, 2012; Пшеничко, 2010; Воропаев, 2016; Шаповалов и др., 2016).

Так, при размещении овса после картофеля в севообороте, под который вносили подстилочный навоз КРС, наибольший эффект отмечен в варианте с применением невысокой дозы НРК на фоне проведения обработки пестицидами (Белоус и др., 2012), в другом опыте наибольший эффект получен от внесения $N_{90}P_{90}K_{150}$ (Милютин и др., 2019).

Исследованиями В.В. Конончука, М.С. Гончаренко (2011) показано, что при возделывании интенсивных сортов овса в полевых севооборотах на средне-окультуренных дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья для получения высокой урожайности зерна с содержанием сырого белка не ниже 11% в нормальных условиях увлажнения необходимо создавать запасы $N-NO_3$ в корнеобитаемом слое почвы (0-60 см) в период всходы – кущение внесение азотных удобрений в норме 130-150 кг/га д.в.. Контролем достаточного уровня

азотного питания овса служат при этом показатели содержания общего азота в целом растении, равные 4,7-4,8%, а в начале вымётывания метёлки – 1,7-1,8%.

Исследованиями Ульяновского НИИСХ также установлено, что овёс хорошо отзывается на минеральное азотное питание (Власов, Захарова, 2015).

Применение минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ под основную обработку почвы в годы исследований по данным В.И. Турусова, И.М. Корнилова (2015) существенно повышало урожайность овса.

При возделывании овса Яков и Лос-3 на дерново-подзолистой среднеокультуренной почве внесение минеральных удобрений в дозе $N_{115}P_{90}K_{150}$ способствовало достоверному увеличению урожайности относительно средним дозам ($N_{70}P_{30}K_{90}$) у сорта Лос-3 на 0,29 т/га и на 0,43 т/га у сорта Яков, и на 2,15-2,05 т/га соответственно по сравнению с контрольным вариантом (Воробьев, Гаврилова, 2016).

Имеющаяся информация в научной литературе свидетельствует о высокой отзывчивости овса во многих регионах его возделывания (Баталова, 2000; Каскарбиев, Слаченок, 2001; Соколов и др., 2017; Федотова, Виноградов, 2019). Известно, что в последние годы урожайность зерна овса в Центральном Федеральном округе составила в среднем 2,1 т/га (Конончук, Штырхунов и др., 2017). Однако, в тоже время, в опытах некоторых исследователей урожайность овса достигает порядка 6-7 т/га (Дудинцев и др., 2008; Войтович и др., 2008). Причины такого широкого варьирования урожайности определяются множеством факторов как объективного, так и субъективного характера. В соответствии с этим совершенствование технологических приёмов возделывания овса на зерновые цели в настоящее время в достаточной степени актуальная проблема, требующая своего разрешения.

Необходимо также отметить особую роль калийных удобрений не только как одного из действенных факторов интенсификации растениеводства (Прокошев и др., 2000), но также и тот факт, что в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов их применение в повышенных дозах снижают корневое поступление цезия -137 в сельскохозяйственные культуры (Алексахин и др., 2006). При

этом, по мнению академика В.Ф. Ладонина (2000) лучшее использование элементов питания из удобрений овсом отмечено при локальном внесении удобрений.

Таким образом, применение средств химизации как одного из важнейших факторов интенсификации земледелия (минеральные, органические удобрения), применяемые в повышенных дозах, пестицидов, содержащих в своём составе балластные вещества (фтор, тяжёлые металлы, радионуклиды и др.), увеличивают нагрузку на сельскохозяйственные агроландшафты, что требует для получения экологически безопасной продукции соизмерения применяемых средств химизации с возможностью возделываемой культуры полностью использовать питательные вещества для формирования урожая товарной продукции без угрозы её загрязнения вредными веществами (Минеев, Ремпе, 1991; Подоляк и др., 2005; Мязин и др., 2006; Белоус и др., 2018).

1.3. Фиторегуляторы растений – важнейший резерв повышения урожайности и качества растениеводческой продукции

Известно, что одним из важнейших критериев эффективности применяемых средств химизации в растениеводстве при возделывании сельскохозяйственных культур, где в качестве одного из наиболее определяющих высокую продуктивность факторов, при неукоснительном соблюдении всех заключённых в данной технологии агроприёмов, основополагающим является принцип комплексности используемых средств химизации (Белоус и др., 2018). Необходимо также иметь ввиду, что при относительно высоких темпах роста объемов производства сельскохозяйственной продукции, что важно учитывать на почвах дерново-подзолистого типа лёгкого гранулометрического состава, характеризующихся невысоким уровнем плодородия, необходимо предусматривать достаточную обеспеченность растений и высокий уровень сбалансированности

элементов минерального питания при главенствующей роли азота, а также применение биологически активных препаратов, способствующих росту урожайности сельскохозяйственных культур и как фактора биологизации земледелия в целом (Гурикова, 2008; Шаповалов и др., 2010; Комарова и др., 2012; Справцева и др., 2019).

Целенаправленное осуществление постоянного контроля за протеканием синтетических процессов в растениях с помощью биологически-активных препаратов, используя законы гормональной регуляции жизнедеятельности растительных организмов – важнейшая задача сельскохозяйственного производства. Оказывая активное влияние на протекание биохимических и физиологических процессов, биологические препараты повышают устойчивость растений к неблагоприятным факторам окружающей среды, повышают устойчивость растений к полеганию, ускоряют созревание растений, что в целом благоприятствует повышению урожайности и качества товарной продукции (Новиков, 1997; Тихонович, Завалин, 2016).

Мониторинг состояния мирового сельскохозяйственного производства в последние годы свидетельствует о том, что преобладает устойчивая тенденция уменьшения применения высоких норм средств химизации в связи с внедрением в современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур более экономически эффективных и экологически безопасных технологических элементов (Ториков, Белоус и др., 2010). Применение биологических средств защиты растений способствует не только повышению продуктивности возделываемых культурных растений, но они к тому же безопасны для человека, животных и почвенной биоты, что также благоприятствует повышению уровня почвенного плодородия (Уромова, 2009).

По характеру своего действия регуляторы роста разительно отличаются от действия всех удобрений. Отличие состоит в том, что эти вещества сами по себе не выполняют функцию снабжения растений элементами минеральной пищи, по сути их роль заключается в активизации процесса роста и развития растений в онтогенезе. Удобрения сами по себе способствуют формированию высокой

агротехники технологий возделывания сельскохозяйственных культур и повышают эффективность действия регуляторов роста (Шаповал и др., 2015).

Известно, что среди многообразия используемых в сельскохозяйственном производстве регуляторов роста огромное значение имеют препараты с комплексным воздействием, в ряде случаев превосходящие эффективность природных гормонов или их синтетических производных, соединяя в себе свойства различных фиторегуляторов при применении в определённые фазы развития растений. К примеру, препараты на основе тритерпеновых кислот, используемые для обработки семян могут проявлять свойства ауксинов, а при прохождении фазы цветения образования завязей проявляют свойства гиббереллинов, или 2-метил-4-диметиламинометилбензимидазол-5ол-дигидрохлорид при обработке семян проявляет свойства цитокининов, а в дальнейшем свойства ауксинов. Бывают случаи, когда разные свойства действующего препарата, проявляются одновременно проявляя максимум эффективности (Шаповал и др., 2009).

В последнее время исследователи проявляют особый интерес к изучению биопрепаратов, не наделённых биоцидными свойствами, при этом их действие не проявляется функционировании биоценоза в целом. Установлено, что обработка такими биопрепаратами не приводит к загрязнению экосистем от воздействия применяемых средств защиты растений. Физиологическая активность этих препаратов по утверждению О.И. Яхина с соавторами (2016) при применении биостимуляторов активизирует стимулирующую активность множества микроорганизмов почвы и улучшает питательный режим растений, посредством улучшения минерального питания растений через корневую систему. Отмечено проявление антистрессовых свойств биостимуляторов в условиях острой засухи, перепадов температур, негативного влияния ксенобиотиков и др. (Яхин и др., 2014).

Установлено, что биохимические аспекты использования биопрепаратов обусловлены влиянием на изменение многих синтетических процессов у растений, что же касается молекулярных и генетических вопросов их действия, то это связано в основном с влиянием на антимутагенное действие.

Общеизвестно, что в естественных условиях произрастания растения подвержены влиянию широкого спектра абиотических и биотических стрессовых факторов. И вследствие этого, растение не в состоянии в полной мере реализовать свой генетический потенциал по формированию высокого уровня продуктивности данного сорта. Применение биостимуляторов значительно изменяет метаболические процессы у растений, благоприятствует росту и развитию растений, особенно и в стрессовых ситуациях. В результате для растений открывается реальная возможность частично или полностью реализовать возможность генетического потенциала посредством «биостимулирующего эффекта», обеспечивающего активацию метаболизма и усиление защитных реакций растений (Шапалов и др., 2009).

По М.Х. Чайлахяну (1988) классификация регуляторов роста растений (РРР) подразделяется фитогормоны и на гормональные препараты. Фитогормоны представлены регуляторами роста типа ауксинов, гиббереллинов, цитокининов, а также в виде их синтетических аналогов. Во вторую группу были включены ингибиторы роста, представленные этиленом, абсцизовой кислотой и их физиологическими аналогами. Отдельная группа негормональных регуляторов, составленная из стимуляторов и ингибиторов роста, свойственными самим растениям или эндогенной природы. В эту группу отнесены фенолы, кумарины, витамины.

Неприродные РРР, то есть несвойственные растениям экзогенные регуляторы классифицированы по характеру ответной реакции: ретарданты, десиканты, стимуляторы роста (Мельников и др., 1995).

Влияние фиторегуляторов на растения определяется довольно широким спектром действия, это способствует направленному влиянию фиторегуляторов на регулирование определённых этапов их метаболизма, мобилизуя генетический потенциал данного вида растений (Новиков, 1997; Harmeу at all, 1996).

Установлено, что при обработке растений фиторегуляторами на определённом этапе энтогенеза в определённой концентрации приводит к изменению гормонального баланса, что соответственно нарушает в некоторой степени

функционирование процессов синтеза с усилением обмена веществ (Верзилин, 1998).

Ингибиторы роста – ретарданты, при проникновении которых, в растениях нейтрализуется физиологическое действие гиббереллинов, а они сами разлагаются в таких растениях до этилена (Муромцев, 1994).

В последнее время, в практику сельскохозяйственного производства начали внедряться препараты биогенного происхождения (элиситоры и микробные препараты), применяемые в малых концентрациях, исчисляемых миллиграммами гектарных доз, и они отнесены к третьей группе. В эту группу входят препараты на основе гуминовых кислот, тритерпеновых и стероидных глюкозидов и некоторые препараты, полученные на основе эндогенных и ризосферных микроорганизмов и продуктов их деятельности (Завалин, 2005). Из них наибольшее распространение в практическом аспекте получили следующие: эпин, гумат калия, гумми силк, фитокит, креацин, симбионит и другие (Грехова и др., 2003).

Исследованиями в полевых опытах Геосети показано, что прибавки урожайности, связанные с действием биопрепаратов на основе ассоциативных микроорганизмов на разных типах почв были яровой пшеницы на уровне 12-18%, ячменя – 17-28%, овса – 18-23%, озимой пшеницы – 10-22%, озимой ржи – 9-10%, озимой тритикале – 22-23% (Тихонович, Завалин, 2016).

Установлено, что при активном участии фиторегуляторов активизируется образование в клетке растений антистрессовых веществ белковой структуры, тем самым индуцируется комплексная устойчивость растения к болезням бактериального вирусного и грибного происхождения (Шевелуха, 2004).

Наибольшее распространение среди стимуляторов роста растений природного происхождения получили гуминовые препараты, полученные на основе природного сырья по уникальной технологии и совершенно безвредной для здоровья людей и окружающей среды (Ратников и др., 1997). Среди большого разнообразия гуминовых препаратов можно выделить следующие: Плудорудие, ГуминовитНН, Лигногумат, Гумистим, Гумат натрия. Попадая в растения, гуминовые препараты оказывают очень сильное влияние на растения в стрессовых

ситуациях или других неблагоприятных условиях, создавшихся внешними факторами: засухой, заморозками, пестицидными нагрузками, различными болезнями. В создавшихся условиях отмечается торможение протекания многих физиологических процессов в растительном организме, но под влиянием гуминовых препаратов устраняется негативное влияние вредных факторов (Бабаев, 1994).

По мнению В.П. Трапезникова (2003) при опрыскивании растений гуминовые препараты частично попадают в почву и, тем самым, способствуют активизации жизнедеятельности микроорганизмов почвы, ускоряя при этом разложение некоторых ранее внесённых пестицидов, способствуя этим получению экологически чистой продукции. В конечном результате улучшается структурность почвы и её агрофизические свойства, ускоряются процессы гумификации органического вещества и обогащение им пахотного слоя почвы.

Установлено также, что защитная функция биопрепаратов гуминовой природы базируется на взаимодействии их с неорганическими и органическими веществами в растительном организме, Образование при этом нерастворимых или труднорастворимых соединений практически предотвращает их миграцию во внешней среде и препятствует воздействию различных токсикантов на объекты агроценоза (Муромцев, 1993; Петрова и др., 2002; Шаповалов и др., 2016).

1.4. Защитные мероприятия в растениеводстве как главенствующий фактор производства экологически безопасной продукции при радиоактивном загрязнении территории

В результате крупномасштабной катастрофы в апреле 1986 года на Чернобыльской АЭС в атмосферу попало около 50 МКи ($1,85 \cdot 10^{18}$ БК) радиоактивных веществ, из которых 2 МКи ($7,4 \cdot 10^{16}$ БК) приходится на долю ведущего с точки зрения радиационной опасности нуклида – ^{137}Cs (Алексахин и др., 1992; Израэль,

2006). Последствиями аварии являлось радиоактивное загрязнение обширных территорий 21 области в республиках Российской Федерации с плотностью загрязнения выше 1 Ки/км². Общая площадь загрязнения при этом составила около 65 тыс. км². В зоне радиоактивного загрязнения оказалось более 2 млн. га земель сельскохозяйственных угодий (Панов, 2016). Наиболее сильно пострадали сельскохозяйственные угодья Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областей (табл. 1).

Самые высокие плотности загрязнения территории в Брянской области зафиксированы в 6 юго-западных районах (Гордеевский, Клинецовский, Красногорский, Климовский, Новозыбковский, Злынковский), где несмотря на то, что после аварии прошло 30 лет и наступил послеаварийный период после её ликвидации радиационная обстановка до настоящего времени остаётся пока неблагоприятной для жизнедеятельности проживаемого населения (Сычёв и др., 2016).

Таблица 1 – Площадь сельскохозяйственных угодий субъектов РФ, интенсивно-загрязнённых ¹³⁷Cs, тыс. га (обследование 1993 г)
(Сычёв и др., 2016)

Область	Плотность загрязнения ¹³⁷ Cs Ки/км ²			
	1-5	5-15	15-40	Более 40
Брянская	401	185	95	17
Калужская	128	33	1	-
Тульская	653	126	-	-
Орловская	396	23	-	-

Принятые ранее меры и полученные при этом некоторые значимые результаты по уменьшению негативного влияния радиоактивного загрязнения территории не обеспечили в достаточной степени нормализацию безопасного проживания населения.

Основной причиной такой ситуации явился невысокий уровень экономического развития и довольно сложная демографическая обстановка в

пострадавших районах (Санжарова и др., 2016).

В последнее десятилетие на радиоактивно загрязнённых территориях несколько улучшилась, однако процессы снижения уровней загрязнения почв от радионуклидов пока недостаточны. Расчёты, проведённые Брянским центром «Агрохимрадиология» свидетельствуют о том, что уменьшение плотности загрязнения почв пашни хозяйств и естественных кормовых угодий на 2017 год по сравнению с маем 1986 года в границах области – 47%, по пашне составляло – 43%, по сенокосам и пастбищам – 58% (Белоус и др., 2018).

Отдалённый период после радиационной аварии характеризуется определением более жёстких нормативов ограничивающих допустимые уровни облучения населения и содержания радионуклидов в сельскохозяйственной продукции. В 2000г вступил в силу федеральный закон «О радиационной безопасности населения», который устанавливает для населения предел среднегодовой эффективной дозы облучения равный 1мЗв в год (Фед. закон... м.:1995).

Поскольку уровни загрязнения агроландшафтов юго-запада Брянской области относительно высокие (Прудников и др., 2006) и довольно значительная часть производимой продукции не соответствует действующим санитарно-гигиеническим нормам и ветеринарным правилам (Панов и др., 2016), проведение комплекса защитных мероприятий, позволяющих получать нормативно чистую продукцию растениеводства, является жизненно необходимым (Белоус, 2013; Санжарова и др., 2016). Динамика плотности загрязнения почв Брянской области представлена в таблице 2.

В настоящее время в юго-западных районах Брянской области площадь радиоактивно загрязнённых агроландшафтов с плотностью загрязнения ^{137}Cs , выше 37 кБк/м² составляет около 422 тыс. га, из них доля пашни представлена площадью около 272 тыс. га, а на долю сенокосов и пастбищ приходится более 150 тыс. га (Белоус и др., 2016). Учитывая это, в отдалённый период после аварии в формировании доз облучения явное преимущество остается за составляющей внутреннего облучения за счёт потребления загрязнённых продуктов питания, поэтому производство растениеводческой продукции с допустимой удельной

активностью радионуклидов является приоритетной задачей (Просянкин, Зверева, 2005; Белоус и др., 2012; Шаповалов и др., 2019).

Таблица 2 – Динамика плотности загрязнения почв сельскохозяйственных угодий ^{137}Cs юго-западных районов Брянской области (Шубина и др., 2017)

Год обследования	Вид угодий	Средневзвешенная плотность загрязнения, кБк/м ²					
		Гордеевский район	Злынковский район	Красногорский район	Клинцовский район	Новозыбковский район	Климовский район
1998	Пашня	281	269	232	160	389	116
	Сенокосы и пастбища	439	483	424	288	692	200
	Всего	348	319	314	200	488	131
2008	Пашня	217	217	180*	148	307	91**
	Сенокосы и пастбища	385	384	344*	274	562	171**
	Всего	288	258	250*	185	392	104**
2016	Пашня	181	180	133	108	254	78
	Сенокосы и пастбища	321	328	263	236	497	135
	Всего	241	214	191	148	330	89
*2002г; **2005г							

Критерием зонирования на радиоактивно загрязнённых территориях в настоящее время используется плотность загрязнения почвы. В почве радиоактивно-загрязнённых сельскохозяйственных угодий контрольные уровни (КУ) в настоящее время определяются на основе физико-химического состава выпавших радионуклидов и агрохимических характеристик почв. Определены по плотности загрязнения ^{137}Cs следующие КУ: <37(<1); 37-185 (1-5); 185-555 (5-15); 555-1480 (15-40); >1480 кБк/м² (>40Ки/км²). Принято считать, что данное зонирование удовлетворяет решению задач по организации земледелия на радиоактивно загрязнённых территориях (Кузнецов, Санжарова, 2016).

Установлено, что поведение радионуклидов в агроценозах при радиоактивном загрязнении в основном определяется такими факторами: первая группа факторов обусловлена наличием естественных биохимических процессов,

влияющих на перемещение радионуклидов по почвенному профилю и их поглощение корневой системой растений; вторая группа определяется условиями, характеризующими осуществляемые агрохимические мероприятия, значительно влияющие на процесс транслокации ^{137}Cs и ^{90}Sr . Проведение агрохимических мероприятий имеет определяющее значение как наиболее рациональный фактор в решении проблемы сохранения плодородия почвы, увеличения продуктивности и улучшения качественных показателей товарной продукции с учётом содержания дозообразующих радионуклидов (^{137}Cs и ^{90}Sr), соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам. Это обусловлено тем обстоятельством, что уровень современных адаптированных технологий возделывания сельскохозяйственных культур предусматривает применение различных видов органических и минеральных удобрений и других средств химизации, влияние которых должно способствовать повышению почвенного плодородия, увеличение урожайности и повышение качества урожая выращиваемых культур (Орлов, Аканова, 2018).

Внедрение защитных мероприятий в применяемых технологиях возделывания сельскохозяйственных культур способствует изменению распределения и транслокации в почве радионуклидов, что способствует снижению размеров поступления радионуклидов в возделываемые сельскохозяйственные растения и снимает дополнительные затраты, связанные с закупками дополнительного оборудования (Алексахин, 2016).

Уменьшение количества поступающих радионуклидов в урожай возделываемых культур при внесении удобрений обусловлено:

повышением урожайности возделываемых культур и биологическим «разбавлением» радионуклидов на основе оптимизации основных элементов минерального питания растений (Алексахин и др., 1977; Моисеев и др., 1994);

повышением в почвенном растворе катионов кальция и магния за счёт применения магнийсодержащих известковых удобрений (Алексахин и др., 1992);

уменьшением степени доступности радионуклидов при корневом питании по причине связывания их труднодоступное состояние и обменной фиксации

вследствие их взаимодействия с солями почвенного раствора (Моисеев и др., 1986).

Выявлено, что при нарушении установившегося равновесия элементов минерального питания в почве в результате длительного не сбалансированного внесения минеральных удобрений может быть причиной ухудшения показателей агрохимической характеристики почвы и повышения подвижности радионуклидов в агросистемах и, как следствие, увеличение их концентрации в растениеводческой продукции (Кузнецов и др., 2017)

Основные критерии, являющиеся основанием для проведения защитных мероприятий, не радиоактивно загрязнённых сельскохозяйственных угодьях рассматриваются следующие:

- концентрация радионуклидов в продукции растениеводства и животноводства превышает действующий санитарно-гигиенический норматив СанПин 2.3.2.10-78-01;
- уровень удельной активности радионуклидов в кормах превышает допустимый норматив ВП 13.5.13/06-01;
- годовая эффективная доза облучения населения превышает 1 мЗв в год (Панов и др., 2011)

Основой концепции разработки системы защиты мероприятий при ведении земледелия в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов является знание закономерностей поведения и транслокации радионуклидов в системе почва-растения (Моисеев. 1994).

Установлено, что при выбросах в атмосферу ^{137}Cs в первоначальный период находится в хорошо растворимом состоянии и при попадании в почву он достаточно доступен растениям при корневом усвоении. Со временем радионуклид включается в различные реакции в почве и его подвижность снижается и прочность его закрепления значительно возрастает, что связано с его вхождением в кристаллическую решётку вторичных глинистых минералов (Пристер и др., 1992). Не исключено протекание и других типов кристаллических реакций ^{137}Cs в почвенном покрове (Smolders 1995).

Размеры поступления радионуклидов в сельскохозяйственные растения определяются в значительной мере плотностью загрязнения территории, особенностей ведения сельскохозяйственного производства, почвенно-климатическими условиями, видовыми и сортовыми особенностями возделываемых культур и др. (Фесенко, 1997), при этом, необходимо учитывать формы соединений радионуклидов в данном типе почвы в зависимости от агрофизических и агрохимических свойств почвы (Богдевич, 2005).

Защитные мероприятия, направленные на снижение размеров накопления радионуклидов в растениеводческой продукции, включают в себя: организационные; агротехнические; агрохимические (Алексахин и др., 2006)

Организационные мероприятия в земледелии направлены по своей сути на изменения землепользования и профиля хозяйств. Они предусматривают проведение обследования и инвентаризацию сельхозугодий по плотности загрязнений, организацию и проведение радиационного контроля растениеводческой продукции увеличение площадей под культурами не используемых при последующей технологической переработке (сахарная свекла, рапс) различных технических культур, введение другого вида использования земель (посадка лесных культур (Моисеенко, Шаповалов, 2007).

Агротехнические мероприятия предусматривают применение обработки почвы, способствующей уменьшению горизонтальной миграции радионуклидов; совмещение операций по основной и дополнительной обработке почвы с использованием новой высокопроизводительной техники и машин.

Эффективным агротехническим приёмом считается глубокая вспашка, обеспечивающая перемещение радионуклидов из пахотного слоя почвы в подпахотный слой почвенного профиля, куда не проникает основная масса корней растений с использованием ярусных плугов (Белоус, Шаповалов, 2006; Панов и др., 2011).

Применяемые в растениеводстве агрохимические приёмы предусматривают следующее: - известкование кислых почв [$\text{Ca}(\text{OH})_2$, мартеновские и электро-плавильные шлаки, доломитовая мука], что способствует уменьшению

обменной кислотности почвы, увеличению насыщенности почв катионами кальция и магния, что приводит к снижению размеров поглощения радионуклидов через корни в растения в 1,5-3,0 раза (Плющиков и др., 2004). Проведение мероприятий по известкованию более эффективно при одновременном внесении минеральных удобрений с повышенными дозами калия, что благоприятствует уменьшению поступления радионуклидов в урожай до 20 раз (Белоус и др., 2011; Дробышевская и др., 2018; Андреева и др., 2020; Zhy at all, 2000).

Как правило, из почвообладающих относительно высоким уровнем плодородия поступление в растения ^{137}Cs и ^{90}Sr отмечается в 1,5-2,0 раза меньших количествах, чем из почв низкоплодородных при одинаковой площади загрязнения почвы, при этом при более высокой урожайности содержание радионуклидов на единицу массы снижается (Орлов, Аканова, 2018).

Применение органических удобрений непосредственно повышает плодородие почв, что очень важно для почв легкого гранулометрического состава способствует уменьшению концентрации радионуклидов в урожае (Прудников и др., 2006; Подоляк и др., 2006; Белоус, Шаповалов и др., 2012).

Исследованиями установлено (Агапкина и др., 1989), что под влиянием действия растворимых органических веществ отмечается связывание ионов радионуклидов в форме радионуклидоорганических соединений. Следует отметить, эффективность применения органических удобрений существенно повышается на фоне проведения известкования (Санжарова и др., 1996).

Исследованиями П.Ф. Бондарь, Л.С. Ивашкевич (2003) установлено, что на высокогумусированных почвах ^{137}Cs , как правило, преобладает в составе негидролизуемого остатка, а по данным Т.М. Поникаровой (1995) в минеральных почвах основным механизмом сорбции представлен обмен ионов, в тоже время в болотно-торфяных почвах ведущий механизм определяется почвенно-поглощающим комплексом, в основе которого лежат кислоты.

В зависимости от вида культуры и уровня почвенного плодородия применение органических удобрений может способствовать уменьшению накопления радионуклидов урожаем в 1,2-2,5 раза (Ибрагимов, 2001; Белова и др., 2007).

Опыты Б. С. Пристера и др., (1992) свидетельствуют, что при внесении навоза в норме 50 т/га на известкованной дерново-подзолистой почве обеспечило пятикратное снижение концентрации ^{137}Cs в клубнях картофеля.

В условиях радиоактивного загрязнения агроценозов ^{137}Cs необходимо вносить минеральные удобрения (NPK) в соотношениях равных 1:1:1,5 и NPK=1:1,5:2 (базовые дозы). Повышенные дозы обеспечивают снижение концентрации радионуклидов в урожае в 3 раза. Следует отметить, что повышенные дозы калийного удобрения рекомендуется применять один раз в 2-3 года, в остальное время их можно применять под запланированный урожай с учётом содержания в почве обменного калия и плотности загрязнения почвы ^{137}Cs (Белоус и др., 2012; Матюхина, 2013).

Применение новых комплексных удобрений (Борофоска, Нитроборофоска) содержащие в своём составе кальций, азот, фосфор, калий, бор способствовали снижению накопления радиоцезия в урожае сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах лёгкого гранулометрического состава до 6-8 раз (Сушеница и др., 2011).

Высокую эффективность применения минеральных удобрений, и особенно повышенных доз калия, в снижении размеров накопления радионуклидов в урожае сельскохозяйственных культур отмечена в работах ряда исследователей (Белопольский, 2015; Арышева и др., 2018; Справцева и др., 2019)

В условиях радиоактивного загрязнения обширных территорий ведение сельскохозяйственного производства свидетельствует о том, что применение защитных мероприятий должно осуществляться комплексно с учётом радиологического, почвенного и агрохимического обследования территорий, подвергшихся радиационному воздействию (Панов и др., 2011; Белоус и др., 2012; Сычёв и др., 2016; Белоус и др., 2016; Кузнецов и др., 2017).

ГЛАВА 2. МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2018-2020 гг. на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО Брянского государственного аграрного университета. Базой проведения полевого эксперимента являлось опытное поле Новозыбковского филиала Брянского ГАУ, расположенного в юго-западной части Брянской области.

До закладки опыта дерново-подзолистая супесчаная почва содержала слой 0-20 см органического вещества (по Тюрину) 2,20-2,63%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) соответственно 348-512 и 118-126 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,28-5,48. Плотность загрязнения почвы ^{137}Cs 216-248 кБк/м². Повторность опыта трёхкратная, расположения делянок систематическое. Посевная площадь опытной делянки 120 м². Учётная площадь делянки первого порядка 50 м², второго – 50 м². Объект исследования овёс, сорт Скакун с нормой высева 5,5 млн/га всхожих семян. Исследования проводили в опытном севообороте: люпин на зелёный корм, озимая пшеница, - ячмень, - овес, -озимая рожь.

Основная обработка почвы включала в себя лушение стерни после уборки предшественника (ячмень) луцильником ЛД-10 на глубину 20-22 см после прорастания сорняков. Весной проводили культивацию зяби с боронованием для сохранения почвенной влаги на глубину 10-12 см. Подготовка почвы перед посевом проводилась комбинированным агрегатом РВК-3,6. Посев рядовой, сеялкой СЗ-3,6 в третьей декаде апреля.

Минеральные удобрения: аммиачная селитра (34,4% N), суперфосфат двойной гранулированный (48% P₂O₅), калий хлористый (56% K₂O) вносили вручную под предпосевную обработку почвы. Система защиты растений включала применение следующих препаратов: Байлетон 25% СП – 0,6 кг/га, Диален Супер 50 % ВР - 0,7 л/га, Карате 50 % КЭ – 0,15 л/га. Обработку посевов овса препаратом Альбит проводили, опрыскивая посевы в фазе вымётывания из расчёта расхода препарата 50 мл/га, совмещая с обработкой против болезней и

вредителей. Регулятор роста Альбит ТПС (д.в. г/кг поли-бета-гидроксимасляной кислоты, 29,8 г/кг магния сернокислого, 91,1 г/кг калия фосфорнокислого двузамещённого, 91,2 г/кг калия азотнокислого, 181,5 г/кг карбонита) – препарат биологического происхождения, рекомендованный к применению для повышения полевой всхожести сельскохозяйственных культур, активизации ростовых и формообразовательных процессов, повышения устойчивости к неблагоприятным факторам среды и поражения болезнями, улучшения качества продукции, снижения содержания токсикантов (Яхин и др., 2016).

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль
2. $N_{60}P_{60}$ – фон I
3. $N_{60}P_{60}K_{60}$
4. $N_{60}P_{60}K_{90}$
5. $N_{60}P_{60}K_{120}$
6. $N_{90}P_{90}$ – фон II
7. $N_{90}P_{90}K_{90}$
8. $N_{90}P_{90}K_{120}$
9. $N_{90}P_{90}K_{150}$
10. Альбит
11. $N_{90}P_{90}$ + Альбит
12. $N_{90}P_{90}K_{90}$ + Альбит
13. $N_{90}P_{90}K_{120}$ + Альбит
14. $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит

Полевые и лабораторно-аналитические исследования выполняли в соответствии с общепринятыми методиками (Б.А. Доспехов, 1985).

Уборка урожая проводилась комбайном «Сампо 500» в фазе полной спелости поделочно методом сплошного комбайнирования. Учёт урожая весовой, с приведением урожайности зерна к 100 %.

Анализ почвенных образцов проводили по методикам, принятым в агрохимической службе в Центре коллективного пользования научным и приборным

оборудованием Брянского ГАУ: содержание органического вещества (ГОСТ 23213-91); pH (ГОСТ 24483-84), содержание P_2O_5 и K_2O (ГОСТ 26207-84). Качество зерна анализировали стандартными методами (ГОСТ 13586.3-83); натуру зерна определяли по ГОСТ 10840-64; масса 1000 зёрен (ГОСТ 10842-89), зерновую влажность по ГОСТ 13586.5-93, общий азот (ГОСТ 13496.19-93), сырой белок пересчётом $N_{\text{общ}} * 5,7$. Крахмал (ГОСТ 10845-98); плёнчатость (ГОСТ 10843-76); зола (ГОСТ РБ-1411-99). Определение $N-NO_3$ на приборе иономер И-130. Определение радионуклидов (ГОСТ 32161).

Удельную активность ^{137}Cs в зерне определяли на измерительном комплексе УСК «Гамма+» с программным обеспечением «Прогресс 2000» в геометрии Маринелли. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по Б.А. Доспехову (1985). Расчёт экономической эффективности возделывания овса осуществляли, используя методику Всероссийского НИИ экономики сельского хозяйства по типовым технологическим картам.

Климат и агрометеорологические условия.

Географически Брянская область располагается на юго-западе Нечернозёмной зоны РФ в бореальном почвенно-климатическом поясе центральной таёжно-лесной почвенно-климатического пояса.

Территория Брянской области представлена в слабой степени волнистой равниной со склоном в направлении с северо-востока на юго-запад. Особенностью, характеризующей рельеф области, является значительная расчленённость территории и заовраженность вследствие эрозийных процессов. Климатические условия области являются типичными для Центрального региона Нечерноземья. Климат характеризуется как умеренно-континентальный со среднегодовой температурой воздуха равной $+6,6$ °C. В среднем начало тёплого периода фиксируется с конца марта и обычно – заканчивается в середине второй декады ноября месяца при общей продолжительности в пределах 227-229 дней. Температурный период $+5$ °C составляет в среднем не более 189 дней. Обычно сумма эффективных температур необходимых для прохождения фаз развития и роста растений составляет в среднем 1835 °C, а активная вегетация растений протекает

определяется суммой активных температур в среднем равной 2078 °С. За период вегетации выпадает в среднем не более 316 мм осадков с максимумом в июле (около 80мм) при среднегодовом их количестве 582,6 мм, при этом на зимний период приходится всего лишь 16-18%.

Значения температурного режима и режима увлажнения периодов вегетации с 2018 по 2020 годы приведены на основании данных метеопоста Новозыбковской ГСОВ Всероссийского института люпина. Их можно охарактеризовать как типичные для региона.

Среднемесячные температуры воздуха в годы проведения полевых опытов незначительно различались от среднемноголетнего значения (табл. 3, рис 1).

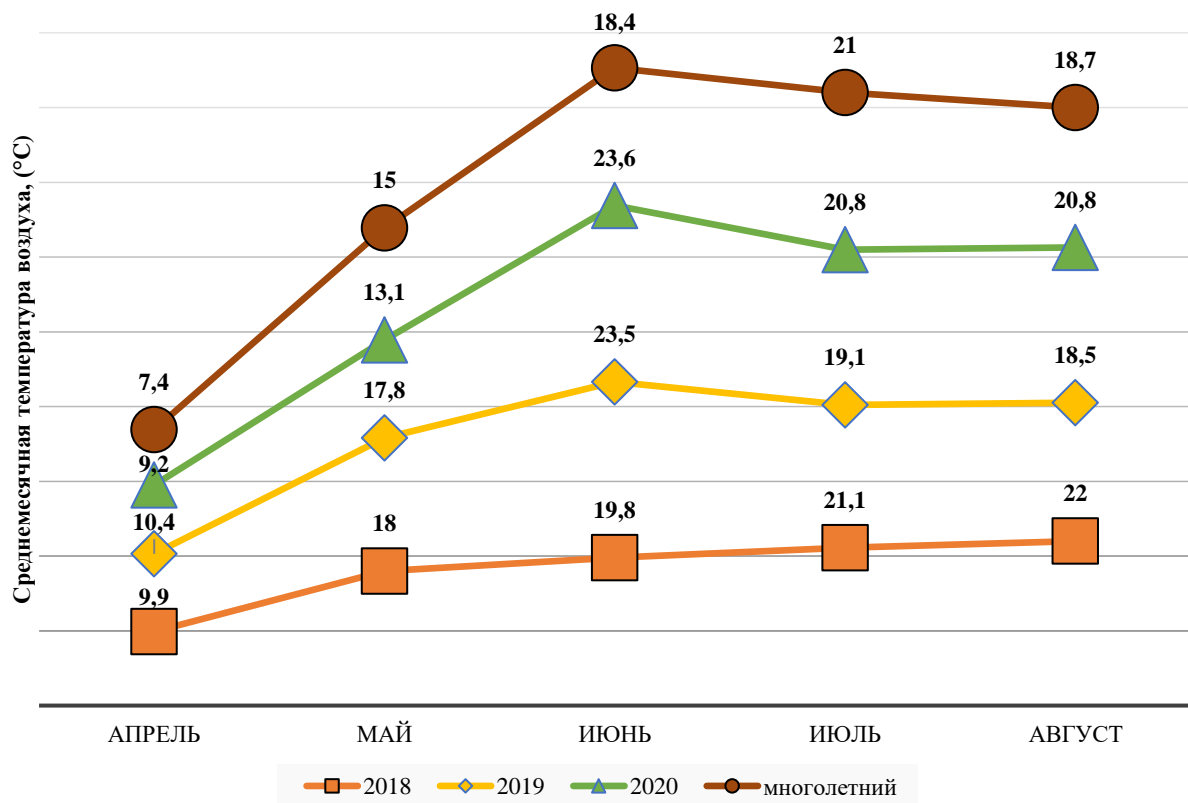


Рисунок 1 – Среднемесячная температура воздуха вегетационных периодов

Начало вегетации овса в 2018 году складывалось не совсем благоприятно из-за повышенной среднемесячной температуры воздуха (превышение среднемноголетней на 3,1 °С) и дефицита почвенной влаги. Количество майских осадков составило 13,3 мм при нормативе 54,0 мм, что сказалось на сроках появления всходов овса и несколько снизило темпы роста и развития растений. Условия

влагообеспеченности в значительной степени улучшились после выпадения осадков в июне месяце 78,9 мм, при среднемноголетнем значении 70,8 мм.

Июль месяц характеризовался как достаточно тёплый и влагообеспеченный, что весьма положительно отразилось на росте и развитии овса в фазы налива и восковой спелости зерна овса. В августе месяце установилась сухая жаркая погода со среднемесечной температурой на уровне 22,01 (норматив 18,7 °С). Выпадение осадков отмечено в количестве 13,6 мм, что благоприятно сказалось на процессе ускорения созревания овса и уборке урожая без потерь (рис. 2).

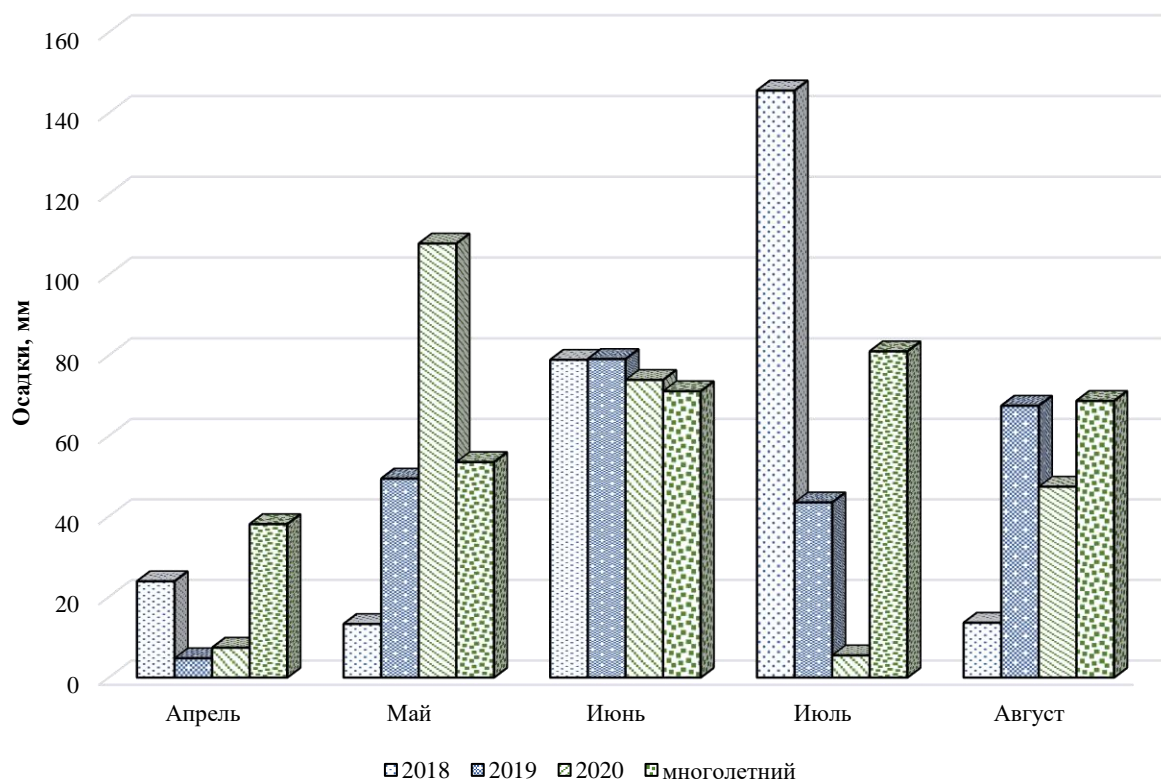


Рисунок 2 – Среднемесячное количество осадков вегетационных периодов

Начало вегетационного периода 2019 года (апрель, май) можно характеризовать по температурному режиму как вполне благоприятными для роста и развития овса, но по условиям увлажнения апрель оказался явно засушливым, поскольку их выпало всего лишь 4,8 мм, что более чем в 8 раз ниже нормативного показателя.

Таблица 3

Метеорологические показатели вегетационных периодов в годы проведения опытов (2018-2020 гг.)

Месяц	Апрель				Май				Июнь				Июль				Август			
Год	декады				декады				декады				декады				декады			
	I	II	III	Средне- сячный	I	II	III	Средне- сячный	I	II	III	Средне- сячный	I	II	III	Средне- сячный	I	II	III	Средне- сячный
Температура воздуха, (Т °С)																				
2018	7,3	10,0	12,4	9,9	19,5	16,3	18,2	18,0	18,6	21,4	19,4	19,8	19,0	21,9	22,2	21,1	23,7	21,5	20,8	22,0
2019	8,3	7,7	15,2	10,4	13,7	18,0	21,3	17,8	23,2	25,9	21,3	23,5	18,2	17,9	20,9	19,1	16,7	18,6	20,0	18,5
2020	8,9	7,5	11,1	9,2	14,1	12,3	13,0	13,1	20,1	25,6	24,3	23,6	21,4	19,7	21,1	20,8	21,8	19,8	19,1	20,8
многолетний	4,7	7,4	10,2	7,4	13,4	15,0	16,5	15,0	17,6	18,4	19,2	18,4	19,4	20,5	20,0	21,0	19,8	18,9	17,5	18,7
* Осадки, мм																				
2018	8,0	7,6	8,3	23,9	0,0	0,6	12,7	13,3	1,0	16,3	61,6	78,9	21,0	95,1	29,5	145,6	0,0	13,6	0,0	13,6
2019	1,4	2,8	0,6	4,8	28,1	2,1	18,2	49,4	19,8	0,0	59,4	79,1	21,8	7,5	14,2	43,5	49,6	17,9	0,0	67,5
2020	0,0	2,6	4,8	7,4	60,5	5,5	41,7	107,7	8,1	64,3	1,5	73,9	13,6	18,5	18,4	50,5	0,0	0,0	47,4	47,4
многолетний	13,1	12,3	12,7	38,1	13,4	18,0	22,7	53,5	21,6	24,6	24,9	71,1	28,2	25,9	26,9	81,0	25,1	21,7	21,9	68,7
Гидротермический коэффициент (ГТК)																				
2018		0,8	0,7	0,7	0,0	0,0	0,7	0,2	0,1	0,8	3,2	1,4	1,1	4,3	1,3	2,2	0,0	0,6	0,0	0,2
2019			0,0	0,0	2,1	0,2	0,9	1,1	0,9	0,0	2,8	1,2	1,2	0,4	0,7	0,8	3,0	1,0	0,0	1,3
2020			0,4	0,1	4,3	0,5	3,2	2,7	0,4	2,5	0,1	1,0	0,6	0,9	0,9	0,8	0,0	0,0	2,5	0,5
многолетний				0,7	0,8	1,1	1,3	1,1	1,1	1,6	1,3	1,3	1,3	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,5	1,4

* сумма осадков

Выпадение осадков в мае месяце в количестве 49,4 мм (норматив 54,0 мм) положительно сказалось на развитии и росте растений овса. Среднемесячная температура воздуха июня оказалась выше среднемноголетнего значения на 5,2 °С, а сумма месячных осадков превысила норматив на 0,2 мм, что благоприятствовало росту и развитию овса. В июле месяце была незначительно ниже среднемноголетнего значения, сумма осадков за июль месяц составила 43,5 мм (норматив 80,8 мм), но, учитывая, что в третьей декаде июня выпало 59,4 мм, а в первой и второй декадах июля сумма осадков составила 29,3 мм. Это вполне благоприятствовало прохождению фаз налива и восковой спелости зерна овса и формированию хорошего урожая в конечном итоге. Погодные условия августа месяца были благоприятными для проведения уборки урожая зерна в опыте.

Начало вегетационного периода 2020 года (апрель месяц) по температурному режиму было благоприятным. Среднесуточная температура воздуха как подекадно, так и в среднем за месяц превышала среднемноголетние значения. Начало вегетации овса (май месяц) складывалось вполне благоприятно, так среднесуточная температура воздуха в мае составила 15 °С при среднем многолетнем значении 13,1 °С. Выпадение 60,5 мм осадков в первой декаде благоприятно сказалось на темпах роста и развитии растений овса в начальный период вегетации. Во второй и третьей декадах выпало 5,5 и 41,7 мм атмосферных осадков, что в сумме за месяц составило 107,7 мм при среднемноголетнем значении 53,5 мм и обеспечило благоприятный режим влагообеспеченности растений овса.

Июнь 2020 года был в достаточной степени теплым и влагообеспеченным. Среднемесячная температура воздуха превышала среднемноголетнее значение на 5,2 °С, а сумма месячных осадков превысила среднемноголетнее значение на 2,8 мм. Во второй декаде июня выпала основная масса атмосферных осадков – 64,3 мм, что способствовало росту и развитию овса.

По среднесуточным температурам воздуха июль был на уровне среднемноголетних значений. Осадки выпадали равномерно в течение месяца, и их

количество составило 50,5 мм при нормативе 81,0 мм. Вследствие того, что выпадение атмосферных осадков в июле по декадам месяца наблюдалось относительно равномерно, их общее количество не сказалось негативно на росте и развитии овса в фазы налива зерна и восковой спелости.

Первая и вторая декада августа характеризовались сухой и жаркой погодой со среднесуточной температурой воздуха, превышающей среднемноголетнее значение на 1,0 – 2,0 °С при отсутствии атмосферных осадков, что ускорило рост и созревание овса при более ранних сроках его уборки без потерь его урожая.

Таким образом, в годы проведения исследований погодные условия в целом различались по среднесуточной температуре воздуха и условиям увлажнения почвы, что в значительной степени определяло условия роста и развития овса и его урожайность. Наиболее благоприятным по погодным условиям и уровню влажности выдался вегетационный период 2020 года.

ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ОВСА

3.1. Урожайность зерна овса в зависимости от метеорологических условий и уровня применяемых средств химизации

При возделывании зерновых культур, включая овёс, уровень продуктивности и качества товарной продукции служит главенствующим показателем эффективности используемых средств химизации при их комплексном применении (Пасынкова и др., 2012; Турусов, Корнилов, 2015, Федотова, Виноградов, 2019).

Погодно-климатические условия периодов вегетации могут по-разному влиять на темпы роста и развития зерновых культур, усиливая или снижая эффективность использования элементов минеральной пищи из применяемых удобрений. Коэффициенты использования элементов минеральной пищи из применяемых удобрений (органических и минеральных), особенно в условиях дефицита почвенной влаги значительно снижаются независимо от вида возделываемой культуры (Державин, 1992; Власов, Захарова, 2015; Конончук и др., 2017). К тому же, погодные условия даже в пределах одной и той же территории могут существенно отклоняться от норматива, оказывая существенное влияние на изменения уровня продуктивности возделываемых культур и эффективности применяемых технологий возделывания (Минеев, Ремпе, 1991).

В наших опытах метеорологические условия вегетационных периодов оказали значительное влияние на формирование урожайности зерна овса. При этом, наименьший уровень урожайности зерна 2,14-4,36 т/га по вариантам опыта формировался в 2018 году (рис.3, табл. 4). Самая высокая урожайность зерна в разрезе вариантов опыта отмечена в 2020 году, изменяясь от 2,75 до 4,92 т/га (приложения А, Б, В).

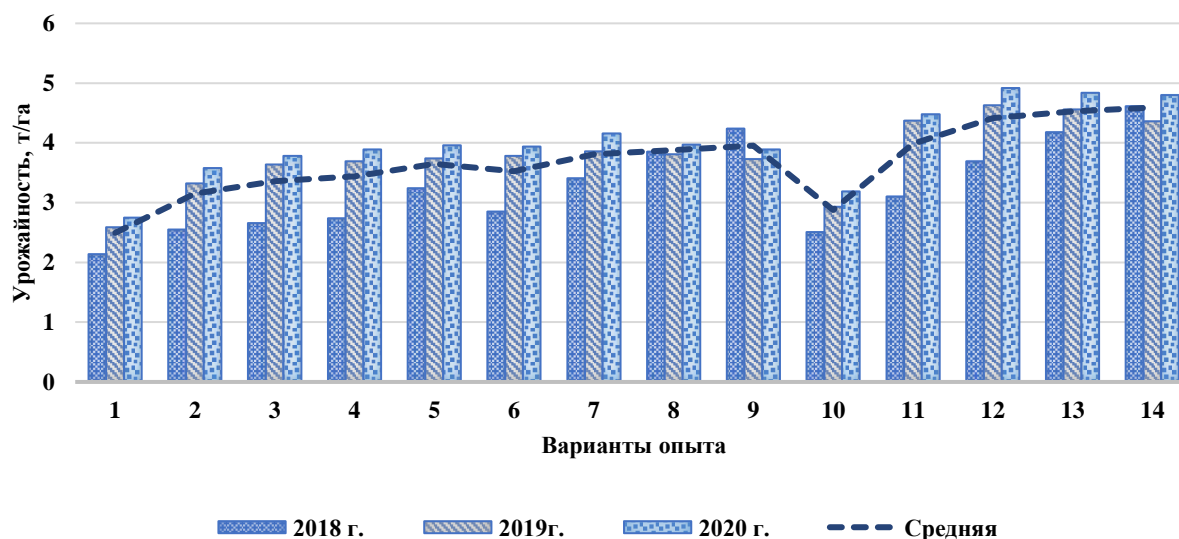


Рисунок 3 – Урожайность зерна овса по годам исследования

Применение минерального удобрения в дозах ($N_{60}P_{60}$) и ($N_{90}P_{90}$) способствовало достоверному повышению урожайности зерна овса относительно контрольного варианта в среднем на 0,66-1,03 т/га или на 26,5-41,4% (табл. 5).

Таблица 4 – Урожайность зерна овса в зависимости от применяемых удобрений и биопрепарата Альбит, т/га

Вариант		Уровень урожайности, т/га		
		2018г.	2019г.	2020г.
1	Контроль (без удобрений)	2,14	2,59	2,75
2	$N_{60}P_{60}$ - фон I	2,55	3,32	3,58
3	$N_{60}P_{60} K_{60}$	2,66	3,64	3,78
4	$N_{60}P_{60} K_{90}$	2,74	3,69	3,89
5	$N_{60}P_{60} K_{120}$	3,24	3,74	3,96
6	$N_{90}P_{90}$ - фон II	2,85	3,78	3,94
7	$N_{90}P_{90} K_{90}$	3,41	3,86	4,16
8	$N_{90}P_{90} K_{120}$	3,85	3,81	3,97
9	$N_{90}P_{90} K_{150}$	4,24	3,73	3,89
10	Альбит	2,51	2,93	3,19
11	$N_{90}P_{90}$ +Альбит	3,10	4,37	4,48
12	$N_{90}P_{90} K_{90}$ +Альбит	3,69	4,63	4,92
13	$N_{90}P_{90} K_{120}$ +Альбит	4,18	4,56	4,84
14	$N_{90}P_{90} K_{150}$ +Альбит	4,61	4,36	4,80
В среднем по опыту		3,25	3,79	3,99
HCP ₀₅ , т/га		0,26	0,13	0,24

Последовательно возрастающие дозы калия (K_{60-120}) на азотно-фосфорном фоне ($N_{60}P_{60}$ – фон I) увеличивали урожайность зерна овса в сравнении с контролем на 0,87-1,16 т/га, а относительно фона I ($N_{60}P_{60}$) на 0,21-0,50 т/га или на 6,7-15,8%. Применение калийного удобрения в дозах от 90 до 150 кг/га д.в. совместно с $N_{90}P_{90}$ (фон II) способствовало повышению урожайности зерна овса в сравнении с контролем в среднем на 1,32-1,46 т/га, т.е. эффективность применения повышенных доз калия в составе $N_{90}P_{90}$ (фон II) значительно возрастала. Обработка растений овса биопрепаратом Альбит способствовала повышению урожайности зерна овса относительно контрольного варианта на 0,39 т/га или на 15,6%, а обработка овса биопрепаратом Альбит на фоне $N_{90}P_{90}$ (фон II) способствовала повышению урожайности зерна овса по сравнению с фоном II в среднем на 0,46 т/га или 13,1%, а в сравнении с контролем на 1,49 т/га или на 59,8%.

В среднем за 3 года проведения исследований (2018-2020гг.) урожайность зерна овса по вариантам опыта изменялась от 2,75 до 4,59 т/га (рис. 4).

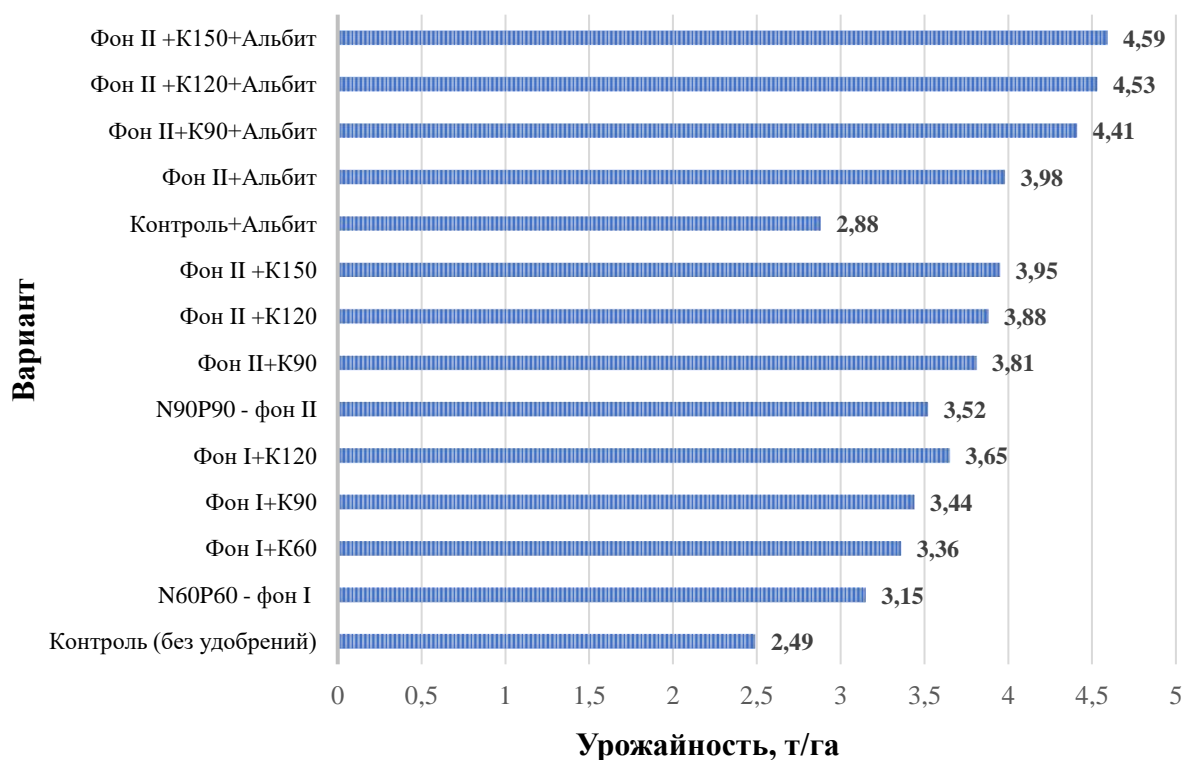


Рисунок 4 – Урожайность зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации, т/га (2018-2020гг.)

Таблица 5 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на урожайность зерна овса, т/га (2018 – 2020 гг.)

Вариант	Урожайность	Прибавка		Окупаемость удобрений прибавкой, кг/кг
		к контролю	от Альбита	
1 Контроль (без удобрений)	2,49	-	-	-
2 N ₆₀ P ₆₀ - фон I	3,15	0,66	-	5,5
3 N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,36	0,87	-	4,8
4 N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	3,44	0,95	-	4,5
5 N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	3,65	1,16	-	4,8
6 N ₉₀ P ₉₀ - фон II	3,52	1,03	-	5,7
7 N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	3,81	1,32	-	4,9
8 N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	3,88	1,39	-	4,6
9 N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	3,95	1,46	-	3,5
10 Альбит	2,88	0,39	0,39	-
11 N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	3,98	1,49	0,46	8,3
12 N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	4,41	1,92	0,60	7,1
13 N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	4,53	2,04	0,65	6,8
14 N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	4,59	2,10	0,64	6,4

Обработка овса биопрепаратом Альбит на фоне применения N₉₀P₉₀ (фон II) с последовательно возрастающими дозами калия (K₉₀, K₁₂₀, K₁₅₀) повышало урожайность зерна овса в среднем на 1,92, 2,04 и 2,10 т/га (77,1, 81,9, 84,3% соответственно), при этом прибавка от применения биопрепарата Альбит достигала уровня 0,60-0,65 т/га (13,3-15,6%). То есть оптимизация минерального питания способствовала повышению урожайности зерна овса.

Однако, следует отметить, что во влагообеспеченные годы увеличение доз калия повышало урожайность зерна овса, но каждая последующая доза способствовала уменьшению прибавки урожая по отношению к предыдущей.

Аналогичные результаты получены в исследованиях Е.Н. Пасынковой с соавторами (2012). Наиболее высокая окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая зерна в среднем за годы опытов была получена при применении N₉₀K₉₀+Альбит и N₉₀P₉₀K₉₀+Альбит и составила 8,3 и 7,1 кг/кг соответственно.

3.2. Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на содержание и вынос основных элементов питания урожаем зерна овса

Результаты исследований свидетельствуют о том, что по относительному (%) содержанию основных макроэлементов (азот, фосфор, калий) в зерне овса в разные года исследований несколько различалось (приложения Г, Д, Е, Ж). Сравнительно более высокое процентное содержание азота, фосфора и калия в зерне овса по изучаемым вариантам опыта отмечалось в 2020 году. Так, содержание общего азота в зерне овса в 2020 году по изучаемым вариантам опыта изменялось от 1,79 до 2,46 %, а в 2018 и 2019 годах содержание азота по вариантам опыта варьировало соответственно в пределах 1,70-2,38 и 1,72-2,42%.

Такая же закономерность наблюдалась и в отношении процентного содержания фосфора и калия. В условиях 2020 года содержание фосфора и калия в зерне овса по применяемым системам удобрения было выше в сравнении с 2018 и 2019 годами. Содержание фосфора в зерне овса по вариантам опыта в 2018 году составляло 0,48-0,84%, в 2019 году его содержание по вариантам опыта изменялось в пределах 0,49-0,76%, а в 2020 году оно варьировало от 0,53 до 0,91%. Такая же закономерность отмечалась и в отношении содержания калия в зерне овса. Наиболее высокий процент его содержания в зерне по вариантам исследования был отмечен 2020 год, при наименьших показателях его относительного содержания в 2018 и 2019 годы, когда его содержание по вариантам опыта изменялось в пределах 0,53-0,88 и 0,57-0,93% соответственно.

Выявлено, что применяемые средства химизации непосредственно определяли содержание макроэлементов в зерне овса (табл. 6, рис. 5), которое в целом можно характеризовать как положительное. Применение азотно-калийного удобрения $N_{60}P_{60}$ и особенно $N_{90}P_{90}$ способствовало достоверному повышению содержания элементов питания в зерне овса относительно контроля.

Таблица 6 – Влияние средств химизации на размер содержания основных макроэлементов в овсе, % (2018 – 2020 гг.)

Вариант		Содержание		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль (без удобрений)	1,74	0,50	0,61
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	1,86	0,56	0,67
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,03	0,61	0,74
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	2,09	0,65	0,79
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,12	0,71	0,83
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	1,96	0,58	0,72
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2,09	0,67	0,81
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,17	0,65	0,85
9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	2,24	0,69	0,89
10	Альбит	1,86	0,62	0,78
11	N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	2,04	0,67	0,83
12	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	2,26	0,79	0,88
13	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	2,32	0,82	0,91
14	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	2,42	0,87	0,93
НСР ₀₅		0,09	0,06	0,07

Возрастающие дозы калия в составе азотно-фосфорного удобрения в дозе N₆₀P₆₀ (фон I) и N₉₀P₉₀ (фон II) также достоверно повышали содержание азота, фосфора и калия в зерне овса в сравнении с контролем. Некорневая обработка овса препаратом Альбит способствовала повышению процентного содержания в урожае зерна макроэлементов относительно контроля. При этом отмечено, что содержание азота в урожае зерна овса возрастало в среднем на 0,12%, калия на 0,17%, фосфора на 0,12%. При комплексном применении удобрений и биопрепарата также отмечалось повышение содержания элементов питания как относительно контроля, так и относительно вариантов без применения биопрепарата Альбит.

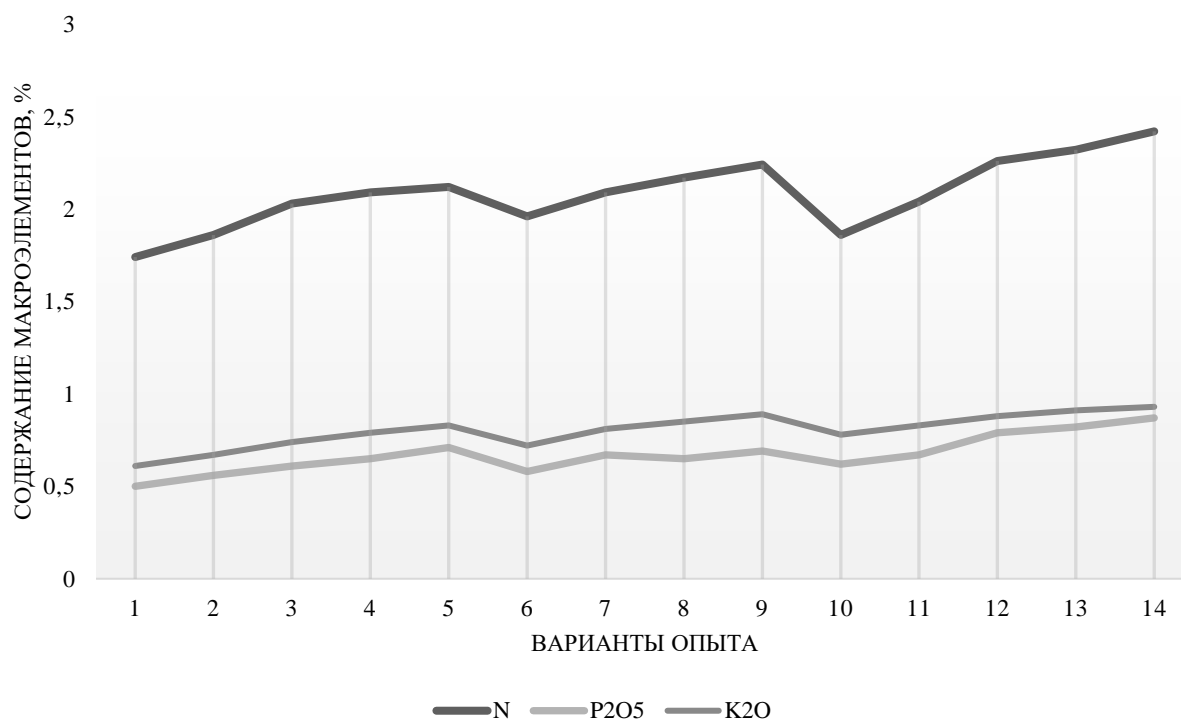


Рисунок 5 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на размеры содержания макроэлементов в зерне овса (в среднем за 2018-2020гг.)

В среднем за три года проведения опытов процентное содержание азота по изучаемым вариантам в урожае зерна овса варьировалось от 1,72 до 2,42 %, фосфора от 0,50 до 0,87 %, калия от 0,61 до 0,93 % (рис. 5).

Рядом исследований определено, что размеры выноса основных макроэлементов урожаем сельскохозяйственных культур определяются исходя из относительного (процентного) их содержания в единице массы полученной продукции (основной и побочной) и величиной урожая данного вида продукции с единицы посевной площади.

В наших исследованиях вынос основных макроэлементов (азота, фосфора и калия) урожаем зерна овса непосредственно зависел от таких важных факторов, оказывающих значительное влияние на формирование урожая возделываемой культуры как погоднo-климатические условия периода вегетации и уровень насыщенности используемых средств химизации (табл. 7).

Наименьшие размеры выноса макроэлементов овсом получены в 2018-2019 годах при наибольших значениях этих показателей, отмеченных в 2020

году (приложения 3, И, К).

Таблица 7 – Вынос элементов питания урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации (среднее за 2018-2020 гг.)

Вариант		Вынос, кг/кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль (без удобрений)	43,4	12,5	14,9
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	58,1	17,6	21,2
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	68,3	20,5	25,2
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	72,0	22,9	27,3
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	77,3	26,7	30,4
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	69,4	20,5	25,6
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	79,7	24,7	31,1
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	84,1	25,2	32,8
9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	88,5	27,2	35,3
10	Альбит	53,5	18,5	22,5
11	N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	81,3	26,9	33,1
12	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	99,9	35,1	39,2
13	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	105,4	37,2	41,3
14	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	111,0	40,0	42,9
HCP ₀₅		10,1	3,47	2,73

В среднем за три года опытов размеры выноса азота сбором зерна овса изменялись по вариантам опыта от 43,4 до 111,0 кг/га, фосфора от 12,5 до 40,0 кг/га и калия от 15,2 до 42,9 кг/га. Применение минерального удобрения в дозе (N₆₀P₆₀) значительно повышало вынос микроэлементов относительно контроля в среднем азота на 14,7 кг/га, фосфора на 5,1 кг/га и калия на 6,0 кг/га или на 33,9, 40,8 и 39,5% соответственно. Повышение дозы минерального удобрения до N₉₀P₉₀ (фон II) способствовало увеличению выноса азота в сравнении с контрольным вариантом в среднем на 26,0 кг/га, фосфора на 8,0 кг/га, калия на 10,4 кг/га или соответственно на 47,5, 64,0 и 68,4%. Внесение

калийных удобрений в возрастающих дозах от 60 до 120 кг/га д.в. совместно с $N_{60}P_{60}$ (фон I) увеличивало размеры выноса азота урожаем зерна относительно контроля в среднем на 24,9-33,9 кг/га, фосфора на 8,0-14,2 кг/га, калия на 10,0-15,2 кг/га или на 57,4-78,1; 6,4-113,6 и 65,8-100,0% соответственно. Применение калийных удобрений в возрастающих дозах в составе азотно-фосфорного удобрения $N_{90}P_{90}$ (фон II) способствовало повышению размеров выноса азота в сравнении с контролем в среднем на 36,3-45,1 кг/га, фосфора на 12,2-14,7 кг/га, калия на 15,9-20,1 кг/га или на 83,6-103,9, 97,6-117,6, 104,6-131,0% соответственно.

От применения биопрепарата Альбит также увеличивались размеры выноса элементов питания урожаем зерна, при этом величины выноса азота по сравнению с контрольным вариантом повышались на 10,1 кг/га, фосфора на 6,0 кг/га и калия на 7,3 кг/га или на 23,3, 48,0, 48,0 % соответственно. Наибольшие размеры выноса макроэлементов урожаем зерна овса отмечены в вариантах с комплексным применением удобрений совместно с биопрепаратом Альбит. Применение биопрепарата Альбита на фоне изучаемых систем удобрения способствовало возрастанию размеров выноса азота относительно контроля на 37,9-67,6 кг/га, фосфора на 14,4-27,5 кг/га, калия на 17,9 – 27,7 кг/га или на 87,3-155,8; 115,2-220,0; 117,8-182,2% соответственно.

Это объясняется тем, что под влиянием действия биопрепарата Альбит активизировалось протекание многих биохимических процессов в растениях, в частности по утверждению академика В.С. Шевелухи (2004), О.И. Яхина и др. (2014) стимуляторы роста проникая в растения активизируют процессы связанные с синтезом нуклеиновых и рибонуклеиновых кислот, при этом резко возрастают темпы активизации ростовых процессов, повышается продуктивность фотосинтеза и других синтетических реакций растительного организма, а в конечном итоге возрастает продуктивность возделываемых культур.

3.3. Влияние применяемых средств химизации на изменение показателей качества зерна овса

Широко используемое в практике растениеводства понятие качества включает в себя около 30 показателей, объединенных в несколько групп, среди них наиболее значимые четыре: первая группа включает физические показатели (натура, масса 1000 зёрен, плёнчатость, выравненность и др.), вторая группа представлена химическими (содержанием белков, углеводов, жиров, крахмала и т.д.), третья объединяет технологические качества, четвёртая – хлебопекарные (Казаков, 1983; Детковская, Лимантова, 1987).

Изменчивость показателей качества сельскохозяйственных культур непосредственно определяется влиянием внешних факторов, но также в огромной степени зависит от качества технологических приёмов возделывания применительно к зональным особенностям (Жученко, 1999).

Теория и практика земледелия свидетельствует о том, что элементы минерального питания поглощаемые из почвы корневыми системами растений в течении вегетационного периода включаясь в процессы биосинтеза, имеют исключительно важное значение на формирование урожая и качественных показателей возделываемых культур, при главенствующей роли различных видов удобрений, пестицидов, мелиорантов и других средств химической обработки, включая биологически-активные препараты (Сорокин и др., 2008, Комарова, Сорокина, 2012). Под влиянием минеральных удобрений отмечается повышение белковости зерна хлебных злаков, в том числе и овса (Малявко и др., 2010; Матюхина и др., 2013; Чуб и др., 2016), главенствующая роль которого в питании человека и животных не поддаётся переоценки, главным образом, из-за особенностей его аминокислотного состава (Минеев, 1990).

Исследованиями многих авторов установлено физиологические и синтетические процессы, направленные на формирование определённой массы органического вещества в растениях, определяются комплексом внешних

факторов, включающих погодноклиматические условия, почвенные наличие элементов минерального питания в доступной форме и т.д. Для формирования урожая зерна с высоким содержанием белка весьма важное значение имеют такие факторы как влагообеспеченность, освещённость, температурный режим в период вегетации. При недостаточной обеспеченности и повышенных температурах воздуха как правило, формируется зерно с повышенным содержанием в нём белка (Справцева, 2016), поскольку минеральный азот в большей степени используется растениями на формирование белкового комплекса в ущерб ростовым процессам (Kandera, 1982). При повышенной влагообеспеченности и пониженных температурах воздуха отмечается торможение процесса синтеза белка, при усилении процесса накопления в зерне крахмала (Соколов и др., 2017; Pelican, 1981).

Многие исследователи достоверно свидетельствуют о том, что наиболее сильное влияние на формирование белкового комплекса зерновых культур проявляют азотные удобрения (Мерзлая, 1997; Миронова, 2000; Конончук и др., 2017; Соколов и др., 2017), за счёт которых по мнению Т.Н. Кулаковской (1978) в условиях дерново-подзолистых почв можно увеличить сборы белка зерновыми культурами на 50%.

Эффективность применения повышенных доз азотных удобрений, применяемых под зерновые культуры, может лимитироваться содержанием в почве некоторых микроэлементов (Шмырева и др., 2019), при этом, особенно возрастает роль бора, функционально регулирующего синтез углеводов и белковый обмен, содержание сахаров и крахмала (Ягодин, 1985).

Применение в технологиях возделывания зерновых культур микроэлементов оптимизирует потребление растениями азота и фосфора (Минеев, 1982).

3.3.1. Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на изменение химического состава зерна овса

Проведёнными исследованиями установлено, что величина содержания сырого белка в урожае изменялась в зависимости от погодных условий периодов вегетации. Установлено, что самое высокое содержание белка по изучаемым вариантам опыта отмечено в более контрастных 2019 и 2020 годах (Приложение Л).

От применения минеральных удобрений, как при отдельном внесении, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит, возрастало содержание сырого протеина в зерне и размеры его сбора с единицы площади посева с урожаем зерна. Содержание сырого белка в среднем за три года исследований по изучаемым вариантам изменялось от 10,2 до 13,6% (таблица 8).

Таблица 8 – Содержание и сбор сырого белка урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации

Вариант		Содержание, %			В среднем	Сбор белка, т/га
		2018 г.	2019г.	2020 г.		
1	Контроль (без удобрений)	10,1	10,2	10,3	10,2	0,251
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	10,3	10,8	11,3	10,8	0,340
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	10,8	11,6	11,4	11,3	0,390
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	11,0	12,2	11,7	11,6	0,422
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	11,6	12,6	12,2	12,1	0,467
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	10,8	11,1	11,6	11,2	0,395
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,6	13,2	13,0	12,6	0,479
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	12,4	13,3	13,2	13,0	0,529
9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	12,8	13,3	13,6	13,2	0,577
10	Альбит	10,6	10,7	10,8	10,7	0,300
11	N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	12,9	13,4	13,3	13,2	0,525
12	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	13,1	13,6	13,5	13,4	0,591
13	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	13,2	13,8	13,6	13,5	0,644
14	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	13,3	13,8	13,7	13,6	0,692
	HCP ₀₅	0,42				

Внесение минерального удобрения $N_{60}P_{60}$ - фон I способствовало увеличению белковости зерна овса в сравнении с контролем на 0,6%. Внесение калийного удобрения в возрастающих дозах от 60 до 120 кг/га д.в. в составе $N_{60}P_{60}$ обеспечивало повышение содержания сырого белка в зерне овса в среднем с 11,3 до 12,1 %. Увеличение дозы азотно-фосфорного удобрения до уровня $N_{90}P_{90}$ (фон II) повышало содержание сырого белка в зерне овса по сравнению с контролем с 10,2 до 11,2% или на 1,0 %, а относительно фона I на 0,4%. Внесение возрастающих доз калия K_{90} , K_{120} , K_{150} совместно с $N_{90}P_{90}$ способствовало повышению содержания сырого белка в зерне овса с 12,6 до 13,2%, а в сравнении с контролем на - 3,2%.

Применение препарата Альбит повышало содержание сырого белка в зерне овса в сравнении с контролем на 0,5%, а обработка им посевов овса на фоне применяемых систем удобрений способствовало повышению белковости зерна овса с 13,2 до 13,6% (рис.6). Сбор сырого белка по изучаемым вариантам изменялся от 0,251 до 0,692 т/га, в том числе от применения биопрепарата Альбит относительно контроля от увеличился на 0,49 т/га, а применение его на фоне изучаемых систем удобрений сбор сырого белка возрастал с 0,525 до 0,692 т/га.

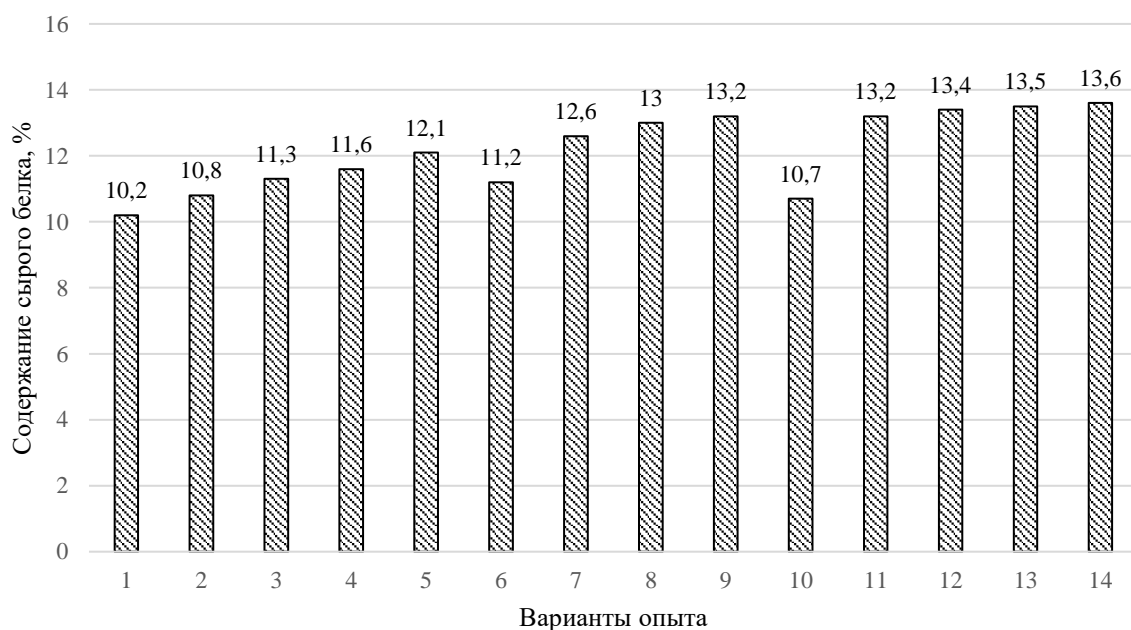


Рисунок 6 – Содержание сырого белка в зерне овса, % (2018-2020 гг.)

Качество растительных белков как известно, определяется их аминокислотным составом (Козьмина и др., 2006), при этом белки считаются в полной мере полноценными только в том случае, если в их составе имеются все незаменимые аминокислоты (лизин, метионин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин и триптофан), синтез которых невозможен в организме животных.

Установлено (Томме, Мартыненко, 1972), что недостаток в кормовом рационе только лишь одной незаменимой аминокислоты влечёт за собой значительный перерасход кормов, чего нельзя допускать.

Таблица 9 – Изменение аминокислотного состава зерна овса в зависимости от применяемых удобрений г/кг сухого вещества (2018-2020 гг.)

Аминокислоты	Вариант					
	Контроль	N ₉₀ P ₉₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит
<i>Незаменимые</i>						
Валин (Val)	0,590	0,640	0,700	0,81	0,83	0,842
Гистидин (His)	0,180	0,220	0,250	0,32	0,469	0,522
Метионин (Met)	0,260	0,310	0,340	0,33	0,37	0,386
Лейцин (Leo)+ изолейцин	1,530	1,610	1,760	2,11	2,79	2,812
Лизин (Lys)	0,148	0,152	0,181	0,218	0,298	0,326
Треонин (Thr)	0,520	0,530	0,580	0,62	0,66	0,672
Триптофан (Trp)	0,522	0,628	0,652	0,676	0,701	0,726
Фенилаланин (Phe)	0,610	0,660	0,700	0,81	0,88	0,892
Всего незаменимых	4,360	4,750	5,163	5,894	6,998	7,178
<i>Остальные</i>						
Аланин (Ala)	0,520	0,700	0,750	0,780	0,910	0,931
Аргинин (Arg)	1,070	1,250	1,430	1,710	1,840	1,852
Аспарагин (Asp)	0,146	0,152	0,178	0,176	0,193	0,212
Глицин (Gly)	0,590	0,650	0,690	0,840	0,880	0,898
Глутаминовая кислота (Glu)	0,152	0,169	0,175	0,182	0,198	0,236
Пролин (Pro)	0,560	0,680	0,750	0,790	0,860	0,884
Серин (Ser)	0,530	0,660	0,680	0,750	0,920	0,931
Тирозин (Tyr)	0,360	0,410	0,430	0,470	0,510	0,528
Цистин (Cys)	0,278	0,354	0,468	0,479	0,521	0,538
Общая сумма Всех аминокислот	8,566	9,775	10,714	12,071	13,830	14,188

Содержание незаменимых аминокислот может существенным образом изменяться под влиянием условий минерального питания сельскохозяйственных культур (Мельникова, Фокин, 2009; Матюхина, 2013). Лабораторно-аналитическими исследованиями, проведёнными в Центре коллективного использования научным оборудованием и приборами ФГБОУ ВО Брянский ГАУ установлено, что применяемые средства химизации повышали содержание аминокислот в урожае овса, в том числе и незаменимые (табл. 9).

В условиях проводимого эксперимента отмечено изменение содержания сырой клетчатки в зерне овса в зависимости от погодных условий и действия средств химизации (табл. 10, рис. 7).

Таблица 10 – Влияние средств химизации на содержание сырой клетчатки в зерне овса

Вариант		Содержание, %			В среднем
		2018 г.	2019г.	2020 г.	
1	Контроль (без удобрений)	14,63	15,91	14,76	15,10
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	13,40	15,08	14,34	14,27
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	13,64	14,07	13,52	13,74
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	13,85	13,98	13,72	13,85
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	13,22	13,97	14,32	13,84
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	13,48	14,10	13,36	13,65
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,12	14,22	14,24	14,19
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	12,23	14,26	14,28	14,26
9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	14,29	14,30	14,36	14,32
10	Альбит	14,36	15,83	14,72	14,97
11	N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	13,50	14,12	13,38	13,67
12	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	14,12	14,22	14,16	14,17
13	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	14,25	14,32	14,28	14,28
14	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	14,31	14,40	14,33	14,35
	НСР ₀₅				0,72

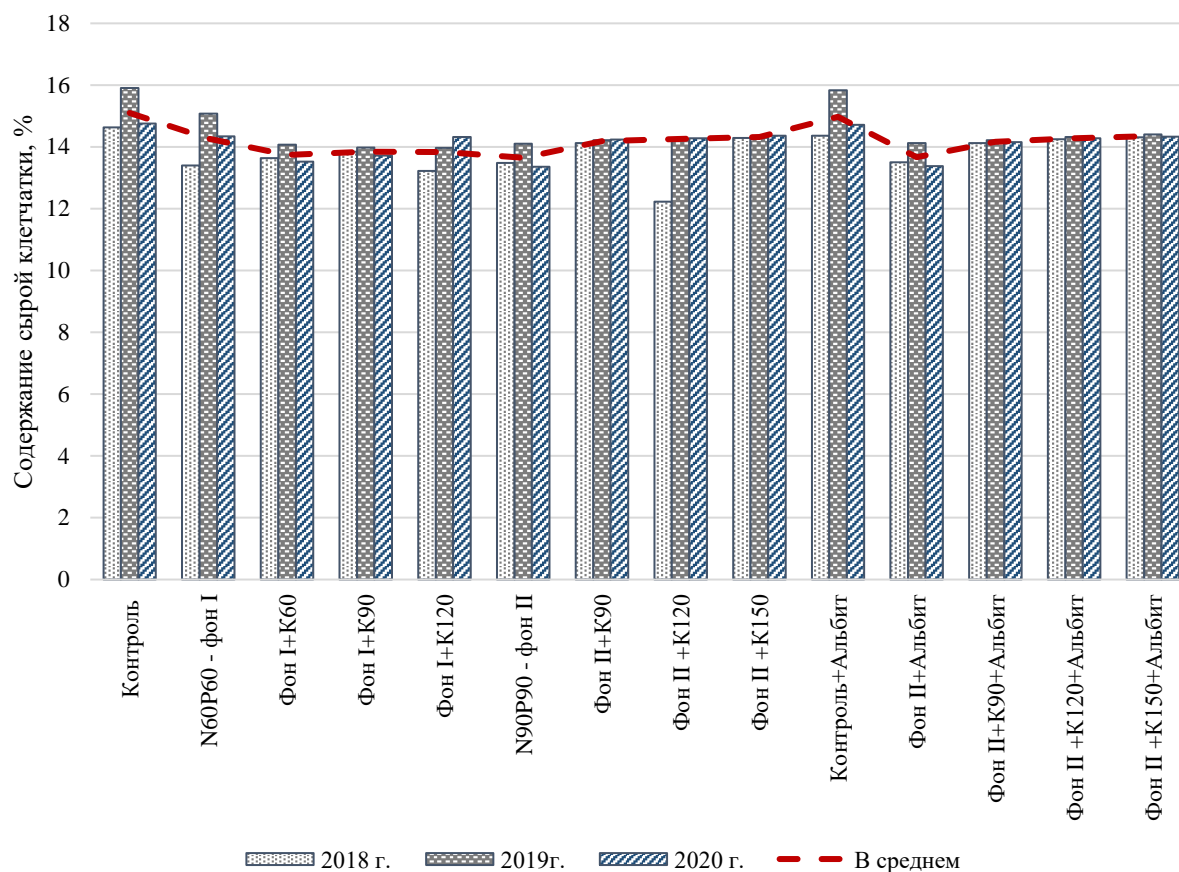


Рисунок 7 – Влияние средств химизации на содержание сырой клетчатки в зерне овса (2018-2020 гг.)

Более высоким содержанием сырой клетчатки в зерне овса отмечался 2019 год, где её содержание по вариантам опыта изменялась от 15,91 до 14,40%. Самое высокое содержанием сырой клетчатки отмечено в контрольном варианте, на котором содержание сырой клетчатки в среднем составляло 15,10%. Под влиянием применяемых средств химизации отмечено снижение содержания сырой клетчатки в зерне овса (Приложение М).

При обработке посевов препаратом Альбит обозначилась слабая тенденция к повышению содержания сырой клетчатки в урожае овса.

В результате лабораторно-аналитических исследований установлено, что содержание сырой золы в зерне овса по вариантам опыта в среднем составляло 1,88 до 2,89% (табл. 11).

Таблица 11 – Влияние средств химизации на содержание сырой золы в зерне овса

Вариант		Содержание, %		
		2018 г.	2019г.	2020 г.
1	Контроль (без удобрений)	2,10	1,66	1,89
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	2,12	1,86	2,03
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	2,16	1,91	2,10
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	2,21	2,12	2,19
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	2,24	2,35	2,31
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	2,26	2,65	2,41
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	2,28	2,86	2,63
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	2,47	2,97	2,75
9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	2,69	3,00	2,81
10	Альбит	2,13	1,69	1,96
11	N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	2,28	2,71	2,54
12	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	2,32	2,88	2,98
13	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	2,49	2,99	2,80
14	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	2,72	3,05	2,91
	НСР ₀₅	0,45	0,62	0,34

Необходимо отметить, что более высокий уровень интенсификации применяемых средств химизации как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит, сопровождался повышением содержанием золы зерне (рис. 8, приложение Н).

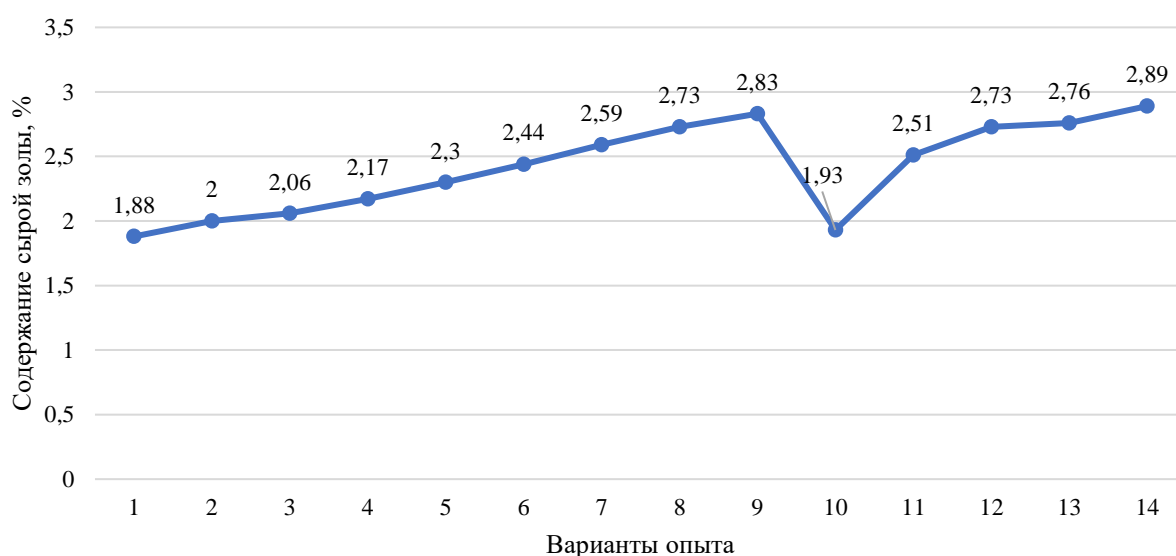


Рисунок 8 – Влияние применения средств химизации на содержание сырой золы в зерне овса (2018-2020 гг.)

Наиболее высокая зольность зерна 2,89% отмечена в варианте с применением полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит (вариант 14).

Известно, что при замесе теста в хлебопекарном производстве сахара благотворно влияя на развитие молочно-дрожжевых бактерий способствуют повышению качества выпекаемой продукции (хлебобулочные изделия, печенье и др. (Сорокин, 2011).

Проведённые лабораторно-аналитические исследования свидетельствуют о том, что содержание сахаров в зерне овса увеличивалось под влиянием удобрений как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит (рис. 9, приложение О).

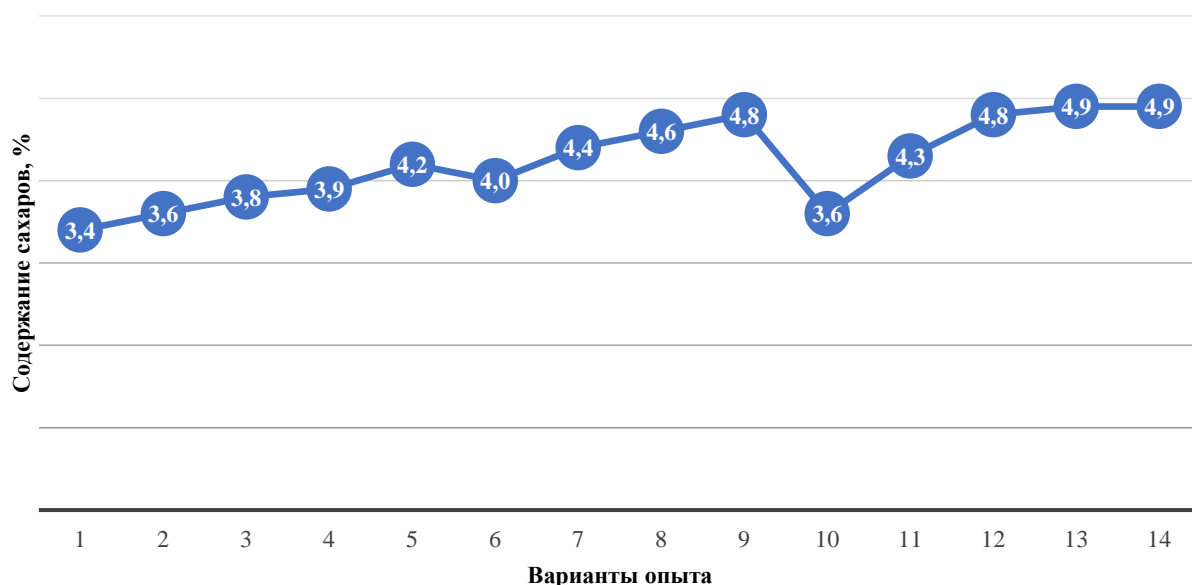


Рисунок 9 – Изменение содержания сахаров в зерне овса под влиянием средств химизации (в среднем за 2018-2020 гг.)

В наших исследованиях наибольшим процентом содержания сахаров (4,9 %) характеризовались варианты при комплексном применении средств химизации.

Являясь высокоэнергетическим запасным веществом жиры прежде всего необходим для дыхания и при прорастания зародыша семян. Наибольшее количество жира сосредоточено в зародыше семени (около 11,9 % на

сухое вещество). В оболочке зерна, включая алейроновый слой, содержится не менее 3,6 % жира и, как правило, наименьшее его количество содержится в щуплом зерне (Козьмина и др., 2006).

Жиры в зерне сосредоточены в основном в наружном алейроновом слое и крахмалистой паренхиме, и длительное хранение высокомасличных сортов проблематично (Schirper, 1991). Среди зерновых хлебов овса по содержанию жиров занимает одно из первых мест (Баталова, 2009).

Наименьшей жирностью в наших опытах характеризовалось зерно овса, полученное в условиях 2018 года (рис. 10, приложение П).

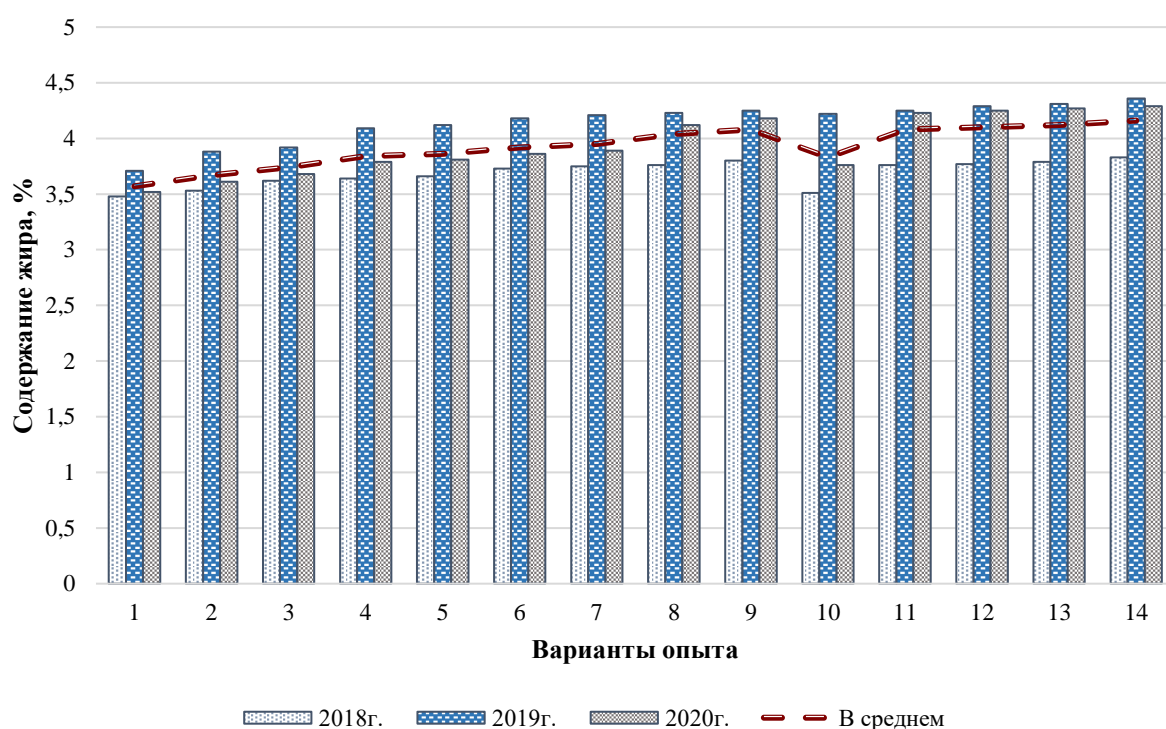


Рисунок. 10 – Содержания жира в зерне овса под влиянием средств химизации (в среднем за 2018-2020 гг.)

Более высокое содержание сырого жира в зерне овса было получено в 2019 году. В среднем за годы исследований содержание жира по вариантам опыта изменялось от 3,57 до 4,16 % (рис. 3). Применяемые средства химизации с повышением уровня интенсификации способствовали повышению масличности зерна овса. Наиболее высоким процентом сырого жира 4,16% характеризовалось зерно овса, полученное в опыте $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит.

В наших опытах крахмалистость зерна овса в среднем изменялась в зависимости от системы удобрения от 52,6 до 54,8% (табл. 12).

Отмечено положительное действие биопрепарата Альбит на крахмальность зерна овса. Самое высокое содержание крахмала 54,8% в зерне овса в среднем обеспечивало применение минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{150}$ на фоне обработки биопрепаратом Альбит (Приложение Р).

Поскольку комплексное применение средств химизации улучшало в значительной степени углеводный обмен, зерно овса на этих вариантах опыта характеризовалось хорошей выполненностью и обладало более высокой крахмалистостью.

Таблица 12 – Крахмалистость зерна овса в зависимости от систем удобрения

Вариант		Содержание крахмала, %			В среднем
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	
1	Контроль (без удобрений)	52,2	52,4	53,2	52,6
2	$N_{60}P_{60}$ - фон I	54,0	52,6	53,6	53,4
3	$N_{60}P_{60}K_{60}$	54,0	53,2	53,8	53,7
4	$N_{60}P_{60}K_{90}$	54,0	54,4	53,8	54,0
5	$N_{60}P_{60}K_{120}$	54,1	54,2	54,0	54,1
6	$N_{90}P_{90}$ - фон II	54,4	52,6	54,1	53,7
7	$N_{90}P_{90}K_{90}$	54,5	53,9	54,2	54,2
8	$N_{90}P_{90}K_{120}$	54,9	54,4	54,3	54,5
9	$N_{90}P_{90}K_{150}$	55,0	53,6	55,2	54,6
10	Альбит	53,8	52,4	54,6	53,6
11	$N_{90}P_{90}$ +Альбит	54,7	52,8	54,2	53,9
12	$N_{90}P_{90}K_{90}$ +Альбит	54,7	52,6	54,4	53,9
13	$N_{90}P_{90}K_{120}$ +Альбит	54,2	53,8	55,2	54,4
14	$N_{90}P_{90}K_{150}$ +Альбит	54,8	54,2	55,4	54,8
	НСР ₀₅				0,88

Таким образом, можно констатировать, что минеральные удобрения, применяемые как отдельно, так и в комплексе с препаратом Альбит оказывали положительное влияние на показатели качества урожая, способствуя увеличению содержания сырой клетчатки, сырой золы, жира, сахаров, крахмала, улучшению аминокислотного состава.

3.3.2. Влияние средств химизации на изменение физических показателей качества зерна овса

Принято считать, что физические (технологические) показатели качества зерна в значительной мере зависят от стартовых особенностей той или иной зерновой культуры, и они имеют значение при переработке, хранении, перемещении зерновой продукции (Бельченко и др., 2007, Сорокин, 2011).

Одним из важнейших показателей качества продовольственного зерна овса является натура зерна (ГОСТ 28683-90) обычно представленная объемной массой 1 литра зерна в граммах (Козьмина и др., 2006).

В зерне с высокой натурной массой содержится больше питательных веществ, с высоким содержанием эндосперма, оно, как правило, хорошо выполнено, содержит меньше оболочек. По величине натуры зерно плёнчатых сортов овса подразделяют на три класса: I и II- не менее 520, III- не менее 490 г/л. Плёнчатость (содержание мякинной оболочки) также имеет важное значение как показатель качества зерна, этот показатель обуславливает выход ядра зерна. Установлено, что зерно, характеризующееся большей объемной массой (натурой) способно давать продукцию высокого качества (Сорокин, 2011).

Не менее важным показателем качества зерна наравне с натурой и плёнчатостью является выход крупы, приобретая особую значимость особенно при крупяном производстве (Соловьёв, 2006).

В наших исследованиях натура зерна овса определялась погодными условиями периодов вегетации. Наиболее лучшими условиями для формирования высокой натуры зерна овса характеризовался вегетационный период 2020 года (Приложение С). В 2018 году натура зерна овса по вариантам опыта изменялась от 471 до 502 г/л, в 2019 году – от 472 до 504 г/л, в 2020 году от 474 до 512 г/л. Зерно, соответствующее III классу качества по величине натуры во все годы исследований получено в вариантах с применением минеральных удобрений совместно с препаратом Альбит - $N_{90}P_{90}K_{120}$ + Альбит и $N_{90}P_{90}K_{150}$

+ Альбит. В среднем за годы исследований наибольшая натура зерна овса была отмечена при применении полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ на фоне биопрепарата Альбит (табл. 13).

В наших опытах выход крупы в зависимости от складывающихся погодных условий и действия средств химизации на контрольном варианте изменялся от 56,28 до 56,44% (Приложение Т). В среднем за три года выход крупы овса по изучаемым вариантам опыта изменялся в пределах 56,97-59,18%, при этом наибольшее влияние на это оказало применение полного минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{150}$, действие биопрепарата на выход крупы проявилось в слабой степени.

Таблица 13 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на натуру, выход крупы и плёнчатость зерна овса (2018-2020 гг.)

Вариант		Натура, г/л	Выход крупы, %	Плёнчатость, %
1	Контроль (без удобрений)	472	55,70	28,6
2	$N_{60}P_{60}$ - фон I	478	56,97	27,4
3	$N_{60}P_{60} K_{60}$	481	57,49	27,3
4	$N_{60}P_{60} K_{90}$	483	58,35	26,9
5	$N_{60}P_{60} K_{120}$	485	58,77	26,7
6	$N_{90}P_{90}$ - фон II	481	57,36	26,7
7	$N_{90}P_{90}K_{90}$	483	58,17	26,7
8	$N_{90}P_{90}K_{120}$	486	58,76	26,5
9	$N_{90}P_{90}K_{150}$	488	59,15	26,3
10	Альбит	473	56,23	27,3
11	$N_{90}P_{90}$ +Альбит	488	57,88	26,6
12	$N_{90}P_{90}K_{90}$ +Альбит	492	58,50	25,7
13	$N_{90}P_{90}K_{120}$ +Альбит	498	58,89	25,5
14	$N_{90}P_{90}K_{150}$ +Альбит	506	59,18	25,2
	НСР ₀₅	2,43	0,78	0,39

В рамках проведённого исследования было определено, что в условиях 2020 года было получено зерно овса с наименьшей плёнчатостью. Плёнчатость зерна овса на контрольном варианте по годам проведения опытов изменялась от 28,6 до 28,8%, составляя в среднем 28,6%. Применяемые средства химизации снижали плёнчатость зерна овса. Зерно овса с наименьшей плёнчатостью 25,2% получено при внесении полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с препаратом Альбит (Приложение У).

При проведении исследований мы изучали выравненность зерна овса, то есть его однородность по размеру, поскольку этот показатель приобретает особую значимость при посеве, а также влияет на выход крупы. Мы определяли выравненность зерна на смежных ситах размером 2,3х20 и 2,0х20 мм.

При самой высокой массе зерна в смежных двух ситах в процентном отношении к отобранной навеске зерна выравненность подразделяется на три категории: высокая составляет более 80%, средняя – в пределах 70-80%, самая низкая не превышает 70%. Выравненность зерна овса в среднем в наших исследованиях варьировала в зависимости от уровня интенсификации применяемых средств химизации от 91,0 до 98,3% (рис. 11, приложение Ф).

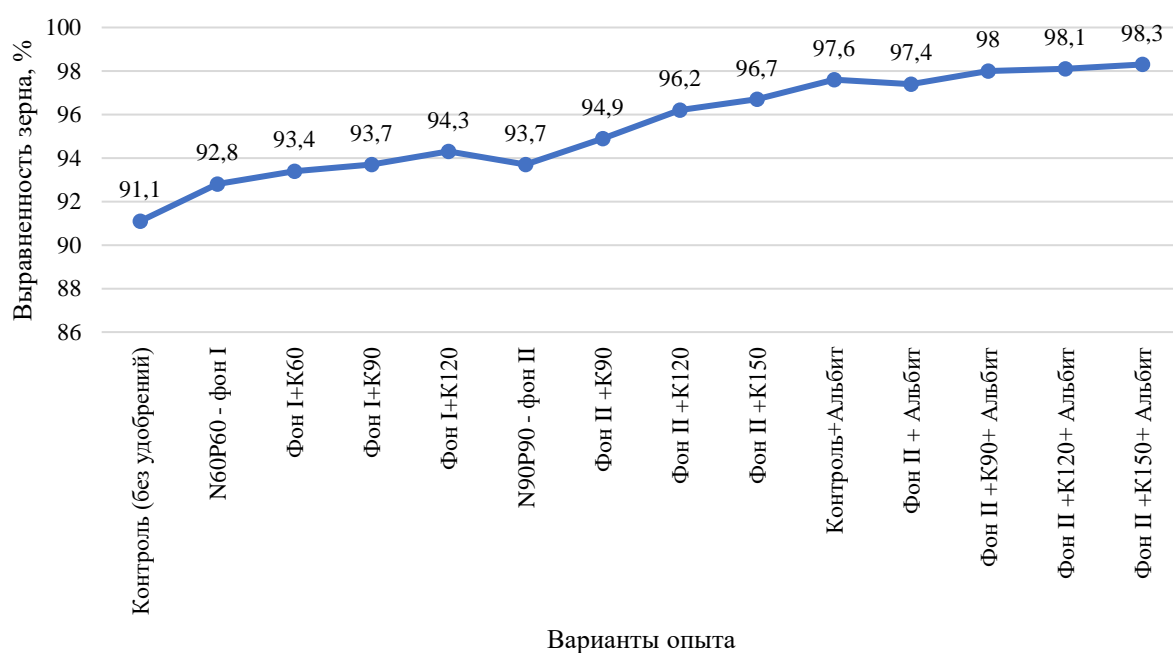


Рисунок 11 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на выравненность зерна овса (среднее за 2018-2020 гг.)

Наиболее выравненное зерно овса в наших опытах формировалось при применении минеральных удобрений на фоне обработки посевов препаратом Альбит.

Одним из важнейших технологических и посевных показателей зерна хлебных злаков считается масса 1000 зёрен, поскольку крупное зерно более устойчиво к лимитирующим факторам среды (Жученко, 1980). Принято считать (Сивуха, 1985), что масса 1000 зёрен служит главным показателем структуры урожая зерна. Как правило, увеличение уровня урожайности всегда зависит от массы 1000 зёрен и количества продуктивных стеблей на единице площади (Долгодворов, Султанова, 1989). Для крупного зерна характерна его большая масса, в котором большой запас питательных веществ, то есть больший выход готовой продукции. При переработке крупного зерна удаляются обычно периферийные частицы, на которые приходится относительно меньшая доля, а на ядро соответственно большая (Сорокин, 2011).

Масса 1000 зёрен – наименее изменчивый элемент в структуре продуктивности зерновых, но и он в определённой мере поддаётся регулированию. Повысить этот показатель можно поздними («колосовыми») подкормками, но ещё важнее продлить жизнь верхних листьев, предотвратив с помощью фунгицидов их поражение грибковыми болезнями. Потенциальное число зёрен на колос определяется уже непосредственно после кущения. Во время выхода в трубку и колошения зачатки зёрен в колосе частично редуцируются. С помощью нескольких малых доз азота до выколашивания и при необходимости проведения мер по защите от болезней можно снизить степень редукции зачатков будущих зёрен (Volger, 1980).

Нашими опытами установлено, что самая высокая масса 1000 семян формировалась в погодно-климатических условиях 2020 года. За годы проведения исследований масса 1000 зёрен овса по вариантам опыта в среднем изменялась в пределах от 38,4 до 42,1 г (табл. 14, рис. 12).

Таблица 14 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит
на массу 1000 зёрен овса, г

Вариант		Годы		
		2018	2019	2020
1	Контроль (без удобрений)	37,7	38,3	39,2
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	38,4	39,2	40,3
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	38,5	39,3	41,2
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	39,3	40,2	41,4
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	40,0	40,8	41,6
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	38,5	39,5	40,8
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	39,6	40,3	41,3
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	41,1	41,6	41,8
9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	41,3	41,6	41,9
10	Альбит	39,4	40,2	41,6
11	N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	40,5	40,4	40,9
12	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	40,9	40,8	41,3
13	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	41,6	41,4	41,8
14	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	42,4	41,8	42,2
НСР ₀₅		1,49	1,76	1,32

Применяемые системы удобрения в последовательно возрастающих дозах как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит увеличивали массу 1000 зёрен овса. Более высокая масса 1000 зёрен 42,1 г была отмечена на варианте N₉₀P₉₀K₁₅₀+Альбит (Приложение X).

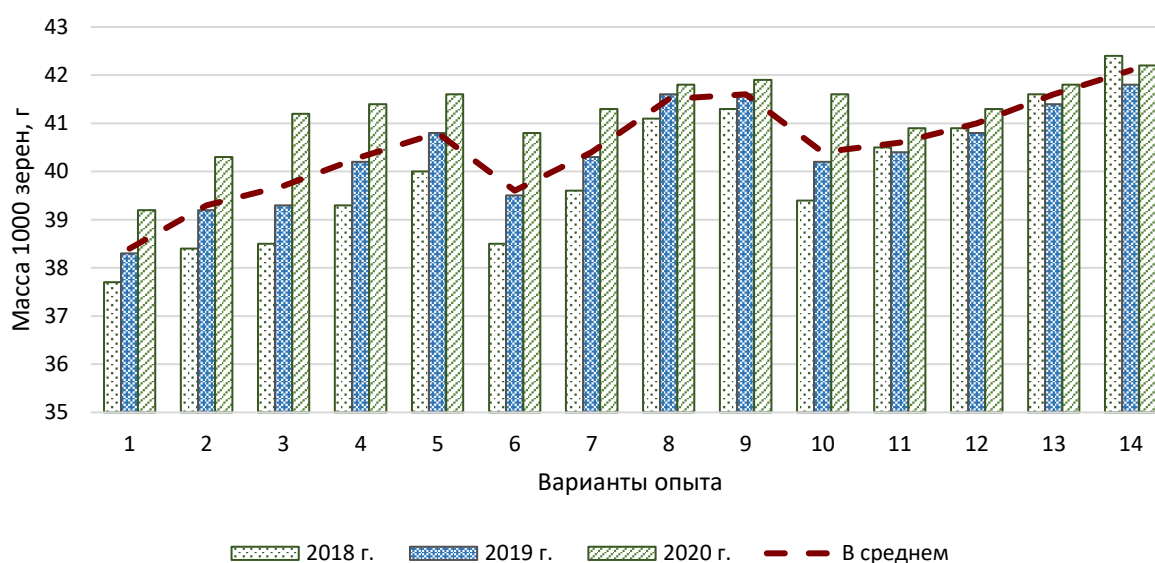


Рисунок 12 – Изменение массы 1000 зерен овса в зависимости от
применяемых средств химизации, г (2018-2020 гг.)

Таким образом, в течение трёх лет исследований интенсификация применяемых средств химизации в комплексе с биологическим препаратом увеличивала массу зерна, выход крупы, снижало плёнчатость зерна, повышало выравненность и массу 1000 зёрен.

3.4. Влияние комплексного применения удобрений и биопрепарата Альбит на содержание остаточных нитратов в товарной продукции овса

Химизация – наиболее действенный фактор интенсификации сельскохозяйственного производства. Повышение урожайности сельскохозяйственных культур в значительной мере достигается в результате широкого применения минеральных удобрений, химических мелиорантов, пестицидов и других средств химизации, которые позволяют значительно улучшить баланс питательных веществ и добиться увеличения производства среднегодовой продукции на 15-20% и более (Чекмарёв, 2009).

Накопленный опыт показывает, что химизация сельского хозяйства активно влияет на биохимические циклы обмена веществ и на равновесие природных экологических систем. Неправильное использование средств химизации может нарушить экологическое равновесие состояния природных экосистем, что приводит к ухудшению качества сельскохозяйственной продукции и нежелательным изменениям в окружающей среде (Сурин, 2011).

В интенсивном сельском хозяйстве охрана окружающей среды становится неотъемлемым звеном при разработке и осуществление системы ведения хозяйства, системы земледелия и удобрения, регулирующих хозяйственно-биологический круговорот и баланс веществ (Завалин и др., 2004). В борьбе с загрязнением окружающей среды основное значение имеет рациональная система применения удобрений. При правильном определении норм, форм, сроков и способов внесения удобрений существенно сокращаются

потери питательных веществ, уменьшается возможность попадания их в грунтовые воды и водные источники и накопления в растениях в нежелательных количествах.

Легко вымываются из почвы питательные элементы, которые содержатся в удобрениях в растворимой форме (суперфосфат, нитратные формы удобрений). Использование физиологически кислых удобрений увеличивает потери кальция и магния (Державин, 1992).

Как правило, при внесении невысоких доз азотных удобрений под сельскохозяйственные культуры не наблюдается его миграция по почвенному профилю, при этом за счёт стимулирования роста растений и повышения активной деятельности корневых систем возрастает коэффициент его использования (Усанова, Рыбальченко, 2006).

Азотные удобрения в нитратной форме являются быстродействующими источниками азота для растений. Вместе с тем, нерациональное их использование может приводить к нежелательному накоплению нитратов в продукции и, тем самым, неблагоприятно сказываться на её качестве. Поступление нитратов из аммиачных форм удобрений в почву и растения определяется активностью микроорганизмов почвы и климатическими факторами.

По существу, входя в состав продукции практически всех сельскохозяйственных культур в высоких концентрациях они представляют опасность для здоровья человека и животных. Попадшие в организм животных с потреблённой пищей восстанавливаются под влиянием желудочной микрофлоры до нитритов в процессе переваривания пищи. В результате нарушается обмен веществ и происходит отравление организма. Патогенное действие нитратов в начальный период выражается в повышении концентрации мет- и сульфогемоглобина в крови, что приводит к изменению биотоков мозга, снижает активность некоторых ферментативных систем, регламентирующих газообмен в тканях, что неблагоприятно сказывается на общем состоянии и функциональной активности животных организмов (Кузина и др., 1985).

Исходя из пороговой дозы нитратов, установленной в многолетнем

эксперименте на животных (5,9 мг/кг) рассчитана ПДК нитратов для человека - 265 мг (при средней массе 70 кг) в суточном рационе с учётом их содержания в воде и атмосфере. В соответствии с тем, что в суточном пищевом рационе человека количество зерновых продуктов в среднем составляет около 0,33 кг или более 26% от суммы рациона при возможном содержании в них остаточных нитратов произведён расчёт ПДК нитратов в зерновой продукции – 93 мг/кг. Данная концентрация нитратного азота в качестве временного допустимого остаточного количества нитратов рекомендована комитетом по канцерогенным веществам для зерновых культур (Воробьёва и др., 1980).

Исследованиями (Dresseel.at all, 1984) обнаружена сильная зависимость между содержанием нитратов в растениях и погодными условиями. В годы с холодным и пасмурным летом, когда поглощённые из почвы нитраты не полностью расходуются на синтез органических соединений, может происходить чрезмерное накопление их в растениях, поскольку недостаток света и снижение температуры отрицательно влияют на фотосинтез. Улучшение условий освещённости активизирует деятельность нитратредуктазы и соответственно, снижает содержание нитратов в растениях (Breimer, 1982)

Для продуктивного использования поступающего в растения азота, при котором не накапливаются нитраты, наряду с оптимальными условиями освещения, температуры, влагообеспеченности, при высоких дозах азота большое значение имеет также сбалансированность минерального питания. При этом особенно важно иметь оптимальное соотношение N:K в питательной среде, а так же доступность микроэлементов. Так, при недостатке молибдена в почве, содержание нитратов в растениях многократно возрастает, важная роль при этом принадлежит железу (Андрющенко, 1983).

Хорошее снабжение растений калием в онтогенезе учитывая его способность воздействовать на активность нитратредуктазы и ускорять синтез углеводов и органических кислот, косвенным образом может влиять на вовлечение нитратов на синтез органических соединений в растениях, в том числе и белков (Demarquilly, 1977).

Результаты наших исследований показали, что концентрация остаточных нитратов в зерне овса по годам проведения опытов различалась незначительно (табл. 15, рис 13).

Таблица 15 – Влияние средств химизации на содержание остаточных нитратов в зерне овса

Вариант		Содержание, мг/кг			Среднее
		2018г.	2019г.	2020г.	
1	Контроль (без удобрений)	46	41	42	43
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	50	54	52	52
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	55	53	54	53
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	57	54	57	56
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	57	56	61	58
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	66	64	59	63
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	67	65	69	67
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	74	74	77	75
9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	82	81	86	83
10	Альбит	36	36	39	37
11	N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	63	61	65	63
12	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	68	62	68	66
13	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	65	63	67	65
14	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	67	68	75	70
	HCP ₀₅				0,17

В среднем за три года проведения опытов концентрация остаточных нитратов в зерне овса по вариантам опыта изменялась от 43 до 83 мг/кг. При минимальной их концентрации (43 мг/кг) на контрольном варианте. Повышение дозы азота в составе NPK сопровождалось увеличением концентрации нитратов в урожае зерна овса.

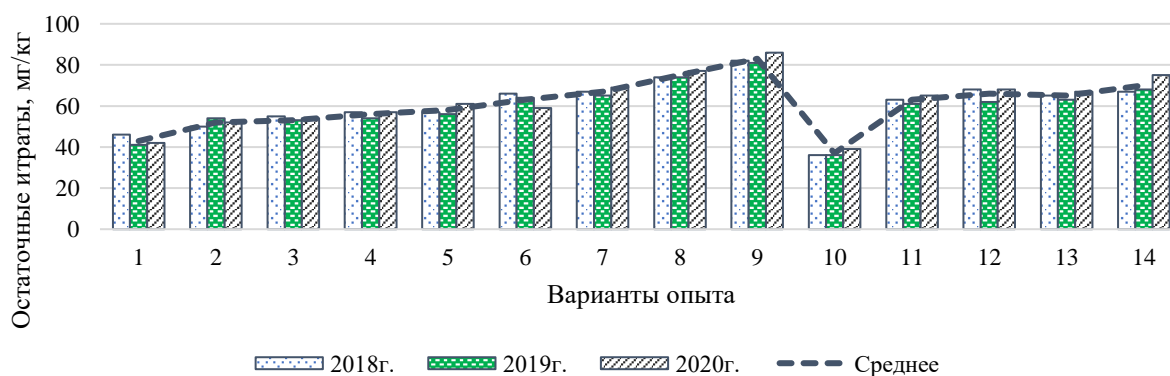


Рисунок 13 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на концентрацию остаточных нитратов в зерне овса

Самая высокая концентрация остаточных нитратов 83 мг/кг в зерне овса в среднем была отмечена при применении дозы минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$. Применение биопрепарата Альбит обозначило тенденцию к снижению накопления остаточных нитратов в зерне овса и, вероятно, это связано с повышением уровня урожайности зерна овса и эффектом «биологического разбавления».

Таким образом, под влиянием средств химизации отмечено в зерне овса, полученном во всех изучаемых вариантах отмечено повышение концентрации остаточных нитратов, однако оно не превышало ПДК (93 мг/кг). Исходя из этого, оно может использоваться на пищевые и кормовые цели без ограничений.

3.5. Влияние средств химизации на изменение удельной активности ^{137}Cs в зерне овса

В условиях радиоактивного загрязнения обширных территорий в результате глобальной катастрофы на Чернобыльской АЭС важнейшей задачей сельхозпроизводителей всех видов деятельности является производство различной сельскохозяйственной продукции, соответствующей требованиям санитарно-гигиенических нормативов по содержанию в ней долгоживущих радионуклидов.

Основой разработки мероприятий, направленных на получение растениеводческой продукции, содержащей наименьшее количество радионуклидов, является знание закономерностей поведения их в системе «почва-растения» и плотности загрязнения территорий (Алексахин и др., 2009).

Известно, что поведение радионуклидов в агрофитоценозах определяется такими факторами как наличие постоянно действующих естественных биохимических процессов, характерных для поведения радионуклидов в почве

и транслокации их в растения, а также защитными мероприятиями, оказывающих огромное изменение на функционирование процессов закрепления и миграции радионуклидов в почве разнообразных агрофитоценозов (Алексахин и др., 2006; Богдевич и др., 2006, Белоус и др., 2016).

Установлено экспериментально, что размеры транслокации радионуклидов из почвы на радиоактивнозагрязнённых территориях определяются плотностью загрязнения сельскохозяйственных угодий, почвенно-климатическими, ландшафтными особенностями, набором возделываемых сельскохозяйственных культур, а также их сортовыми особенностями, уровнем научно-обоснованных зональных систем земледелия и временным периодом с момента выпадения радионуклидов (Подоляк, Богдевич, 2007; Сушеница и др., 2011; Федоркова и др., 2016; Андреева и др., 2020). Следует также учитывать, что транслокация радионуклидов в системах «почва-растение» определяется прежде всего плотностью загрязнения данного типа почвы, формы соединений радионуклида, агрофизических и агрохимических свойств почвы, гранулометрического и минералогического состава почвы и прочих её особенностей (Панов и др., 2011; Парамонова, Мамихин, 2017). Технологические приёмы возделывания сельскохозяйственных растений должны не только способствовать получению продукции, соответствующей санитарно-гигиеническому нормативу, но также быть направлены на повышение уровня почвенного плодородия, поскольку из почв, характеризующихся высоким плодородием радионуклиды поступают в растения в 1,5-2 раза меньших количествах, чем из низкоплодородных при одинаковой плотности загрязнения (Орлов, Аканова, 2018).

Установлено (Агапкина и др., 1989), что содержащиеся в почве растворимые органические вещества, связывая ионы радиоцезия-137 в форме радионуклидоорганических соединений, способствуют их закреплению при вхождении в кристаллическую решётку некоторых глинистых минералов. Исследованиями Б.С. Пристера с соавторами (1992) установлено, что применение органических удобрений в форме навоза КРС в норме 50 т/га в комплексе с

известкованием дерново-подзолистой почвы снижало удельную активность ^{137}Cs в клубнях картофеля до 5 раз.

Объемы концентрации радионуклидов сельскохозяйственными растениями определяются степенью гумусированности почв и, как следствие, более интенсивный переход цезия-137 в сельскохозяйственные культуры отмечается на менее плодородных дерново-подзольных почвах лёгкого-гранулометрического состава (Федоркова и др., 2016).

Исходя из этого, применение органических удобрений весьма эффективный приём, уменьшающий размеры поглощения радиоцезия растениями не менее чем в 1,5-3 раза, при наибольшем эффекте этого агроприёма на лёгких песчаных и супесчаных почвах (Ратников и др., 2001; Подоляк и др., 2005). Действие органических удобрений в системе «почва-растение» на подвижность радионуклидов проявляется в форме как прямого, так и косвенного влияния. Прямое влияние характеризуется образованием с радионуклидами органо-минеральных комплексов, имеющих различную подвижность, повышением обеспеченности растений элементами минеральной пищи, ёмкости поглощения и степени закрепления радионуклидов в почве в зависимости от химического состава удобрений, их доступности для растений (Агапкина, 2002; Илахун и др., 2008; Белопольский, 2015; Арышева и др., 2018).

Косвенное влияние на уменьшение размеров поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию заключается в снижении концентрации радионуклидов в урожае вследствие увеличения продуктивности возделываемых культур (Белова и др., 2007; Справцева, 2016).

Применение минеральных удобрений при главенствующей роли калия – основной агрохимический, способствующий сокращению поступления радиоактивных веществ в растения до 20 раз (Просянкин и др., 2005; Прудников и др., 2006; Белоус и др., 2011; Белоус и др., 2016; Кузнецов и др., 2017). Наибольший эффект от применения минеральных удобрений достигается при применении их в сочетании с известкованием кислых почв (Плющиков и др., 2004; Санжарова и др., 2004; Андреева и др., 2018).

Установлено также, что азотные удобрения, особенно в форме солей аммония существенно повышают переход радиоцезия из почвенного раствора в растения в связи с тем, что ион NH_4^+ легко вытесняет ион ^{137}Cs из кристаллической решётки глинистых минералов в почвенный раствор. Проведёнными исследованиями ряда авторов показано, что применение аммиачной селитры в дозах, превышающих 90 кг/га д.в. повышало размеры потребления ^{137}Cs растениями в 1,5-2,0 раза (Ратников и др., 1999; Белоус, Шаповалов, 2006; Белоус и др., 2016).

Внесение фосфорных удобрений также снижает поступление ^{137}Cs в сельскохозяйственные культуры, при этом, наибольший эффект получен от фосфоритной муки (Сушеница, 2006).

Система защитных мероприятий на радиоактивно загрязнённых территориях должна разрабатываться и осуществляться, соблюдая комплексное проведение защитных мероприятий с учётом агрохимического состояния почв и на основе радиологического обследования (Белоус и др., 2006; Парамонова, Мамихин, 2017; Арышева и др., 2018).

В данных исследованиях удельная активность ^{137}Cs в зерне овса определялась как влиянием применяемых средств химизации, так и метеорологическими условиями вегетационных периодов (табл. 16, рис. 14).

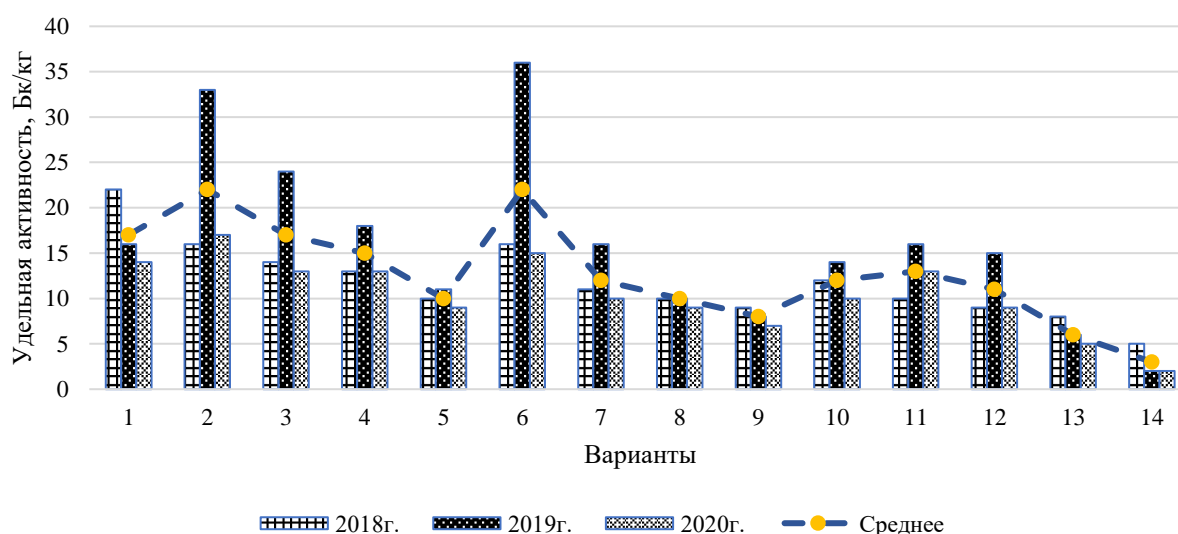


Рисунок 14 – Изменение удельной активности ^{137}Cs в зерне овса в зависимости от применяемых систем удобрений

Таблица 16 – Изменение удельной активности ^{137}Cs в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации (2018-2020 гг.)

Вариант		Удельная активность, Бк/кг			Среднее	Кратность снижения, раз
		2018г.	2019г.	2020г.		
1	Контроль (без удобрений)	22	16	14	17	-
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	16	33	17	22	-
3	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	14	24	13	17	1,0
4	N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	13	18	13	15	1,1
5	N ₆₀ P ₆₀ K ₁₂₀	10	11	9	10	1,7
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	16	36	15	22	-
7	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11	16	10	12	1,8
8	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	10	10	9	10	1,7
9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	9	8	7	8	2,1
10	Альбит	12	14	10	12	1,3
11	N ₉₀ P ₉₀ +Альбит	10	16	13	13	1,3
12	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ +Альбит	9	15	9	11	1,5
13	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ +Альбит	8	6	5	6	2,8
14	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит	5	2	2	3	5,7
	HCP ₀₅	4	5	3		

**Примечание: допустимый уровень 60 Бк/кг. Нормативные документы: ГОСТ Р 54040. Технический регламент таможенного союза «О безопасности зерна» ТРТС 015/2011 от 9 декабря 2011 г. №874.*

Наиболее высокие показатели удельной активности ^{137}Cs в зерне овса по изучаемым вариантам опыта отмечены в 2019 году, характеризующемся неравномерным выпадением осадков в течение вегетационного периода, то есть более засушливыми условиями.

Применение минеральных удобрений как отдельно, так и в комплексе с регулятором роста Альбит уменьшали удельную активность цезия-137 в зерне овса в сравнении с контролем. Наиболее значимый эффект получен при увеличении доз калия в составе полного минерального удобрения. Так внесение дозы калия K₁₂₀ в составе N₆₀P₆₀ (фон I) уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне овса в сравнении с контролем в 1,7 раза, а применение дозы K₁₅₀ в составе N₉₀P₉₀ (фон II) уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне овса относительно контроля в 2,1 раза. Следует также отметить, что азотное удобрение в составе N₆₀P₆₀ и N₉₀P₉₀ способствовало увеличению поступления ^{137}Cs в

урожай овса.

Обработка растений овса биопрепаратом Альбит на контрольном варианте без применения удобрений сокращала удельную активность цезия-137 в зерне овса относительно контроля в 1,4 раза, а применение биопрепарата Альбит на фоне NPK с последовательно возрастающими дозами калия от 90 до 150 кг/ га д.в. способствовало уменьшению удельной активности ^{137}Cs в овсе соответственно в 1,5, 2,8 и 5,7 раза. В среднем за исследуемый период удельная активность ^{137}Cs по вариантам опыта варьировала в пределах 22-3 Бк/кг.

То есть, с увеличением урожайности зерна под влиянием применяемых систем удобрения за счет эффекта биологического разбавления отмечено достоверное уменьшение удельной активности ^{137}Cs в урожае конечной продукции.

На основании вышеизложенного можно заключить, что применение минерального удобрения в дозе $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{150}$ совместно с биопрепаратом Альбит способствует получению зерна овса с удельной активностью ^{137}Cs в среднем не более 3 Бк/кг, что ниже, чем действующий санитарно-гигиенический норматив (60 Бк/кг) в 20 раз и оно может использоваться при переработке на продовольственные цели и корма без ограничений.

3.6. Действие систем удобрения на изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы

Проблема воспроизводства плодородия почв дерново-подзолистого типа, остро стоящая перед сельскохозяйственным производством, в настоящее время не может быть успешно решена без широкого использования таких важнейших факторов химизации и интенсификации как органические и минеральные удобрения, различные мелиоранты. Следует отметить, при этом, что сравнительная объективная оценка такого важнейшего фактора оптимизации

минерального питания как применение различных систем удобрения в севооборотах является определяющей при изучении изменения основных показателей почвенного плодородия (Лыков, 1985; Минеев, Ремпе, 1990; Белоус, Шаповалов, 2006; Хомяков, 2011; Конончук, Гончаренко, 2011; Калинов, Милютина, 2020). Применение удобрений в севооборотах относят к одному из основных факторов, определяющих уровень почвенного плодородия почв (Державин, 1992; Сычев, Шафран, 2013; Конончук и др., 2017).

Внедрение научно-обоснованных систем удобрения в комплексе с другими средствами интенсификации земледелия в современных технологиях возделывания практически всех полевых культур в различающихся почвенно-климатических зонах служит основой сохранения и повышения уровня плодородия почв (Федулова и др., 2019).

Изучение изменений показателей агрохимической характеристики почвы опытного участка с 2016 по 2020 год показало, что применяемые в наших исследованиях системы удобрения оказали определенное влияние на состояние показателей агрохимической характеристики почвы (табл. 17).

Таблица 17 – Изменение основных агрохимических показателей почвы полевого севооборота под влиянием систем удобрения (2016-2020 гг.)

Внесено удобрений за ротацию севооборота д. в. кг/га	С орг, %		рН _{KCL}		Н _г		S		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	2016г.	2020г.	2016г.	2020г.	ммоль-экв/100г				мг/кг			
					2016г.	2020г.	2016г.	2020г.	2016г.	2020г.	2016г.	2020г.
Контроль	1,76	1,72	6,88	6,52	0,58	0,62	7,1	6,4	282	247	49	42
N ₂₄₀ P ₂₄₀	1,89	1,93	6,58	6,53	0,54	0,55	6,4	5,6	318	322	89	92
N ₂₄₀ P ₁₈₀ K ₂₇₀	1,92	1,96	6,52	6,41	0,56	0,61	6,3	5,4	321	328	97	103
N ₂₄₀ P ₂₄₀ K ₃₆₀	1,96	1,98	6,74	6,56	0,65	0,67	8,4	8,1	336	342	112	116
N ₂₄₀ P ₂₄₀ K ₄₅₀	2,28	2,32	6,76	6,71	0,78	0,81	9,1	8,7	341	348	126	138

Самые низкие показатели были характерны для контрольного варианта. За ротацию севооборота на контрольном варианте отмечено сокращение содержания органического вещества на 0,04%, содержание подвижного фосфора и обменного калия уменьшилось на 35 и 7 мг/кг соответственно. Отмечено подкисление почвенного раствора на 0,36 ед. pH. Сумма поглощенных оснований уменьшилась на 0,7 ммоль/100 г.

Минеральные системы удобрения разной степени насыщенности в целом оказали положительное влияние на агрохимические свойства почвы, поскольку их применение способствовало некоторому увеличению содержания в пахотном слое почвы содержания органического вещества (на 0,02-0,04%,) отмечена в целом положительная динамика содержания элементов питания фосфора и калия. Для удобряемых вариантов характерна оптимизация показателей обменной и гидролитической кислотности почвы и суммы обменных оснований относительно контрольного варианта.

В целом можно заключить, что изучаемые системы удобрения оказали позитивное влияние на агрохимические показатели почвы опытного участка за ротацию севооборота.

3.7 Экономическая эффективность систем удобрения при производстве зерна овса на радиоактивно загрязнённой почве

Рыночные условия хозяйствования в АПК должны руководствоваться принципом получения высокого уровня показателей экономической эффективности производства товарной продукции растениеводства, основанной на получении максимально возможной прибыли, что является конечной целью сельхозпроизводителей различной формы собственности.

Выбор определённой научно-обоснованной технологии выращивания сельскохозяйственной культуры должен предусматривать комплексное

применение всех разрабатываемых технологических приёмов, обеспечивающих получение максимально высоких урожаев с высокой экономической эффективностью, отражённой в денежном эквиваленте.

Расчёт экономической эффективности применения средств химизации с различным уровнем интенсификации при возделывании овса на радиоактивно загрязнённой почве применяли, с использованием показателей урожайности, производственных затрат, уровня производственной рентабельности.

Практика сельскохозяйственного производства свидетельствует о том, что урожайность является главным фактором, определяющим уровень рентабельности производства растениеводческой продукции. Применяемые в опыте средства химизации повышали показатели экономической эффективности в сравнении с контролем, при одновременном снижении себестоимости единицы производимой продукции (табл. 18).

Таблица 18 – Экономическая эффективность возделывания овса
(2018-2020 гг.)

Показатели	Вариант			
	Контроль	Контроль+ Альбит	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₅₀ +Альбит
Посевная площадь, га	100,0	100,0	100,0	100,0
Урожайность, т/га	2,49	2,88	3,95	4,59
Валовое производство, т	249	288	395	459
Стоимость валовой продукции, руб.	1992000	2304000	3160000	3672000
Производственные затраты, руб./га	18358	19429	27380	29690
Себестоимость 1 т продукции, руб.	7372,7	6746,2	6931,6	6468,4
Условно чистый доход, руб.	156 200	361 100	422 000	703 000
Рентабельность производства, %	108,5	118,6	115,4	123,7

В наших исследованиях себестоимость 1 тонны зерна овса в анализируемых вариантах опыта изменялась от 7372,7 до 6468,4 руб./т. Наименьший

показатель себестоимости 1 т зерна овса 6468,4 руб. получен в оптимальном по удобренности варианте $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит.

При уровне урожайности зерна овса 4,59 т/га на оптимальном варианте $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит производственные затраты в расчете на 100 га посева составили 2969 тыс. руб., чистый доход достигал уровня 703 тыс. рублей, при рентабельности производства 123,7%.

Таким образом, проведённые исследования в течение трехлетнего периода на дерново-подзолистой радиоактивно загрязнённой почве показывают, что в условиях рыночного механизма хозяйствования повышению эффективности производства экологически чистого зерна овса будет способствовать система удобрения, базирующаяся на системе применения полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биологическим препаратом Альбит.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам трёхлетних экспериментальных исследований в полевом опыте и анализа полученной информации сделаны следующие выводы:

1. Исследованиями, проведёнными на дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязнённой почве, установлено, что наиболее эффективным при возделывании овса сорта Скакун оказалось применение полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с регулятором роста Альбит. Прибавка урожайности относительно контрольного варианта в среднем составила 2,6 т/га, в том числе от препарата Альбит 0,72 т/га, при окупаемости 1 кг NPK прибавкой урожая 7,9 кг.

2. Содержание белка в зерне овса определялось влиянием двух факторов: метеорологических условий периодов вегетации и применяемых средств химизации. Самое низкое содержание сырого белка в зерне овса отмечено в 2018 году. В среднем за годы проведения научных исследований содержание сырого белка по вариантам опыта варьировало от 10,2 до 13,6 %, при наиболее высоком его содержании (13,6%) и максимальной величине его сбора с единицы площади (0,622 т/га) в варианте $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит. Применение биопрепарата Альбит способствовало повышению содержания в зерне овса с 10,2 до 10,7 %, а его сбор возрастал с 0,251 до 0,300 т/га.

Общее содержание аминокислот в зерне овса определялось уровнем минерального питания. Интенсификация применяемых средств химизации способствовала увеличению содержания общего содержания аминокислот в зерне овса, в том числе и незаменимых. Под влиянием регулятора роста Альбит улучшался аминокислотный состав зерна.

3. Относительное (%) содержание элементов питания в зерне овса в зависимости от влияния погодных условий в период вегетации и действия применяемых удобрений и биопрепарата Альбит в среднем за годы исследований изменялось: азота от 1,74 до 2,42 %, фосфора от 0,50 до 0,87%, калия от 0,61

до 0,93% и соответствовало оптимальным значениям для продовольственного зерна. Размеры выноса элементов питания урожаем зерна определялись их относительным (%) содержанием в зерне и уровнем урожайности зерна по изучаемым вариантам опыта, составляя в среднем: азота – 43,4-111,0 кг/га, фосфора – 12,5-40,0 кг/га, калия – 15,2-42,9 кг/га.

4. Применяемые в опыте системы удобрения как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит улучшали показатели биохимического состава зерна овса. Отмечено снижение содержания сырой клетчатки под влиянием изучаемых систем удобрения, а содержание сырой золы в зерне овса наоборот возрастало, включая применение биопрепарата Альбит. Под влиянием изучаемых систем удобрения отмечено увеличение содержания сахаров. Самое высокое содержание сахаров в зерне овса отмечено на фоне совместного применения удобрений и регулятора роста Альбит. Под влиянием удобрения отмечено повышение содержания жиров и крахмалистости зерна овса.

5. Применяемые системы удобрения как отдельно, так и совместно с регулятором роста Альбит изменяли физические показатели качества зерна овса. Натура зерна овса под влиянием изучаемых средств химизации увеличивалась в среднем с 472 до 506 г/л, выход крупы изменялся по изучаемым системой удобрения варьируя в среднем в пределах 56,97-59,19%, применяемые системы удобрения способствовали снижению плёчатости овса зерна овса в среднем с 28,6 до 25,2%. Выравненность зерна в зависимости от уровня интенсификации применяемых средств химизации в среднем за годы исследований увеличивалась с 91,1 до 98,3%.

Под влиянием систем удобрения увеличивалась масса 1000 зёрен овса в среднем с 38,4 до 42,1 г. Самые высокие физические показатели качества зерна овса получены при соблюдении принципа комплексности в применении минеральных удобрений регулятора роста Альбит (вариант $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит).

6. Применяемые системы удобрения способствовали увеличению концентрации остаточных нитратов в зерне овса, однако в среднем за годы исследований оно не превышало ПДК для зерна (93 мг/га). Наибольшая

концентрация остаточных нитратов в зерне овса 83 мг/кг отмечена фоне применения минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{150}$, применение биопрепарата Альбит обозначило тенденцию к снижению концентрации остаточных нитратов в товарной продукции овса.

7. Удельная активность ^{137}Cs в зерне овса в среднем за годы исследований по вариантам опыта была относительно невысокой и изменялась в пределах от 22 до 3 Бк/кг при нормативе 60 Бк/кг.

Азотное удобрение в составе $N_{60}P_{60}$ и $N_{90}P_{90}$ повышало удельную активность ^{137}Cs в зерне овса в среднем в 1,29 раза по сравнению с контролем. Внешение возрастающих доз калийных удобрений на фоне применения азотно-фосфорного удобрения $N_{60}P_{60}$ уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне в среднем в 1,0-1,7 раза, а на фоне $N_{90}P_{90}$ в 1,8 раза. Применение биопрепарата Альбит уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне овса в среднем в 1,91 раза. Наибольшее снижение поступления ^{137}Cs в зерно в среднем в 5,7 раза относительно контроля обеспечило применение полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит.

8. Применяемые в севообороте системы удобрения положительно влияли на показатели плодородия пахотного слоя почвы опытного участка. Под влиянием минеральных удобрений отмечено повышение содержания органического вещества (на 0,02-0,04%). Отмечена положительная динамика содержания подвижных форм фосфора и обменного калия в зависимости от вносимых удобрений. Удобряемые варианты характеризовались оптимизацией показателей обменной и гидролитической кислотности и сумой обменных оснований относительно контроля.

9. На дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязнённой почве при возделывании овса с экономической точки зрения наиболее оправдано применение полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит при формировании урожайности зерна, превышающей уровень 4,5 т/га, обеспечивает уровень рентабельности производства 124%.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

Для формирования высокой и стабильной урожайности экологически безопасного зерна овса, превышающей уровень 4,5 т/га в условиях дерново-подзолистых радиоактивно-загрязнённых почв юго-запада Центральной части Нечерноземной зоны РФ рекомендуется применять минеральную систему удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в сочетании со средствами защиты растений и регулятором роста Альбит из расчёта 50 мл/га, совмещая с обработкой овса пестицидами в фазу кущения. Средства защиты растений: от сорняков Диален супер – 50% в.р. – 0,7 л/га; против болезней – Байлетон – 28% с.п. 0,6 кг/га; против вредителей – карате 50% к.э.- 0,15 л/га.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Планируется возделывание нового перспективного высокоурожайного сорта овса, рекомендованного для центрального региона РФ. Осуществить составление математических моделей регулирования основополагающих показателей почвенного плодородия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агапкина, Г. И. Органические формы соединений искусственных радионуклидов в почвенных растворах природных биогеоценозов / Г. И. Агапкина // Радиационная биология. Радиология. – 2002. – Т. 42, № 4. – С. 404-411.
2. Агапкина, Г. И. Радионуклид – органические соединения в почвенных растворах / Г. И. Агапкина, Ф. А. Тихомиров, А. И. Щеглов // Тез. докл. I Всесоюз. радиологического съезда. – Пущино, 1989. – Т. 2. – 403 с.
3. Агафонов, Е.В. Влияние удобрений и бактериальных препаратов на урожайность и качество клубней картофеля на чернозёме обыкновенном / Е.В. Агафонов, Н.П. Каменский, С.А. Гужвин // Плодородие. – 2013. – №3 (72) – С. 17-19.
4. Агропромышленный комплекс России, место в АПК мира / Г. А. Романенко, А. Н. Тютюнников, В. Г. Поздняков и др. – М., 1999. – 273 с.
5. Агроэкологические аспекты последствий различных систем удобрения в условиях длительного полевого опыта на дерново-подзолистой почве / А. Д. Федулова, Г. Е. Мерзлая, Д. А. Постников и др. // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – № 9. – С. 16-20.
6. Алексахин, Р. М. Поведение ^{137}Cs в системе почва - растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклидов в урожае / Р. М. Алексахин, И. Т. Тихомиров // Агрохимия. – 1992. – № 8. – С. 127-132.
7. Алексахин, Р. М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений / Р. М. Алексахин. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 132 с.
8. Алексахин, Р. М. Агрохимия ^{137}Cs и его накопление сельскохозяйственными растениями / Р. М. Алексахин, И. Т. Моисеев, Ф. А. Тихомиров // Агрохимия. – 1977. – № 2. – С. 129-142.
9. Алексахин, Р. М. Мероприятия в области земледелия и агрохимии при реабилитации радиоактивно загрязненных территорий / Р. М. Алексахин // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 32-34.
10. Алексахин, Р.М. Реабилитационные мероприятия в агропро-

мышленном комплексе как основа социально-экономического развития территорий, подвергшихся воздействию аварии на Чернобыльской АЭС / Р. М. Алексахин, Н. И. Санжарова, А. В. Панов // Вестник РАСХН. – 2009. – № 6. – С. 28-30.

11. Андреева, Н.В. Влияние различных видов органических удобрений на переход ^{137}Cs в урожай зерновых культур / Н.В. Андреева, Н.В. Белова, В.К. Кузнецов и др. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2020. – Том 60. – № 1. – С. 99-107.

12. Андриющенко, В. К. Нитраты в овощах и пути их снижения / В. К. Андриющенко. – Кишинёв: Молд НИИНТИ, 1983. – 58 с.

13. Артюхов, А. И. Продуктивность овса в зависимости от предшественника и удобрений / А. И. Артюхов, Г. Л. Яговенко // Кормопроизводство. – 2009. – № 4. – С. 11-12.

14. Бабаев, С. Н. Что такое гуминовые регуляторы / С. Н. Бабаев // Защита растений. – 1994. – № 3. – С. 34-35.

15. Баталова, Г. А. Овёс. Технология возделывания и селекция / Г. А. Баталова. – Киров: НИИСХ Северо-востока, 2000. – 206 с.

16. Баталова, Г. А. Формирование урожая и качества зерна овса / Г. А. Баталова // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 10-13.

17. Белова, Н. В. Эффективность применения различных видов органических удобрений на сельскохозяйственных угодьях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Н. В. Белова, В. К. Кузнецов, Н. И. Санжарова // Плодородие. – 2007. – № 1. – С. 37-39.

18. Белопольский, А. Е. Применение минеральных удобрений для снижения концентрации радионуклидов в растительных кормах / А. Е. Белопольский // Кормопроизводство. – 2015. – № 6. – С. 32-36.

19. Белоус, Н. М. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов. – Брянск, 2006. – С. 244-248.

20. Белоус, Н. М. Калийные удобрения как фактор влияния на содержание в зеленой массе многолетних трав цезия-137 / Н.М. Белоус, Ю.А.

Анишина, В.Ф. Шаповалов, Е.В. Смольский // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1. – С. 54-61.

21. Белоус, Н. М. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов. - Брянск, 2006. - С. 244-248.

22. Белоус, Н. М. Производство овса в условиях радиоактивного загрязнения / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, М.В. Матюхина // Агрохимический вестник. - 2012. - № 5. - С.20-21.

23. Белоус, Н. М. Радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения загрязнения почв / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Е. В. Смольский // Агрохимия в XXI веке: материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти академика РАН В. Г. Минеева / под ред. В. А. Романенкова. – М.: МГУ им. Ломоносова, 2018. – С. 46-50.

24. Белоус, Н. М. Роль минерального калия в снижении поступления ^{137}Cs в кормовые травы и повышении их урожайности на радиоактивно загрязненных угодьях / Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, С.Ф. Чесалин, В.Ф. Шаповалов // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. - №4. – С.543-552.

25. Белоус, Н. М. Урожайность одновидовых посевов луговых трав в зависимости от минерального питания / Н. М. Белоус, Ю. А. Анишина, Е. В. Смольский // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 2. – С. 57-59.

26. Белоус, Н. М. Эффективность защитных мероприятий на территории Брянской области / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, И.Н. Белоус, Л.А. Воробьева // 25 лет Чернобыльской катастрофы. Преодоление ее последствий в рамках Союзного государства: сборник пленарных докладов Междунар. науч.-практ. конф. под общ. ред. В.С. Аверина. - Гомель: Сож, 2011. - 228 с.

27. Белоус, Н.М. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации кормовых угодий России и Беларуси, загрязнённых после катастрофы на Чернобыльской АЭС / Н.М. Белоус, А.Г. Подоляк, А.Ф. Карпенко и др.// Радиационная биология. Радиоэкология. – 2016, том 56. - №4. – С. 405-413.

28. Бельченко, С. А. Фотометрические показатели посевов овса и их

регулирование в условиях биологизации земледелия / С. А. Бельченко, В. Ф. Мальцев, А. Е. Сорокин // Вестник Брянской ГСХА. – 2007. – № 5. – С. 50-53.

29. Биовынос ^{137}Cs из почвы многолетними мятликовыми травами в связи с минеральным питанием и доступностью почвенной влаги / С. М. Пакшина, В. Ф. Шаповалов, С. Ф. Чесалин и др. // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54, № 4. – С. 832-841.

30. Богдевич, И. М. Защитные агрохимические мероприятия в АПК Республики Беларусь / И. М. Богдевич, А. Г. Подоляк, М. Г. Шмигельская // Агрохимический вестник. – 2006. – № 2. – С. 13-19.

31. Богдевич, И.М. Зависимость накопления ^{137}Cs и ^{90}Sr в травяных кормах в зависимости от степени окультуренности дерново-подзолистых почв / И.М. Богдевич, А.Г. Подоляк и др. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – т.45. – №2. – С. 241-247.

32. Бондарь, П. Ф. Влияние органического вещества на сорбцию ^{137}Cs почвой / П.Ф. Бондарь, Л.С. Ивашкович, Г.С. Шманай, В.Н. Калинин // Почвоведение. - 2003. - №8. - С. 929-933.

33. Васильев, А. С. Влияние уровня минерального питания на фитосанитарное состояние посевов овса / А. С. Васильев // Защита и карантин растений. – 2012. – № 1. – С. 45-46.

34. Ведение земледелия на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению / Р. М. Алексахин, Т. Л. Жигарева, А. Н. Ратников и др. // Земледелие. – 2006. – № 3. – С. 22-27.

35. Верзилин, В. И. Стимуляторы и ингибиторы ростовых процессов у растений / В. Ф. Верзилин. – М.: Наука, 1998. – 138 с.

36. Власов, В. Г. Влияние условий формирования урожая и элементов технологии на эффективность возделывания овса в лесостепи Поволжья / В. Г. Власов, Л. Г. Захарова // Агро XXI. – 2015. – № 7-8. – С. 35-37.

37. Влияние агрохимических факторов на фитосанитарную обстановку в полевом севообороте на Черноземе обыкновенном / А. М. Шпанев, А. Б. Лаптев, С. В. Мухина и др. // Агрохимия. – 2006. – № 8. – С. 57-61.

38. Влияние извести на биологическую подвижность ^{137}Cs в почвах различных типов / Н. В. Андреева, Н. В. Белова, В. К. Кузнецов и др. // Агрохимический вестник. – 2018. – № 5. – С. 48-52.

39. Влияние минеральных удобрений на продуктивность овса (*Avena Satival*) в условиях длительного стационарного опыта на южном Черноземье Поволжья / М. П. Чуб, В. В. Пронько, Т. М. Ярошенко и др. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2016. – № 1. – С. 3-9.

40. Влияние новых комплексных органо-минеральных удобрений на продуктивность кукурузы и транслокацию ^{137}Cs в растения / С. П. Арышева, Г. И. Попова, О. Ю. Баланова и др. // Агрохимия. – 2018. – № 3. – С. 26-33.

41. Влияние органических удобрений на аккумуляцию ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостое суходольного луга на дерново-подзолистой песчаной почве / А. Г. Подольяк, В. П. Жданович, Л. Е. Одинцова и др. // Агрохимия. – 2005. – № 11. – С. 66-75.

42. Влияние органического вещества на сорбцию ^{137}Cs почвой / П. Ф. Бондарь, Л. С. Ивашкович, Г. С. Шманай и др. // Почвоведение. – 2003. – № 8. – С. 929-933.

43. Влияние применения средств химизации на урожайность и качество зерна овса в условиях техногенного загрязнения / В. Ф. Шаповалов, В. Б. Коренев, В. В. Талызин и др. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 1. – С. 11-16.

44. Влияние систем удобрения озимой ржи на урожайность и технологические качества зерна / И. Н. Белоус, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов и др. // Зерновое хозяйство России. – 2018. – № 3 (57). – С. 3-8.

45. Возделывание сортов зерновых культур НИИСХ ЦРНЗ по технологиям различной интенсивности / Е. В. Дудинцев, П. М. Политыко, Е. В. Кисилев и др. – М.: НИИСХ ЦЗРН, 2008. – 19 с.

46. Войтович, Н. В. Урожайность сортов овса в зависимости климатических условий и технологических приёмов возделывания зерновых культур / Н. В. Войтович, Д. Н. Пасечник, П. М. Политыко // Проблемы селекции и

технологии возделывания зерновых культур: материалы науч. конф. – Новоивановское, 2008. – С. 348-356.

47. Воробьёв, В. А. Эффективность систем удобрения в посевах овса / В. А. Воробьёв, В. А. Гаврилова // Аграрная наука. – 2016. – № 2. – С. 7-9.

48. Воробьева, Н. М. Содержание нитратов и нормирование их в зерновых культурах / Н. М. Воробьева, Л. Г. Лукашевич, В. С. Лапченко // Минеральные удобрения и качество пищевых продуктов. – Таллин, 1980. – С. 37-41.

49. Воронина, Л. П. Научное обоснование применения эпина / Л. П. Воронина, Т. В. Чернышева // Картофель и овощи. – 1997. – № 3. – С. 29.

50. Воропаев, В. Н. Агроэкологическое обоснование применения удобрений в земледелии / В. Н. Воропаев. – М.: ЦИНАО, 2003. – 232 с.

51. Воропаев, В. Н. Влияние различных систем удобрений в полевом севообороте на качество зерна ячменя и овса / В. Н. Воропаев, В. А. Дятлова // Аграрная наука. – 2016. – № 4. – С. 19-20.

52. Гаркуша, А. Влияние основной обработки почвы и средств химизации на урожайность овса в лесостепи Алтайского края / А. Гаркуша, М. Дернова, С. Усенко // Главный агроном. – 2012. – № 1. – С. 30-32.

53. Грехова, И. В. Препарат Росток повышает урожай и качество картофеля / И. В. Грехова, Л. В. Лящева, И. В. Мякшиев // Картофель и овощи. – 2003. – № 6. – С. 31.

54. Гридасов, И. И. Зерновые культуры России / И. И. Гридасов. – М.: Колос, 1997. – 255 с.

55. Гулидова, В. А. Совершенствуем технологию возделывания овса / В. А. Гулидова // Земледелие. – 2003. – № 6. – 34 с.

56. Гурикова, Е. И. Применение природных регуляторов роста на яровом рапсе в период вегетации / Е. И. Гурикова // Агрохимия и экология: история и современность: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Н. Новгород: Изд-во НГСХА, 2008. – Т. 2. – С. 74-78.

57. Действие средств химизации на урожайность и качество зерна овса в условиях радиоактивного загрязнения / В. Ф. Шаповалов, Н. М. Белоус, Г. П.

Малявко и др. // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2 (44). – С. 68-72.

58. Державин, Л. М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л. М. Державин. – М.: Колос, 1992. – 272 с.

59. Державин, Л. М. Применение минеральных удобрений и окружающая среда / Л. М. Державин, Е. В. Серова, А. Ф. Хлыстова // Агрохимия. – 1982. – № 1. – С. 121-123.

60. Детковская, Л. П. Влияние удобрений на урожай и качество зерна / Л. П. Детковская, Е. М. Лимантова. – Мн.: Урожай, 1987. – 135 с.

61. Долгодворов, В. Е. Формирование урожая яровой пшеницы и посевных качества семян при дробном внесении азотных удобрений и применении хлорхолинхлорида / В. Е. Долгодворов, З. С. Султанова // Изв. ТСХА. – 1989. – Вып. 1. – С. 15-21.

62. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

63. Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 383 с.

64. Жуков, Ю. П. Влияние различных систем удобрения и средств защиты растений на урожайность культур, фитосанитарное состояние их посевов и продукции при хранении / Ю. П. Жуков, С. Н. Чивыркин, Н. Н. Головцева // АгроXXI. – 2009. – № 10. – С. 125.

65. Жученко, А. А. Стратегия адаптивной интенсификации растениеводства / А. А. Жученко // Докл. РАСХН. – 1999. – № 2. – С. 5-11.

66. Жученко, А. А. Экологическая генетика культурных растений / А. А. Жученко. – Кишинёв: Штиница, 1980. – 558 с.

67. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А. А. Завалин. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.

68. Завалин, А. А. Влияние биопрепаратов и азотного удобрения на продуктивность кукурузы на обыкновенном чернозёме / А. А. Завалин, А. С.

Карашаева, Л. Х. Азубеков // Агрохимический вестник. – 2004. – № 2. – С. 28-32.

69. Завалин, А. А. Потоки азота в агроэкосистеме: от идей Д. Н. Прянишникова до наших дней / А. А. Завалин, О. А. Соколов. – М.: ВНИИА, 2016. – 590 с.

70. Защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве: к 30-летию аварии на ЧАЭС / Н. И. Санжарова, А. В. Панов, Н. Н. Исамов и др. // Агрохимический вестник. – 2016. – № 2. – С. 5-9.

71. Зерновые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элемер, А. Потсников и др.; под общ. ред. Д. Шпаара. – Мн.: «ФУ Аинформ», 2000. – 421 с.

72. Злотников, А. К. Применение биопрепарата для повышения устойчивости растений к засухе и другим стрессорам / А. К. Злотников, К. М. Злотников // Агро XXI. – 2007. – № 10-12. – С. 37-38.

73. Ибрагимов, К. Ш. Влияние навоза, извести, цеолита на поступление ^{137}Cs и ^{90}Sr в растения на примере супесчаной дерново-подзолистой почвы / К. Ш. Ибрагимов, С. А. Соколова, Е. М. Попова // Бюл. ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 129-130.

74. Израэль, Ю. А. Радиоактивное загрязнение природных сред в результате аварии на ЧАЭС / Ю. А. Израэль. – И.: Комтехпринт, 2006. – 28 с.

75. Изучение поведения ^{137}Cs в почве и его поступление в сельскохозяйственные культуры в зависимости от различных факторов / И. Т. Моисеев, Н. И. Санжарова и др. // Агрохимия. – 1994. – № 2. – С. 103-117.

76. Изучение удобрений и биопрепарата Гумистим при выращивании ячменя в условиях радиоактивного загрязнения / М. М. Кизюля, В. Ф. Шаповалов, Л. П. Харкевич и др. // Агрохимический вестник. – 2017. – № 3. – С. 23-26.

77. Изучение факторов, влияющих на биологическую подвижность ^{137}Cs в агроценозе на дерново-подзолистой песчаной почве / М. В. Федоркова, Н. В. Белова, Е. П. Пахненко и др. // Проблемы агрохимии и экологии. – 2016. – № 1. – С. 19-25.

78. Илахун, А. Поступление радионуклидов в растения кукурузы в водных культурах с применением органических лигандов / А. Илахун, А. И. Карпухин, С. П. Торшин // Плодородие. – 2008. – № 4. – С. 46-47.

79. Интенсивные технологии возделывания полевых культур в Нечерноземной зоне / Л. А. Синякова, В. Г. Васько, З. Я. Зайцев и др. – Л.: ЛО Агропромиздат, 1987. – 224 с.

80. К вопросу о влиянии минеральных удобрений на доступность ^{137}Cs / И. Т. Моисеев и др. // Агрохимия. – 1986. – № 2. – С. 82-94.

81. К оценке влияния минеральных удобрений на динамику обменного ^{137}Cs в почвах и доступность его овощным культурам / И. Т. Моисеев, Ф. А. Тихомиров, В. З. Мартюшов и др. // Агрохимия. – 1988. – № 5. – С. 86-92.

82. Казаков, Е. Д. Зерноведение с основами растениеводства / Е. Д. Казаков. – М.: Колос, 1983. – 352 с.

83. Калий на почвах, загрязненных радиоактивным цезием / С. А. Тулин, Н. Г. Ставрова, Г. Т. Воробьев и др. // Химия в сельском хозяйстве. – 1994. – № 2. – С. 12-14.

84. Калинов, А. Г. применение минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании ярового ячменя и овса на радиоактивно загрязненной почве / А. Г. Калинов, Е. М. Милютина // Агрохимический вестник. – 2020. – № 3. – С. 77-82.

85. Карелина, В. А. Результаты оценки сортов и сортообразцов овса посевого в условиях Севера Европейской части России / В. А. Карелина // Кормопроизводство. – 2014. – № 11. – С. 33-34.

86. Касаева, К. А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых культур / К. А. Касаева. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1986. – 57 с.

87. Каскарбиев, Ж. А. Формирование продуктивности посевов овса в зависимости от сорта, срока посева и удобрений / Ж. А. Каскарбиев, Е. П. Слаченко // Зерновое хозяйство. – 2001. – № 2. – С. 33-34.

88. Каюмов, М. К. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / М. К. Каюмов. – М., 2004. – 188 с.

89. Кирпичников, Н. А. Оценка систематического применения средств химизации при возделывании озимой пшеницы / Н. А. Кирпичников, А. М. Алиев, Н. И. Цимбалист // *Агрохимический вестник*. – 2018. – № 3. – С. 15-18.
90. Коваленко, А. А. Влияние степени окультуренности почвы и удобрений на устойчивость урожаев сельскохозяйственных культур / А. А. Коваленко, С. Н. Трофимов, К. П. Хайдуков // *Плодородие*. – 2015. – № 2. – С. 30-33.
91. Козлова, А. В. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений в различных дозах и сочетаниях при возделывании овса в полевом севообороте на дерново-подзолистой и легкосуглинистой почве: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / А. В. Козлова. – М., 2015. – 26 с.
92. Козьмина, Н. П. Теоретические основы прогрессивных технологий (Биотехнология). Зерноведение (с основами биохимии растений) / Н. П. Козьмина, В. А. Гунькин, Г. М. Сусянок. – М.: Колос, 2006. – 464 с.
93. Комарова, Г. Н. Влияние регулятора роста на развитие гуминовой природы гумостим на овёс / Г. Н. Комарова, А. В. Сорокина // *Достижения науки и техники АПК*. – 2012. – № 5. – С. 27-29.
94. Кононов, А.С. Адаптивный потенциал зерна в люпино-злаковых агроценозах / А.С. Кононов, С.А. Кононова // *Зерновые культуры*. – 1997. - №4. – С.15-16.
95. Конончук, В. В. Агрохимические аспекты формирования высоких урожаев зерновых культур в Центральном Нечерноземье / В. В. Конончук // *Зерновое хозяйство России*. – 2016. – № 2 (44). – С. 3-8.
96. Конончук, В. В. Оптимизация азотного питания овса в севооборотах центрального Нечерноземья / В. В. Конончук, М. С. Гончаренко // *Агрохимический вестник*. – 2011. – № 5. – С. 20-22.
97. Корелина, В. А. Результаты оценки сортов и сортообразцов овса посеваемого в условиях севера Европейской части России / В. А. Корелина // *Кормопроизводство*. – 2014. – № 11. – С. 31-34.

98. Кореньков, Д. А. Агроэкологическая система применения азотных удобрений / Д. А. Кореньков. – М.: ГУП «Агропрогресс», 1999. – 296 с.
99. Кореньков, Д. А. Продуктивное использование минеральных удобрений / Д. А. Кореньков. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 221 с.
100. Крупяные культуры: биологизация и технология возделывания / В. Е. Торилов, Н. М. Белоус, О. В. Мельникова и др. – Брянск, 2010. – 110 с.
101. Кузина, К. И. Влияние минеральных удобрений на качество продукции и окружающую среду / К. И. Кузина, А. Д. Мочалова, С. Ф. Покровская. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1985. – 68 с.
102. Кузнецов, В. К. Методологические основы организации защитных мероприятий ландшафтно-экологической направленности на радиоактивно-загрязнённых территориях / В. К. Кузнецов, Н. И. Санжарова // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2016. – Т. 56, № 1. – С. 90-101.
103. Кузнецов, В.К. Оценка влияния длительного применения минеральных удобрений на свойства почв, качество продукции и накопление ^{137}Cs урожаем зерновых культур / В.К. Кузнецов, Н.И. Санжарова, В.И. Бровкин и др. // Агрохимия. – 2017. - №2. – С. 64-72.
104. Кулаковская, Т. Н. Размеры увеличения растительного белка в нечерноземной зоне / Т. Н. Кулаковская // Международный с.-х. журнал. – 1978. – № 5. – С. 48-52.
105. Ладонин, В. Ф. Агроэкологические проблемы комплексной химизации земледелия / В. Ф. Ладонин. – М.: ГУП «Агропрогресс», 2000. – 88 с.
106. Ладонин, В. Ф. Экологические проблемы комплексного применения средств химизации в интенсивных технологиях / В. Ф. Ладонин // Экологические проблемы химизации в интенсивном земледелии. – М.: ВИУА, 1990. – С. 11.
107. Ладонин, В. Ф. Эффективность комплексного внесения средств химизации / В. Ф. Ладонин // Докл. ВАСХНИЛ. – 1991. – № 8. – С. 18-22.
108. Леонова, Н. В. Оценка применения удобрений и мелиорантов на почвах, загрязненных радиоактивными осадками / Н. В. Леонова, П. В.

Прудников // Агрохимический вестник. – 2014. – № 5. – С. 8-11.

109. Лукашов, В. Н. Эффективность использования однолетних бобово-злаковых зерносмесей в условиях Калужской области / В. Н. Лукашов, Т. Н. Короткова // Культура люпина – его возможности и перспективы: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Брянск: ЗАО Изд-во «Читай город», 2012. – С. 26-31.

110. Лыков, А. М. Гумус и плодородие почвы / А. М. Лыков. – М.: Московский рабочий, 1985. – 191 с.

111. Малявко, Г. П. Агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России: монография / Г. П. Малявко, Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов. – Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2010. – 247 с.

112. Малявко, Г.П. Агрохимическое обоснование технологий возделывания озимой ржи на юго-западе России / Г.П. Малявко, Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов: монография. - Брянск: Изда-во Брянской ГСХА, 2010. -247 с.

113. Малявко, Г. П. Биоэнергетический анализ производства зерна овса на радиоактивно загрязненных почвах / Г. П. Малявко, В. Ф. Шаповалов, О. Н. Шульга // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы IX междунар. науч. конф. – Брянск, 2012. – С. 112-116.

114. Мамченков, И. П. Навоз и компосты / И. П. Мамченков. – М.: СХГ, 1955. – 111 с.

115. Матюхина, М. В. Влияние комплексного применения средств химизации на урожайность зерна овса в условиях радиоактивного загрязнения / М. В. Матюхина, В. Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. – 2011. – № 3. – С. 38-43.

116. Матюхина, М. В. Эффективность средств химизации при возделывании овса в условиях радиоактивного загрязнения юго-запада Центрального региона России: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / М. В. Матюхина. – Брянск, 2013. – 20 с.

117. Мельникова, О. В. Влияние минеральных удобрений на содержание аминокислот в зерне озимой ржи / О. В. Мельникова, И. И. Фокин //

Агрохимический вестник. – 2009. – № 5. – С. 40.

118. Мерзлая, Г. Е. Эффективность органических и минеральных удобрений при выращивании озимой ржи / Г. Е. Мерзлая, Г. А. Зябкина, И. В. Панкратенкова // Агрохимия. – 1997. – № 9. – С. 59-62.

119. Мероприятия по реабилитации и безопасному использованию сельскохозяйственных угодий, временно исключенных из землепользования / Г. В. Козьмин, Н. И. Санжарова, С. В. Фесенко и др. // Химия в сельском хозяйстве. – 1996. – № 1. – С. 19-22.

120. Милащенко, Н. З. Производство экологически чистых и биологически полноценных продуктов питания / Н. З. Милащенко, В. П. Захаров // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 1. – С. 6-9.

121. Минеев, В. Г. Агрохимия и биосфера / В. Г. Минеев. – М.: Колос, 1984. – 246 с.

122. Минеев, В. Г. Агрохимия, биология и экология почвы / В. Г. Минеев, Е. Х. Ремпе. – М.: Агропромиздат, 1990. – 206 с.

123. Минеев, В. Г. Перспективы применения удобрений / В. Г. Минеев, Э. И. Шконде, З. К. Благовещенская. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1982. – С. 3-7.

124. Минеев, В. Г. Экологические последствия длительного применения повышенных и высоких доз минеральных удобрений / В. Г. Минеев, Е. Х. Ремпе // Агрохимия. – 1991. – № 3. – С. 35-49.

125. Миронова, А. Н. Качество зерна яровой пшеницы в зависимости от сорта удобрений, предшественников / А. Н. Миронова, Е. А. Терещенкова // Наука и образование - возрождение сельского хозяйства России в XXI веке. – Брянск, 2000. – С. 31-37.

126. Миронова, А. Н. Урожайность и качество зерна сортов яровой пшеницы в зависимости от сроков посева, фонов питания и предшественников: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А. Н. Миронова. – М., 2002. – 20 с.

127. Митрофанов, А. С. Овес / А. С. Митрофанов, К. С. Митрофанова. – М.: Колос, 1972. – 269 с.

128. Митянин, И. О. Испытание препарата бисолбифит на зерновых культурах / И. О. Митянин, Д. Б. Сметов, Е. В. Дабахова // *Агрохимический вестник*. – 2011. – № 6. – С. 35-37.
129. Мишустин, Е.Н. Интенсификация химизации в земледелии и охрана природы. – Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве / Е.Н. Мишустин и др. // *Труды зоологического института РАН СССР*, 1981. – С. 34-39.
130. Моисеенко, Ф. В. Итоги работы Новозыбковской Государственной сельскохозяйственной опытной станции за 2001-2006 гг. / Ф. В. Моисеенко, В. Ф. Шаповалов // *Повышение плодородия, продуктивности дерново-подзолистых песчаных почв и реабилитации загрязненных сельскохозяйственных угодий*. – М.: Агроконсалт, 2007. – Вып. VII. – С. 10-13.
131. Муромцев, Г. С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев // *Аграрная наука*. – 1993. – № 3. – С. 21-24.
132. Муромцев, Г. С. Состояние исследований по регуляторам роста в России / Г. С. Муромцев, Е. Э. Данилова // *Физиология растений*. – 1994. – Т. 41, № 5. – С. 779-787.
133. Мязин, Г. Г. Влияние удобрений на накопление нитратов и тяжелых металлов в почве и растениях и на продуктивность звена зернопропашного севооборота / Г. Г. Мязин, Р. А. Павлов, В. В. Шеина // *Агрохимия*. – 2006. – № 2. – С. 22-29.
134. Новиков, И. С. Гибберсиб-У биостимулятор плодообразования растений / И. С. Новиков // *Защита растений*. – 1997. – № 1. – С. 41-49.
135. Новиков, М. Н. Рекомендации по возделыванию люпина в смешанных посевах в севооборотах Нечерноземной зоны / М. Н. Новиков, В. Н. Баранов. – Владимир, 2007. – 154 с.
136. Орлов, П. М. Современная оценка последствий радиоактивного загрязнения почв и растений / П. М. Орлов, Н. И. Аканова // *Агрохимия*. – 2018. – № 4. – С. 70-77.
137. Основные факторы, определяющие поведение радионуклидов в

системе почва-растение / Б. С. Пристер, Л. В. Переплетникова, В. И. Дугинов и др. // Проблемы с.-х. радиологии. – 1992. – Вып. 2. – С. 108-117.

138. Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве: сб. ст. / АН СССР, Зоол. ин-т и др.; под ред. Э. И. Слепяна. – Л.: Зоол. ин-т, 1981. – С. 34-39.

139. Оценка эффективности удобрений и биопрепарата Гумистим при возделывании озимой пшеницы на радиоактивной почве / Е. В. Справцева, Р. В. Мимонов, Н. М. Белоус и др. // Агрохимический вестник. – 2019. – № 2. – С. 42-47.

140. Панников, В. Д. Теория и практика повышения плодородия почв / В. Д. Панников // Вестник с.-х. науки. – 1981. – № 12. – С. 14-23.

141. Панов, А. В. Изменение эффективности защитных мероприятий по снижению накопления ^{137}Cs сельскохозяйственными растениями в различные периоды после аварии на Чернобыльской АЭС / А. В. Панов, Р. М. Алексахин, А. А. Музачевская // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2011. – Т. 51, № 1. – С. 134-153.

142. Панов, А. В. Оценка и прогноз уровней загрязнения ^{137}Cs сельскохозяйственных угодий юго-западных регионов Брянской области, подвергшихся воздействию от аварии на Чернобыльской АЭС / А. В. Панов, Е. В. Гордиенко, П. В. Прудников // Агрохимический вестник. – 2016. – № 5. – С. 10-14.

143. Парамонова, Т. А. Корневое поглощение ^{137}Cs и его распределение надземными и подземными органами растений: анализ литературы / Т. А. Парамонова, С. В. Машихин // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2017. – Т. 57, № 6. – С. 646-662.

144. Пасынкова, Е. Н. Зависимость урожая зерна овса от доз азотных удобрений и гидротермических условий межфазных периодов вегетации / Е. Н. Пасынкова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2010. – № 4. – С. 13-17.

145. Пасынкова, Е. Н. Формирование урожая и технологических качеств зерна различных сортов овса в зависимости от доз и сроков применения азотных удобрений / Е. Н. Пасынкова, А. В. Пасынков, С. А. Баландина //

Агрохимия. – 2008. – № 4. – С. 43-51.

146. Пасынкова, Е. Н. Эффективность минеральных удобрений при возделывании пленчатого и голозерного овса / Е. Н. Пасынкова, А. В. Пасынков, Н. А. Баландин // Агро XXI. – 2012. – № 10. – С. 38-42.

147. Переход цезия-137 в растения из дерново-подзолистой почвы в зависимости от доз его подвижности / Н. И. Санжарова, Н. В. Белова, П. И. Юриков и др. // Агрохимия. – 2004. – № 7. – С. 58-66.

148. Перспективная ресурсосберегающая технология производства овса / Г. А. Баталова, Т. М. Козлова, В. Л. Андреев и др. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2009. – 60 с.

149. Пестициды и регуляторы роста растений / Н. Н. Мельников, К. В. Новошилов, С. Р. Белан и др. – М.: Химия. 1995. – 575 с.

150. Петрова, Г. В. «Гумми» и биогумус повышает урожай / Г. В. Петрова, И. В. Елманов, А. В. Матвеев // Картофель и овощи. – 2002. – № 3. – С. 30.

151. Плешков, Б. П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б. П. Плешков. – М.: Колос, 1980. – 495 с.

152. Плющиков, В. Г. О едином руководстве по ведению сельскохозяйственного производства / В. Г. Плющиков, С. К. Фирсакова, А. П. Повалаев // Производство экологически безопасной продукции растениеводства и животноводства. – Брянск, 2004. – С. 3-5.

153. Подоляк, А.Г. Влияние органических удобрений на аккумуляцию ^{137}Cs и ^{90}Sr в травостое суходольного луга на дерново-подзолистой песчаной почве / А.Г. Подоляк, В.П. Жданович, Л.Е. Одинцова и др. // Агрохимия. – 2005. - №11. – С.66-75.

154. Подоляк, А.Г. Радиологическая оценка защитных мероприятий, применяемых в агропромышленном комплексе Республики Беларусь в 2000-2005 гг. / А.Г. Подоляк, И.М. Богдевич, В.Ю. Агеец, С.В. Тимофеев // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2007. - Т. 47. -№ 3. - С. 356-370.

155. Подоляк, А.Г. Расчет доз минеральных удобрений для кормовых

угодий, загрязненных радионуклидами / А.Г. Подоляк, И.М. Богдевич, Л.Е. Одинцова, И.И. Ивашкина // *Агрохимический вестник*. - 2006. - № 2. - С. 21-23.

156. Покровская, С. Ф. Влияние загрязнения окружающей среды на продуктивность сельскохозяйственных культур / С. Ф. Покровская. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – 48 с.

157. Продуктивность и качество зерна сортов овса селекции Московского научно-исследовательского института сельского хозяйства «Немчиновка» при разных технологиях возделывания / С. И. Воронов, П. М. Политыко, В. Н. Капранов и др. // *Российская с.-х. наука*. – 2017. – № 5. – С. 7-10.

158. Производство овса в севообороте в зависимости от технологических факторов и погодных условий в Центральном Нечерноземье / В. В. Конончук, В. Д. Штырхунов, А. Д. Кабашов и др. // *Агрохимический вестник*. – 2017. – № 1. – С. 25-31.

159. Производство овса в условиях радиоактивного загрязнения / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов, Г. П. Малявко и др. // *Агрохимический вестник*. – 2012. – № 5. – С. 20-21.

160. Прокошев, В. В. Калий и калийные удобрения / В. В. Прокошев, И. П. Дерюгин. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.

161. Просянных, Е. В. Естественные пойменные экосистемы Чернобыльской зоны: радиоэкологическое состояние и адаптивный способ снижения перехода Cs по пищевым цепям / Е. В. Просянных, А. А. Силаев // *Чернобыль - 20 лет спустя. Социально-экономические проблемы и перспективы развития пострадавших территорий: материалы междунар. науч.-практ. конф.* – Брянск, 2005. – С. 95-96.

162. Просянных, Е. В. Загрязнение торфяных почв Русской платформы и Cs / Е. В. Просянных, В. Н. Крештапова, Г. В. Чекин // *Современные проблемы загрязнения почв: сб. тез. докл. междунар. науч. конф. посвящ. 250-летию МГУ*. – М., 2004. – С. 229-230.

163. Просянных, Е. В. Закономерности развития природных и антропогенно-трансформированных экосистем Брянской области, пострадавших от

глобальной аварии на Чернобыльской АЭС / Е. В. Просянных // Электронное науч.-учеб. изд. осуществлено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 01-04-97405. – Брянск, 2002.

164. Просянных, Е. В. Мониторинг почвообразования в Брянском по- лесье / Е. В. Просянных // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVII междунар. науч. конф. – Брянск, 2020. – С. 121-127.

165. Просянных, Е. В. Радиоэкологический мониторинг почв Брян- ской области / Е. В. Просянных // Научные почвоведческие чтения / отв. Г. И. Кукатова. – Брянск: Изд-во науч. университетская б-ка им. Ф. И. Тютчева, 2010. – С. 110-120.

166. Просянных, Е. В. Эффективность реабилитационных мероприя- тий в растениеводстве на радиоактивно загрязнённых землях / Е. В. Просянных, А. Д. Зверева // Чернобыль – 20 лет спустя. Социально-экономические проблемы и перспективы развития пострадавших территорий: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2005. – С. 236-240.

167. Прудников, П. В. Агрохимические и агроэкологическое состояние почв Брянской области / П. В. Прудников, Н. Г. Поликарпов. – Брянск, 2006. – 608 с.

168. Прудников, П. В. Использование агрономических руд и новых комплексных минеральных удобрений на радиоактивно-загрязнённых почвах / П. В. Прудников. – Брянск, 2012. – 296 с.

169. Прудников, П. В. Эффективность агрохимических мероприятий при реабилитации радиоактивно загрязнённых территорий / П. В. Прудников, З. Н. Маркина, А. А. Кошелев // Агрохимический вестник. – 2006. – № 2. – С. 8-10.

170. Путинцев, В. Н. Действие удобрительно-пестицидных смесей на урожай и качество ячменя в условиях Центрального Нечерноземья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. Н. Путинцев. – М.: ВИУА, 1993. – 28 с.

171. Пшеничко, Н. М. Урожай и качество зерна овса в зависимости от сортовых особенностей / Н. М. Пшеничко // Земледелие и его ресурсное

обеспечение в современных условиях: материалы науч.-практ. конф. посвящ. 75-летию заслуженного деятеля науки РФ, д-ра с.-х. наук проф. В. П. Заикина и 80-летию образования академии. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородская ГСХА, 2010. – С. 107-109.

172. Ратников, А. Н. Гумат натрия снижает накопление радионуклидов в овощах / А. Н. Ратников, Т. Л. Жигарева, Г. И. Попова // Картофель и овощи. – 1997. – № 4. – С. 10-11.

173. Ратников, А. Н. Эффективность окультуривания дерново-подзолистых почв в земледелии на радиоактивно загрязненных территориях / А. Н. Ратников // Бюл. ВИУА. – 2001. – № 114. – С. 151-152.

174. Роль органического вещества и минеральной части торфов в сорбции радиоцезия / Т. М. Поникарова, В. Н. Уфимова, В. Ф. Дричко и др. // Почвоведение. – 1995. – № 9. – С. 1096-1110.

175. Ряховская, Н.И. Урожайность картофеля и овса в короткоротационном севообороте при внесении цеолита / Н.И. Ряховская, В.В. Гайнатулина // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – №3. – С. 16-18.

176. Санжарова, Н. И. Накопление ^{137}Cs сельскохозяйственными культурами на песчаных и супесчаных почвах Белорусского Полесья под влиянием различных мелиорантов / Н. И. Санжарова, В. К. Кузнецов, С. П. Аксенова // Сельскохозяйственная биология. – 1996. – № 3. – С.277.

177. Сивуха, Н. В. Сопряженность продуктивности растений к элементам ее структуры у сортов яровой пшеницы различных экотипов в южной лесостепи Омской области / Н. В. Сивуха // Резервы увеличения производства зерна в Западной Сибири. – Омск: Изд-во Омского СХИ, 1985. – С. 69-73.

178. Синяшин, О. Г. Инновационные регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве / О. Г. Синяшин, О. А. Шаповал, М. М. Шулаева // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 38-42.

179. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России / В. Ф. Мальцев, М. К. Каюмов, К. Е. Ториков и др. – М.: ФГГУ

«Росинформагротех», 2002. – Ч. 2. – 576 с.

180. Сичкарь, Н. В. Изменчивость состава химических веществ в семенах ячменя и овса / Н. М. Сичкарь // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1996. – Т. 38, вып. 1. – С. 91-98.

181. Соколов, О. А. Использование растениями овса азота различных доноров в агросистеме / О. А. Соколов, Н. Я. Шмырева, А. А. Завалин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 3. – С. 29-32.

182. Соловьёв, А. В. Просо на северо-западе Поволжья / А. В. Соловьёв. – М., 2006. – 202 с.

183. Сорокин, А. Е. Экспериментально-теоретическое обоснование технологий возделывания яровых зерновых культур и кормовых бобов в юго-западной части Центрального региона России при биологизации земледелия: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / А. Е. Сорокин. – Брянск, 2011. – 40 с.

184. Справцева, Е. В. Урожайность и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от средств химизации в условиях радиоактивного загрязнения / Е. В. Справцева // Земледелие. – 2016. – № 6. – С. 31-34.

185. Суделовская, А. В. Системы удобрения овса и качество получаемой продукции в условиях радиоактивного загрязнения / А. В. Суделовская // Вестник Брянской ГСХА. – 2009. – № 5. – С. 19-23.

186. Сурин, Н. А. Адаптивные потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, овёс, ячмень) / Н. А. Сурин. – Новосибирск: ФГБНУСО РАН, 2011. – 585 с.

187. Сушеница, Б. А. Оптимизация фосфатного режима почв и фосфорного питания растений с использованием молотых фосфоритов / Б. А. Сушеница // Совершенствование организации и методологии агрохимических исследований в географической сети опытов с удобрениями. – М., 2006. – С. 24-26.

188. Сушеница, Б. А. Эффективность новых комплексных удобрений в условиях радиоактивно загрязненных агроценозов / Б. А. Сушеница, В. Н.

Капранов, П. В. Прудников // Агрохимический вестник. – 2011. – № 5. – С. 23-25.

189. Сычёв, В. Г. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений / В. Г. Сычев, С. А. Шафран. – М.: ВНИИА, 2013. – 296 с.

190. Сычёв, В. Г. Крупномасштабные радиационные аварии и загрязнение почв техногенными радионуклидами / В. Г. Сычёв, П. М. Орлов, М. И. Лунев // Плодородие. – 2016. – № 3. – С. 30-32.

191. Такунов, И. П. Люпин – эффективное средство биологической интенсификации кормопроизводства / И. П. Такунов // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С. 2.

192. Таразанова, Т. В. Урожай и качество зерна овса при различном обеспечении удобрениями / Т. В. Таразанова, Э. Н. Садовская // Изв. ТСХА. – 2011. – № 5. – С. 72-78

193. Тихонович, И. А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации в РФ / И. А. Тихонович, А. А. Завалин // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 28-31.

194. Томме, М. Ф. Аминокислотный состав кормов / М. Ф. Томме, Р. В. Мартыненко. – М.: Колос, 1972. – 288 с.

195. Торилов, В. Е. Урожайность и качество зерна овса в зависимости от видов и норм внесения минеральных удобрений / В. Е. Торилов, А. В. Макаров // Вестник Брянской ГСХА. – 2019. – № 6 (76). – С. 13-20.

196. Трапезников, В. П. Регуляторы роста Гумми на картофеле / В. П. Трапезников // Земледелие. – 2003. – № 1. – С. 37.

197. Турусов, В. И. Ресурсосберегающие технологии при возделывании овса / В. И. Турусов, И. М. Корнилов // Кормопроизводство. – 2015. – № 12. – С. 18-21.

198. Уромова, И. П. Агробιοлогическое и экологическое обоснование приемов возделывания картофеля, полученного методом апикальной

меристемы в условиях Волго-Вятского региона: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09; 03.00.16 / Н. П. Уромова. – Брянск, 2009. – 42 с.

199. Усанова, З. И. Эффективность применения новых видов удобрения и наноматериалов в технологии возделывания овса / З. И. Усанова, А. С. Васильев // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 8. – С. 19-22.

200. Усанова, З. И. Влияние норм высева на формирование урожайности сортов овса на разных фонах минерального питания / З. И. Усанова, С. Б. Рыбальченко // Главный агроном. – 2006. – № 12. – С. 27-29.

201. Федотова, М. Ю. Совершенствование технологии возделывания овса / М. Ю. Федотова, Д. В. Виноградов // Главный агроном. – 2019. – № 5. – С. 13-15.

202. Федулова, А. Д. Влияние различных систем удобрения в последствии на микробиологическую активность почвы и урожайность овса / А. Д. Федулова, Г. Е. Мерзлая, Д. А. Постников // Достижения науки и техники АПК. – 2018. – № 4. – С. 31-33.

203. Фесенко, С. В. Оценка периодов полуснижения содержания ^{137}Cs в корнеобитаемом слое почв луговых экосистем / С. В. Фесенко, Н. И. Спиридонов, Н. И. Санжарова // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1997. – Т. 37, № 2. – С. 267-280.

204. Формирование продуктивности овса в условиях радиоактивного загрязнения дерново-подзолистой почвы / Е. М. Милютина, Е. А. Дробышевская, В. Ф. Шаповалов и др. // Плодородие. – 2019. – № 4. – С. 59-62.

205. Харитонов, Н. Н. Особенности минерального питания и формирования продуктивности озимой пшеницы при комплексном воздействии средств химизации: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Н. Н. Харитонов. – М.: ВИУА, 1991. – 19 с.

206. Хвощева, Б. Г. Повышение эффективности использования удобрений в зерновом хозяйстве / Б. Г. Хвощева. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – 52 с.

207. Хомяков, Д. Н. Производство зерна в России и рациональное природопользование / Д. М. Хомяков // Агрохимический вестник. – 2011. – № 1.

– С. 6-9.

208. Чайлахян, И. Х. Регуляция цветения высших растений / И. Х. Чайлахян. – М., 1988. – 560 с.

209. Чекмарев, П. А. Производство качественного зерна – важнейшая задача агропромышленного комплекса России / П. А. Чекмарев // Земледелие. – 2009. – № 4. – С. 3-4.

210. Чекмарев, П. А. Система удобрения в условиях биологизации земледелия / П. А. Чекмарев, С. В. Лукин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 10-12.

211. Шаповал, О. А. Итоги регистрационных испытаний регуляторов роста растений различных химических групп / О. А. Шаповал, И. П. Можарова, Т. В. Кононова // Проблемы агрохимии и экологии. – 2016. – № 4. – С. 30-40.

212. Шаповал, О. А. Регуляторы роста растений в агротехнологических основах сельскохозяйственных культур / О. А. Шаповал, И. П. Можарова, А. Я. Барчукова. – М.: ВНИИА, 2015. – 65 с.

213. Шаповал, О. А. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О. А. Шаповал, Л. Д. Прусакова, В. В. Вакуленко. – М.: ВНИИА, 2009. – 60 с.

214. Шевелуха, В. С. Биотехнология и биобезопасность в агропромышленном производстве / В. С. Шевелуха // Достижения науки и техники АПК. – 2004. – № 1. – С. 6-9.

215. Шеуджен, А. Х. Питание и удобрение зерновых культур. Овес / А. Х. Шеуджен. – Майкоп: Изд-во ООО «Аякс», 2010. – 12 с.

216. Шмырева, Н. Я. Потоки и баланс азота удобрения и азота почвы в условиях севооборота на эродированной дерново-подзолистой почве: сообщ. 1. Овес / Н. Я. Шмырева, А. А. Завалин, О. А. Соколов // Плодородие. – 2019. – № 1 (106). – С. 47-50.

217. Шубина, О.А. Итоги комплексной паспортизации сельскохозяйственных угодий Брянской области, загрязнённых радионуклидами / О.А.

Шубина, И.Е. Титов, В.В. Кречетников, С.И. Санжарова // *Агрохимический вестник*. – 2017. – №3. – С. 35-39.

218. Энтомологическая оценка посевов озимой пшеницы в условиях интенсивной технологии возделывания / В. И. Танский, Л. П. Кряжева, Г. Н. Дармидонтова и др. // *Сельскохозяйственная биология*. – 1992. – № 3. – С. 128-133.

219. Эффективность защитных мероприятий при реабилитации кормовых угодий России и Беларуси, загрязнённых после катастрофы на Чернобыльской АЭС / Н. М. Белоус, А. Г. Подоляк, А. Ф. Карпенко и др. // *Радиационная биология. Радиоэкология*. – 2016. – Т. 56, № 4. – С. 405-413.

220. Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании овса в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов / Е. А. Дробышевская, Е. М. Милютина, Н. М. Белоус и др. // *Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XV междунар. науч. конф.* – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – С.135-140.

221. Эффективность новых стимуляторов роста растений из торфа в условиях Западной Сибири / И. Б. Сорокин, Э. В. Титова, М. С. Калиниченко и др. // *Сибирский вестник с.-х. науки*. – 2008. – № 6. – С. 5-11.

222. Эффективность снижения ^{137}Cs в сельскохозяйственной продукции / А. Н. Ратников, Н. А. Корнеев, Г. И. Попова и др. // *Аграрная наука*. – 1999. – № 1. – С. 20-22.

223. Юркин, С. Н. Потери элементов питания в земледелии и охрана окружающей среды / С. Н. Юркин, З. К. Благовещенская, Н. В. Макаров. – М.: ВНИИТЭИСХ, 1978. – 52 с.

224. Юсова, О. А. Качество зерна овса в условиях южной лесостепи западной Сибири / О. А. Юсова // *Достижения науки и техники АПК*. – 2017. – Т. 31, № 12. – С. 32-35.

225. Ягодин, Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 305 с.

226. Ягодин, Б. А. Необходимость использования и перспективы

применения микроэлементов в сельском хозяйстве / Б. А. Ягодин // Синтез и исследования микроудобрений на полимерной основе. – Горький: НГИ, 1985. – С. 42-45.

227. Яхин, О. И. Биостимуляторы в агротехнологиях: проблемы решения, перспективы / О. И. Яхин, А. А. Лубянов, И. А. Яхин // Агрохимический вестник. – 2016. – № 1. – С. 15-21.

228. Яхин, О. И. Современное представление о биостимуляторах / О. И. Яхин, А. А. Лубянов, И. А. Яхин // Агрохимия. – 2014. – № 7. – С. 85-90.

229. Association of radionuclides with different molecular size fractions in soil solution: implications for plant uptake / A. F. Nisbet, B. Salbu, S. Shaw, J. Environ // Radioactivity. – 1993. – V. 18. – P. 71-84.

230. Banks, W. The fractionation of laboratory-isolated cereal starches using, 5 MSO / W. Banks, C. T. Greenwood // DieStarke. – 1967. – Vol. 19. – P. 394-399.

231. Breimer, I. T. Normen voor het nitratgehalte van bladgroenten / I. T. Breimer // Bedrijfsontwikkeling. – 1982. – Vol. 13, N 3. – S. 280-286.

232. Demarguilly, C. Fertilisation et qualité du fourrage / C. Demarguilly // Fourrage. – 1997. – N 69. – P. 61-84.

233. Der Einfluss von Nitrationshemmern auf den Nitratgehalt in Gemüse in Abhängigkeit der verwendeten / N. Formen, J. Dressel, J. Young, H. Will // Gartenbauwissenschaft. – 1984. – Vol. 49, N 3. – S. 106-112.

234. Effect of hydrothermal treatment on physicochemical and digestibility properties of oat starch / M. Ovando-Martinez et. al. // Food Eng. – 2013. – N 90. – P. 17-25.

235. Effect of potassium (K) on the uptake of ^{137}Cs by spring wheat (Triticum cv Tonic) in a lysimeter study / V. G. Zhy, G. Shaw, A. F. Nisbet, B. T. Wilkins // Radiation and Environmental Biophysics. – 2000. – Vol. 39. – S. 283-290.

236. Frey, K. I. Protein of Oats: a paper presented at the third European meeting of the cereals / K. I. Frey // Section of EUCARPIA. – 1976. – N 20. – P. 25-26.

237. Harmey, M. A. The effect of growth regulators on tubification of cultured stem pieces of *Solanum tuberosum* / M. A. Harmey., M. P. Growley, P. S. Clinch // *European Potato Journal*. – 1996. – Vol. 9. – P. 146-151.
238. In vitro antioxidant activities of barley, husked oat, naked oat, triticale, and buckwheat wastes and their influence on the growth and biomarkers of antioxidant status in rats / Z. Zdunczyk et. al. // *Agric Food Chem.* – 2006. – N 54. – P. 4168-4175.
239. Interessante ökonomische und ökologische Bewertung der Landnutzung in peripheren Regionen / M. Müller, P. M. Schmitz, H. Thiele, T. Wronka // *Landwirtsch.* – 2001. – Vol. 79, N 1. – S. 19-48.
240. Kandra, J. Vplyv poveternostnych podmienok na obsah bielkovin a podiel veľkostných frakcií zrna iecmena / J. Kandra // *Rostlinná Vyroba*. – 1982. – V. 28, N 2. – p. 163-170.
241. Lin, W. Ecological Adaptability of Different Oat Varieties in Agro-pastoral Transition Area in the Northern Foot of Yinshan Mountain / W. Lin // *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology*. – 2009. – N 2. – P. 1-16.
242. Molecular characterization of 36 oat varieties and in vitro assessment of their suitability for celiac's diet / C. Ballabio et. al. // *Cereal Sci.* – 2011. – N 54. – P. 110.
243. Pasting and rheological properties of oat starch and its derivatives / W. Berski et. al. // *Carbohydr Polym.* – 2011. – N 83. – P. 665-671.
244. Pelican, M. Zmenga pšeniceho zrna počas dozrievania pri stupňovaní N-hnojenia / M. Pelican // *Univ. Agr. Fac. Agron.* – 1981. – V. 29, N 1-2. – p. 103-113.
245. Ryan, L. Oat-based breakfast cereals are a rich source of polyphenols and high in antioxidant potential / L. Ryan // *Food Compos Anal.* – 2011. – № 24. – P. 929-934.
246. Schipper, H. Observed gains from the current selection regimes for increased groat-oil content / H. Schipper, K. J. Frey // *Euphytica*. – 1991. – Vol. 54. – Pp. 221-229.

247. Smoeders, E. Some principles behind the selections of crops to minimize radionuclide uptake from soil / E. Smoeders // Total Environ. – 1995. – Vol. 137. – P. 135-146.
248. Souza, E. The inheritance and distribution of variation at four avena loci in North American oat germplasm / E. Souza, M. E. Sorrells // Genome. – 1990. – V. 33.
249. Volger, B. Alles dreht sich um die Pflanze / B. Volger // Landwirtschaftliches. – 1980. – Vol. 147, № 36. – S. 2046-2052.
250. Zhang, M. Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran / M. Zhang // Cereal Sci. – 2011. – N 54. – P. 98-103.
251. Zhy, V.G. Effect of potassium (K) on the uptake of ^{137}Cs by spring wheat (Triticum cv Tonic) A preliminary study / V.G. Zhy, G. Shaw, A.F. Nisbet, B.T. Wilkins // Radiation and Environmental Biophysics, 2000, vol. 39, S. 283- 290.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Влияние средств химизации на урожайность зерна овса, т/га (2018г.)

Вариант		Повторности			В среднем
		I	II	III	
1	Контроль (без удобрений)	2,13	2,21	2,08	2,14
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	2,76	2,26	2,63	2,55
3	Фон I+K ₆₀	2,78	2,61	2,59	2,66
4	Фон I+K ₉₀	2,69	2,72	2,81	2,74
5	Фон I+K ₁₂₀	3,27	2,98	3,47	3,24
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	3,03	2,54	2,98	2,85
7	Фон II +K ₉₀	3,40	3,46	3,37	3,41
8	Фон II +K ₁₂₀	3,94	3,76	3,88	3,85
9	Фон II +K ₁₅₀	4,16	4,18	4,38	4,24
10	Контроль+Альбит	2,51	2,46	2,56	2,51
11	Фон II + Альбит	2,85	2,97	3,48	3,10
12	Фон II +K ₉₀ + Альбит	3,73	3,59	3,76	3,69
13	Фон II +K ₁₂₀ + Альбит	4,21	3,98	4,35	4,18
14	Фон II +K ₁₅₀ + Альбит	4,56	4,69	4,58	4,61
НСР ₀₅ т/га					0,25

Приложение Б

Влияние средств химизации на урожайность зерна овса, т/га (2019г.)

Вариант		Повторности			В среднем
		I	II	III	
1	Контроль (без удобрений)	2,68	2,61	2,48	2,59
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	3,30	3,40	3,26	3,32
3	Фон I+K ₆₀	3,57	3,76	3,59	3,64
4	Фон I+K ₉₀	3,74	3,72	3,61	3,69
5	Фон I+K ₁₂₀	3,77	3,79	3,66	3,74
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	3,81	3,74	3,79	3,78
7	Фон II +K ₉₀	3,82	3,77	3,93	3,86
8	Фон II +K ₁₂₀	3,79	3,76	3,88	3,81
9	Фон II +K ₁₅₀	3,73	3,69	3,77	3,73
10	Контроль+Альбит	2,96	2,88	2,94	2,93
11	Фон II + Альбит	4,52	4,38	4,21	4,37
12	Фон II +K ₉₀ + Альбит	4,74	4,76	4,59	4,63
13	Фон II +K ₁₂₀ + Альбит	4,60	4,56	4,52	4,56
14	Фон II +K ₁₅₀ + Альбит	4,40	4,29	4,39	4,36
НСР ₀₅ т/га					0,13

Приложение В

Влияние средств химизации на урожайность зерна овса, т/га (2020г.)

Вариант		Повторности			В среднем
		I	II	III	
1	Контроль (без удобрений)	2,77	2,67	2,81	2,75
2	N ₆₀ P ₆₀ - фон I	3,75	3,36	3,63	3,58
3	Фон I+K ₆₀	3,85	3,66	3,83	3,78
4	Фон I+K ₉₀	3,99	3,77	3,91	3,89
5	Фон I+K ₁₂₀	4,02	3,64	4,22	3,96
6	N ₉₀ P ₉₀ - фон II	3,86	3,78	4,18	3,94
7	Фон II +K ₉₀	4,35	3,88	4,25	4,16
8	Фон II +K ₁₂₀	4,55	4,14	4,42	4,37
9	Фон II +K ₁₅₀	4,73	4,36	4,86	4,65
10	Контроль+Альбит	3,38	2,96	3,23	3,19
11	Фон II + Альбит	4,66	4,26	4,52	4,48
12	Фон II +K ₉₀ + Альбит	4,88	4,55	5,33	4,92
13	Фон II +K ₁₂₀ + Альбит	4,75	4,79	4,98	4,84
14	Фон II +K ₁₅₀ + Альбит	4,76	4,88	4,76	4,80
НСР ₀₅ т/га					0,24

Приложение Г

Содержание азота в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации, %

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	1,69	1,68	1,73	1,70	1,74	1,66	1,76	1,72	1,81	1,75	1,81	1,79
2	1,84	1,77	1,85	1,82	1,84	1,85	1,89	1,86	1,87	1,94	1,89	1,90
3	1,98	1,93	2,06	1,99	2,06	2,02	1,98	2,02	2,16	1,98	2,10	2,08
4	2,11	2,09	1,98	2,06	2,11	2,04	2,12	2,09	2,08	2,16	2,12	2,12
5	2,12	2,08	2,10	2,10	2,10	2,16	2,10	2,12	2,20	2,18	2,04	2,14
6	1,71	1,83	2,04	1,86	1,97	1,99	2,04	2,00	2,06	2,04	1,96	2,02
7	2,07	2,09	2,02	2,06	2,04	2,11	2,12	2,09	2,24	2,14	1,98	2,12
8	2,14	2,16	2,12	2,14	2,16	2,14	2,18	2,16	2,22	2,14	2,28	2,21
9	2,20	2,22	2,18	2,20	2,24	2,28	2,20	2,24	2,34	2,32	2,18	2,28
10	1,83	1,84	1,79	1,82	1,82	1,76	1,79	1,79	2,09	1,92	1,88	1,96
11	2,06	2,02	2,07	2,05	1,99	1,96	2,02	1,99	2,10	2,08	2,06	2,08
12	2,24	2,24	2,18	2,22	2,25	2,24	2,29	2,26	2,33	2,31	2,26	2,30
13	2,32	2,23	2,29	2,28	2,28	2,30	2,32	2,30	2,32	2,40	2,42	2,38
14	2,36	2,34	2,41	2,37	2,46	2,44	2,36	2,42	2,58	2,46	2,34	2,46
НСР ₀₅ , %				0,10				0,06				0,12

Приложение Д

Содержание фосфора в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации, %

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	0,45	0,46	0,53	0,48	0,48	0,52	0,47	0,49	0,55	0,56	0,48	0,53
2	0,57	0,49	0,53	0,53	0,51	0,57	0,57	0,55	0,60	0,63	0,57	0,60
3	0,59	0,59	0,53	0,57	0,62	0,63	0,58	0,61	0,67	0,66	0,59	0,64
4	0,62	0,62	0,68	0,64	0,67	0,68	0,63	0,66	0,73	0,71	0,63	0,69
5	0,67	0,72	0,65	0,68	0,76	0,75	0,68	0,73	0,81	0,84	0,69	0,78
6	0,57	0,60	0,51	0,56	0,56	0,63	0,55	0,58	0,60	0,63	0,57	0,60
7	0,59	0,55	0,63	0,59	0,64	0,70	0,73	0,69	0,69	0,61	0,68	0,66
8	0,59	0,61	0,63	0,61	0,63	0,65	0,61	0,63	0,69	0,68	0,76	0,71
9	0,60	0,59	0,67	0,62	0,74	0,67	0,72	0,71	0,77	0,74	0,71	0,74
10	0,57	0,60	0,63	0,60	0,62	0,71	0,59	0,64	0,70	0,73	0,61	0,68
11	0,59	0,56	0,65	0,60	0,72	0,69	0,63	0,68	0,75	0,72	0,69	0,72
12	0,77	0,66	0,76	0,73	0,79	0,85	0,79	0,81	0,83	0,79	0,87	0,83
13	0,77	0,81	0,73	0,77	0,81	0,87	0,81	0,83	0,89	0,86	0,83	0,86
14	0,86	0,87	0,79	0,84	0,91	0,89	0,78	0,86	0,91	0,93	0,89	0,91
НСР ₀₅ , %				0,07				0,06				0,06

Приложение Е

Содержание калия в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации, %

Вариант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	0,51	0,53	0,55	0,53	0,57	0,53	0,61	0,57	0,73	0,68	0,75	0,72
2	0,58	0,57	0,62	0,59	0,68	0,56	0,68	0,64	0,73	0,65	0,76	0,78
3	0,67	0,62	0,69	0,66	0,68	0,64	0,75	0,69	0,87	0,83	0,91	0,87
4	0,73	0,68	0,75	0,72	0,78	0,68	0,79	0,75	0,89	0,93	0,85	0,89
5	0,76	0,73	0,79	0,76	0,77	0,83	0,80	0,80	0,96	0,94	0,89	0,93
6	0,64	0,59	0,67	0,63	0,68	0,64	0,75	0,69	0,78	0,85	0,86	0,83
7	0,77	0,82	0,75	0,78	0,78	0,83	0,79	0,80	0,86	0,81	0,91	0,86
8	0,85	0,76	0,85	0,82	0,87	0,78	0,87	0,84	0,92	0,80	0,92	0,88
9	0,89	0,79	0,87	0,85	0,94	0,81	0,89	0,88	0,99	0,89	0,97	0,95
10	0,66	0,81	0,78	0,75	0,77	0,83	0,74	0,78	0,80	0,79	0,84	0,81
11	0,79	0,75	0,83	0,79	0,85	0,86	0,78	0,83	0,88	0,81	0,89	0,86
12	0,87	0,78	0,87	0,84	0,92	0,83	0,92	0,89	0,93	0,88	0,95	0,92
13	0,85	0,81	0,89	0,85	0,92	0,95	0,89	0,92	1,00	0,89	0,99	0,96
14	0,89	0,83	0,92	0,88	0,93	0,96	0,90	0,93	1,07	0,99	0,91	0,99
НСР ₀₅ , %				0,06				0,08				0,07

Приложение Ж

Содержание азота, фосфора, калия в зерне овса, %

Варианты	N			Среднее	P ₂ O ₅			Среднее	K ₂ O			Среднее
	2018г.	2019г.	2020г.		2018г.	2019г.	2020г.		2018г.	2019г.	2020г.	
1	1,70	1,72	1,79	1,74	0,48	0,49	0,53	0,50	0,53	0,57	0,72	0,61
2	1,82	1,86	1,90	1,86	0,53	0,55	0,60	0,56	0,59	0,64	0,78	0,67
3	1,99	2,02	2,08	2,03	0,57	0,61	0,64	0,61	0,66	0,69	0,87	0,74
4	2,06	2,09	2,12	2,09	0,64	0,66	0,69	0,66	0,72	0,75	0,89	0,79
5	2,10	2,12	2,14	2,12	0,68	0,73	0,78	0,73	0,76	0,80	0,93	0,83
6	1,86	2,00	2,02	1,96	0,56	0,58	0,60	0,58	0,63	0,69	0,83	0,72
7	2,06	2,09	2,12	2,09	0,59	0,69	0,66	0,65	0,78	0,80	0,86	0,81
8	2,14	2,16	2,21	2,17	0,61	0,63	0,71	0,65	0,82	0,84	0,88	0,85
9	2,20	2,24	2,28	2,24	0,62	0,71	0,74	0,69	0,85	0,88	0,95	0,89
10	1,82	1,79	1,96	1,86	0,60	0,64	0,68	0,64	0,75	0,78	0,81	0,78
11	2,05	1,99	2,08	2,04	0,60	0,68	0,72	0,67	0,79	0,83	0,86	0,83
12	2,22	2,26	2,30	2,26	0,73	0,81	0,83	0,79	0,84	0,89	0,92	0,88
13	2,28	2,30	2,38	2,32	0,77	0,83	0,86	0,82	0,85	0,92	0,96	0,91
14	2,37	2,42	2,46	2,42	0,84	0,86	0,91	0,87	0,88	0,93	0,99	0,93
НСР₀₅, %	0,10	0,06	0,12	0,05	0,07	0,06	0,06	0,03	0,06	0,08	0,07	0,05

Приложение 3

Вынос азота урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации, кг/га

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	36,0	37,1	36,0	36,4	46,6	43,3	43,6	44,5	50,1	46,7	50,9	49,2
2	50,9	40,0	48,6	46,5	57,4	62,9	61,6	60,6	50,4	65,2	68,6	61,4
3	55,0	50,4	53,3	52,9	73,5	75,9	71,1	73,5	83,2	72,5	80,4	78,7
4	56,7	56,8	55,6	56,4	78,9	75,9	76,5	77,1	83,0	86,2	84,4	84,5
5	69,3	62,0	72,9	68,1	79,2	81,8	77,6	79,5	88,4	79,3	86,1	84,6
6	51,8	46,5	60,8	53,0	75,1	74,4	77,3	75,6	79,5	77,1	81,9	79,5
7	70,4	72,3	67,5	70,1	77,9	79,5	83,3	80,2	97,4	83,0	84,1	88,2
8	84,3	81,2	82,3	82,6	81,9	80,5	84,6	82,3	101,0	88,6	100,8	96,8
9	91,5	92,8	95,5	93,3	83,5	84,1	82,9	83,5	110,7	101,1	105,9	105,9
10	45,9	45,3	44,9	45,4	53,9	50,7	52,6	52,4	70,6	56,8	60,7	62,7
11	58,7	60,0	64,2	61,0	89,9	85,5	85,0	86,8	97,9	88,6	93,1	93,2
12	83,5	80,4	80,4	81,4	106,6	106,6	105,1	106,1	113,7	105,1	120,5	113,1
13	96,7	88,7	99,6	95,0	104,9	104,9	104,9	104,9	110,2	115,0	120,5	115,2
14	107,6	109,7	110,4	109,2	108,2	104,7	103,6	105,5	122,9	120,0	111,4	118,1
НСР ₀₅				5,43				3,43				9,06

Приложение И

Вынос фосфора урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации, кг/га

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	9,6	10,2	11,0	10,3	12,9	13,6	11,7	12,7	15,3	15,0	13,5	14,6
2	15,7	11,1	13,9	13,6	16,8	19,4	18,6	18,3	22,5	21,2	20,7	21,5
3	16,4	15,4	13,7	15,2	22,1	23,7	20,8	22,2	25,8	24,1	22,6	24,2
4	16,7	16,9	19,1	17,6	25,1	25,3	22,7	24,4	29,1	26,8	24,6	26,8
5	21,9	21,5	22,6	22,0	28,6	28,4	24,5	27,2	33,0	30,6	29,1	30,9
6	17,3	15,2	15,2	15,9	21,3	23,6	20,8	21,9	23,2	23,8	23,8	23,6
7	20,1	18,0	21,2	19,8	24,4	26,4	28,7	26,5	30,0	23,7	28,9	27,5
8	23,2	22,9	24,4	23,5	23,9	24,4	23,7	24,0	31,4	28,1	33,6	31,0
9	25,0	25,1	29,3	26,5	27,6	24,7	27,1	26,5	36,4	32,2	34,5	34,4
10	14,3	14,8	16,1	15,1	18,3	20,4	17,3	18,7	23,7	21,6	19,7	21,7
11	16,8	16,6	21,9	18,4	32,5	30,2	26,5	29,7	35,0	30,7	31,2	32,3
12	25,0	23,7	28,6	25,8	37,4	40,5	36,3	38,1	40,5	36,0	46,4	41,0
13	32,4	32,2	31,7	32,1	37,3	39,7	36,6	37,9	42,3	41,2	41,3	41,6
14	39,2	40,8	36,2	38,7	40,0	38,2	34,2	37,5	43,3	45,4	42,4	43,7
НСР ₀₅				2,76				2,72				3,57

Приложение К

Вынос калия урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации, кг/га

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	10,9	11,7	11,4	11,3	15,2	13,8	15,1	14,7	20,2	18,1	21,1	19,8
2	16,0	12,9	16,3	15,1	22,4	19,0	22,2	21,2	27,4	21,8	28,3	25,8
3	18,6	16,2	17,9	17,6	25,4	23,8	27,1	25,4	33,5	30,4	34,8	32,9
4	19,6	18,5	21,1	19,7	29,2	25,3	28,5	27,7	35,5	35,1	33,2	34,6
5	24,8	21,7	27,4	24,6	28,6	31,4	29,3	29,8	38,6	34,2	37,5	36,8
6	19,4	15,0	20,0	18,1	25,9	23,9	28,4	26,1	30,1	32,1	35,9	32,7
7	26,2	28,4	25,3	26,6	29,8	31,3	31,0	30,7	37,4	31,4	38,7	35,8
8	33,5	28,6	33,0	31,7	33,0	29,3	33,7	32,0	41,9	33,1	40,7	38,6
9	37,0	33,0	38,1	36,0	35,0	29,9	33,5	32,8	46,8	38,8	47,1	44,2
10	16,6	19,9	20,0	18,8	22,8	23,9	21,7	22,8	27,0	23,4	27,1	25,8
11	22,5	22,3	28,9	24,6	38,4	37,7	32,8	36,3	41,0	34,5	40,2	38,6
12	32,5	28,0	32,7	31,1	43,6	39,5	42,2	41,8	45,4	40,0	50,6	45,3
13	35,8	32,2	38,7	35,6	42,3	43,3	40,2	41,9	47,5	42,6	49,3	46,5
14	40,6	38,9	42,1	40,5	40,9	41,2	39,5	40,5	50,9	48,3	43,3	47,5
НСР ₀₅				2,95				3,06				4,08

Приложение Л

Влияние средств химизации на содержание белка в зерне, %

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	10,4	9,6	10,3	10,1	10,0	10,7	9,9	10,2	9,9	11,2	9,8	10,3
2	9,3	10,0	11,6	10,3	10,3	11,2	10,9	10,8	12,1	11,0	10,8	11,3
3	10,9	9,9	11,6	10,8	11,6	12,4	10,8	11,6	9,5	13,8	10,9	11,4
4	10,6	10,6	11,8	11,0	12,2	12,6	11,8	12,2	12,1	10,8	12,2	11,7
5	12,5	10,6	11,7	11,6	13,3	12,9	11,6	12,6	11,8	13,0	11,8	12,2
6	10,0	9,6	11,8	10,8	10,7	10,9	11,7	11,1	12,2	11,8	10,8	11,6
7	12,2	10,6	12,0	11,6	13,8	13,0	12,8	13,2	12,9	12,8	13,3	13,0
8	12,5	12,9	11,8	12,4	13,3	13,9	12,7	13,3	13,8	12,6	13,2	13,2
9	13,9	11,4	13,1	12,8	12,7	13,8	13,4	13,3	14,4	13,8	12,6	13,6
10	10,0	11,0	10,8	10,6	10,2	10,8	11,1	10,7	11,2	10,2	11,0	10,8
11	13,8	13,1	11,8	12,9	13,7	12,6	13,9	13,4	13,5	13,8	12,6	13,3
12	13,3	13,6	12,4	13,1	12,9	14,1	13,8	13,6	13,9	13,7	12,9	13,5
13	13,5	13,5	12,6	13,2	14,0	12,6	14,8	13,8	14,1	12,9	13,2	13,6
14	13,2	13,8	12,9	13,3	13,6	13,7	14,1	13,8	14,2	14,0	12,9	13,7
НСР ₀₅				1,41				1,09				1,49

Приложение М

Влияние средств химизации на содержание сырой клетчатки в зерне овса, %

Вариант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	15,49	13,54	14,86	14,63	16,75	14,66	16,32	15,91	14,62	14,18	15,48	14,76
2	13,34	13,20	13,66	13,40	15,18	14,82	15,24	15,08	14,34	13,96	14,72	14,34
3	13,98	12,82	14,12	13,64	13,69	13,86	14,66	14,07	13,08	13,22	14,26	13,52
4	13,89	13,48	14,18	13,85	14,38	14,18	13,38	13,98	13,42	13,16	14,58	13,72
5	13,96	13,94	14,76	14,22	14,11	13,48	14,32	13,97	14,54	13,69	14,73	14,32
6	14,04	12,58	13,82	13,48	14,19	13,74	14,37	14,10	13,48	12,86	13,74	13,36
7	13,94	13,86	14,56	14,12	14,26	13,82	14,58	14,22	14,27	13,92	14,53	14,24
8	14,17	13,88	14,64	14,23	13,90	14,12	14,76	14,26	14,29	13,82	14,73	14,28
9	14,33	13,42	15,12	14,29	14,16	13,96	14,78	14,30	14,05	15,21	13,82	14,36
10	14,28	13,84	14,96	14,36	16,44	14,83	16,22	15,83	14,68	14,22	15,26	14,72
11	13,82	12,72	13,96	13,50	13,78	13,86	14,72	14,12	14,29	12,76	14,29	13,38
12	13,80	13,94	14,62	14,12	14,16	14,06	14,44	14,22	14,22	13,81	14,45	14,16
13	14,14	13,88	14,73	14,25	13,92	14,18	14,86	14,32	14,24	13,86	14,74	14,28
14	13,88	13,79	15,26	14,31	14,00	14,24	14,96	14,40	14,29	13,88	14,82	14,33
НСР ₀₅ , %				0,60			0,74					0,68

Приложение Н

Влияние средств химизации на содержание сырой золы в зерне овса, %

Ва- ри- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	1,96	1,98	2,36	2,10	1,91	1,21	1,86	1,66	2,17	1,32	2,18	1,89
2	1,96	1,99	2,41	2,12	2,42	1,18	1,98	1,86	1,92	1,96	2,21	2,03
3	2,24	1,87	2,37	2,16	2,35	2,12	1,26	1,91	1,98	1,98	2,34	2,10
4	2,69	2,08	2,46	2,21	2,06	1,98	2,32	2,12	2,30	1,84	2,43	2,19
5	1,76	2,12	2,48	2,24	2,65	1,84	2,56	2,35	2,51	1,86	2,56	2,31
6	2,11	2,15	2,52	2,26	2,67	2,32	2,96	2,65	2,59	1,98	2,66	2,41
7	2,26	2,12	2,46	2,28	3,17	3,10	2,31	2,86	2,87	2,16	2,86	2,63
8	2,73	2,16	2,52	2,47	3,07	2,56	3,28	2,97	2,74	2,35	3,16	2,75
9	3,12	2,18	2,77	2,69	2,95	3,21	2,84	3,00	2,83	2,38	3,22	2,81
10	2,05	1,98	2,36	2,13	1,57	1,24	2,26	1,69	2,24	1,46	2,18	1,96
11	2,22	2,15	2,47	2,28	2,41	2,54	3,18	2,71	2,22	2,16	3,24	2,54
12	2,24	2,14	2,56	2,32	2,76	2,62	3,26	2,88	3,28	2,28	3,38	2,98
13	2,73	2,21	2,53	2,49	3,11	2,54	3,32	2,99	3,11	2,26	3,24	2,87
14	2,07	3,26	2,83	2,72	3,03	2,86	3,26	3,05	3,03	2,38	3,32	2,91
НСР ₀₅ , %				0,45				0,62				0,34

Приложение О

Влияние средств химизации на содержание сахаров в зерне овса, %

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	3,1	3,3	3,5	3,3	3,5	3,3	3,7	3,5	3,6	3,5	3,1	3,4
2	3,2	3,6	3,7	3,5	3,7	3,4	3,7	3,6	3,7	3,9	3,5	3,7
3	4,0	3,3	3,8	3,7	4,1	3,7	3,6	3,8	4,1	3,9	3,7	3,9
4	4,0	4,1	3,6	3,9	4,3	3,6	3,8	3,9	4,0	3,8	4,2	4,0
5	4,2	4,2	3,9	4,1	3,6	4,3	4,4	4,1	4,7	4,2	4,3	4,4
6	4,2	4,1	3,7	4,0	3,4	4,1	3,9	3,8	4,3	3,9	4,4	4,2
7	4,3	4,5	3,8	4,2	4,6	4,2	4,4	4,4	4,3	4,9	4,6	4,6
8	3,9	4,6	4,7	4,4	4,7	4,3	4,8	4,6	4,7	5,1	4,6	4,8
9	4,6	5,1	4,7	4,8	5,3	4,8	5,2	5,1	5,2	4,6	4,9	4,9
10	3,4	3,7	3,4	3,5	3,5	3,4	3,9	3,6	3,9	3,3	3,9	3,7
11	4,2	4,3	3,8	4,1	4,8	4,1	4,0	4,3	4,3	4,3	4,9	4,5
12	4,5	4,7	4,3	4,5	5,0	4,8	5,2	5,0	5,2	4,7	4,8	4,9
13	4,8	4,9	4,4	4,7	5,2	4,5	4,7	4,8	5,2	5,5	4,9	5,2
14	4,5	4,8	4,5	4,6	5,0	5,2	4,5	4,9	5,5	5,2	5,2	5,3
НСР ₀₅				0,42				0,50				0,45

Приложение П

Влияние средств химизации на содержание сырого жира в зерне, %

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Сред- нее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	3,39	3,24	3,81	3,48	4,05	3,26	3,82	3,71	3,36	3,36	3,84	3,52
2	3,44	3,29	3,86	3,53	4,30	3,28	4,06	3,88	3,56	3,38	3,89	3,61
3	3,64	3,30	3,92	3,62	4,38	3,30	4,08	3,92	3,72	3,40	3,92	3,68
4	3,60	3,34	3,98	3,64	4,78	3,34	4,15	4,09	3,97	3,42	3,98	3,79
5	3,52	3,38	4,08	3,66	4,70	3,38	4,28	4,12	3,91	3,46	4,06	3,81
6	3,67	3,42	4,10	3,73	4,46	3,66	4,42	4,18	4,02	3,48	4,08	3,86
7	3,67	3,46	4,12	3,75	4,37	3,72	4,54	4,21	4,03	3,52	4,12	3,89
8	3,68	3,48	4,12	3,76	4,21	3,82	4,66	4,23	4,62	3,56	4,18	4,12
9	3,56	3,50	4,14	3,80	4,12	3,93	4,70	4,25	4,70	3,56	4,28	4,18
10	3,32	3,44	3,77	3,51	3,90	4,50	4,26	4,22	3,54	3,58	4,16	3,76
11	3,65	3,48	4,15	3,76	4,24	3,88	4,63	4,25	4,51	3,62	4,56	4,23
12	3,84	3,51	3,96	3,77	4,23	3,92	4,72	4,29	4,54	3,63	4,58	4,25
13	3,86	3,53	3,98	3,79	4,19	3,96	4,78	4,31	4,55	3,64	4,62	4,27
14	3,86	3,48	4,15	3,83	4,30	3,98	4,80	4,36	4,56	3,65	4,66	4,29
НСР ₀₅ , %				0,15				0,51				0,36

Приложение Р

Содержание крахмала в зерне овса в зависимости от применения средств химизации, %

Ва- ри- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	52,4	51,4	52,8	52,2	52,2	51,4	53,6	52,4	53,2	52,6	53,8	53,2
2	54,2	53,2	54,6	54,0	52,5	51,5	53,7	52,6	54,1	52,8	53,9	53,6
3	53,8	53,4	54,8	54,0	53,2	52,6	53,8	53,2	54,6	52,8	54,0	53,8
4	54,0	53,2	54,8	54,0	54,3	54,1	54,8	54,4	54,6	52,9	53,9	53,8
5	53,6	53,8	54,9	54,1	53,9	53,8	54,9	54,2	53,6	54,6	53,8	54,0
6	53,9	54,2	55,1	54,4	52,9	52,1	52,9	52,6	53,7	54,0	54,6	54,1
7	54,5	54,3	54,7	54,5	56,1	52,3	53,3	53,9	53,8	54,0	54,8	54,2
8	54,9	54,6	55,2	54,9	54,5	53,9	54,8	54,4	54,0	54,0	54,9	54,3
9	54,6	54,8	55,6	55,0	53,9	52,8	54,1	53,6	55,6	54,4	55,6	55,2
10	54,9	52,4	54,1	53,8	51,8	52,1	53,3	52,4	54,3	54,6	54,9	54,6
11	55,0	53,8	55,3	54,7	52,9	52,2	53,3	52,8	54,2	54,0	54,4	54,2
12	54,8	53,9	55,4	54,7	51,9	52,3	53,6	52,6	54,5	54,1	54,6	54,4
13	53,7	54,1	54,8	54,2	53,9	53,4	54,1	53,8	54,8	55,0	55,8	55,2
14	55,0	54,2	55,2	54,8	54,3	53,5	54,8	54,2	55,2	55,1	55,9	55,4
НСР ₀₅ , %				0,71				1,06				0,78

Приложение С

Натура зерна в зависимости от применения средств химизации, г/л

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	474	468	471	471	473	470	473	472	475	474	473	474
2	473	476	476	475	480	485	476	478	482	480	478	480
3	480	478	482	480	482	478	483	481	484	487	475	482
4	480	477	483	480	496	480	486	484	480	485	490	485
5	481	483	485	483	488	481	480	485	486	497	482	487
6	479	479	475	478	484	479	483	482	485	481	483	483
7	481	480	482	481	484	480	485	483	487	483	485	485
8	484	487	481	484	485	481	483	483	492	484	488	488
9	487	488	483	486	491	482	488	487	484	491	489	491
10	469	466	472	469	471	473	478	474	476	474	478	476
11	468	486	480	484	496	480	491	489	502	483	488	491
12	492	487	491	490	504	489	493	492	494	502	486	494
13	505	482	498	495	506	484	498	496	510	501	498	503
14	502	504	500	502	505	501	506	504	513	514	509	512
НСР ₀₅				7,92				7,19				8,52

Приложение Т

Выход крупы в зависимости от применения средств химизации, %

Вари- анты	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	56,60	56,48	55,76	56,28	53,48	54,45	55,21	54,38	57,38	56,10	55,84	57,38
2	57,39	57,48	56,79	57,22	56,82	56,68	55,46	56,32	57,56	56,58	57,94	57,56
3	57,52	62,19	58,88	59,53	58,26	57,72	56,34	57,44	58,46	56,44	57,96	58,46
4	59,13	57,90	59,31	58,78	59,42	58,86	57,28	58,52	58,44	58,32	56,46	58,44
5	59,95	59,36	57,63	58,98	59,44	57,48	59,24	58,72	58,96	57,64	59,20	58,96
6	58,52	58,18	56,64	57,78	55,85	57,21	57,46	56,84	57,26	58,62	56,50	57,26
7	58,68	58,82	57,46	58,32	58,74	57,36	56,88	57,66	57,64	56,60	61,32	57,64
8	57,72	60,58	58,34	58,88	59,12	59,46	57,34	58,64	59,74	59,18	57,36	59,74
9	59,30	58,36	59,94	59,20	60,04	59,24	57,48	58,92	60,28	58,52	59,22	60,28
10	57,66	54,20	58,30	56,72	55,62	57,38	56,44	56,48	55,26	56,62	54,56	55,26
11	58,54	58,38	56,90	57,94	57,25	58,28	56,61	57,38	57,46	58,96	58,57	57,46
12	58,78	58,92	57,38	58,36	59,32	57,56	58,50	58,46	58,36	58,44	59,24	58,36
13	59,44	56,42	60,36	58,74	59,18	58,90	57,48	58,52	60,36	58,82	59,08	60,36
14	60,02	59,36	57,38	58,92	59,61	59,26	57,62	58,83	60,24	60,46	58,64	60,24
НСР ₀₅ , %				2,28				1,50				1,90

Приложение У

Плёнчатость зерна в зависимости от применения средств химизации, %

Вари- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	27,8	29,1	28,9	28,6	29,7	29,1	27,6	28,8	28,8	27,6	29,1	28,5
2	26,8	28,3	27,1	27,4	27,2	28,2	27,1	27,5	27,0	26,8	28,1	27,3
3	26,9	27,5	27,8	27,4	27,2	27,8	26,9	27,3	27,0	27,9	26,4	27,1
4	27,3	27,9	26,7	27,3	27,3	26,7	26,1	26,7	27,1	26,8	25,9	26,6
5	27,6	26,8	27,2	27,2	26,6	25,8	27,1	26,5	26,6	26,8	25,8	26,4
6	27,0	27,0	27,9	27,3	27,1	26,8	25,9	26,6	27,1	25,8	26,0	26,3
7	26,8	27,1	27,7	27,2	27,2	26,8	25,8	26,6	25,7	26,0	27,2	26,3
8	26,4	27,8	26,8	27,0	27,1	25,9	25,9	26,3	27,3	25,9	25,4	26,2
9	25,9	26,7	26,6	26,4	26,1	26,9	25,6	26,2	25,7	25,7	27,2	26,2
10	28,1	27,3	27,1	27,5	28,1	26,6	26,9	27,2	28,1	26,5	27,3	27,3
11	26,6	26,9	25,7	26,4	26,3	26,9	25,7	26,3	25,4	27,3	25,9	26,2
12	25,2	25,8	26,4	25,8	26,2	25,5	25,1	25,6	26,4	26,4	24,6	25,8
13	25,2	25,2	26,4	25,6	25,6	26,3	24,9	25,6	26,2	24,8	24,9	25,3
14	26,4	25,4	25,1	25,6	24,1	24,5	25,2	24,6	24,9	24,6	26,4	25,3
НСР ₀₅				1,00				0,99				1,40

Влияние средств химизации на выравненность зерна, %

Ва- ри- ант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	90,8	90,6	89,8	90,4	91,8	91,4	92,2	91,8	91,6	89,6	91,8	91,0
2	94,0	92,6	93,9	93,5	92,9	92,1	92,8	92,6	93,3	91,3	92,6	92,4
3	94,2	92,5	93,8	93,5	93,9	93,3	94,2	93,8	93,4	92,0	93,3	92,9
4	94,5	92,8	94,1	93,8	94,5	92,6	94,3	93,8	93,3	92,9	94,3	93,5
5	94,3	94,0	94,9	94,4	94,1	93,9	94,6	94,2	95,4	92,6	94,9	94,3
6	94,2	93,0	94,2	93,8	94,5	92,5	93,8	93,6	93,9	93,3	94,2	93,8
7	95,1	94,9	95,6	95,2	94,7	93,8	95,3	94,6	94,5	94,6	95,9	95,0
8	96,7	95,6	96,9	96,4	97,3	95,6	96,9	96,6	96,0	94,7	95,8	95,5
9	96,9	96,9	97,8	97,2	99,4	92,4	97,1	96,9	95,5	95,9	96,6	96,0
10	99,1	98,2	99,1	98,8	97,5	96,6	97,5	97,2	97,5	96,0	96,9	96,8
11	96,6	96,9	98,1	97,2	97,6	97,0	97,6	97,4	98,1	97,0	98,3	97,8
12	98,5	97,8	98,9	98,4	98,7	96,3	97,8	97,6	98,2	97,5	98,0	97,9
13	98,9	97,9	98,7	98,5	99,0	96,6	97,8	97,8	96,8	98,3	99,2	98,1
14	99,2	98,1	98,8	98,7	98,9	96,7	98,1	97,9	99,1	97,5	98,6	98,4
НСР ₀₅ ,%				0,72				1,47				1,04

Приложение X

Масса 1000 зёрен в зависимости от применения средств химизации, г

Вариант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	Повторности				Повторности				Повторности			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
1	38,4	36,8	37,9	37,7	38,7	37,4	38,8	38,3	38,6	40,2	38,8	39,2
2	38,1	39,3	37,8	38,4	38,9	38,6	40,1	39,2	40,7	40,8	39,4	40,3
3	38,2	39,4	37,9	38,5	39,1	40,2	38,6	39,3	41,2	41,8	40,6	41,2
4	39,5	39,8	38,6	39,3	40,0	39,4	41,2	40,2	39,8	40,6	42,0	41,4
5	39,7	40,9	39,4	40,0	41,8	41,2	39,4	40,8	41,8	42,2	40,8	41,6
6	38,6	39,3	37,6	38,5	37,3	41,4	39,8	39,5	42,0	39,8	40,6	40,8
7	40,2	38,5	40,1	39,6	38,4	41,6	40,9	40,3	41,5	40,6	41,8	41,3
8	42,0	39,5	41,8	41,1	42,4	40,4	42,0	41,6	42,4	40,8	42,2	41,8
9	42,5	39,8	41,6	41,3	41,4	42,4	41,0	41,6	42,1	41,2	42,4	41,9
10	38,8	39,1	40,3	39,4	40,2	39,6	40,8	40,2	41,0	41,2	42,6	41,6
11	41,0	39,6	40,9	40,5	40,6	39,8	40,8	40,4	40,7	40,2	41,8	40,9
12	41,7	39,8	41,2	40,9	40,8	40,4	41,2	40,8	41,5	40,6	41,8	41,3
13	41,8	40,8	42,2	41,6	41,0	40,8	42,4	41,4	42,3	40,9	42,2	41,8
14	42,6	41,4	42,8	42,4	41,4	41,2	42,8	41,8	42,4	41,6	42,6	42,2
НСР ₀₅ , г				1,49				1,76				1,32