

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**

**ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ**

**КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
И ТЕХНОЛОГИЙ**

**Милютина Е. М., Поцепай С. Н., Анищенко Л. Н., Шаповалов В. Ф.**

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО  
ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ  
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВЫХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР  
В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ  
В АГРОЦЕНОЗАХ**

**монография**

**Брянская область, 2022**

УДК 631.95:633.1:614.76 (081)  
ББК 40.0:42.112:40.3  
А 26

Агроэкологическая оценка комплексного применения средств химизации при возделывании яровых зерновых культур в условиях радиоактивного загрязнения почв в агроценозах / Е. М. Милютина, С. Н. Поцепай, Л. Н. Анищенко, В. Ф. Шаповалов. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2022. - 238 с.

**ISBN 978-5-88517-335-3**

В предлагаемой монографии обобщены многолетние исследования, направленные на изучение приёмов реабилитации радиационно-загрязнённых почв сельскохозяйственного назначения для возделывания основных зерновых культур: *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L. Описаны основные подходы к получению нормативно чистой продукции растениеводства в условиях юго-западного Нечерноземья РФ, уменьшающие скорость и интенсивность поступления радионуклидов в возделываемые растения: оптимизация минерального питания посредством обоснованного применения удобрений в комплексе с пестицидами и биологически активными препаратами – регуляторами роста. Дана оценка эффективности агроэкологическим приёмам на радиоактивно-загрязнённых почвах, проанализированы основные показатели качества зерна, показана экономическая эффективность применяемых средств химизации.

Для научных работников, специалистов в области агроэкологии, растениеводства и агрохимии, студентов, магистрантов и аспирантов сельскохозяйственных и биологических специальностей.

#### **Рецензенты:**

**Прудников П.В.** д. с.-х. н., директор федерального государственного бюджетного учреждения «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский» ,

**Дронов А.В.** д. с.-х. н., профессор кафедры агрономии, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО Брянский ГАУ.

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссии института экономики и агробизнеса ФГБОУ ВО Брянский ГАУ, протокол № 5 от 16 июня 2022 года.

**ISBN 978-5-88517-335-3**

© Брянский ГАУ, 2022  
© Милютина Е.М., 2022  
© Поцепай С.Н., 2022  
© Анищенко Л.Н., 2022  
© Шаповалов В.Ф., 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	10
1.1. Агроэкологическое и хозяйственное значение зерновых .....	10
1.1.1. Агроэкологические особенности овса посевного .....	10
1.1.2 Агроэкологические особенности ярового ячменя посевного.	13
1.2. Удобрения как основополагающий фактор интенсификации земледелия.....	19
1.3. Фиторегуляторы растений как важнейший резерв повышения урожайности и качества растениеводческой продукции.....	32
1.4 Действие средств химизации как одного из факторов повыше- ния урожая зерна ячменя и его качества .....	36
1.5 Микробиологические препараты в процессах интенсификации земледелия .....	49
1.6 Защитные мероприятия в растениеводстве как преобладающий фактор производства экологически безопасной продукции при ра- диоактивном загрязнении территории.....	56
1.7 Радиоактивное загрязнение среды в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС: общие позиции, динамика и показатели для агроценозов .....	63
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	74
ГЛАВА 3 ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНО- ВЫХ КУЛЬТУР .....	82
3.1 Урожайность зерна овса в зависимости от агроклиматических условий и уровня интенсификации средств химизации .....	82
3.2 Изменение элементов структуры урожая ячменя в зависимости от применяемых средств химизации.....	86
3.3 Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на содержание и вынос основных элементов питания урожаем зерна овса.....	89
3.4 Урожайность зерна ячменя в зависимости от интенсификации применяемых средств химизации .....	93
3.5 Влияние применяемых средств химизации на изменение пока- зателей качества зерна овса.....	96
3.5.1 Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на изменение химического состава зерна овса.....	98
3.5.2 Влияние средств химизации на изменение физических по- казателей качества зерна овса.....	107
3.6 Качественные показатели зерна ячменя в зависимости от при- меняемых средств химизации .....	111
3.6.1 Влияние средств химизации на биохимический состав зерна ячменя .....	115

3.6.2 Влияние удобрений и гуминового препарата Гумистим на изменение физических показателей зерна ячменя .....	119
3.6.3 Влияние средств химизации на содержание макроэлементов в урожае зерна ячменя .....	125
3.6.4 Действие удобрений и регуляторов роста на содержание остаточных нитратов в зерне ячменя .....	127
3.6.5 Влияние минеральных удобрений и гуминового препарата на уменьшение удельной активности <sup>137</sup> Cs в урожае зерна ячменя	130
3.6.6 Экономическая оценка эффективности средств химизации при возделывании ярового ячменя на зерно .....	135
3.7 Влияние комплексного применения удобрений и биопрепарата Альбит на содержание остаточных нитратов в товарной продукции овса.....	137
3.8 Влияние средств химизации на удельную активность <sup>137</sup> Cs в зерна овса.....	141
3.9 Действие систем удобрения на изменение агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы.....	146
3.10 Экономическая эффективность систем удобрения при производстве зерна овса на радиоактивно загрязнённой почве.....	148
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	150
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	154
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	156
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	200

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Нарастающие темпы народонаселения России требуют увеличения производства разнообразных продуктов питания, среди которых зерно занимает важнейшее место. Первостепенная задача современного сельскохозяйственного производства РФ – 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 и ячмень – важнейшие продовольственные зерновые и зернофуражные культуры региона (Таразанова, Садовская 2011; Матюхина 2013; Коваленко и др. 2015).

*Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L. – традиционные культуры в РФ – по объемам производства в последние два десятилетия обеспечивали до 22 % их мирового производства. Главенствующее положение по посевным площадям овса посевного 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 (Алексахин и др., 2006; Прудников и др., 2001, Панов и др., 2011; Санжарова и др., 2016; Белоус и др., 2016). Полученная в условиях радиоактивного загрязнения сель-

скохозяйственных угодий растениеводческая и животноводческая продукция является основным источником внутреннего облучения проживающего населения юго-западных районов Брянской области, которое подвержено регулированию в большей степени, чем облучение внешнее. Одним из факторов, способствующим уменьшению внутреннего облучения человека, является потребление нормативно чистых продуктов питания, производство которых важнейшая задача сельхозпроизводителей различных форм собственности на радиоактивно загрязненных почвах (Панов и др., 2005; Санжарова и др., 2010; Харкевич и др., 2011; Федорова и др., 2014; Шаповалов и др., 2015; Алексахин, 2016; Белоус и др., 2016; Санжарова и др., 2016).

Исходя из этого, в сложившейся ситуации изучение вопросов, связанных с оптимизацией минерального питания овса, ячменя с учётом 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 овса и ячменя 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 зерновых при комплексном применении средств химизации, включая применение биологически активных препаратов – стимуляторов роста и развития растений, повышающих биогенность ризосферы и филосферы, актуально.

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 учёных.

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.

**Степень разработанности темы.** Вопросами оптимизации минерального питания зерновых культур, в частности ячменя и овса, в агроценозах занимались в разное время: И.Р. Вильдфлуш, С.М. Мижуй (2011); Е.Г. Филиппов и др. (2012); Н.Г. Янковский, С.Н. Доценко (2013); Е.В. Некрасова, М.С. Гаврилова, А.В. Гладких, Т.В. Горбачева, Н.А. Рендов (2014); П.Д. Бугаев, С.Л. Белопухов, М.Е. Ламмаев (2014); В.И. Панасин, С.И. Новикова, Д.А. Рымаренко (2015); Я.В. Берсенова (2016); И.В. Тованчев (2017); Е.Н. Федотова, Ю.Н. Федорова, Д.С. Кошманов (2018); Н.А. Кирпичников, С.П. Бижан (2018) и др.

Важность создания оптимальных условий для формирования высокопродуктивных посевов зерновых на основе применения различных биопрепаратов и регуляторов роста посвящены работы Г.А. Карпова (2008); А.Н. Левченковой, Т.И. Володиной (2013); И.И. Гуреева, М.Н. Жердев (2015); А.Л. Бежнев (2015); Е.В. Карлов, О.П. Кожевникова, А.В. Васин (2018); Тимакова, В.В. Мамеева, Н.Е. Павловской (2019).

В тоже время на дерново-подзолистых радиоактивно загрязненных почвах легкого гранулометрического состава работ по изучению закономерностей влияния комплексного применения удобрений и биопрепаратов на посевах ярового ячменя, овса посевного до настоящего времени не проводилось.

**Цель и задачи исследований.** Цель работы – оценить влияние минеральных удобрений и биопрепаратов Альбит и Гумистим на урожайность и качество зерна *Avena sativa* L., *Hordeum vulgare* L. при радиоактивном загрязнении почв.

Поставленная цель определяется решением следующих задач:

- 1) Дать оценку действия систем удобрения в комплексе с биопре-

паратом Альбит, Гумистим эффективно влияющих на формирование высокой продуктивности зерна *Avena sativa* и *Hordeum vulgare* (яровой формы) на дерново-подзолистой радиоактивно-загрязненной почве.

2) Определить действие минеральных удобрений в комплексе с биопрепаратом Альбит, Гумистим на качественные показатели зерна злаковых.

3) Оценить эффективность влияния систем удобрения и биопрепарата Альбит, Гумистим на изменение размеров поступления  $^{137}\text{Cs}$  в урожай зерна *Avena sativa* и *Hordeum vulgare*.

4) Рассчитать экономическую эффективность применения минеральных удобрений и биопрепарата Альбит, гумистим при возделывании двух видов зерновых культур на радиоактивно-загрязненной почве.

Используя результаты исследований, разработать практические рекомендации для сельскохозяйственного производства по возделыванию *Avena sativa* и *Hordeum vulgare* на дерново-подзолистых радиоактивно-загрязненных почвах.

**Научная новизна исследований.** Впервые на дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почве юго-запада Нечернозёмной зоны России проведено изучение действия различных доз минеральных удобрений отдельно и в сочетании с биопрепаратом Альбит на урожайность и качество зерна овса; влияние различных доз и сочетаний минеральных удобрений и биопрепарата Гумистим на урожайность и качество зерна ячменя. Показано, что применяемые системы удобрения в комплексе с биопрепаратом Альбит способствовали повышению урожайности зерна овса посевного, улучшали показатели качества товарной продукции, уменьшали размеры поступления  $^{137}\text{Cs}$  в урожай зерна овса. Установлено, что обработка посевов ячменя биопрепаратом Гумистим в фазу начала колошения на фоне полного минерального удобрения повышало урожайность зерна ячменя на 90- 120% по сравнению с контролем. Минеральные удобрения, как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим повышали содержание и сбор сырого белка с 1 га посева, повышали массу 1000 зерен. Применение минерального удобрения в дозе  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$  в комплексе с биопрепаратом Гумистим способствовало снижению удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в зерне ячменя относительно контроля более чем в 4 раза.



С учетом величины урожайности при возделывании овса показано, что наиболее высокий эффект получен от применения минеральной системы  $N_{90}P_{90}K_{150}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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. На основании результатов исследований сельскохозяйственному производству предложена эффективная технология возделывания ярового ячменя в условиях радиоактивного загрязнения почвы, позволяющая повысить урожайность и качество зерна ярового ячменя, соответствующего санитарно-гигиеническому нормативу по удельной активности в нем  $^{137}\text{Cs}$ .

**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.

## **ГЛАВА 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ 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 Агроэкологическое и хозяйственное значение зерновых**

#### **1.1.1 Агроэкологические особенности овса посевного**

Овёс посевной – важная 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 по-

вышенном содержании холестерина в крови, назначается пищевая диета на основе овсяных круп (геркулес), практикуется в пищевом рационе овсяной кисель. Отвары, приготовленные из овсяной соломы, применяются 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, чинной, 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 концентрирован-

ный 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 В<sub>1</sub> (тиамина) превышает его содержание в крупах других зерновых культур, за исключением гречневой и бобовой (Митрофанов, Митрофанова, 1972), что немаловажно 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).

### 1.1.2 Агроэкологические особенности ярового ячменя посевного

Одной из древнейших зерновых культур, возделываемых человеком с 15 тысячелетия до нашей эры в Малой Азии и на Ближнем Востоке, является ячмень. Являясь одной из наиболее распространенных и традиционных в российском земледелии зернофуражной и пищевой культурой, ячмень широко используется для кормления сельскохозяйственных животных и является составной частью комбикормов (Федотова, 2018), а также зерно ячменя является основой производства пива и перловой крупы, особенно из сортов, имеющих крупное стекловидное зерно. Ячменная солома-хороший грубый корм для крупного рогатого скота. Закономерно, что такие факторы, как климатические условия зоны возделывания и уровень плодородия почв определяют биохимический состав и физические показатели зерна ярового ячменя. В среднем в 100 кг зерна ярового ячменя содержание белка составляет около 12%, сырой клетчатки- 5,5%, сырой золы- 2,8%, сырого жира- 2,1% (Бахитова и др., 2016). Яровой ячмень может произрастать в широком диапазоне климатических условий, так как характеризуется относительно коротким (70- 100 дней) вегетационным периодом (Чухина и др., 2013). По размерам посевных площадей в мировом производстве с начала двухтысячных годов яровой ячмень занимает около 77 млн. га при валовом сборе зерна в пределах 120- 150 млн. т. и стоит на четвертом месте после пшеницы, риса и кукурузы.

В Российской Федерации среди зерновых культур яровой ячмень по размерам посевных площадей (9- 10 млн. га) и по валовому сбору зерна (16- 17 млн. т.) уступает только лишь озимой пшенице (Политыко и др., 2017). При тщательном соблюдении всех технологических приемов выращивания ячменя в зависимости от зональных особенностей получение урожайности от 5 до 8 т/га вполне реализуемая задача (Алметов и др., 2012).

В белковом комплексе зерна ярового ячменя содержатся такие незаменимые аминокислоты, как лизин, метеонин, триптофан. В белках некоторых сортов ярового ячменя содержание лизина может составлять от 4,5 до 4,9%. (Федотова и др., 2018).

Основные регионы производства ярового ячменя в России это Оренбургская, Саратовская, Ростовская, Волгоградская области, республики Башкортостан и Татарстан. В Самарской области по размерам посевных площадей и валовым сборам зерна яровой ячмень среди зерновых культур является одной из ведущих культур. В 2015 году посевная площадь под яровым ячменем составила 308,9 тыс. га при урожайности 1,28 т/га (Карлов и др., 2018). Внедрение в сельскохозяйственное производство современных технологий позволяет получать урожайность ярового ячменя до 3,5- 4,5 т/га (Федотова, 2015).

Зерно ячменя ценнейший и незаменимый продукт для пивоваренного производства, при этом следует иметь ввиду, что его пивоваренные качества определяются как погодно-климатическими условиями, так и зависят от сортовых особенностей (Савельев, 2016).

В народной медицине широко используется при воспалительных заболеваниях кишечника и желудка и общеукрепляющее средство препарат Биофайл (biofile/bio/18493) на основе отвара ячменной крупы (Федотова, 2018).

В многочисленном семействе мятликовых (Poaceae), объединяющем более 11 тысяч видов, ячмень (*Hordeum* L.) представлен порядка 25 видами, из которых культивируется лишь один (*Hordeum sativum* Lessen).

Стебель ячменя представлен соломиной, состоящей из восьми и более узлов с заполненными узлами и полыми внутри междоузлиями. Узлы с зачаточными листьями и междоузлиями закладываются в фазу кущения. Протекание роста стебля в разные фазы развития ячменя осуществляется за счет удлинения междоузлий.

Ячмень, как и другие хлебные злаки, имеет мощную мочковатую корневую систему, где различают первичные (зародышевые) корни и узловые или вторичные корни. Первичные корни, развиваясь непосредственно от зародыша, функционируют в течении всего периода вегетации, в то время как вторичные корни развиваются из нижних подземных стеблевых узлов у поверхности почвы и их бывает, как правило, несколько штук (Беляков, 1990; Белоус, 2010). Расположение листьев на стебле очередное, они имеют влагалище, покрывающее междоузлие, листовую пластинку и язычок. У ячменя соцветие-колос без конечного

плодоносного колоска, состоящего из коленчатого плоского колоскового стержня и сидячих колосков, расположенных в выемках стержня. Характерно для всех видов рода *Hordeum* L. то, что из одноцветкового колоска формируется только одна зерновка.

Колос ячменя имеет две колосковые чешуйки, расположенные у основания наружную колосковую чешую и еще две цветковых чешуи, наружную и внутреннюю, завязь, три тычинки и две ладикулы. Колосковые чешуи выполняют защитную функцию по отношению к цветку, сохраняясь на колосовом стержне при удалении зерновки. Поскольку цветки у ячменя обоеполые, он оплодотворяется собственной пылью. Плод ячменя- зерновка пленчатая или голая, длина которой достигает 10,0 мм, а ширина до 3,0 мм, крупность зерновки является наследственным признаком, но под влиянием внешних факторов склонен к изменчивости (Филиппов и др., 2012).

Прорастает зерновка ячменя зародышевыми корешками, которые в недельный срок достигают длины до 12,0 мм, при этом почти одновременно на верхнем конце зерновки прорастает росток под защитой coleoptиле, предохраняющий его от повреждений при выходе его на поверхность. После выхода на поверхность почвы свернутый листок разрывает coleoptиле и под влиянием света, приобретая зеленую окраску, начинает активно ассимилировать. На построение тканей листа и корней используются питательные вещества зерновки при одновременно протекающем процессе фотосинтеза (Ториков, 2011).

Важнейший период в развитии ячменя от посева до всходов (около 8 дней), когда погодные условия определяют время появления и полноту всходов растений ячменя. Имели место случаи, когда продолжительность этого периода составляла двадцать один календарный день (Наумкин, 2014).

Как правило, семена ячменя прорастают при температуре +1-+2°C. При прогревании почвы до 10°C всходы появляются дружно через 10-12 дней, а при +15- +17°C не более чем через 6-8 дней. Проростки ячменя переносят кратковременные заморозки до -4 и даже -5°C. В разные периоды своего роста и развития требования ярового ячменя неоднозначные, так стадия яровизации у ячменя происходит при температуре +2- +5°C, а наиболее благоприятный температурный режим в период

от всходов до колошения составляет порядка +21- +22°C. Оптимальный температурный режим в период созревания ячменя- +23- +24°C. Очень опасно снижение температуры вплоть до заморозков в периоды цветения и созревания зерна ячменя, поскольку повреждение завязи возможно уже при температуре ниже 1- 2°C, а при температуре +13- 14°C отмечается задержка налива и созревания зерна. В случае заморозков в фазы молочной и восковой спелости повреждается зародыш зерновки, что приводит к резкому снижению посевных качеств зерна ячменя. При влажности 13- 15% вызревшее зерно ячменя не теряет жизнеспособности даже при отрицательных температурах (Бахтеев, 1955).

Являясь растением длинного дня, ячмень требует сравнительно длительного освещения для прохождения световой стадии, а относительно других хлебных злаков световая стадия у ячменя короче и обычно совпадает с образованием листа. Период вегетации ячменя в зависимости от погодно-климатических условий, зональных и сортовых особенностей составляет 60- 110 дней. Ячмень-культура, в сравнении с другими яровыми хлебами, более жаровынослива, вследствие этого его урожайность выше в юго- восточных регионах (Сорочинский, 2007).

Известно, что продуктивный потенциал возделываемых в стране современных сортов ярового ячменя поддерживается на уровне 8,0 т/га. В то же время на практике возможность реализации этого потенциала ограничивается различными факторами, в том числе и метеорологическими условиями, где важная роль принадлежит влагообеспеченности посевов (Максимов и др., 2014; Филенко и др., 2017). Многочисленные экспериментальные данные некоторых исследователей (Алабушев и др., 2009; Чекмарев, Постевая, 2013; Щенникова, 2014), свидетельствуют о том, что общее потребление влаги растениями ярового ячменя в фазы всходов до фазы колошения возрастает, при максимуме расхода почвенной влаги в фазу «выход в трубку», «колошение». Именно в этот период дефицит влаги отрицательно сказывается на уровне урожайности ячменя. Недостаток влаги при прохождении ячменя фазы молочной спелости выражается, прежде всего, усыханием стеблей и листьев, торможением синтеза крахмала, уменьшением выровненности и крупности зерна. Таким образом, в совокупности с высокими температурами воздуха и отсут-



ствием осадков в середине вегетации отрицательно сказывается на уровне продуктивности ярового ячменя (Алещенко и др., 2010).

Для ячменя лучше подходят связные глинистые и суглинистые почвы. Являясь культурой чувствительной к избыточной влажности, значительно снижает урожай на почвах с высоким стоянием грунтовых вод и кислой реакцией почвенного раствора.

По причине слаборазвитой корневой системы, в сравнении с другими зерновыми хлебами, он характеризуется более повышенной требовательностью к элементам минерального питания (Колянда, 2008). Исходя из того, что период поглощения элементов питания короткий, уже через 20- 21 день после появления всходов растения ячменя накапливают 45- 46% фосфора, почти 2/3 калия, до 25% азота от общего количества, потребляемого в течение периода вегетации. В связи с этим весьма важно обеспечить растения ячменя необходимыми макроэлементами в начальный период развития и роста, поскольку слаборазвитая корневая система ячменя не обладает в достаточной степени усвояющей способностью, поэтому для ячменя свойственно предъявлять в этот период повышенные требования к факторам, обеспечивающим нормальное развитие и рост растений. Одним из важнейших условий, определяющим нормальное развитие растений, является наличие в севообороте хороших предшественников (Храмцов, Кошелев, 2001). Лучший предшественник ячменя в севообороте-удобренные пропашные и озимые культуры, а также зернобобовые и яровые, возделываемые по хорошим предшественникам. Ячмень в сравнении с другими культурами (овес, озимая рожь) менее требователен к влаге, однако, для получения высоких урожаев, необходимо, применяя агротехнические приемы, улучшать водный режим почвы и следить за расходом влаги, учитывая, что транспирационный коэффициент составляет 350- 450 (Беляков, 1990).

В настоящий период в Центральном регионе РФ возделывается около 40 сортов ярового ячменя различной скороспелости и назначения использования товарной продукции как отечественной, так и зарубежной селекции. Следует отметить, производители в большей степени отдают предпочтение сортам селекции НИИСХ ЦРНЗ (Ториков, 2012).

По размерам посевных площадей в регионе на первое место вышел среднеспелый высоко адаптивный и пластичный сорт Раушан, используемый как на фуражные цели, так и в пивоваренном и крупяном производстве. Сорт обладает устойчивостью к поражению пыльной головней. Высокой продуктивностью отличается пивоваренный сорт Эльф, среднеспелый, устойчивый к пыльной головне, но в условиях засухи снижающий продуктивность.

Следует также отметить сорт пивоваренного ячменя Рахат, который на высоком агрофоне при соблюдении требований агротехники способен формировать зерно высокого качества со стабильным содержанием сырого протеина, не превышающим 12%. Сорт достаточно пластичный с крупным, хорошо выровненным зерном, устойчив к пыльной головне, не склонен к полеганию (Ториков, 2010).

В регионе, и в том числе в Брянской области, сельхозпроизводители возделывают сорта ярового ячменя селекции Белорусского НИИ земледелия и селекции различной скороспелости. Из скороспелых сортов следует выделить сорт Гастинец, из среднеспелых- Гонар и Криничный, ряд позднеспелых- Сябра, Визит, Атаман, Дивосный, Прима Белоруссии. Все возделываемые сорта относятся к интенсивному типу возделывания. Удельный вес сортов ячменя отечественной селекции в Республике Беларусь превысил 83% уровень (Кадыров, 2007).

При подборе сортов для каждого почвенного региона учитывается длина периода вегетации каждого сорта. При продвижении в направлении северных районов возделывают более скороспелые сорта ярового ячменя, достаточно устойчивые к пониженным температурам, способные к ежегодному вызреванию (Полянская и др., 1994; Сурин и др., 2002). Скороспелые сорта в зонах с контрастными климатическими условиями (с возвратными холодами, массовым размножением вредных насекомых) позволяют преодолевать все негативные факторы и формировать устойчивые урожаи зерна (Заушенцева, 2002). Скороспелость, как один из признаков, характеризующих данный сорт, важна при возделывании ячменя в качестве промежуточной культуры, особенно при круглогодичном использовании пашни, а также с экономической точки зрения выгодна при проведении уборочных работ (Лошак, 1982; Лахтиков, 1982).

В обязательном порядке необходимо уделять внимание также среднеспелым сортам, что обусловлено необходимостью в стабилизации урожая ячменя повсеместно за счет взаимодействия их по отдельным параметрам. Многолетней практикой сельхозпроизводства в различных регионах показано, что адаптивность в наибольшей мере проявляется сортами с умеренно растянутым периодом от всходов до колошения (38- 40 дней), при оптимальном межфазном периоде «колошение-восковая спелость» (Логинов и др., 1985). Возделывание новых сортов пивоваренного ячменя Суздалец и МИК- 1 с урожайностью до 7,0 т/га открывают возможность обеспечить производство пива за счет собственного высококачественного зерна (Муха, Соломатин и др., 2001).

Нарастающие темпы модернизации перерабатывающей промышленности и процесса интенсификации земледелия с учетом внедрения в сельскохозяйственное производство новых высокоурожайных сортов ячменя отечественной селекции настоятельно требуют разработки сугубо зональных технологий выращивания сортов ярового ячменя, широко используемых для производства круп, комбикормов, приготовления пива, что также будет способствовать укреплению продовольственной безопасности России.

## **1.2 Удобрения как основополагающий фактор интенсификации земледелия**

Увеличение в ближайшие годы производства зерна с учётом роста народонаселения 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 урожая 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, запасающих 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 пара-

метров 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 окру-

жающей 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 расте-

ниями 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 редукации 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 80-140 мм (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 неко-

торым 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 кустятся, 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; Ториков, Макаров, 2019).

Исследованиями ВНИИ люпина показано, что при возделывании овса сорта Скакун 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 (Малявко 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 объёмов 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 NPK 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 выметывания 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 хими-



зации 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 антимуtagenное 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 (Шаповал 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, три-терпеновых 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: Плоророрие, ГуминовитНН, Лигногумат, Гумистим, Гумат натрия. Попадаю 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 Действие средств химизации как одного из факторов повышения урожая зерна ячменя и его качества**

Являясь в наибольшей степени эффективным средством, способствующим повышению урожайности сельскохозяйственных культур, современные средства химизации, включая удобрения, средства защиты растений от вредных организмов, биологически активные препараты (ре-

гуляторы и стимуляторы роста растений) при определенных условиях могут оказывать положительное влияние на состояние почвенного плодородия. Под непосредственным воздействием удобрений, мелиорантов, биопрепаратов регулируются процессы корневого питания как один из наиболее контролируемых и доступных факторов регуляции синтетических процессов метаболизма растений (Кизюля и др., 2017; Sakal at all, 1985).

Многочисленными исследованиями, проведенными в разное время в различных погодно-климатических условиях отмечено, что положительное действие удобрений определяется агрохимической характеристикой почвы, наличием доступных для растений макро- и микроэлементов (Кулаковская, Ярошевич, 1976; Яговенко, Поликарпова, 1990; Кукреш, Свиридов, 1990; и другие).

При внесении минеральных удобрений урожайность зерновых культур в Нечерноземной зоне РФ в среднем увеличивается от 17 до 50% (Пенчукова, Булавинов, 1986). По мнению Л.М. Державина (1991), без применения минеральных удобрений, в том числе азотных, производство зерна в США уменьшилось бы в два раза.

В странах с высокоразвитым земледелием, как считает академик В.Г. Минеев (1999), производство зерна более чем на 50% обеспечивается за счет применения удобрений при ведущей роли минерального азота, недостаточная обеспеченность которым на ранних этапах онтогенеза нарушает протекание синтетических процессов, что негативно сказывается на продуктивности растений. Применение удобрений повышает в почве содержание подвижных фосфатов, обменного калия, азота в нитратной и аммонийной форме в начальный период вегетации растений, и их содержание в почве в дальнейшем не превысит естественный агрохимический фон (Кукреш, Безсилко, 1990).

Ячмень относится к культурам, достаточно требовательным к почвенному плодородию, и испытывает нужду в легкоусвояемых элементах минеральной пищи, и поэтому хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений. В среднем ячмень из внесенных минеральных удобрений использует около 50- 60% азота, от 25 до 28% фосфора и до 42% калия. Из доступных почвенных запасов ячмень потребляет до 30% азота, около 10% фосфора и до 15% калия. С осени обычно применяют

фосфорные удобрения, а азотные и калийные вносят, как правило, под предпосевную подготовку почвы. (Кидин, 2012).

Исследованиями (Дудинцев, Федорищев и др., 2001; Беляков, 1990) убедительно показано, что правильное, научно обоснованное применение минеральных удобрений не только повышает устойчивость растений ячменя к засухе, вредным организмам, что способствует повышению его урожайности и качества зерна. Недостаток элементов минеральной пищи в начальный период развития ячменя (в течение 15- 30 дней после посева) приводит, как правило, к нарушению синтетических процессов в растениях, повышается риск полегания и нормального образования репродуктивных органов, что непосредственно сказывается на уровне урожайности ячменя.

Применение минеральных удобрений под яровой ячмень (сроки, дозы, способы) в значительной степени определяется погодными условиями, типом почвы, ее агрохимическими показателями, гранулометрическим составом. Поглощение элементов питания ячменем неравномерно, так ячмень половину своих потребностей в азоте удовлетворяет к фазе выхода в трубку и заканчивает его поглощение практически уже к фазе колошения (Сычев, 2003; Wallace, 1982). На почвах легкого гранулометрического состава и в районах избыточного увлажнения ячмень хорошо отзывается на частое внесение азотных удобрений в начале выхода в трубку. На серых лесных и дерново-подзолистых почвах и при достаточном увлажнении на почвах тяжелого механического состава (суглинки) обычно эффективно применение азотных удобрений в дозах 80- 90 кг/га д. в. и выше. На почвах песчаных и супесчаных эффективно применение азотных удобрений в период кущения или начале фазы выхода в трубку в дозах 60 кг/га д. в. и выше (Кидин, 2009).

Уровень фосфорного питания также оказывает влияние на урожайность и качество зерна ячменя, при этом полная обеспеченность растений фосфором у растений ячменя заметно повышает устойчивость к полеганию, болезням и вредителям, увеличивается уровень урожайности. По мнению О.В. Сдобниковой (1977), при низкой обеспеченности почв фосфором, применение азотных и калийных удобрений не гарантирует получение урожайности зерна ячменя выше 1,8- 2,0 т/га и затяги-

вается процесс формирования репродуктивных органов. Изучение влияния фосфора на урожайность сельскохозяйственных культур показало, что наиболее критическим периодом в питании растений являются первые 10- 20 дней (Хмелинин, 1984; Переверзев, 1992; Nayak, 1995). Предпосевное внесение 15- 20 кг/га  $P_2O_5$  в рядки способствует формированию корневой системы и лучшему усвоению растениями азота и калия, ускоряет созревание растений, повышает урожайность ячменя в среднем от 0,2 до 0,4 т/га.

Разные сорта ярового ячменя потребляют неодинаковое количество элементов минерального питания. При возделывании на дерново-подзолистых почвах при сходной агрохимической нагрузке сорт Нур оказался по сравнению с сортом Владимир более требовательным к условиям минерального питания и значительно продуктивнее на фоне 350 кг/га д. в. NPK (Ерошенко, Ерошенко, 2010).

Исследованиями на дерново-подзолистых почвах установлена хорошая отзывчивость ярового ячменя на прикорневую азотную подкормку в дозе 60 кг/га д. в., при этом отмечено повышение урожайности зерна ячменя и величины сбора белка с 1 га уборочной площади (Ахметгареев, 2011).

Лучший способ применения минеральных удобрений-локальное внесение, поскольку он, предотвращая загрязнение окружающей среды, способствует повышению коэффициента элементов питания, кроме того, при дробном внесении минеральных удобрений растения обеспечиваются элементами минеральной пищи в течение всего вегетационного периода (Мальцев и др., 2002).

Исследования, направленные на совершенствование технологических приемов выращивания ячменя, основываются на знании сортовых и биологических особенностей, что дает возможность управлять синтетическими и ростовыми процессами при формировании урожая и позволит увеличить валовые сборы и повысить качество зерна (Кидин, 2012). При этом следует учитывать то, что применение высоких доз азотных удобрений, способствуя повышению урожайности зерна, приводит к снижению его качества. В этих случаях отмечено снижение силы начального роста, ослабевает устойчивость растений к различным болезням, уменьшается масса 1000 семян (Ягодин, 1989).

Применение оптимальных доз минеральных удобрений при выращивании зерновых культур, включая ячмень, является приоритетным (Богдевич и др., 1991; Finck, 1991; Schilling, 2000).

По мнению ряда исследователей, (Лебедева, 1984; Сдобников, 1990; Ладонин и др., 1991), наибольший эффект в центральном Нечерноземье России обеспечивается применением полного минерального удобрения (NPK).

Следует также учитывать и то, что на кислых почвах проведение известкования уменьшает подвижность токсичных элементов алюминия и марганца, улучшает доступность фосфора, кальция и молибдена (Andrew, Hegarti, 1969; Brauer at all. 2002).

Как указывает В.Г. Минеев (1973), при дефиците увлажнения почвы окупаемость удобрений прибавкой урожая недостаточно высокая. При достаточной обеспеченности растений почвенной влагой эффективность азотных удобрений значительно увеличивается (Тованчев, 2017).

По утверждению ряда исследователей, внесение под яровой ячмень высоких доз азотных удобрений способствует повышению белковости зерна, что ухудшает его пивоваренные качества. Некоторые исследователи рекомендуют ограничиться применением относительно невысоких доз азотных удобрений под ячмень, возделываемый на пивоварение (Беляков, 1990; Шпаар и др., 1998; Романова, 1999).

Исследованиями ряда авторов (Мальцев, 1991; Дудинцев, Федорищев, 2001) показано, что в условиях хорошо окультуренных почв под пивоваренный ячмень применение азотных удобрений можно ограничить дозой 30 кг/га д.в., поскольку при увеличении ее дозы до 60 кг/га практически всегда отмечается увеличение содержания белка, и снижение экстрактивности, что неприемлемо для пивоваренного ячменя.

В тоже время, по мнению А.П. Смирнова и др. (2010), С.А. Шафран с соавторами (2006), на слабоокультуренных дерново-подзолистых почвах в Нечерноземной зоне именно азот является определяющим фактором в повышении урожайности и качества зерна.

Увеличение дозы азота до 120 кг/га д.в. в составе фосфорно-калийного удобрения  $P_{60}K_{60}$  способствовало повышению содержания белка в зерне с 11,1 до 12% при низкой окультуренности почвы и с 12,6 до 13,8% при высокой окультуренности почвы соответственно (Смирнов, 1990).



При возделывании ячменя на пивоваренные цели следует применять минеральные удобрения при соотношении азота, фосфора и калия, равном 0,5:1,0:1,5, зная, что формирование партий зерна на солод на практике проводят, используя данные о содержании элементов питания в растениях ячменя, поскольку при достижении ячменем фазы колошения, оптимум содержания в листьях азота должен составлять порядка 4,5- 4,7%, фосфора 0,42- 0,48%, калия, 3,5- 4,1%, а в наземной части в целом соответственно 1,2- 1,9%, 0,20- 0,25% и 1,5- 2,1%. Такое зерно можно использовать в пивоваренном производстве (Торилов, 2012).

Исследованиями А.А. Сахибгареева, Т.А. Гаитова (1999) в условиях Татарстана установлено, что при внесении высокой дозы азота в зерне возрастало содержание сырого белка с 12,1 до 14,3% при одновременном снижении содержания крахмала с 56,9 до 54,6%, при этом пленчатость увеличилась с 9,7 до 10,3%.

Результаты исследований Н.А. Артюшиной с соавторами (1991) свидетельствуют, что под действием избыточного азотного питания отмечается усиление роста вегетативной массы, растения более склонны к полеганию из-за формирования слабой соломины. Отмечается задержка созревания зерна с повышенным содержанием в нем сырого белка, что значительно снижает пивоваренные достоинства зерна ячменя.

Известно, что разные виды растений имеют неодинаковый химический состав, который определяется, в первую очередь, формой, количеством, способом внесения удобрений, доступности почвенных запасов элементов питания, условий увлажнения и др. По данным ряда авторов (Дудин и др., 1991; Иванов, 2006), в расчете на 10 ц зерна с соответствующим количеством побочной продукции ячмень выносит около 20- 28 кг азота, от 7 до 12 кг фосфора и от 11 до 24 кг калия. При этом ячмень половину общей потребности в азотном питании удовлетворяет к фазе выхода в трубку, а к началу фазы колошения потребление азота практически прекращается (Сычев, 2003). В условиях избыточного увлажнения, а также на почвах легкого гранулометрического состава (супесчаных и песчаных) эффективны азотные подкормки в фазе начала выхода в трубку (Богдевич и др., 1991). При достаточной влагообеспеченности дерново-подзолистых и серых лесных почв азотное удобрение применяют как при разовом внесении, так и дробно, при этом на почвах суглинистых эффек-

тивно применение азота в дозах 80- 90 кг/га д.в., на почвах легкого гранулометрического состава в дозах выше 60 кг/га подкормку проводят в фазу кущения или фазу выхода в трубку (Лапа, Босак, 2002).

Возделываемый в полевых севооборотах яровой ячмень эффективно использует последствие органических удобрений, внесенных, как правило, под пропашные предшественники. При последствии среднегодовой дозы навоза в норме 8- 10 т/га урожайность ячменя возрасла на 6- 10 ц/га и более (Уразлин, 1998). Следует отметить, что эффективность азотных удобрений на яровом ячмене заметно возрастает на умеренном фосфорно-калийном фоне (Ненайденко, Судакова, 1991; Аристархов, 2000; Аканова, 2001).

Как правило, на почвах с низким содержанием подвижных форм фосфора и обменного калия отмечается положительный эффект от фосфорных и калийных удобрений, при этом возрастает продуктивность ярового ячменя, устойчивость к болезням и значительно уменьшается полегаемость посевов (Сдобникова и др., 1977). Основное количество фосфора ячмень потребляет с начала выхода в трубку до фазы цветения (Дорофеев и др., 1983; Посыпанов, Бузмаков, 1999). Припосевное внесение фосфора в форме гранулированного суперфосфата (15-20 кг/га д.в.) обеспечивает прибавку зерна ячменя на уровне 0,2-0,25 т/га (Гулидова, 2001). Поскольку первые 10-15 дней после посева для растений являются в достаточной степени критическими, рядковое внесение фосфорных удобрений способствует нормальному формированию корневой системы, крупного колоса, более лучшего усвоения азота и калия, а в итоге повышается урожайность ячменя (Переверзев и др., 1992). Фосфорные удобрения, особенно в повышенных дозах, способствуют повышению урожайности зерновых культур, увеличивают содержание фосфора в растениях и вынос его с урожаем товарной и побочной продукции (Diez, Bucher, 1980).

Не образуя в растениях нерастворимых соединений, калий способен вымываться из растений, в то же время калий почвенных минералов может быть доступен растениям только лишь после их разрушения и в ионной форме ( $K^+$ ), может легко ими использоваться. Ежегодно из почвенных минералов высвобождается от 15 до 30 кг/га калия (Пчелкин, 1966).

Некоторые исследователи, изучая динамику потребления калия зерновыми культурами, установили, что потери калия из надземных органов растений в период формирования, налива и созревания зерна могут достигать 50% от его максимального количества в урожае (Никитишн, Личко, 2002).

Для нормального питания растений неоспоримую значимость приобретают доступные формы калия, представленные калием почвенного раствора и обменно поглощенным калием, содержание которого в легких почвах не превышает 1,0%, а в суглинистых почвах его 1- 2% от валового его содержания в почве. Коэффициенты использования обменного калия из почвы зависят от биологических особенностей сельскохозяйственных растений, гранулометрического состава почв, содержания обменного калия и обычно не превышают 30%. Исследованиями многих авторов (Прокошев, 2000; Чумаченко, 2003; Минеев и др., 2007) показано, что растения наибольшее количество калия поглощают в первый период своего роста и развития, достигая максимума его поглощения уже к фазе колошения. Эффективность калийных удобрений возрастает на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах, торфяно-болотных, а также при известковании кислых почв в условиях низкого содержания подвижных форм калия в почве (Прокошев, Дерюгин, 2000). Сбалансированность азотного питания с питанием фосфором и калием обуславливает кормовое и пивоваренное качество зерна ячменя (Ториков, 2010).

Калий, находясь в лабильной форме с клеточным веществом, обеспечивает тургор и осмотическое давление растительной клетки. Только лишь не многим более 30% всего наличия калия в листовой пластинке прочно связано со структурами хлоропластов при интенсивном обмене веществ, обеспечивая нормальные условия протекания реакций ферментации цитохромной системы и фосфорилирования. Вследствие этого только лишь при хорошей обеспеченности растений калием гарантирует интенсивность процессов дыхания и фотосинтеза (Плешков, 1980).

Калий способствует формированию семян, и при этом ускоряется их созревание, он положительно способствует улучшению азотного питания, особенно в аммонийной форме, стимулируя формирование боковых корней (Федотова, Федорова, 2018).

Исследованиями В.Н. Прокошева (1975), Л.Ф. Данилова (1975), Н.С. Авдониной и др. (1978) установлено, что под влиянием калийных удобрений увеличивается масса 1000 зерен, снижается пленчатость зерна ячменя.

Известно, что известкование почв повышает общий уровень плодородия почвы, но при этом следует учитывать, что оптимум рН для сельскохозяйственных культур, по сведениям различных авторов, имеет существенное различие (Шильников и др., 2006; Небольсин, Небольсина, 2009).

Для ячменя лучше подходят хорошо удобренные почвы с реакцией среды ближе к нейтральной (6,0- 7,0), отзываясь на проведение известкования и внесение средних доз минеральных удобрений.

Внесение известковых материалов оказывает на растения как прямое, так и косвенное влияние. Прямое действие извести способствует устранению избыточного количества ионов водорода и алюминия в почвенном растворе, косвенно известкование улучшает агрофизические свойства почвы, способствуя изменению доступности растениям элементов минеральной пищи, улучшением биологической активности почвы (Аканонова, 2000; Шильников, 2006). При этом действие извести носит пролонгированный характер, оказывая положительное влияние на урожайность при внесении полной дозы в течение 8- 10- летнего периода. Урожай зерна ячменя на производственной почве увеличивается в среднем на 0,2- 0,5 т/га (Шильников, 1984).

Следует отметить, что отзывчивость сортов ячменя на реакцию среды неодинакова. Так в опытах Московского НИИСХ «Немчиновка» (Кузмич и др., 2017), урожайность сортов ячменя Московский 86 и Яромир в большей степени зависела от реакции среды, чем сорта Владимир.

По мнению И.Р. Вильдфлуш и др.(2005), Б.А. Ягодина (1989), при размещении ярового ячменя после зерновых культур с целью получения планируемого урожая 4,0- 4,5 т/га необходимо применять не более 80-90 кг/га д.в. азота, при возделывании ячменя в севообороте по удобренным пропашным (кукуруза, картофель) рекомендуется применять порядка 40- 60 кг/га.

В условиях совершенствования технологии возделывания ярового ячменя система удобрения применительно к концепции интенсификации

земледелия Центрального региона Нечерноземной зоны необходимо использовать методы комплексной растительной и почвенной диагностики оптимизации питания, учитывая, что биологические особенности возделываемых сортов интенсивного типа будут определять дозы удобрений, соотношения элементов питания в зависимости от цели использования конечной продукции (Ермохин, 2010).

Как отмечает В.Н. Ефимов и др. (2002), эффективность калийных удобрений в значительной степени возрастает при относительно низком его содержании в почве, а также при размещении посевов ярового ячменя по пласту многолетних трав.

Исследованиями на дерново-подзолистой почве Центра Нечерноземной зоны (Ерошенко и др., 2010) показано, что отзывчивость сортов Нур и Владимир на плодородие почвы и интенсивность удобренности различна. Так, сорт Нур оказался более требователен к условиям минерального питания, формируя максимальный урожай при внесении полного минерального удобрения (NPK) в дозе 350 кг/га д.в. Изучаемые сорта также различались по затратам макроэлементов при формировании 1 т зерна.

Одним из приемов управления формированием урожая, наряду с основным внесением удобрений, все большее значение приобретает применение жидких удобрений для обработки семян и некорневых подкормок (Таланов, 2003; Левин, 2004). В опытах Р.В. Назарова с соавторами (2017) некорневая подкормка жидким удобрением марки Агрис Азот с нормой 3,0 л/га повышала урожайность и качественные характеристики фуражного зерна.

В исследованиях И.Н. Романовой с соавторами (2014), проведенными в условиях западной части Нечерноземья на дерново-подзолистой среднесуглинистой средне окультуренной почве установлено, что при возделывании ячменя, отвечающего требованиям крупяной и пивоваренной промышленности посев сортов ярового ячменя Владимир, Нур, Посада необходимо проводить в ранние сроки (третья декада апреля) с внесением минеральных удобрений в дозах  $N_{60-30}P_{90}K_{90}$ .

В опытах Я.В. Берсеновой (2016) при возделывании сортов ярового ячменя Багрец и Белгородский- 100 более высокая урожайность зерна была получена по сорту Белгородский- 100 при применении  $N_{60}P_{60}K_{60}$ .

В исследованиях, проведенных в лаборатории технологий возделывания зерновых культур ГНУ ВНИИЗК Россельхозакадемии, изучена отзывчивость сортов ярового ячменя Приозовский-9, Ратник, Ясный установлено, что изучаемые сорта ярового ячменя формируют максимальную продуктивность на фоне применения минеральных удобрений в дозе  $N_{40}P_{60}K_{40}$ . При этом большей отзывчивостью на внесение минеральных удобрений отличаются сорта Ясный и Ратник (Парахин и др., 2000).

Применение минеральных удобрений в дозе  $N_{100}P_{100}K_{100}$  в зерно-пропашном севообороте на фоне последействия навоза способствовало повышению урожайности ячменя до 5,08 т/га, отмечено повышение белковости зерна до 14,9% (Воронин и др., 2009).

В биологическом земледелии вопрос об отказе от применения минеральных туков не стоит напрямую. Следует исходить из того, что в системе плодосменных севооборотов минеральные удобрения необходимо применять в невысоких (умеренных) дозах, сочетая с применением органических удобрений. В этом случае проблема азота решается в основном за счет повышения доли в севообороте промежуточных кормовых бобовых культур, которые способны за счет глубоко проникающей корневой системы мобилизовать из глубоких генетических слоев почвы трудно растворимые соединения макроэлементов и переводить их в легко доступные формы (Аникст, Тюрюканов, 1995; Мальцев, Каюмов и др., 2002; Пашутко и др., 2018).

Под влиянием сидератов и навоза отмечается повышение содержания гумуса, суммы поглощенных оснований, существенно снижается кислотность почвенного раствора, что стимулирует микробиологические процессы в почве, способствующие переводу питательных веществ органических остатков в доступное для растений состояние (Богданов, Ахметшин, 1991).

Опытами Е.В. Дудинцева, В.Н. Федорищева и др. (2001) установлено, что оптимальная доза под ячмень, возделываемый на хорошо окультуренных почвах на пивоваренные цели, не должна превышать 30 кг/га д.в. при увеличении ее до 60 кг/га отмечено увеличение содержания сырого белка и снижение экстрактивности, что ухудшает пивоваренные достоинства зерна ячменя.

При возделывании ячменя на почвах с низким содержанием калия, а также при размещении его по пласту многолетних трав повышается эффективность калийных удобрений. В этом случае необходимо использовать полное минеральное удобрение (NPK) непосредственно под предпосевную подготовку почвы (Ефимов, 2002). Следует также учитывать, что дозы, соотношения и сроки применения удобрений должны быть дифференцированы от сортовых особенностей и хозяйственного использования полученного урожая зерна ячменя (Ермохин, 2010).

Являясь важнейшим звеном биологизации земледелия, севооборот призван выполнять одну из главных своих функций- фитосанитарную, при этом необходимо учитывать правильное установление чередования культур, различающихся биологическими и технологическими особенностями развития, которое по максимальному затормаживало рост и развитие сорного компонента (Сидоров, Зезюков, 1993).

При научно обоснованном правильно организованном севообороте обеспечивается уменьшение общей засоренности культур сплошного сева до четырех раз, пропашных культур-до двух раз, в значительной степени подавляются многие корнеотпрысковые сорные растения (Полевщиков, 2006).

По твердому убеждению, И.Г. Власенко, Т.П. Садохина (2010), грамотное применение приемов агротехники в значительной мере способствует снижению объемов применения различных химических препаратов, включая средства защиты от болезней и вредителей в посевах ячменя. Также проведение сева в возможно ранние сроки позволяет ячменю с наибольшим эффектом использовать запасы продуктивной влаги. Хорошее развитие растений в ранний период вегетации снижает риск развития корневых гнилей в 1,8- 5.1 раза, пятнистостей- в 2,2- 3,2 раза. Обычно ранние сроки посева, применение оптимальных доз и соотношений минеральных удобрений, обязательное протравливание семенного материала дает реальную возможность сократить применение химических средств защиты против сорняков и болезней за исключением борьбы с хлебной полосатой блошкой, необходимость опрыскивания против которой определяется результатами визуального контроля (Мельник и др., 2006).

Бытует мнение, что принцип биологизации земледелия, в том числе производства зерна, базируется на широком использовании агроэкологических и биологических факторов, реализации сортовых технологий при ограниченном применении пестицидов и оптимизации минерального питания на принципах устойчивого сохранения биоразнообразия, экономии энергетических ресурсов (Мерзлая, 201; Соколов, 2001; Мальцев и др., 2002).

Хорошее калийное питание обеспечивает растениям повышение холодостойкости, засухоустойчивости и устойчивости к различным болезням. Калий благоприятствует образованию боковых корней, оказывает позитивное влияние на использование растениями азота, особенно в аммонийной форме, ускоряет созревание семян (Дорофеев и др., 1983)

Установлено также, что ячмень хорошо реагирует на применение микроэлементов, роль которых заключается в активизации ферментативных и биохимических процессов, при этом отмечается улучшение использования из минеральных удобрений фосфора и калия в 1,37 и 1,39 раза соответственно (Шакиров, Гилязов, 2010). По данным исследований Р.Н. Ахметгараева (2011) некорневая подкормка азотом улучшает развитие растений ячменя, сопровождаемое увеличением площади листовой поверхности и стимуляции процесса фотосинтеза, что способствует повышению продуктивности ячменя в целом.

Практикой сельскохозяйственного производства показано, что ячмень, размещенный в севооборотах после культур, под которые вносили органические удобрения, очень хорошо использует их последствие, значительно повышая уровень урожайности зерна от 0,5 до 1,0 т/га (Аристархов, 2000; Ягодин и др., 2003).

Некоторые исследователи (Ягодин, 2003; Вильдфлуш, 2005) рекомендуют под ячмень, размещенный после зерновых хлебов вносить порядка 80- 90 кг/га д.в. азота, а при посеве ячменя после пропашных культур (кукуруза, картофель) дозу азота снижать до 40- 60 кг/га.

Таким образом, размеры урожая и его качество определяются уровнем плодородия почвы и уровнем минерального питания растений, когда при дифференциации доз азотных удобрений необходимо учитывать такие факторы как почвенно-климатические условия, особенности агротехники, сортовые особенности и обеспеченность почвы подвижными формами фосфора и обменного калия.



## 1.5 Микробиологические препараты в процессах интенсификации земледелия

Агроценоз, как считает академик В.Г. Минеев (2008), является по своей сути антропогенно регулируемой системой, которая обладает определенным составом организмов, связанных между собой специфическими взаимоотношениями с компонентами окружающей среды. Повышение продуктивности таких систем определяется степенью интенсификации технологии и подбором высокоурожайных культур в севооборотах с удобрениями. Как правило, функционирующие агросистемы подвержены значительной экологической нагрузке, связанной с воздействием целого комплекса антропогенных и естественных явлений, связанных с производством сельскохозяйственной продукции. Современный подход к анализу функционирования агросистем должен иметь системный характер, при условии управления ими внешними регуляторами (Одум, 1986). Как считает автор, единственным показателем сравнения продуктивности природных и искусственных ценозов является величина фактического урожая растений. Существующая в природных сообществах эволюционно сложившаяся система регуляции (гормональная система, аллелопатические взаимодействия и др., благодаря биологически активным веществам-БАВ) позволяет регулировать продукционный процесс (Мейен, 1984).

Немаловажную роль в биологической составляющей агроценозов многие исследователи находят в гормональной регуляции, которая может быть выражена гормональной регуляцией микроорганизмов или корневых выделений (экссудатов) ризосферы растений, поскольку осуществляется постоянная взаимосвязь протекающих в растениях процессов гормональной регуляции и почвенного биологического комплекса, учитывая, что в нем всегда находятся в наличии физиологически активные вещества такие, как ауксины, гиббереллины, абсцизовая кислота, фенолы и др., (Frankenberger, Brunner, 1983).

Система «почва-растение» как живая и развивающаяся структура постоянно подвержена регулированию, пределы которого всегда определены эндогенным саморегулированием растения, включающем изменения на организменном и клеточном уровне. Рост и развитие растений

и протекающие процессы саморегулирования связаны с ризосферой растения, где непосредственно протекают тесные взаимосвязи живой и косной фаз, поскольку именно она является основной опорной базой для осуществления процесса обогащения ее биологически активными веществами, обладающих свойствами регуляторной и протекторной активностью в живых организмах (Колосов, 1962).

Антропогенная регуляция в агроценозе в системе «почва-растение» реализует возможность изменить направленность процессов и практически осуществить на высоком уровне результаты экзогенного применения БАВ или фитогормонов и внесением в почву необходимого количества элементов питания (Харборн, 1985).

Использование в агроценозе регуляторов роста растений (РРР) активизирует в системе «почва-растение» протекание процессов внешних изменений, теснейшим образом связанных с биохимическими процессами в растительном организме. Внутренние характеристики (иммунитет, специализированная защита, биохимические процессы регуляции и т.д.) определяют пределы толерантности растений к факторам внешней среды. В совокупности с внешними факторами внутренние системы могут оказывать влияние на изменение оптимума своего роста и развития. Характеристика БАВ определяет в целом стратегию адаптации растений (Лукнер, 1979).

Классификация РРР по М.Х. Чийлахяну (1988) предусматривает разделение их на фитогормоны и негормональные препараты. Так фитогормоны определены, как стимуляторы роста, к которым относят ауксины, гиббереллины, цитокинины и их синтетические аналоги. Во вторую группу входят ингибиторы роста: этилен, абсцизовая кислота и их физиологические аналоги. Кроме того, выделена целая группа негормональных регуляторов, включающих в себя стимуляторы и ингибиторы роста эндогенного свойства, т.е. присутствующие в растительном организме. К ним относят фенолы, кумарины и витамины. Вещества, несвойственные растениям, неприродные относят к экзогенным регуляторам. Кроме того, РРР классифицируют также по характеру ответной реакции: десиканты, дефолианты, ретарданты, стимуляторы роста (Мельников, 1975; Кефали и др., 1985).

В практике сельскохозяйственного производства применение регуляторов роста растений (РРР) впервые осуществилось в тридцатые годы прошлого столетия в США. Наибольшее применение в практике сельскохозяйственного производства получил синтетический гормон-этилен, повышающий завязываемость плодов (Шаповал и др., 2014).

Из общего количества зарегистрированных РРР широкое применение в практике сельскохозяйственного производства имеют гуминовые препараты, альбит, новосил, биосил, лариксин, креацин, эпин, циркон (Вакуленко, Шаповал, 2000).

В последние годы значительно возросло количество исследований, посвященных изучению биостимуляторов-инновационных препаратов, основное значение которых увеличение продуктивности культурных растений и улучшение качества урожая (Сусидко, 1998; Завалин, 2005). Физиологическое действие этих препаратов наблюдается в стимулировании ростовых процессов, уменьшении негативного действия в стрессовых ситуациях (засуха, низкие и высокие температуры, негативное действие ксенобиотиков).

Неблагоприятные факторы внешней среды могут снижать генетическую продуктивность сельскохозяйственных растений на 50- 80%. (Прусакова и др., 2005). В начале двухтысячных годов в растениеводстве России использовали более 80 препаратов на основе 33 действующих веществ. Высокая физиологическая и фунгицидная активность биорегуляторов проявляется в низких концентрациях- 5- 50 мг/га. Являясь, по сути, естественными соединениями, включаясь в метаболизм растений, они не оказывают негативного влияния на окружающую среду (Вакуленко, 2004).

Регуляторы роста растений становятся неотъемлемой составной частью интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Перспективность их внедрения в практику сельскохозяйственного производства заключается в относительно невысоких нормах их применения при достаточно высоком уровне контроля за процессами роста и развития растений. Не являясь питательными элементами в прямом смысле, регуляторы роста выступают в качестве факторов управления синтетических процессов в растениях. Научно обоснованное применение удобрений при высоком уровне агротехнических приемов

способствует повышению эффективности применяемых регуляторов роста растений (PPP) (Шаповал и др., 2016).

Согласно классификации, биостимуляторы подразделяются на 8 категорий веществ и соединений разной природы (комплексные органические материалы, гуминовые материалы, «полезные» химические элементы, неорганические соли, экстракты водорослей, свободные аминокислоты, хитин и производные хитозана, антитранспиранты и другие азотсодержащие вещества) (Du Jardin, 2012) и в последнее время к ним добавились микроорганизмы (Traon at. all, 2014).

Микроорганизмы-антагонисты на основе бактерий родов *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Streptomyces*, а также представленные грибами родов *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium* были использованы для создания препаратов, биоконтролирующих наличие вредных организмов, продуцирующих метаболиты антимикробного и энтомоцидного свойства. Следует отметить, что бактерии рода *Azotobacter* способны продуцировать биологически активные вещества, способные угнетать развитие фитопатогенных грибов и бактерий (Мишустин и др., 2005). Многие микроорганизмы способны разрушать органические соединения, ранее недоступные, превращая их во вполне доступные формы для растений (Тома, Кравчук, 1981).

Выделенные из растений соединения, представленные различными классами химических веществ, явились основой получения препаратов, повышающих устойчивость растений к болезнетворному началу. К таким препаратам относят Эпин-экстра, циркон, лариксин (Шаповал и др., 2014).

Эпин-Экстра (24- эпибрассинолид)- препарат, способный стимулировать систему растений, обеспечивая устойчивость растений к заболеваниям.

Основой препарата Циркон является гидроксикоригная кислота, характеризующаяся высокой способностью к росторегуляции и иммуностимулирующей активности со значительным антибактериальным и фунгипротекторным свойством, которое в стрессовых ситуациях повышает адаптационный уровень потенциала клеток, усиливая устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды (Малеванная, 2001; 2004).

Биологический элиситор Лариксин, воздействуя на иммунную систему растения, усиливает неспецифичную устойчивость к болезням, благоприятствует функционированию проводящей системы растений, улучшая их снабжение элементами минерального питания, активизируя процессы обмена веществ, повышая также содержание хлорофилла. косвенно усиливая процесс фотосинтеза (Чекуров, Сергеева, 2003).

Синтетические регуляторы роста растений Мивал-агрон энергияМ (ортокрезоксисукусной кислоты триэтаноламмониевая соль+ хлорметилксилатран), обладая высокой иммунопротекторной активностью, способствуют замедлению преждевременного старения и предотвращают гибель растений в условиях стресса, они способствуют активизации биосинтеза ДНК, РНК и белка, что ускоряет процесс роста и развития и созревания растений (Шаповал и др., 2014).

К одним из новых продуктов химического синтеза, усиливающих активность  $\beta$ -амилаз, участвующих в процессах поглощения влаги семенами, относится Мелофан (меламиновая соль бис (оксиметил) фосфиновой кислоты). Действие Мелофана заключается в ускорении процесса прорастания семян и активизации дыхания и фотосинтеза растений (Фаттахов, Резник, 2007).

Особое место среди большого количества РРР принадлежит гуминовым кислотам. Влияние их на почву и растения многообразно. Помимо почвоулучшающих свойств гуматов, они обладают росторегулирующим и антистрессовым действием. Использование их в технологиях возделывания различных сельскохозяйственных культур позволяет повысить не только уровень урожайности, но и улучшение качества производимой продукции. Гуматы представлены солями гуминовых кислот, характерных тем, что они полидисперсны, нерегулярны строением и полужункциональны. Основой производства гуминовых веществ и препаратов является свойство гуминовых кислот формировать водорастворимые соли с натрием, калием, аммонием. Гуматы обычно получают из ископаемого сырья: торфа, угля, сапропеля, а также при вермикулировании (Безуглова, 2016). Их влияние на растения отличаются гормональным воздействием, улучшением поглощения минеральных питательных элементов через корневую систему, активное участие в окислительно-восстановительных процессах растительной клетки, предварительным фермента-

тивным расщеплением с образованием стимулирующих соединений (Попов, 2004; Безуглова, 2009).

Установлено, что гуминовые вещества усиливают корнеобразование растений, которое, в свою очередь, сопровождается развитием ассимиляционного аппарата и увеличением биомассы (Климова, Комиссаров, 1971). Отмечено изменение фосфорного обмена, что обуславливается увеличением в растениях соединений фосфорорганической природы, принимающих участие в реакциях переноса и трансформации энергии. Происходит процесс накопления сахаров при активном использовании поглощенного фосфора, а также усиливается синтез нуклеиновых кислот (Наумова и др., 1993).

Усиление роста растений обусловлено ускорением белкового обмена, снижается содержание нитратов в урожае конечной продукции и повышение ее качества (Исачкова и др., 2015). Кроме того, отмечено увеличение в растениях незаменимых аминокислот (валин, гистидин, лейцин, изолейцин, фенилаланин) и незначительное уменьшение содержания лизина и триптофана (Ронсаль, 1969).

В тоже время, четко установлено активное повышение интенсивности процессов дыхания и фотосинтеза за счет роста концентрации хлорофилла и аскорбиновой кислоты при четко установленной корреляции интенсивности дыхания и фотосинтеза. Повышается активность окислительно-восстановительных ферментов с действием физиологически активных веществ в начальные фазы развития растений (Бобырь, 1980). Пораженность растений корневыми гнилями при этом заметно снижается (Нечаев, 2015), а урожайность сельскохозяйственных растений в среднем возрастает от 30 до 90% (Чепл и др., 2011; Виноградова и др., 2015).

Известно, что гуминовые и фульвокислоты, являясь поверхностно активными веществами, способны снижать поверхностное натяжение водных растворов, от чего проницаемость клеточных мембран увеличивается. Это служит основной причиной ускорения передвижения питательных веществ, синтеза хлорофилла и интенсивности фотосинтеза. По мнению ряда исследователей, гуминовые вещества заметно способствуют усилению фотосинтеза аденозинтрифосфата (АТФ)- главного энергоресурса клетки (Литвинчук и др., 2015).

Под влиянием гуминовых веществ увеличивается содержание в тканях растений ферментов каталазы, пероксидазы, дефенилоксидазы, а также инвертазы (Попов, 2004; Безуглова, 2009).

В практике сельскохозяйственного производства наиболее широко известны такие гуминовые препараты природного происхождения, как Гумистим, Плодородие, Гумивит НН, Гумат натрия, Гумат калия, Лигногумат, Гумостим, Гумисол СК (Шаповал и др., 2006; Тиранова и др., 2014; Кондратенко и др., 2016).

М.М. Овчаренко (2008) рекомендует гуматы применять:

- при обработке семян (как в чистом виде, так и в сочетании со всеми протравителями);
- в виде некорневой подкормки во все фазы вегетации растений (как в чистом виде, так и в смеси с гербицидами, фунгицидами, карбамидом и аммиачной селитрой);
- путем внесения в почву в виде растворов (поверхностное опрыскивание почвы в чистом виде и совместно с дождевыми гербицидами при обработке посевов.

Результаты экспериментальных исследований свидетельствуют о положительном влиянии гуминовых веществ на урожайность ячменя и его качество. Так, в исследованиях Л.А. Нечаева с соавторами (2014) обработка посевов ярового ячменя гуматом калия в фазе кущения способствовала увеличению урожайности зерна ячменя по сравнению с контролем на 0,61 т/га или на 14,1% к контролю. Исследованиями, проведенными в Ставропольском крае (Квасов, 2010), установлено, что наиболее эффективно применение Гумата натрия на зерновых культурах в поздние фазы развития растений.

В опыте С.В. Митрофанова (2018) наиболее высокая урожайность зерна ячменя 38,36 ц/га 17,4% к контролю была получена в варианте с предпосевной обработкой семян фульвогуматом на фоне  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .

Исследованиями, проведенными на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве установлено, что влияние гуматов на продуктивность ячменя было достаточно эффективным. Прибавка относительно контроля составляла от 26 до 40% (Покинбара и др., 2008).

Таким образом, биостимуляторы, обладая оптимальными экологотоксикологическими характеристиками, не представляя серьезной опасно-

сти для человека и объектов окружающей среды, повышают эффект от применения различных удобрений, а также их применение способствует увеличению производства растениеводческой продукции.

### 1.6 Защитные мероприятия в растениеводстве как преобладающий 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 –  $^{137}\text{Cs}$  (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/км<sup>2</sup>. Общая площадь загрязнения при этом составила около 65 тыс. км<sup>2</sup>. 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 (Сычѳв и др., 2016).

Таблица 1 – Площадь сельскохозяйственных угодий субъектов РФ, интенсивно-загрязнённых  $^{137}\text{Cs}$ , тыс. га (обследование 1993 г) (Сычѳв и др., 2016)

Область	Плотность загрязнения $^{137}\text{Cs}$ Ки/км <sup>2</sup>			
	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  $^{137}\text{Cs}$ , выше 37 кБк/м<sup>2</sup> составляет около 422 тыс. га, из них доля пашни представлена площадью около 272 тыс. га, а на долю сенокоса

сов 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).

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  $^{137}\text{Cs}$  следующие КУ: <37(<1); 37-185 (1-5); 185-555 (5-15); 555-1480 (15-40); >1480 кБк/м<sup>2</sup> (>40Ки/км<sup>2</sup>). Принято считать, что данное зонирование удовлетворяет решению задач по организации земледелия на радиоактивно загрязнённых территориях (Кузнецов, Санжарова, 2016).

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

Год обследования	Вид угодий	Средневзвешенная плотность загрязнения, кБк/м <sup>2</sup>					
		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

\*2002 г; \*\*2005 г

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  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . 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 ( $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ ), 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 1мЗв 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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  в почвенном покрове (Smolders 1995).

Размеры поступления радионуклидов в сельскохозяйственные рас-

тения 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 [ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , марте-новские и электроплавильные 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  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  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  $^{137}\text{Cs}$ , 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 произвесткован-

ной дерново-подзолистой почве обеспечило пятикратное снижение концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в клубнях картофеля.

В условиях радиоактивного загрязнения агроценозов  $^{137}\text{Cs}$  необходимо вносить минеральные удобрения (NPK) в соотношения 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  $^{137}\text{Cs}$  (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).

### **1.7 Радиоактивное загрязнение среды в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС: общие позиции, динамика и показатели для агроценозов**

За время использования атомной энергии в мирных и военных целях происходило немало случаев загрязнения территории в ходе испытания ядерного оружия, а также при неконтролируемом поступлении

радиоактивных веществ в окружающую среду при авариях на реакторах или предприятиях по производству и переработке ядерного топлива. Лишь малая доля таких аварий сопровождалась выбросом радиоактивных веществ в колоссальных объемах, потребовавших огромные усилия для устранения следов аварии, а также создания и применения экстренных мер по защите населения (Никипелов и др., 1989).

Самая крупная авария в истории мировой ядерной энергетике произошла 26 апреля 1986 года на четвертом энергетическом блоке Чернобыльской атомной электростанции с разрушением активной зоны реакторной установки и части здания. По международной шкале оценки тяжести, составленной в 1990 году, случившаяся катастрофа является глобальной. Авария на ЧАЭС уникальна не только по количеству радиоактивных веществ, выброшенных в окружающую среду, и размеру территорий, подвергшихся интенсивному радиоактивному загрязнению, но и по материально-техническим затратам, потребовавшимся для смягчения ее последствий, и социально-психологическому воздействию на население.

После теплового взрыва образовалось радиоактивное облако, которое рассеяло радиоактивное выпадение на территории в западном и северо-западном направлениях. В течение следующих десяти суток происходил активный выброс и перенос в газообразной форме по атмосфере радиоактивных веществ, вследствие чего сформировались крупные пятна радиоактивного загрязнения имеющие сложную конфигурация на юго-западе России. Объем выпавших радиоактивных веществ составил около 50 мКи.

По объединенным оценкам, производимых на основании определения состава и плотности радиоактивных выпадений в границах территории бывшего СССР, в результате взрыва, а затем и пожара из реактора было выброшено примерно 3,5% топлива, при этом в атмосферу поступило 1,9 ЭБк других различных продуктов деления, в том числе

В научном пособии ученого, академика РАН Ю.А. Израэля: «По интегральным оценкам, сделанным на основании определения плотности и состава радиоактивных выпадений в пределах территории бывшего СССР, в результате взрыва и начавшегося вслед за этим пожара из реактора было выброшено около 3,5% топлива, в атмосферу поступило 1,9



ЭБк других продуктов деления, в том числе 270 ПБк  $^{131}\text{J}$ , 37 ПБк  $^{137}\text{Cs}$ , 8,1 ПБк  $^{90}\text{Sr}$  и большое количество трансурановых элементов. 43% поступившего в атмосферу  $^{137}\text{Cs}$  выпало на территорию бывшего СССР, 38% – на северную Европу, 8 % – пришлось на океаны, а остальные – на другие районы Северного полушария. В состав выброса входили практически все инертные радиоактивные газы, 60% накопившегося в реакторе к моменту аварии радиойода, 40% радионуклидов цезия, 10% теллура, около 1% тугоплавких элементов» (Израэль и др., 1988, 1990).

В начальный период после аварии в атмосфере преобладал дозобразующий изотоп  $^{131}\text{I}$  с периодом полураспада равным восьми дням и составляющий около тридцати процентов от общей активности. После распада данного изотопа ведущим и основным стал  $^{134}\text{Cs}$  с периодом полураспада равным два года и  $^{137}\text{Cs}$  с периодом полураспада равным тридцать лет.

В выбросах содержались множество короткоживущих радионуклидов, в следствии чего уровень радиационного воздействия резко уменьшился. Более стабильным он стал после 1991 года, когда снижение заметно уменьшилось и незначительно осуществлялось в дальнейшем за счет распада  $^{134}\text{Cs}$  и миграции в почву  $^{137}\text{Cs}$ , которая стала экспонировать излучения.

По официальным данным Федерального агентства по атомной энергии общая площадь загрязненной территории радиационной «грязью» после катастрофы на ЧАЭС превысила 130 000 км<sup>2</sup>. На зараженной территории проживало около 5 млн. человек.

По данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды на январь 1993 года в территории радиоактивного загрязнения со средней плотностью выпадений  $^{137}\text{Cs}$  более 1,0 Ки/км<sup>2</sup> оказались 16 областей и три автономные республики Российской Федерации. Общая площадь загрязнения составила 57 650 км<sup>2</sup> из них: Тульская – 45,1% территории области (25 700 км<sup>2</sup>), Орловская – 36,3% территории области (24 700 км<sup>2</sup>), Брянская – 33,9% территории области (34 900 км<sup>2</sup>), Рязанская – 13% территории области (39 600 км<sup>2</sup>), Калужская – 16,5% территории области (29 900 км<sup>2</sup>), Липецкая – 7% территории области (24 100 км<sup>2</sup>), Мордовия – 6,3% территории республики (36 200 км<sup>2</sup>), Белгородская – 6% территории области (27 100 км<sup>2</sup>), Курская –

4,1% территории области (29 800 км<sup>2</sup>), Пензенская – 3% территории области (43 200 км<sup>2</sup>), Ульяновская – 2,9 % территории области (37 300 км<sup>2</sup>), Воронежская – 2,5% территории области (52 400 км<sup>2</sup>), Ленинградская – 1% территории области (85 000 км<sup>2</sup>), Саратовская – 2% территории области (100 200 км<sup>2</sup>), Тамбовская – 1% территории области (34 300 км<sup>2</sup>), Нижегородская – 0,02 % территории области (74 800 км<sup>2</sup>), Чувашия – 0,44% территории республики (18 000 км<sup>2</sup>), Татарстан – 0,16% территории республики (68 000 км<sup>2</sup>).

Территория России пострадала от загрязнения главным образом из-за сухого осаждения и вымывания атмосферными осадками вторичных радиоактивных аэрозолей, сформировавшихся при конденсации испарившихся из топлива радионуклидов на поверхности либо в тонком поверхностном слое материальных частиц самого разнообразного химического состава и перенесенных с загрязненными воздушными массами в северо-восточном направлении» (Израэль и др., 1988). В отличие от загрязнения ближней зоны аварии выпадения отличались более высокой концентрацией летучих продуктов деления, нейтронной активацией и растворимостью радионуклидов. После распада коротко- и среднеживущих продуктов деления радиационная обстановка в основном определяется долго живущими радионуклидами.

По содержанию радиоактивных веществ в сельскохозяйственной продукции и, соответственно, по степени радиационной опасности внутреннего облучения загрязнения аварийными выбросами ЧАЭС пострадавшая территория была разделена на четыре зоны, которые отличались уровнями содержания <sup>137</sup>Cs: 1 зона проживания с льготным социально-экономическим статусом от 1 до 5 Ки/км<sup>2</sup>; 2 зона проживания с правом на отселение от 5 до 15 Ки/км<sup>2</sup>; 3 зона отселения от 15 до 40 Ки/км<sup>2</sup>; 4 зона отчуждения более 40 Ки/км<sup>2</sup>.

В дальнейшем после катастрофы на ЧАЭС основную и главную опасность представляли и представляют в наше время долгоживущие компоненты <sup>137</sup>Cs, а также <sup>90</sup>Sr и <sup>239</sup>Pu.

В России в результате радиационной техногенной катастрофы XX века в зону загрязнения попало около 15 млн. га сельскохозяйственных земель, из них более 2,3 млн. га с высокими уровнями загрязнения заре-

гистрировано в Брянской, Калужской, Тульской и Орловской областях по данным на 1992 год. Только в Брянской области за период с 1986 по 1992 год временно выведены из землепользования сенокосов и пастбищ – 9,8 тыс. га, пахотных земель – 7,3 тыс. га (Сотникова, 2016; Радиоэкологические последствия ..., 2018; Орлов, Аканова, 2020).

Спустя 35 лет после катастрофы на ЧАЭС, техногенные радионуклиды продолжают активно накапливаться в растительной компоненте, о чем свидетельствует радиологический мониторинг в России и других странах СНГ (Орлов, Лунев, 2018; Орлов и др., 2018; Орлов, Аканова, 2020).

Законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» (раздел VIII «Чрезвычайные экологические ситуации») установлено, что «участки территории Российской Федерации, где в результате хозяйственной или иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных», объявляются зонами чрезвычайной экологической ситуации. В результате аварии на Чернобыльской АЭС многие территории России, Украины, Республики Беларусь оказались зонами чрезвычайной экологической ситуации.

На протяжении ряда лет на этих территориях проводятся систематические наблюдения, оценка и прогнозирование состояния окружающей человека природной среды, то есть осуществляется радиомониторинг (Кузнецов, 2014; Панов, Сотникова, 2015; Радиоэкологические последствия ..., 2018; Орлов, Аканова, 2020).

В Российской Федерации авария на Чернобыльской АЭС привела к ухудшению экологической обстановки в лесных экосистемах Брянской области на площади 228,5 тыс. га. Плотность радиоактивного загрязнения почв сельскохозяйственных угодий свыше 1 Ки / км<sup>2</sup> составила более 760 тыс.га. Наиболее загрязнены радионуклидами леса Красногорского, Клинцовского, Злынковского, Новозыбковского районов; а почвы для сельскохозяйственного использования – в юго-западных районах, где средняя плотность загрязнения земель радиоактивным цезием составляла 12,6-17,8 Ки/км<sup>2</sup>. согласно данным ФГБУ «Брянскагрохимрадиология» на 2019-2020 гг. мониторинг на почвах сельскохозяйственных

угодий показывает, что 352,0 тыс. га (21 %) относится к разряду загрязнённых (свыше 37 Ки/км<sup>2</sup>), в том числе 231,9 тыс. га составляет пашня и 120,1 тыс. га – естественные кормовые угодья. Практически все угодья находятся в юго-западных районах: наиболее высокий уровень содержания цезия-137 в почве зафиксирован в Новозыбковском районе – 344,3 кБк/ м<sup>2</sup>. В настоящее время средневзвешенный показатель плотности загрязнения почв <sup>137</sup>Cs по области составляет на сельскохозяйственных угодьях 94,5 кБк/ м<sup>2</sup> (1,48 Ки/км<sup>2</sup>), в том числе на пашне – 41,8 кБк/м<sup>2</sup> (1,13 Ки/км<sup>2</sup>), естественных кормовых угодьях – 94,5 кБк/ м<sup>2</sup> (2,56 Ки/км<sup>2</sup>) (Специальный доклад, 2020).

Из 13 районов Брянской области, попавших в зону радиоактивного загрязнения, среднее содержание <sup>90</sup>Sr, превышающее плотность загрязнения 0,1 Ки/км<sup>2</sup> (12 Бк/кг) в почве, наблюдается в Гордеевском — 0,11 Ки/км<sup>2</sup> (13,5 Бк/кг), Злыковском — 0,39 Ки/км<sup>2</sup> (48 Бк/кг), Климовском — 0,16 Ки/км<sup>2</sup> (20 Бк/кг), Клинцовском — 0,11 Ки/км<sup>2</sup> (14 Бк/кг), Красногорском — 0,22 Ки/км<sup>2</sup> (27 Бк/кг), Новозыбковском — 0,2 Ки/км<sup>2</sup> (25 Бк/кг) районах. Загрязнение почвы также весьма неравномерно. В Гордеевском районе типичный интервал изменения концентраций <sup>90</sup>Sr в почве равен 5-22 Бк/кг, Новозыбковском — 13-37 Бк/кг, Злыковском — 26-70 Бк/кг, Климовском — 10-30 Бк/кг, Красногорском 4-50 Бк/кг, Клинцовском — 8-20 Бк/кг (Радиоэкологические последствия ..., 2018; Специальный доклад ..., 2020).

За счет распада короткоживущих радионуклидов загрязненность территорий ежегодно уменьшается на 8-20%, МЭД – в 4-8 раз (Ulanovsky et al., 2011; Радиоэкологические последствия ..., 2018). По данным исследований за 2016-2020 гг. в юго-западных районах снижение плотности радиоактивного загрязнения составило на сельскохозяйственных угодьях в целом – 2,6 раза, в том числе на пашне – 2,9 и сенокосно-пастбищных угодьях – 2 раза (Радиоэкологические последствия ..., 2018).

Действенным биогеохимическим фактором, регулирующим радиоактивные выпадения и обладающим большой ёмкостью поглощения радионуклидов, а также способностью прочно включать их в свой биологический круговорот выступают лесные экосистемы, естественные кормовые угодья, а также многолетние сельскохозяйственные насаждения. Целесообразность направленного исследования лесных экосистем, ча-

сти сельскохозяйственных ценозоя как возможных аккумуляторов радионуклидов, отмечалась еще в 60 гг. XX века в работах А.А. Молчанова (1968), Р.М. Алексахина (1972, 1977), Ф.А. Тихомирова (1972), М.А. Нарышкина (1975).

К настоящему времени основными загрязнителями окружающей среды являются долгоживущие радионуклиды-  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$  в соотношении 95:5- 79,3% от суммарной радиоактивности среды,  $^{90}\text{Sr}$ - 19,8% и микровкрапления  $^{239}\text{Pu}$  и  $^{240}\text{Pu}$ - 0,9%.

Радионуклиды в ходе метаболических процессов накапливаются в форме биоконплексов в органах и тканях растительных организмов (Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества, 1990). Важно заметить, что их количество в растениях часто выше, чем в окружающей среде. Задерживаются они в форме аэрозолей, растворов, газов. Степень задержки зависит от Метеорологических условий, морфофизиологических особенностей растительных объектов, агрегатного состояния и размеров частиц. Отмечено, что усвоение радионуклидов из почвы не отличается от накопления стабильных изотопов тех же элементов (Гродзинский, 1989; Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества, 1990; Сынзыныс, 1997). Ионы разных радиоизотопов свободно проникают в ткани корневых волосков с помощью диффузии. Процесс поглощения зависит от химических свойств элемента и степени участия его в метаболических процессах растительных объектов (Соколова, 2000; Митин, 2001). Отмечено, что в 1-е 5-15 лет после радиоактивного загрязнения для растений характерно увеличение содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , активно включающиеся в процессы метаболизма [Tikhomirov, Shceglov, 1994; Agarkina et.al., 1996].

Аккумуляция цезия-137 происходит в верхнем слое мелкодисперсных (особенно глинистых) и органических веществ, повышающих сорбционные свойства почвы. В настоящее время основную часть радионуклидов захватывает корневая система, расположенная на глубине до 15 см и выполняющая основную роль в обеспечении минерального питания.

Метаболизм  $^{137}\text{Cs}$  более динамичен, чем  $^{90}\text{Sr}$ . При поступлении в растение  $^{137}\text{Cs}$  конкурирует с К, в том числе и  $^{40}\text{K}$ . Изотоп включается в листья, тем самым в дальнейшем увеличивая удельную активность листового опада. В лесных экосистемах существенная часть  $^{137}\text{Cs}$  аккумуля-

лируется в фитомассе, а в процентном соотношении это составляет до 50% его содержания в почве. Этим  $^{137}\text{Cs}$  отличается от своего аналога  $^{40}\text{K}$ :  $^{137}\text{Cs}$  сконцентрирован в верхнем слое почвы, а  $^{40}\text{K}$  по всей ее толщине.  $^{137}\text{Cs}$  весь включается в круговорот,  $^{40}\text{K}$  – по мере потребности в нем биоты (Радиоэкологические последствия ..., 2018).

Одним из основных критериев оценки радиационной ситуации служит показатель содержания  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственной продукции. По данным управления Роспотребнадзора по Брянской области, радиационно-гигиеническая обстановка на территории Брянской области стабилизируется. Однако она все еще остается сложной в юго-западных районах. Наиболее значительным по степени радиационного загрязнения остается молоко, производимое в личных подсобных хозяйствах этих районов, дикорастущая продукция леса, дичь и рыба из местных водоемов. Проводимый контроль качества сельскохозяйственной продукции должен гарантировать соответствие всей полученной продукции требованиям радиационной безопасности, направленным на ограничение доз внутреннего облучения населения. В 2018 году в рамках государственного задания сотрудниками ФГБУ «Брянскагрохимрадиология» проводился мониторинг содержания  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственной продукции и кормах юго-западных районов Брянской области (Специальный доклад ..., 2020).

Контроль качества кормов выявил значительные колебания в накоплении радиоактивного цезия в зависимости от типа корма (сено, сенаж и др.) и в разрезе районов. Пробы зерна, не соответствующие СанПиН 2.3.2.1078-01 обнаружены в хозяйствах Гордеевского, Злынковского, Красногорского и Новозыбковского районов. В целом по юго-западным районам средневзвешенное содержание цезия-137 уменьшилось на 9 % по сравнению с 2017 годом и составляет – 21 Бк/кг. При проведении контроля качества кормов основное внимание уделяется дозообразующим видам кормов – селу и зелёной массе. В сезон заготовки сена выявлены «грязные» пробы в Гордеевском – 9 %, Новозыбковском – 6% и в Злынковском – 6% районах. В целом по юго-западным районам средневзвешенное содержание цезия-137 по сравнению с 2017 годом не уменьшилось и составляет – 105 Бк/кг.

Основным кормом в летний период является зелёная масса трав.

Содержание в ней цезия-137 определяет качество молочной продукции по радиационному признаку. «Грязные» пробы зелёной массы выявлены во всех юго-западных районах (за исключением Стародубского). Загрязнение зелёной массы радионуклидами в юго-западных районах по сравнению с 2017 годом по средневзвешенному показателю увеличилось на 14% - с 56 Бк/кг до 64 Бк/кг (Специальный доклад ..., 2020).

Радиационное загрязнение недревесной продукции леса  $^{137}\text{Cs}$  обусловлено сложными динамическими процессами. Многие авторы показали, что уровень загрязнения зависит от типа леса, плотности загрязнения почвы радионуклидами, химического, механического состава и влажности почвы, микрорельефа местности, климатических условий, физиологических особенностей растений и физико-химических свойств радионуклидов (Радиоэкологические последствия ..., 2018). Максимальное содержание радиоизотопов обнаружено в подстилке сосняков (75%), минимальное - березняков (50%), ольшанников и дубрав. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  на бедных почвах выше по сравнению с богатыми, что объясняется слабой сорбцией  $^{137}\text{Cs}$  их почвенными частицами и более низким соотношением  $^{137}\text{Cs}^+/\text{K}^+$  в почвенном растворе богатых почв. Установлено, что аккумуляция радионуклидов растениями зависит от типа почвы: аллювиально-слоистые > дерново-подзолистые > серые лесные > сероземы > каштановые > черноземы (Вопросы лесной радиоэкологии, 2000; Соколова, 2000; Радиоэкологические последствия ..., 2018].

Гамма-спектрометрические показатели (Кн и Кп) – основные показатели загрязнения растений (Вопросы лесной радиоэкологии, 2000; Коноплева и др., 2002). Степень усвоения  $^{137}\text{Cs}$  колеблется в широких пределах и зависит от вида почв и физиологических особенностей растений. Накопление растительными объектами  $^{137}\text{Cs}$  прямо пропорционально их потребностям в макроэлементе- аналоге и обратно пропорционально избыточной концентрации последнего в почве.

Однако в целом, государственный мониторинг сельскохозяйственных земель по уровню радиоактивного загрязнения, осуществляемый на реперных точках, показал сложную и разнообразную ситуацию. За время заключительного мониторинга (2015-2022 гг.) отмечено, что на 95% площади сельскохозяйственных угодий в РФ мощность экспозиционной

дозы гамма-излучения находилась в интервале 8,4-13,8 мкр/час. Среднее содержание  $^{137}\text{Cs}$  в почве – 12,0 Бк/кг, на 95% площади почв уровень загрязнения составляет более 26 Бк/кг. Среднее содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почве составляет 4,7 Бк/кг, на 95 % площади сельскохозяйственных угодий уровень загрязнения – в интервале 1,0-8,4 Бк/кг. В целом радиационная ситуация на полях по данным локального мониторинга улучшается. В настоящее время в большинстве субъектов РФ загрязнение  $^{137}\text{Cs}$  почв сельскохозяйственных угодий снизилось до уровня меньше 1 Ки/км<sup>2</sup>. В этих областях риск производства сельскохозяйственной продукции, загрязненной  $^{137}\text{Cs}$  выше норматива СанПиН 2.3.4.1078-01, минимален (Сычёв и др., 2016; Орлов и др., 2018, а; Радиоэкологические последствия ..., 2018).

По отдельным областям, в дополнение к мониторинговым данным по Брянской области, выявлено изменение показателей радиоактивного загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  основных сельскохозяйственных угодий за период с 2015 по 2020 гг. В Калужской области из 7 районов, попавших в зону радиоактивного загрязнения, только в Жиздринском районе среднее содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почве превышает плотность загрязнения 0,1 Ки/км<sup>2</sup>. В Ульяновском и Хвастовичском районах верхняя граница стандартного содержания превышает названную величину. Из 18 районов Орловской области, попавших в зону радиоактивного загрязнения, в трёх среднее значение содержания  $^{90}\text{Sr}$  в почве превышает 0,1 Ки/км<sup>2</sup>. Количество проанализированных проб и точек отбора недостаточно, чтобы обоснованно оценить загрязнение  $^{90}\text{Sr}$  почв сельскохозяйственных угодий в Залегощенском и Свердловском районах.

В Тульской области из 13 районов, попавших в зону радиоактивного загрязнения, в 2 районах, Плавском и Щекинском, среднее значение содержания  $^{90}\text{Sr}$  в почве превышает 0,1 Ки/км<sup>2</sup>. В Арсеньевском и Белевском районах верхние границы стандартного содержания превышают указанное значение параметра.

Данные обследования показывают, что только в Республике Мордовия содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почве превышает уровень 0,1 Ки/км<sup>2</sup>, средняя плотность загрязнения  $^{90}\text{Sr}$  черноземной почвы равна 0,11 Ки/км<sup>2</sup>, стандартный интервал — 0,06-0,15 Ки/км<sup>2</sup>. Для серой лесной почвы эти параметры соответственно равны 0,11 и 0,08-0,15 Ки/км<sup>2</sup>. В остальных



субъектах содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почве входит в стандартный интервал, характерный для почв России в целом (0,01-0,07 Ки/км<sup>2</sup>) (Радиоэкологические последствия ..., 2018; Орлов, Аканова, 2020).

По данным многочисленных авторов загрязнение сельхозугодий на территории России оказывает отрицательное воздействие на производство продукции как растительного, так и животного происхождения. Основные причины, которые выносят катастрофу на Чернобыльской АЭС в группу воздействий как исключительно тяжёлых для сельскохозяйственного производства, следующие. Во-первых, плотность радиоактивного загрязнения на значительных территориях исключала производство сельскохозяйственной продукции без дополнительных мер. Во-вторых, дозообразующий радионуклид – долгоживущий и биогенный  $^{137}\text{Cs}$ . В-третьих, в Нечерноземье РФ широкое распространение торфяных и дерново-подзолистых почв с лёгким механическим составом обеспечивает повышение доступности радионуклидов в биосистему и по цепям питания, в том числе и сельскохозяйственных животных. В-четвёртых, потребление населением продукции сельскохозяйственного производства стало основным источником дополнительного облучения населения в первые 10-20 лет. Поэтому разработка и проведение защитных мероприятий независимо от характера и происхождения стало основой реабилитации загрязнённых территорий: агротехнических, организационных, агрохимических.

## ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2016-2020 гг. на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО Брянского государственного аграрного университета. База проведения полевого эксперимента с овсом посевным и яровой формой ячменя полевого – 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/м<sup>2</sup>. Повторность опыта трёхкратная, расположения делянок систематическое. Посевная площадь опытной делянки 120 м<sup>2</sup>. Учётная площадь делянки первого порядка 50 м<sup>2</sup>, второго – 50 м<sup>2</sup>. 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, овёс, озимая рожь.

Основная обработка почвы включала в себя лущение стерни после уборки предшественника (ячмень) лущильником 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% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), калий хлористый (56% K<sub>2</sub>O) 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 для овса посевного 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.

Схема опыта для яровой формы ячменя посевного представлена следующими вариантами: Контроль (без удобрений);  $N_{90}P_{60}$ - фон I; фон I+  $K_{60}$ ; фон I+  $K_{90}$ ; фон I+  $K_{120}$ ;  $N_{120}P_{90}$ - фон II; фон II+  $K_{120}$ ; фон II+  $K_{150}$ ; фон II+  $K_{180}$ ; Контроль+ Гумистим; фон II+ Гумистим; фон II+  $K_{120}$ + Гумистим; фон II+  $K_{150}$ + Гумистим; фон II+  $K_{180}$ + Гумистим.

Система защиты посевов ячменя предусматривала применение протравителя Оплот, ВСК+ Табу (0,6+ 0,5 л/т), в фазу кущения применяли гербицид Балерина (0,3 л/га), в фазу выхода в трубку применяли фунгицид Колоссаль Про КМЭ (0,4 л/га).

Основная обработка почвы включала дискование на глубину 10- 15 см и зяблевую вспашку на глубину 18-20 см. Предпосевная обработка почвы проводилась комбинированным препаратом РВК- 3,6. Посев зерновых осуществляли сеялкой СЗ- 3,6 в третьей декаде апреля. Уход за посевами предусматривал прикатывание посевов, обработку пестицидами против сорняков и болезней.

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

Уборка урожая проводилась комбайном «Сампо 500» в фазе полной спелости поделяночно 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).

Для определения показателей качества зерна из каждого варианта опыта в трёхкратной повторности проводили отбор проб, выделяли навески для определения качества в соответствии с действующими ГОСТами: ГОСТ 13586.2-81 Зерно: Методы определения содержания сорной, зерновой, особо учитываемой примеси, мелких зерен и крупности /Зерновые, зернобобовые и масличные культуры. Ч.2.М.: Изд - во стандартов, 1996. ГОСТ 10842-89- масса 1000 зерен, ГОСТ 10840-64- натура зерна, ГОСТ 13496.4-93- общий азот индофенольным методом, сырой белок- пересчетом Нобщ.\*5,7. Озоление растительных образцов проводили сжиганием по Гинзбург; азот по ГОСТ 13496.4-93; фосфор- фотоэлектроколориметрированием (ГОСТ 26657-97); калий- на пламенном фотометре по ГОСТ 30504-97. Определение пленчатости зерна осуществляли по методу Омарова (1985); натуру-по ГОСТ 28673-90; массу 1000 зерен- согласно ГОСТ 10842-89.

Определение  $N-NO_3$  на приборе иономер И-130. Определение радионуклидов (ГОСТ 32161). Удельную активность  $^{137}Cs$  в зерне ячменя и овса определяли на измерительном комплексе УСК «Гамма+» с программным обеспечением «Прогресс 2000» в геометрии Маринелли. Анализы по определению микро- и макроэлементного состава зерна были осуществлены во Всероссийском научно- исследовательском институте минерального сырья имени Н.М. Федоровского. Изучение минерального состава зерна ячменя осуществляли масс-спектральным с индуктивно-связанной плазмой (MS) и атомно-эмиссионным методом с использованием масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Elan-6100 («Perkin Elmer», США) и атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой спектрометр Optima-4300 DV.

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 Не-

чернозёмной 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  $+6,6$  °С. 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  $+5$ °С составляет в среднем не более 189 дней. Обычно сумма эффективных температур необходимых для прохождения фаз развития и роста растений составляет в среднем  $1835$ °С, 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).

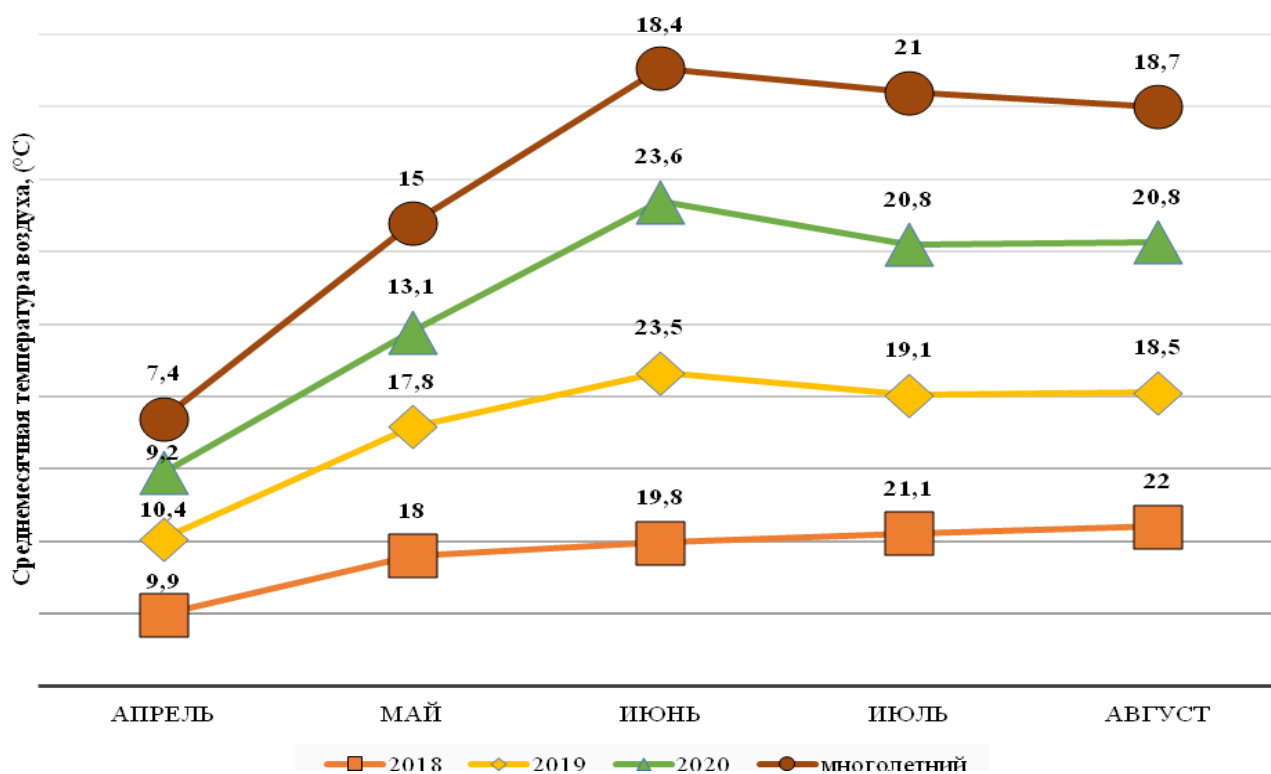


Рисунок 1 – Среднемесячная температура воздуха вегетационных периодов

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 среднемесячной 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).

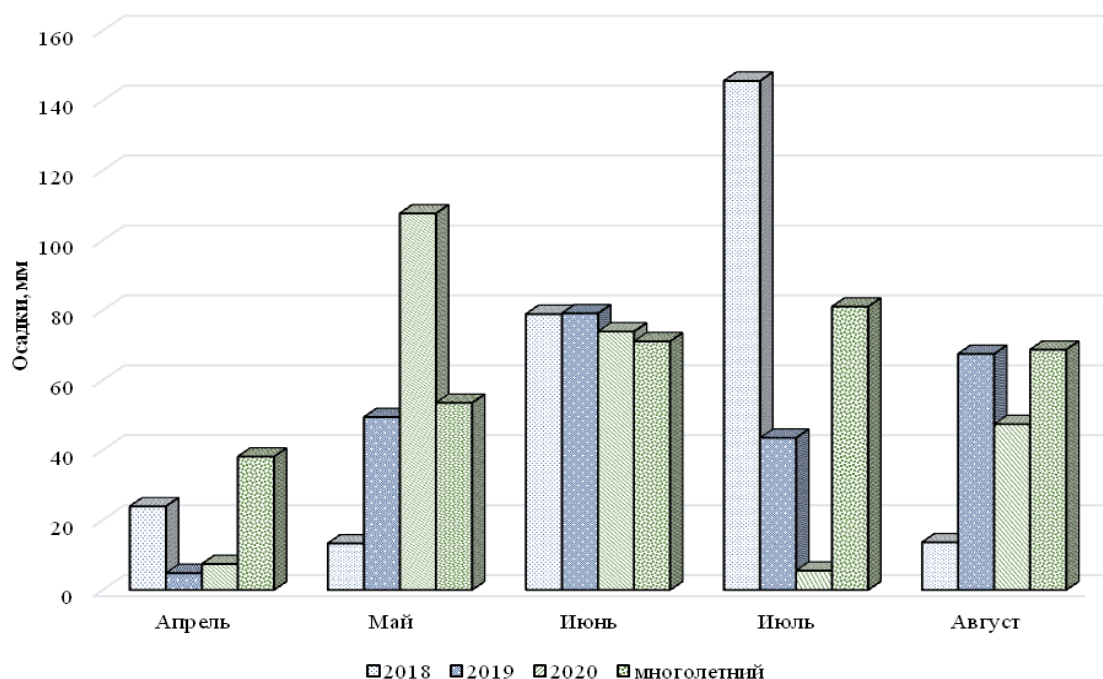


Рисунок 2 – Среднемесячное количество осадков вегетационных периодов

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.

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°C, а сумма месячных осадков превысила норматив на 0,2 мм, что благоприятствовало росту и развитию зерновых.

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.

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- месячный	I	II	III	Средне- месячный	I	II	III	Средне- месячный	I	II	III	Средне- месячный	I	II	III	Средне- месячный
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



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 ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

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

При возделывании зерновых культур, включая овёс, ячмень, 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).

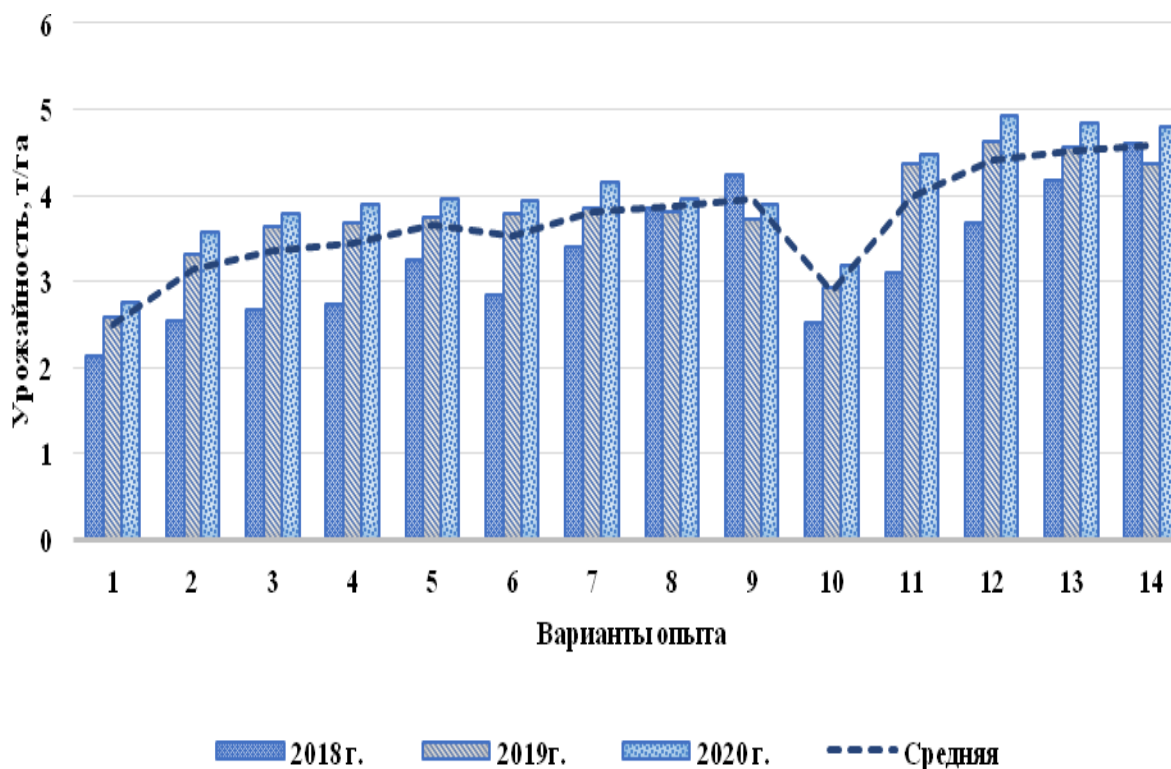


Рисунок 3 – Урожайность зерна овса по годам исследования

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

Продолжение таблицы 4

14	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> +Альбит	4,61	4,36	4,80
	В среднем по опыту	3,25	3,79	3,99
	НСР <sub>05</sub> , т/га	0,26	0,13	0,24

Последовательно возрастающие дозы калия (K<sub>60-120</sub>) на азотно-фосфорном фоне (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> – фон I) увеличивали урожайность зерна овса в сравнении с контролем на 0,87-1,16 т/га, а относительно фона I (N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>) 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<sub>90</sub>P<sub>90</sub> (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<sub>90</sub>P<sub>90</sub> (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<sub>90</sub>P<sub>90</sub> (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).

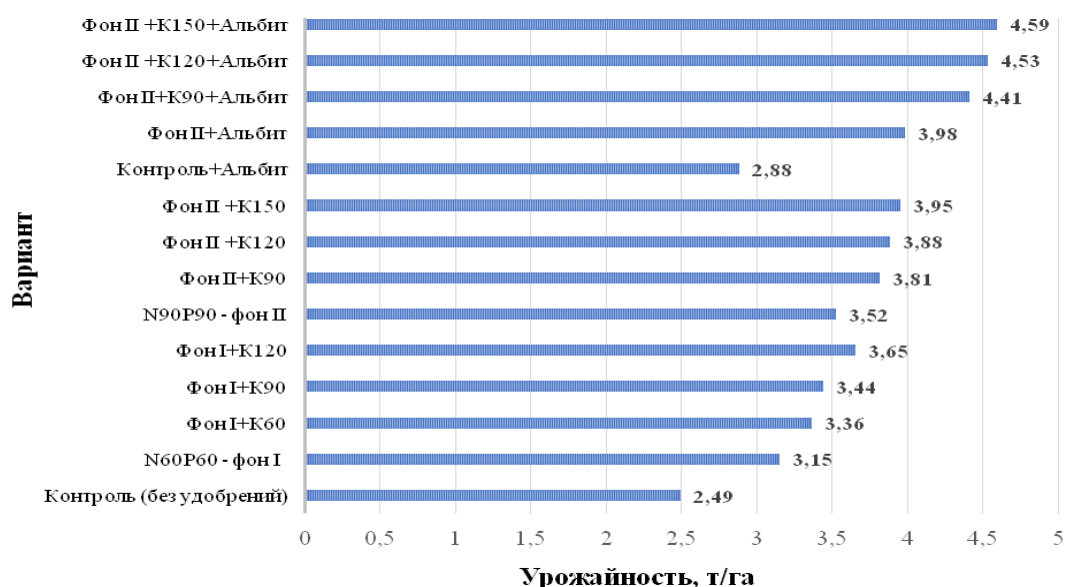


Рисунок 4 – Урожайность зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации, т/га (2018-2020 гг.)

Обработка овса биопрепаратом Альбит на фоне применения  $N_{90}P_{90}$  (фон II) с последовательно возрастающими дозами калия ( $K_{90}$ ,  $K_{120}$ ,  $K_{150}$ ) 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.

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

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  $N_{90}K_{90}$ +Альбит и  $N_{90}P_{90}K_{90}$ +Альбит и составила 8,3 и 7,1 кг/кг соответственно.

### **3.2 Изменение элементов структуры урожая ячменя в зависимости от применяемых средств химизации**

Очень важное значение для практики сельскохозяйственного производства имеет установление оптимальной для каждой культуры густоты посевов и соответственно площади питания растений (Лямцев. 1999; Саранин. Каничев, 2000).

Густота посева ярового ячменя зависит от нормы высева и в значительной степени является фактором, определяющим уровень урожайности и качества зерна в условиях достаточной влагообеспеченности (Пимаков и др. 2019).

Являясь величиной непостоянной, норма высева устанавливается, как правило, с учетом меняющихся условий, таких как зона возделывания, уровень почвенного плодородия, доз и сроков внесения удобрений, степени засоренности почвы, условий влагообеспеченности, биологических особенностей возделывания сорта (Торикив, Мельникова, 2007).

Рядом исследователей (Клименков, 2008) установлена прямая зависимость между продуктивной кустистостью растений и размерами площади питания. Процесс кущения, характерный для всех зерновых колосовых хлебов способствует саморегулированию непосредственно густоты стеблестоя: в зависимости от того кустясь или самоизреживаясь, растения способны значительно регулировать величину продуктивного стеблестоя.

Как отмечает И.И. Гридасов (1997), норма высева закономерно снижается с продвижением с севера в южном направлении. Для Нечерноземной зоны норма высева устанавливается в пределах 5,5- 6,0 млн. всхожих зерен на гектар, в Центральном Черноземье норма высева составляет от 3,0 до 4,0 млн., на Дальнем Востоке 4,5- 6,0 млн. всхожих зерен на гектар, в Сибирском регионе – не более 4,0 млн. всхожих зерен на гектар. В зависимости от почвенно-климатических условий норму высева необходимо всегда уточнять для каждого конкретного хозяйства зоны возделывания. Имея ввиду, что продуктивный стеблестой ко времени уборки должен иметь не менее 450- 600 стеблей на один квадратный метр.

При загущении посевов возникает риск их полегания. Но обычно оптимальная норма высева способствует формированию более выровненного стеблестоя в посевах ячменя (Неттевич, 1981), при этом, по данным И.М. Коданева (1964) отмечена тенденция к снижению белковости зерна с увеличением посевной нормы.

Исследованиями в более поздний период показано, что густота продуктивного стеблестоя напрямую определяла уровень урожайности ячменя (Заушенцева, 1985; Сурин, Ляхова, 1993 и др.).

К основным элементам структуры, определяющим повышение уровня урожайности ячменя, первоочередно относят продуктивный стеблестой, сохранность растений к уборке, массы зерна в колосе, массы 1000 зерен, которые являются определяющими величину урожая и его качество (Войтович, Ерошенко, 2010).

По мнению Г.М. Дериглазовой (2005), оптимальной нормой высева отечественных сортов ярового ячменя является норма высева 5 млн. всхожих зерен на 1 га.

Таким образом, изучение разной густоты стояния растений в условиях интенсификации и биологизации земледелия представляет особый интерес и является одной из актуальных задач исследований.

Урожайность зерна ячменя как зерновой культуры определяют такие показатели, как продуктивная кустистость и масса зерна с одного колоса, масса 1000 зерен (Мальцев, Васильев, 1987).

В наших исследованиях изменение показателей структуры урожая напрямую зависит от изучаемых систем удобрения (доз, соотношений), их действия, как при отдельном применении, так и в комплексе с био-препаратом Гумистим (табл. 6).

Таблица 6 – Действие средств химизации на изменение элементов структуры урожая ячменя (2016- 2018 гг.)

Вариант	Элементы структуры урожая				
	число растений к уборке, шт./м <sup>2</sup>	продуктивных стеблей, шт./м <sup>2</sup>	продуктивная кустистость	масса колоса, г	высота растений, см
Контроль (без удобрений)	402	522	1,29	0,82	65,2

Продолжение таблицы 6

N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	421	548	1,30	0,86	70,6
Фон I+ K <sub>60</sub>	425	556	1,31	0,87	72,3
Фон I+ K <sub>90</sub>	434	568	1,31	0,89	72,8
Фон I+ K <sub>120</sub>	443	579	1,31	0,96	73,3
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	452	618	1,37	0,88	74,6
Фон II+ K <sub>120</sub>	458	626	1,37	0,91	76,6
Фон II+ K <sub>150</sub>	463	638	1,38	0,93	76,8
Фон II+ K <sub>180</sub>	471	650	1,38	0,99	77,2
Контроль+ Гумистим	416	541	1,30	0,84	66,4
Фон II+ Гумистим	426	562	1,32	0,89	75,6
Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	432	623	1,44	1,07	78,2
Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	445	664	1,49	1,12	78,8
Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	456	733	1,61	1,17	80,2
<i>НСР<sub>05</sub></i>	18,2	19,4		0,04	

В среднем за годы проведения опытов общее количество растений ячменя по изучаемым вариантам опыта изменялось от 401 до 456 шт./м<sup>2</sup>, составляя в среднем 439 шт./м<sup>2</sup>. Удобрения также способствовали повышению продуктивной кустистости ячменя. Так, применение полного минерального удобрения в дозе N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> увеличивало количество продуктивных стеблей по сравнению с контролем на 10,7%, коэффициент кустистости составил 1,3. Повышение дозы удобрения до N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> увеличивало количество продуктивных стеблей на 24,5% относительно контроля, при величине коэффициента кустистости 1,36. Наибольшее количество продуктивных стеблей 733 шт./м<sup>2</sup> отмечено в варианте с применением полного минерального удобрения N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> в комплексе с биопрепаратом Гумистим, при этом коэффициент кустистости составил 1,6 шт. стеблей на растение. Масса зерна с одного колоса в среднем по изучаемым вариантам опыта изменялась от 0,82 до 0,98 г.

Обработка ячменя биопрепаратом Гумистим повышала массу зерна с одного колоса. Поскольку наличие в биопрепарате гумата натрия, катион Na<sup>+</sup> которого способен повышать засухоустойчивость сельскохозяйственных культур, что является важным фактором в засушливые периоды при формировании урожая зерна, а также определяет уровень прироста урожая зерна ярового ячменя. Наибольшая масса зерна с од-



ного колоса 1,17 г. получена в варианте с применением полного минерального удобрения в комплексе с биопрепаратом Гумистим ( $N_{120}P_{90}K_{180}+$  Гумистим).

Высота растений ячменя по вариантам опыта варьировала в пределах 65,2- 80,2 см. достигая максимума в варианте  $N_{120}P_{90}K_{180}+$  Гумистим.

### **3.3 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. 7, рис. 5), которое в целом можно характеризовать как положительное. Примене-

ние 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	$P_2O_5$	$K_2O$
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 <sub>05</sub>		0,09	0,06	0,07

Возрастающие дозы калия в составе азотно-фосфорного удобрения в дозе  $N_{60}P_{60}$  (фон I) и  $N_{90}P_{90}$  (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.

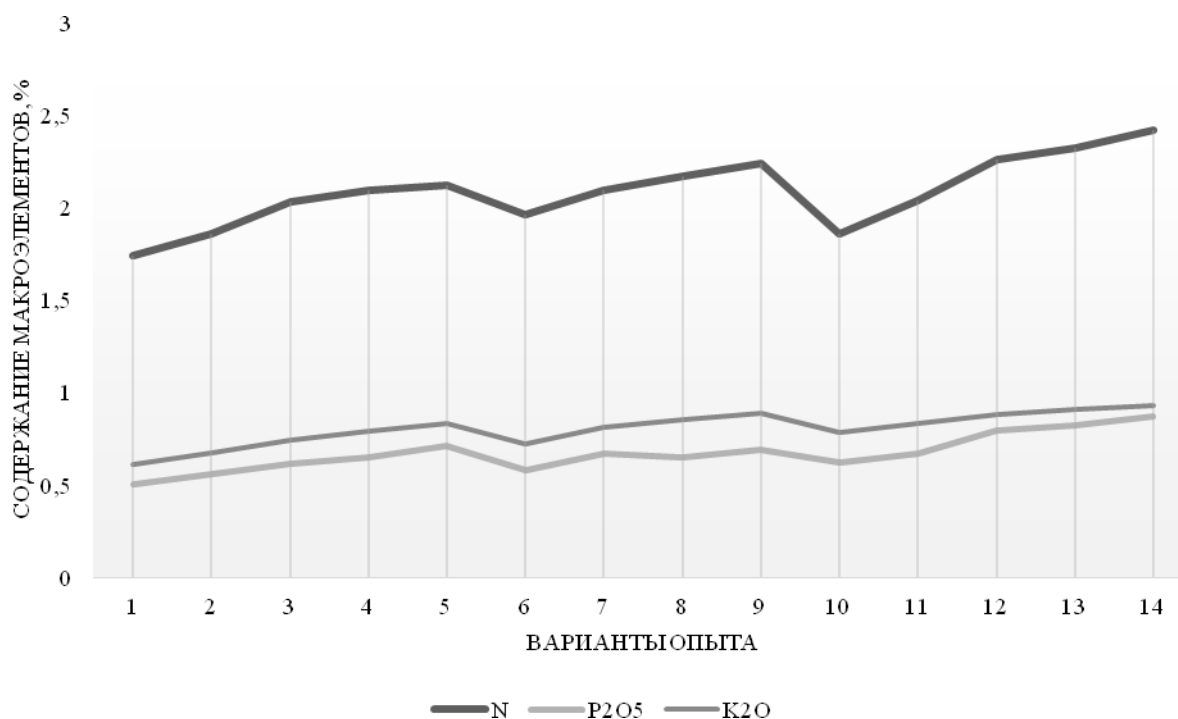


Рисунок 5 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на размеры содержания макроэлементов в зерне овса (в среднем за 2018-2020 гг.)

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. 8).

Наименьшие размеры выноса макроэлементов овсом получены в 2018-2019 годах при наибольших значениях этих показателей, отмеченных в 2020 году (приложения 3, И, К).

Таблица 8 – Вынос элементов питания урожаем зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации (среднее за 2018-2020 гг.)

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

### **3.4 Урожайность зерна ячменя в зависимости от интенсификации применяемых средств химизации**

При выращивании сельскохозяйственных культур, в то числе и ярового ячменя, одним из основных показателей эффективности удобрений и других средств химизации, включая применение стимуляторов роста, является уровень его продуктивности (Филиппов, Романюкин, 2011; Саскевич, 2015; Филенко и др., 2016).

Исследованиями (Срапеняц и др., 1980; Федосеев, 1985) установлено, что погоднo-климатические условия могут оказывать довольно

сильное влияние на развитие растений, и в отдельные неблагоприятные годы вообще эффект от применения минеральных удобрений не проявляется. Коэффициенты использования элементов питания из минеральных удобрений в зависимости от погодных условий периодов вегетации в значительной степени различаются, снижаясь в годы с дефицитом увлажнения практически для всех культур (Державин, 1992).

Необходимо также иметь в виду то, что в условиях одной и той же территории погодные условия могут иметь значительные отклонения от норматива, что может существенно влиять на изменение эффективности проводимых технологических приемов и продуктивности выращиваемых сельскохозяйственных культур (Минеев, Ремпе, 1991).

В среднем за годы опытов самый низкий урожай зерна ячменя 2,33 т/га был получен в контрольном варианте (табл. 9). В наших исследованиях погодные условия также оказывали влияние на урожайность зерна ячменя. Так, в менее благоприятном 2017 году уровень урожайности зерна ячменя по изучаемым вариантам систем удобрения был ниже в сравнении с более благоприятными по погодным условиям 2016 и 2018 годами.

Таблица 9 – Влияние средств химизации на урожай зерна ячменя (2016- 2018 гг.)

Вариант	Урожайность, т/га				Прибавка, т/га		Окупаемость удобрений прибавкой урожая, кг/кг
	2016	2017	2018	среднее	к контролю	от Гумистима	
Контроль (без удобрений)	2,63	1,99	2,36	2,33	-	-	-
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	2,89	2,52	2,78	2,73	0,40	-	2,7
Фон I+ K <sub>60</sub>	3,34	2,83	3,19	3,12	0,79	-	3,8
Фон I+ K <sub>90</sub>	3,67	2,96	3,46	3,36	1,03	-	4,3
Фон I+ K <sub>120</sub>	3,95	3,26	3,77	3,66	1,33	-	4,1
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	3,57	3,39	3,67	3,54	1,21	-	6,0
Фон II+ K <sub>120</sub>	3,89	3,52	4,33	3,91	1,58	-	4,8
Фон II+ K <sub>150</sub>	4,26	3,97	4,65	4,29	1,96	-	5,4
Фон II+ K <sub>180</sub>	4,68	4,35	4,86	4,63	2,30	-	5,9
Контроль+ Гумистим	2,79	2,18	2,52	2,50	0,17	0,17	-
Фон II+ Гумистим	3,88	3,48	3,82	3,73	1,40	0,19	5,9
Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	4,46	3,67	4,38	4,17	1,84	0,26	5,6
Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	4,81	4,47	4,69	4,66	2,33	0,37	6,5
Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	5,26	4,62	4,91	4,93	2,60	0,30	6,7
В среднем по опыту	3,86	3,37	3,81				
<b>НСР<sub>05</sub></b>	0,21	0,10	0,18	x	x	x	

Урожайность зерна ячменя в 2017 году по изучаемым системам удобрения изменялась от 1,99 до 4,62 т/га, составляя в среднем по опыту 3,37 т/га.

Наиболее высокая урожайность зерна ячменя по изучаемым системам удобрений была отмечена в 2016 году, которая по вариантам опыта варьировала от 2,63 до 5,26 т/га. В среднем за три года опытов самая низкая урожайность зерна ячменя 2,33 т/га формировалась на контрольном варианте. Внесение азотно- фосфорного удобрения  $N_{90}P_{60}$  (фон I) позволило увеличить урожайность зерна ячменя в среднем за три года проведения исследований до 2,73 т/га, прибавка урожайности по отношению к контролю составила 0,40 т/га или 17,2%. Увеличение дозы азотно- фосфорного удобрения до  $N_{120}P_{90}$  (фон II) увеличивало урожайность зерна ячменя относительно контроля в среднем на 1,21 т/га или на 51,9%, а в сравнении с фоном I ( $N_{90}P_{60}$ ) уровень прибавки урожайности составил 0,81 т/га или 29,7%. Применение калийного удобрения в дозах  $K_{60}$ ,  $K_{90}$ ,  $K_{120}$  в составе азотно-фосфорного удобрения  $N_{90}P_{60}$  повышало урожайность зерна ячменя относительно контрольного варианта в среднем на 0,79, 1,03 и 1,33 т/га соответственно. Внесение калийного удобрения в возрастающих дозах от  $K_{120}$  до  $K_{150}$  и  $K_{180}$  на фоне азотно-фосфорного удобрения  $N_{120}P_{90}$  (фон II) способствовало повышению урожайности зерна ячменя в сравнении с контролем в среднем на 1,58- 2,30 т/га.

При обработке посевов ячменя биопрепаратом Гумистим (контроль + Гумистим) урожайность зерна ячменя в сравнении с абсолютным контролем повышалась на 0,17 т/га (9,0%), а при обработке растений ячменя биопрепаратом на фоне применения азотно-фосфорного удобрения  $N_{120}P_{90}$  (фон II) урожайность зерна в сравнении с контролем в среднем повышалась на 1,40 т/га (60,1%), прибавка урожайности при этом относительно фона II ( $N_{120}P_{90}$ ) составила в среднем 0,19 т/га. Применение биопрепарата Гумистим на фоне азотно-фосфорного удобрения  $N_{120}P_{90}$  с дозами калия от 120 до 180 кг/га д.в. повышало урожайность зерна ячменя относительно абсолютного контроля в среднем за годы проведения исследований на 1,84- 2,60 т/га или на 79,0- 115,9%, при уровне прибавки урожайности от применения гуминового препарата Гумистим равной 0,26- 0,37 т/га. В среднем за 3 года исследований максимальную урожайность

зерна ячменя 4,93 т/га обеспечило применение полного минерального удобрения  $N_{120}P_{90}K_{180}$  в комплексе с биопрепаратом Гумистим.

Окупаемость 1 кг NPK удобрений прибавкой урожая зерна повышалась при комплексном применении удобрений и биопрепарата Гумистим и в среднем за годы исследований в этих вариантах она достигала уровня 5,6, 6,5 и 6,7 кг/кг соответственно.

### **3.5 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 погодно-климатические 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).

### 3.5.1 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 <sub>60</sub> P <sub>60</sub> - фон I	10,3	10,8	11,3	10,8	0,340
3	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	10,8	11,6	11,4	11,3	0,390
4	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	11,0	12,2	11,7	11,6	0,422
5	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	11,6	12,6	12,2	12,1	0,467
6	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> - фон II	10,8	11,1	11,6	11,2	0,395
7	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	11,6	13,2	13,0	12,6	0,479
8	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	12,4	13,3	13,2	13,0	0,529
9	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>	12,8	13,3	13,6	13,2	0,577
10	Альбит	10,6	10,7	10,8	10,7	0,300
11	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> +Альбит	12,9	13,4	13,3	13,2	0,525
12	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +Альбит	13,1	13,6	13,5	13,4	0,591
13	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> +Альбит	13,2	13,8	13,6	13,5	0,644
14	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> +Альбит	13,3	13,8	13,7	13,6	0,692
НСР <sub>05</sub>		0,42				

Внесение минерального удобрения N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> - 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.

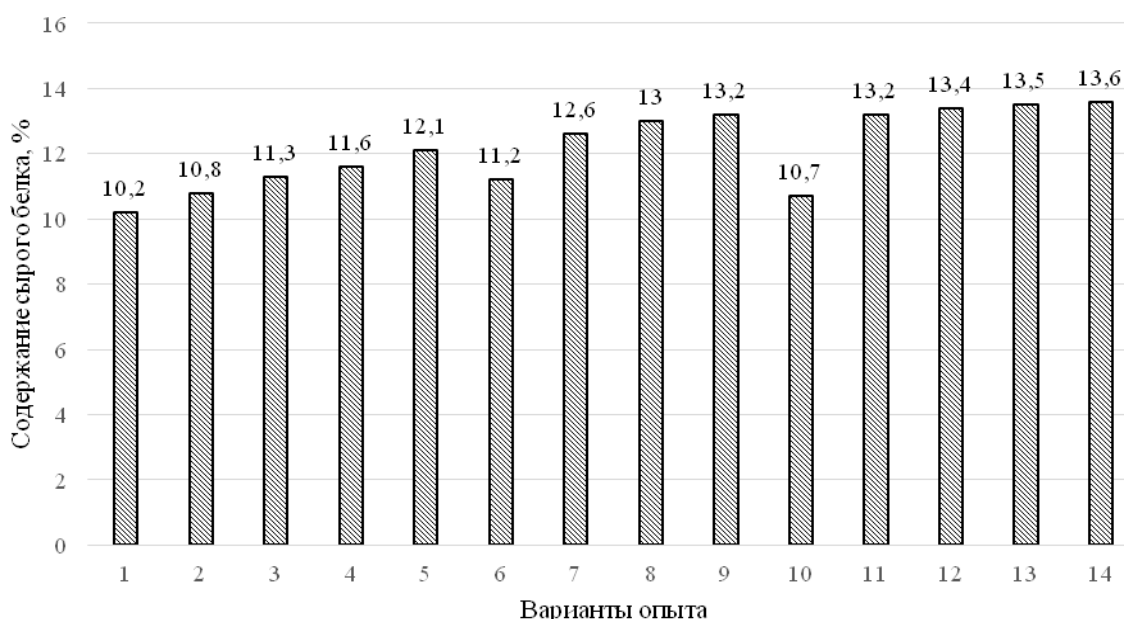


Рисунок 6 – Содержание сырого белка в зерне овса, % (2018-2020 гг.)

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 <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> +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 (Leu)+ 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 сельско-

хозяйственных культур (Мельникова, Фокин, 2009; Матюхина, 2013). Лабораторно-аналитическими исследованиями, проведенными 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 <sub>60</sub> P <sub>60</sub> - фон I	13,40	15,08	14,34	14,27
3	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,64	14,07	13,52	13,74
4	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	13,85	13,98	13,72	13,85
5	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	13,22	13,97	14,32	13,84
6	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> - фон II	13,48	14,10	13,36	13,65
7	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	14,12	14,22	14,24	14,19
8	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	12,23	14,26	14,28	14,26
9	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>	14,29	14,30	14,36	14,32
10	Альбит	14,36	15,83	14,72	14,97
11	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> +Альбит	13,50	14,12	13,38	13,67
12	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +Альбит	14,12	14,22	14,16	14,17
13	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> +Альбит	14,25	14,32	14,28	14,28
14	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> +Альбит	14,31	14,40	14,33	14,35
	НСР <sub>05</sub>				0,72

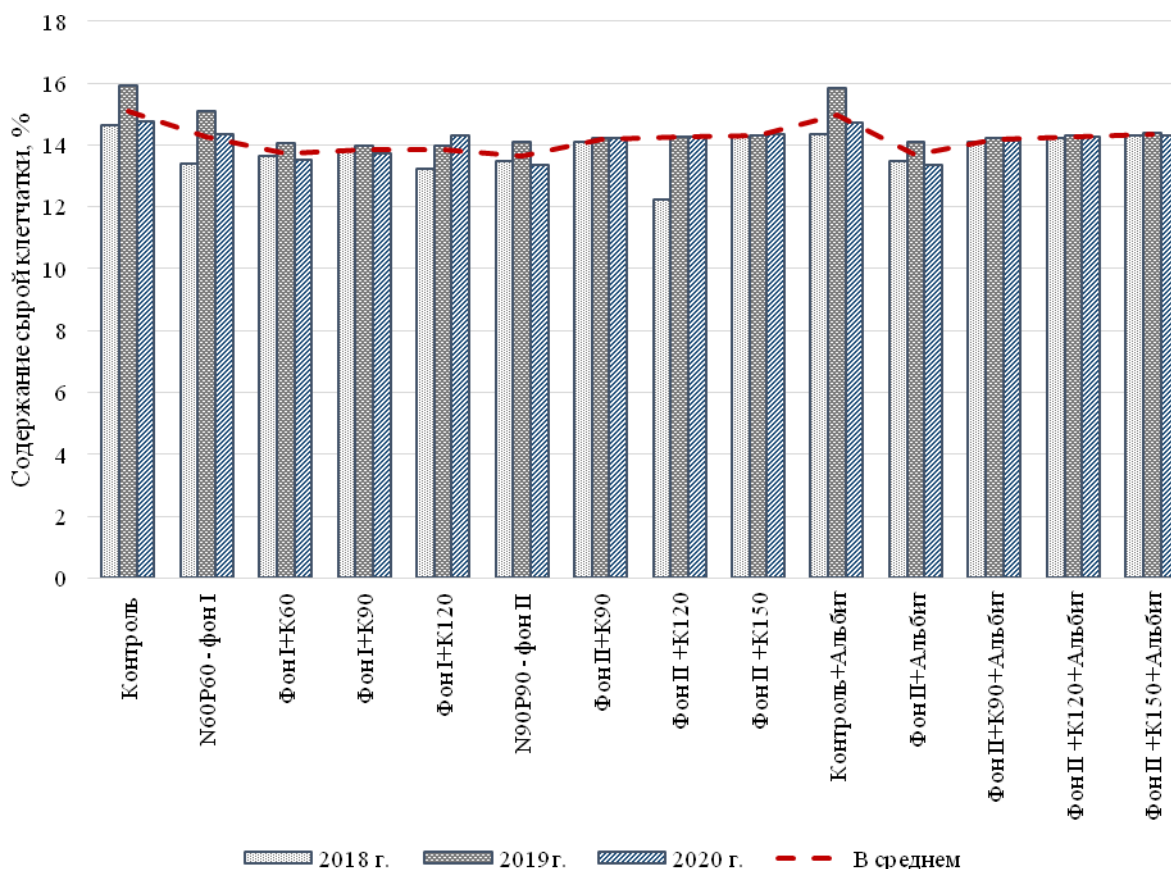


Рисунок 7 – Влияние средств химизации на содержание сырой клетчатки в зерне овса (2018-2020 гг.)

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. 10).

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

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

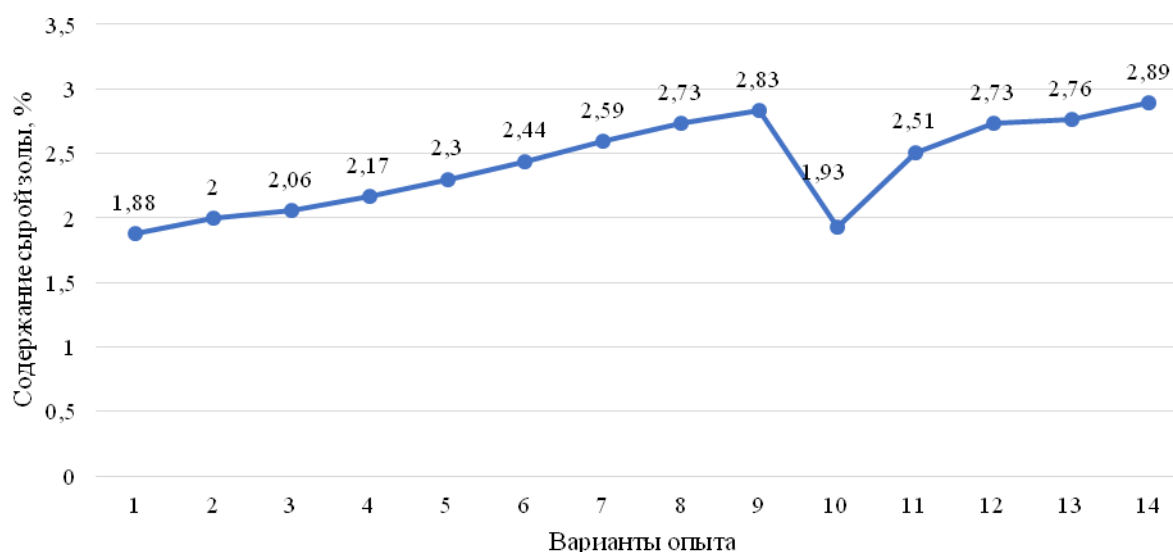


Рисунок 8 – Влияние применения средств химизации на содержание сырой золы в зерне овса (2018-2020 гг.)

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 молочнокисло-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).

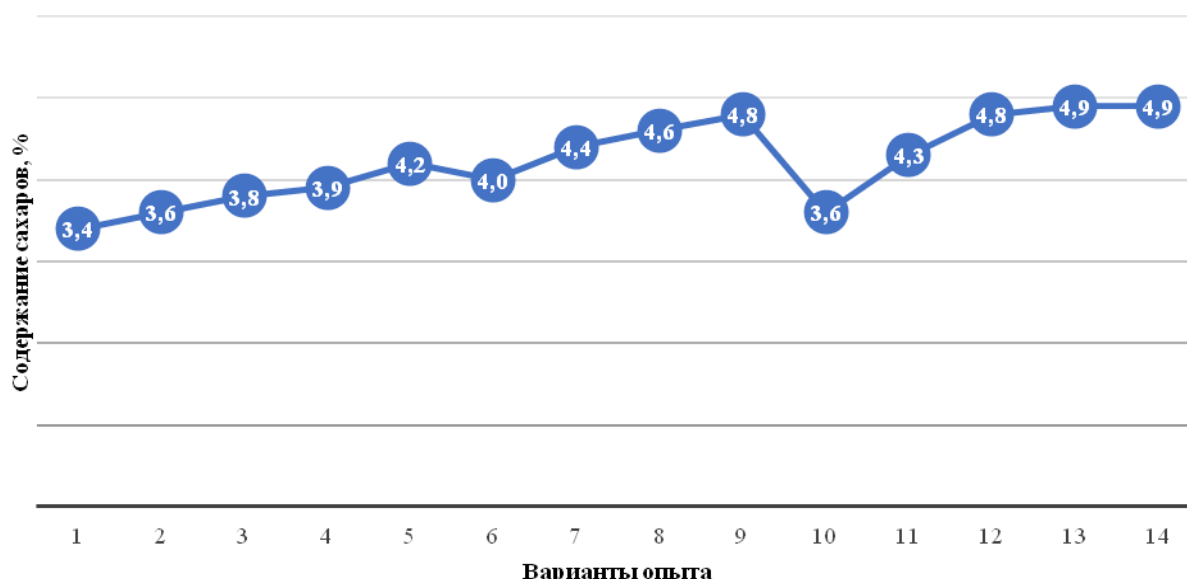


Рисунок 9 – Изменение содержания сахаров в зерне овса под влиянием средств химизации (в среднем за 2018-2020 гг.)

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 (Schipper, 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).

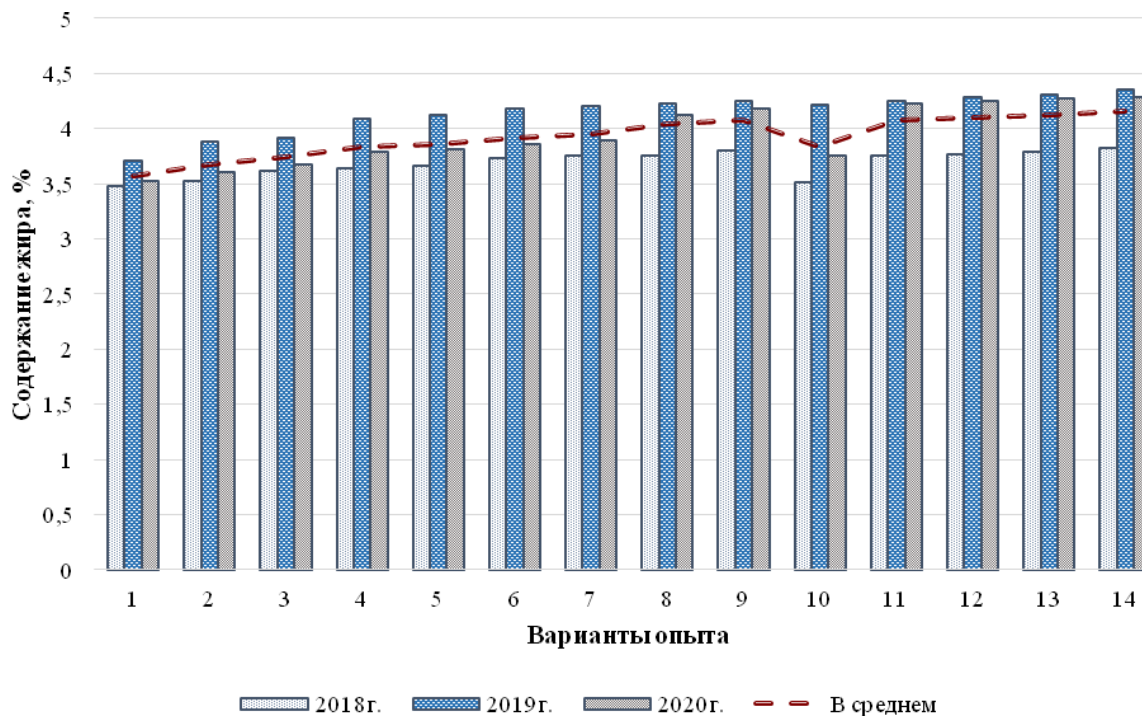


Рисунок 10 – Содержания жира в зерне овса под влиянием средств химизации (в среднем за 2018-2020 гг.)

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  $N_{90}P_{90}K_{150} + \text{Альбит}$ .

В наших опытах крахмалистость зерна овса в среднем изменялась в зависимости от системы удобрения от 52,6 до 54,8% (табл. 11).

Отмечено положительное действие биопрепарата Альбит на крахмальность зерна овса. Самое высокое содержание крахмала 54,8% в зерне овса в среднем обеспечивало применение минерального удобре-

ния 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 11 – 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
	$HCP_{05}$				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.

### 3.5.2 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. 12).

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 12 – 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 <sub>05</sub>	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 2,3x20 и 2,0x20 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).

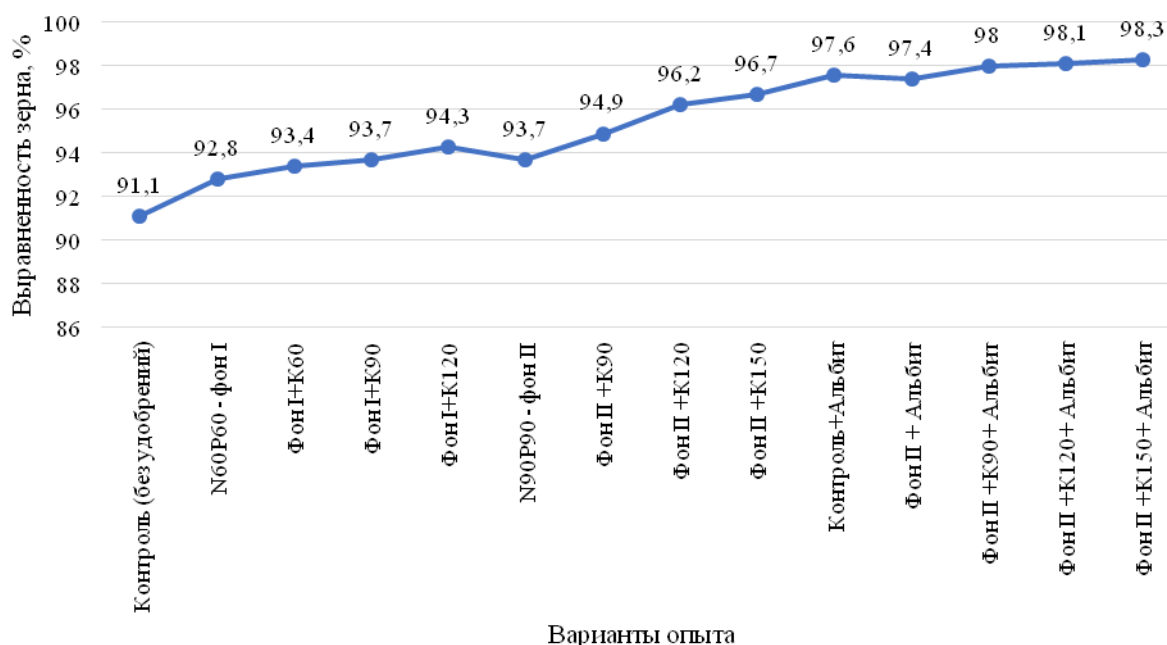


Рисунок 11 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на выравненность зерна овса (среднее за 2018-2020 гг.)

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 большой 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, предотвратить 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. 13, рис. 11).

Таблица 13 – 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 <sub>60</sub> P <sub>60</sub> - фон I	38,4	39,2	40,3
3	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	38,5	39,3	41,2
4	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	39,3	40,2	41,4
5	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub>	40,0	40,8	41,6
6	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> - фон II	38,5	39,5	40,8
7	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	39,6	40,3	41,3
8	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	41,1	41,6	41,8
9	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>	41,3	41,6	41,9

Продолжение таблицы 13

10	Альбит	39,4	40,2	41,6
11	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> +Альбит	40,5	40,4	40,9
12	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> +Альбит	40,9	40,8	41,3
13	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub> +Альбит	41,6	41,4	41,8
14	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> +Альбит	42,4	41,8	42,2
	НСР <sub>05</sub>	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 N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>150</sub>+Альбит (Приложение X).

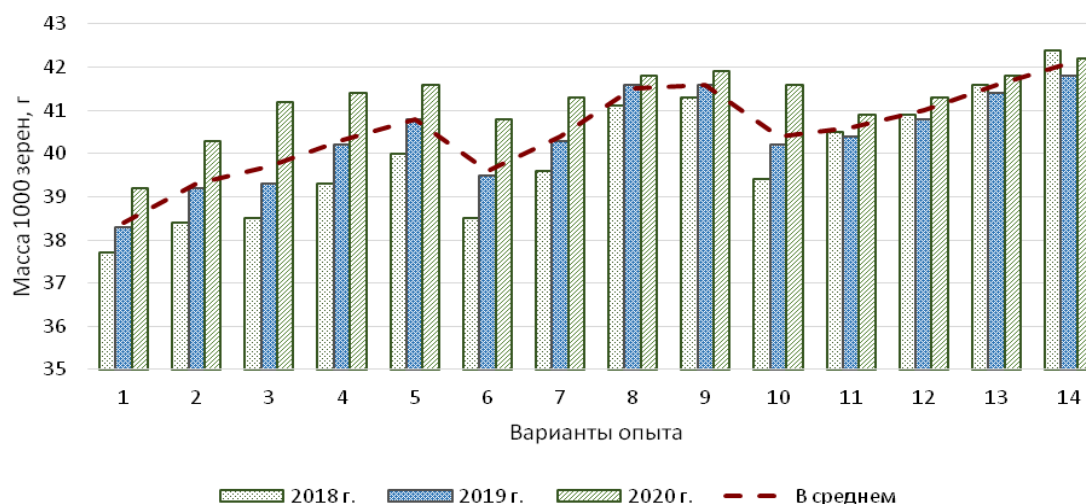


Рисунок 12 – Изменение массы 1000 зерен овса в зависимости от применяемых средств химизации, г (2018-2020 гг.)

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.

### 3.6 Качественные показатели зерна ячменя в зависимости от применяемых средств химизации

Известно, что понятие качества для продовольственного зерна обобщает около 30 показателей, объединенных в четыре группы, среди которых выделены следующие: физические (масса 1000 зерен, натура,

крупность, выравненность, пленчатость и др.); химические (содержание углеводов, белков, жиров, крахмала и т.д.), технологические и хлебопекарные (Казаков, 1983; Детковская, Лимантова, 1987).

Изменение качественных показателей подвержено влиянию различных внешних факторов, среди которых важное место занимает применение научно обоснованных зональных технологий возделывания сельскохозяйственных культур с учетом почвенно-климатических условий (Жученко, 1994).

Сельскохозяйственной наукой и практикой сельскохозяйственного производства установлено, что поступающие в растения элементы минеральной пищи в течение всего периода вегетации, непосредственно включаясь в физиологические и биохимические процессы, протекающие в растительном организме, оказывают существенное влияние на формирование урожая и его качества. В этом процессе важнейшая роль принадлежит средствам химизации и особенно минеральным удобрениям и биопрепаратам (Завалин, 2005; Шатилова и др., 2010; Гармаш и др., 2013; Бугаев и др., 2014). Применяемые средства химизации, как правило, способствуют достоверному повышению урожайности, содержанию общего азота и сырого протеина в зерне зерновых культур (Карпова, 2008; Войтович, Ерошенко, 2011; Алметов и др., 2016; Алферов, 2017).

Значение белка в питании человека и сельскохозяйственных животных трудно переоценить, поскольку основой химического состава зерна, пищевой его ценности является количество белка и его аминокислотный состав (Павлов, 1984).

Большинство исследователей склонно полагать, что в годы с повышенной температурой и дефицитом влаги в почве обычно формируется зерно с повышенным содержанием белка (Мерзлая и др., 2012), поскольку в таких условиях азот почвы в большей мере используется на образование белка и относительно меньше его расходуется на ростовые процессы. В прохладную и сырую погоду отмечается большее накопление в зерне крахмала в ущерб синтезу белка (Коданев, 1980; Pelikan, 1981). В период налива зерна при высокой температуре воздуха и недостатке в почве доступной влаги обычно отмечается затормаживание работы ассимиляционного аппарата растений, сопровождаемое расходом углеводов (Шамсутдинова, 1984; Ильин, 1984; Юсова и др., 2016).



Многие исследователи пришли к общему мнению, что под влиянием удобрений, как правило, отмечается повышение содержания общего азота и сырого белка в зерне (Миронова, Терещенко, 2002; Алабушев и др., 2017; Назаров и др., 2017), наиболее высокий эффект отмечен от внесения минерального азота (Демин, 1994; Пасынков и др., 2014; Кузмич и др., 2017).

Производство сельскохозяйственной продукции должно быть сопряжено и ориентировано на получение максимально высоких урожаев продукции высокого качества. Установлено, что нормальное протекание физиологических и биохимических процессов в растениях в течение всего периода вегетации растений в значительной степени определяется обеспеченностью растений элементами питания, где ведущая роль принадлежит минеральным удобрениям (Копцева и др., 1991; Завалин, 2005), за счет применения которых наряду с повышением урожайности отмечено и повышение качества товарной продукции (Кумицкая, Гаврилова, 1990; Пасыков и др., 1997). Минеральные удобрения достоверно увеличивают как содержание общего азота, так и содержание сырого протеина (Пасынкова и др., 2008; Малявко и др., 2010), которому в питании человека и животных принадлежит главенствующая роль и в связи с этим качество зерна определяется в основном содержанием белка и его аминокислотным составом (Минеев, 1990).

Известно, что определенные внешние факторы (тепло, свет, влага, почвенные условия) оказывают основополагающее влияние на процессы биосинтеза в растительном организме. При этом установлено, что недостаточная влагообеспеченность и повышенная температура воздуха создает условия для формирования зерна с высоким содержанием белка (Ваулина, 2007; Kandra, 1982), поскольку в таких условиях легкоподвижный почвенный азот в большей степени расходуется на образование белков, чем на обеспечение ростовых процессов.

По мнению некоторых исследователей наибольшее влияние на содержание азота и сырого белка в урожае зерна практически всех зерновых культур оказывают азотные удобрения (Мерзлая, 1997; Миронова, 2002). Академик Т.Н. Кулаковская (1978) считает, что в условиях дерново-подзолистых почв рациональное, научно обоснованное применение минеральных удобрений при выращивании зерновых культур обеспечивает

за счет азотных удобрений реально возможное увеличение сборов белка на 50%. При этом необходимо иметь ввиду, что внесение повышенных доз азотных удобрений не всегда гарантирует улучшение качественных показателей зерна по причине недостатка в почве отдельных микроэлементов (Чумаченко, 1985; Замораев, Маркина, 1992), среди которых Б.А. Ягодин (1985) выделяет бор, регулирующий процессы углеводного и белкового обмена и оказывающий влияние на снижение сахара и крахмала.

Внесение микроудобрений способствует повышению в растениеводческой продукции не только микроэлементов (Добролюбский и др., 1975), но также таких макроэлементов, как азот и фосфор (Кабан и др., 1980).

Качество зерна определяется множеством факторов (Семенова, Вакулина, 1987), важнейшим из которых является севооборот, при этом зернопаровой является наиболее эффективным (Белкина, Исупов, 1999), поскольку получение высококачественного зерна возможно при использовании таких предшественников как чистые пары, зернобобовые культуры, кукуруза, многолетние и однолетние бобовые травы, используемые в летний период по организации зеленого конвейера.

Наиболее эффективным предшественником в условиях Нечерноземья, по данным В.Е. Торикова и др. (1994), оказались многолетние бобовые травы и однолетние бобовые травы, как в чистом посеве, так и в травосмесях с однолетними злаковыми культурами.

Содержание белка в зерне ячменя наиболее важный показатель качества. Его содержание в зерне ячменя варьирует в пределах 7- 25% (Сичкарь, Иванов, 1958). Содержание сырого белка в зародыше колеблется от 26 до 36%, эндосперм содержит от 8 до 14%, а его содержание в пленке составляет 7- 10% (Michael, 1961).

На размеры содержания белка значительное влияние оказывают погодные условия вегетационных периодов. Как правило, при влажной и прохладной погоде содержание белка в зерне колеблется в пределах 9-13%, в засушливые годы содержание белка в зерне обычно составляет 14- 17%. Исследованиями ряда авторов установлено, что при повышении белковости зерна ячменя отмечается снижение содержания в нем основного экстрактивного вещества-крахмала (Наволоцкий и др., 2001; Hettebar, 1981). При возделывании ярового ячменя на крупяные цели

необходимо подбирать сорта с высоким содержанием в зерне белка и лизина (Войтович, Ерошенко, 2010).

### 3.6.1 Влияние средств химизации на биохимический состав зерна ячменя

Нашими исследованиями установлено, что применяемые системы удобрения способствовала повышению белковости зерна ячменя (табл. 4). В среднем за три года опытов на контрольном варианте содержание сырого белка в зерне ячменя составляло 10,0%. Применение азотно- фосфорного удобрения в дозах  $N_{90}P_{60}$  и  $N_{120}P_{90}$ -повышало содержание сырого белка в зерне ячменя по сравнению с контролем на 0,8- 2,5%, возрастал также и сбор белка с 0,295 до 0,449 т/га соответственно. Внесение последовательно увеличивающихся доз калия  $K_{60}$ -  $K_{120}$  на фоне I ( $N_{90}P_{60}$ ) повышало белковость зерна ячменя на 1,2- 2,6%, а внесение доз калийного удобрения  $K_{120}$ -  $K_{180}$  в составе  $N_{120}P_{90}$  (фон II) способствовало повышению содержания сырого белка в зерне ячменя относительно контрольного варианта на 3,0- 3,4%, а по отношению к фону II ( $N_{120}P_{90}$ ) отмечено такое же самое повышение белковости зерна ячменя. Обработка посевов ячменя биопрепаратом Гумистим способствовало повышению содержания сырого белка в зерне ячменя в зависимости от системы удобрения относительно вариантов без обработки биопрепаратом от 10,2 до 13,5%. Наибольший сбор сырого белка с 1 га 0,655 т/га в среднем получен в варианте  $N_{120}P_{90}K_{180}$  + Гумистим.

Таблица 14 – Содержание и сбор белка урожаем зерна ячменя в зависимости от применяемых средств химизации (2016- 2018 гг.)

Вариант	Содержание сырого белка, %			В среднем	Сбор белка, т/га
	2016 г.	2017 г.	2018 г.		
Контроль (без удобрений)	9,8	10,8	9,4	10,0	0,233
$N_{90}P_{60}$ - фон I	10,6	11,6	10,2	10,8	0,295
Фон I+ $K_{60}$	11,4	11,6	10,6	11,2	0,349
Фон I+ $K_{90}$	12,2	12,4	11,8	12,1	0,406
Фон I+ $K_{120}$	12,6	12,8	12,4	12,6	0,461
$N_{120}P_{90}$ - фон II	12,6	12,6	12,4	12,5	0,449
Фон II+ $K_{120}$	12,8	13,2	13,0	13,0	0,508

## Продолжение таблицы 14

Фон II+ K <sub>150</sub>	13,0	13,6	13,2	13,3	0,571
Фон II+ K <sub>180</sub>	13,2	13,6	13,4	13,4	0,620
Контроль+ Гумистим	10,2	10,8	9,6	10,2	0,255
Фон II+ Гумистим	12,6	13,4	12,8	12,9	0,475
Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	13,0	13,5	13,3	13,3	0,555
Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	12,8	13,8	13,2	13,3	0,618
Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	13,4	13,8	13,2	13,5	0,655
<i>НСР<sub>05</sub></i>	0,3	0,4	0,5		

В исследованиях установлено, что применяемые средства химизации оказывали влияние на изменение показателей биохимического состава зерна ячменя (табл. 15). В среднем за три года исследований содержание клетчатки по вариантам опыта изменялось от 4,3 до 4,9%. Применение удобрения как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим повышали содержание клетчатки в зерне ячменя при достижении максимума в вариантах фон II+K<sub>150</sub>+Гумистим и фон II+K<sub>180</sub>+Гумистим (табл. 15).

В среднем за три года исследований отмечено снижение содержания сырой золы по вариантам опыта с 2,70% (контроль) до 2,53 (вариант 5). Обработка растений биопрепаратом Гумистим на фоне применяемых систем удобрения способствовало повышению зольности зерна ячменя с 2,76 до 3,07% в варианте фон II+K<sub>180</sub>+Гумистим (рис. 13).

Таблица 15 – Влияние систем удобрения и биопрепарата Гумистим на изменение показателей биохимического состава зерна ячменя (среднее за 2016- 2018 гг.)

Вариант	Содержание, %				
	сырая клетчатка	сырая зола	сырой жир	сахара	крахмал
Контроль (без удобрений)	4,3	2,70	2,2	4,4	60,1
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	4,5	2,63	1,8	4,5	59,0
Фон I+ K <sub>60</sub>	4,6	2,60	1,8	4,6	58,9
Фон I+ K <sub>90</sub>	4,7	2,57	1,7	4,8	58,4
Фон I+ K <sub>120</sub>	4,8	2,53	1,8	5,0	56,4
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	4,6	2,60	1,8	4,6	56,5
Фон II+ K <sub>120</sub>	4,6	2,63	2,0	4,8	58,5

Продолжение таблицы 15

Фон II+ K <sub>150</sub>	4,8	2,60	1,9	5,1	58,7
Фон II+ K <sub>180</sub>	4,8	2,60	1,9	5,2	57,2
Контроль+ Гумистим	4,6	2,73	2,0	4,6	58,7
Фон II+ Гумистим	4,7	2,76	2,0	4,7	57,6
Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	4,8	3,00	2,0	5,0	57,9
Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	4,9	3,05	2,0	5,2	57,6
Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	4,9	3,07	2,1	5,2	56,7
<i>НСР</i> <sub>05</sub>	0,3	0,20	0,2	0,25	1,50

Содержание сырого жира в зерне ячменя также изменялось под влиянием изучаемых средств химизации, снижаясь с 2,2 до 1,7%. Применение биопрепарата Гумистим в комплексе с минеральными удобрениями повышало содержание сырого жира в зерне с 2,0 до 2,1%.

Известно, что в хлебопекарном производстве сахара выполняют важную роль, способствуя развитию молочных и дрожжевых бактерий при замесе теста (Сорокин, 2011). В наших исследованиях установлено, что при интенсификации применяемых средств химизации, включая и биопрепарат Гумистим, отмечено повышение содержания сахаров в зерне ячменя (табл. 14, 15, 16). Под влиянием применяемых средств химизации в опыте отмечено в среднем снижение содержания крахмала в зерне ячменя в пределах 60,1- 56,4% (табл. 14, 15). Применение биопрепарата Гумистим на изменение содержания крахмала в зерне ячменя не проявилось.

Принято считать (Козьмина и др., 2006), что качество растительных белков зависит от их аминокислотного состава. Поскольку восемь протеиновых кислот не синтезируются в животном организме, являясь незаменимыми, они должны поступать в организм человека и животных с продуктами питания и кормами, при этом белки считаются полноценными, если в своем составе содержат все восемь незаменимых аминокислот.

Таблица 16 – Влияние систем удобрений на содержание аминокислот в зерне ячменя, г на 1 кг воздушно- сухого вещества (2016- 2018 гг.)

Аминокислоты	Варианты опыта			
	Контроль (без удобрений)	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub> + Гумистим
Валин (Val)	0,662	0,728	0,734	0,824
Лейцин (Leu)+ изолейцин	1,418	1,459	1,473	1,746
Лизин (Lys)	0,570	0,585	0,591	0,615
Метионин (Met)	0,162	0,189	0,220	0,255
Треонин (Thr)	0,360	0,529	0,653	0,684
Триптофан (Trp)	0,088	0,093	0,099	0,107
Фенилаланин (Phe)	0,605	0,654	0,685	0,718
<b>Всего незаменимых</b>	<b>3,865</b>	<b>4,237</b>	<b>4,455</b>	<b>4,949</b>
Аланин (Ala)	0,706	0,732	0,726	0,752
Аргинин (Arg)	0,585	0,976	0,923	1,072
Гистидин (His)	0,159	0,183	0,195	0,216
Глицин (Gly)	0,425	0,578	0,621	0,693
Пролин (Pro)	1,611	1,652	1,719	1,903
Серин (Ser)	0,574	0,623	0,636	0,678
Тирозин (Tyr)	0,236	0,295	0,432	0,452
<b>Сумма всех аминокислот</b>	<b>8,185</b>	<b>9,276</b>	<b>9,707</b>	<b>10,715</b>

Ранее установлено, что при недостатке лишь только одной незаменимой аминокислоты отмечается значительный перерасход кормов (Томме, Мартыненко, 1972). В тоже время, различные условия минерального питания сельскохозяйственных растений могут существенно оказывать влияние на содержание и их соотношение в растениях (Мельникова, Фокин, 2009). Определение содержания аминокислот в зерне ячменя проводили в Центре коллективного пользования научным оборудованием при Брянском ГАУ. Проведенными лабораторно- аналитическими исследованиями установлено, что под влиянием полного минерального удобрения отмечено увеличение как общего содержания аминокислот, так и незаменимых (табл. 17), при этом следует отметить, что повышение дозы калия в составе NPK способствовало увеличению содержания всех аминокислот в зерне ячменя.

Необходимо также отметить, наибольшее количество всех аминокислот, в том числе и незаменимых, накапливалось в зерне ячменя в варианте с применением регулятора роста Гумистим. Соотношение аминокислот в зерне ячменя изменялось под действием изучаемых средств химизации.

На основании вышеизложенного можно кратко заключить, что изучаемые системы удобрения заметно влияли на изменение биохимического состава зерна ячменя, повышая содержание сырой клетчатки, сырой золы и сахаров, снижая содержание жира и крахмала, улучшали аминокислотный состав белков ячменя.

### **3.6.2 Влияние удобрений и гуминового препарата Гумистим на изменение физических показателей зерна ячменя**

Технологические (физические), как и биохимические, показатели зерна в значительной степени определяются сортовыми особенностями (Бельченко и др., 2007). Принято считать, что физические показатели качества зерна (натура, масса 1000 зерен, пленчатость, выполненность, которая определяется выровненностью и крупностью) весьма значимы при хранении и переработке зерна. Среди этих показателей натурная масса зерна, представленная массой установленного объема (обычно масса 1 литра зерна, выраженная в граммах (Козьмина и др., 2006).

При более высокой натуре зерно содержит большее количество питательных веществ, как правило, оно хорошо развито и выполнено, в нем содержание эндосперма всегда выше и значительно меньшая доля оболочек.

Установлено, что натурная масса зерна подвержена влиянию уровня минерального питания и сроков сева. Так, по данным исследований И.Н. Бесалиева (2008), заметное влияние на изменение натурной массы зерна ячменя отмечено по срокам сева и в меньшей степени от действия удобрений, показано также положительное влияние суммы осадков на этот показатель.

Исследованиями также установлено (Белкина, Мариков, 2009), что практически все физические показатели качества в основном

определялись сортовыми особенностями и погодными условиями периода вегетации.

Весьма значимым показателем физического качества и важным показателем структуры урожая является масса 1000 зерен (Сивухо, 1985), которая также определяется суммой осадков в большей степени и в меньшей мере зависит от действия средств химизации (Шахрай, 2008).

Увеличение массы 1000 зерен сопровождается повышением урожайности зерна, где немаловажным фактором выступает количество продуктивных стеблей (Долгодворов, Султанова, 1989).



Таблица 17 – Изменение технологических свойств зерна ячменя под влиянием удобрений  
и стимулятора роста (среднее за 2016- 2018 гг.)

Вариант		Показатели					
		выход крупы, %	пенчатость, %	крупность, %	выравненность зерна, %		
					2,8 мм	2,5 мм	2,2 мм
1	Контроль (без удобрений)	44,0	9,2	83	53	35	11
2	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	44,6	8,8	84	55	34	10
3	Фон I+ K <sub>60</sub>	44,8	8,5	85	56	35	8
4	Фон I+ K <sub>90</sub>	44,9	8,4	86	53	37	11
5	Фон I+ K <sub>120</sub>	45,1	8,2	89	59	30	10
6	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	44,5	8,0	88	56	34	9
7	Фон II+ K <sub>120</sub>	45,2	7,9	89	55	32	12
8	Фон II+ K <sub>150</sub>	45,5	7,6	90	56	33	10
9	Фон II+ K <sub>180</sub>	45,7	7,4	91	58	34	7
10	Контроль+ Гумистим	44,8	8,8	84	54	35	10
11	Фон II+ Гумистим	45,4	8,6	86	56	34	9
12	Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	45,5	7,8	92	62	31	6
13	Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	45,7	7,6	94	68	26	5
14	Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	45,8	7,4	95	70	21	8
НСР <sub>05</sub>		0,74	0,79	2,13			

Повышение крупности зерна сопровождается большей массой зерен. Большая масса 1000 зерен определяет размеры питательных веществ и соответственно больший выход товарной продукции. То есть, в более крупном зерне периферийная часть зерновки, обычно удаляемая при переработке, имеет меньшую относительную долю, а большая доля соответственно приходится на ядро (Сорокин, 2011).

Один из значимых технологических показателей-выравненность зерна или однородность его по размеру, что очень важно при посеве, и определяет выход крупы. В работе Н.Н. Ульриха (1961) доказана необходимость проводить посев выровненными семенами. Наличие наибольшей суммарной массы зерна на двух смежных ситах в процентах к взятой навеске выровненность можно разделить условно на 3 группы: высокая (более 80%), средняя выровненность (от 70 до 80%) и низкая выровненность (менее 70%).

Таблица 18 – Масса 1000 зерен, г. (среднее за 2016- 2018 гг.)

Вариант		Масса 1000 зерен, г
1	Контроль (без удобрений)	45,5
2	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	48,6
3	Фон I+ K <sub>60</sub>	50,3
4	Фон I+ K <sub>90</sub>	50,6
5	Фон I+ K <sub>120</sub>	50,8
6	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	51,3
7	Фон II+ K <sub>120</sub>	51,5
8	Фон II+ K <sub>150</sub>	51,7
9	Фон II+ K <sub>180</sub>	52,1
10	Контроль+ Гумистим	46,4
11	Фон II+ Гумистим	47,5
12	Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	51,8
13	Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	52,4
14	Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	53,5
НСР <sub>05</sub>		1,68

Таблица 19 – Натура зерна, г/л (среднее за 2016- 2018 гг.)

Вариант		Натура зерна. г/л
1	Контроль (без удобрений)	622
2	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	624
3	Фон I+ K <sub>60</sub>	628
4	Фон I+ K <sub>90</sub>	637
5	Фон I+ K <sub>120</sub>	641
6	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	636
7	Фон II+ K <sub>120</sub>	644
8	Фон II+ K <sub>150</sub>	646
9	Фон II+ K <sub>180</sub>	648
10	Контроль+ Гумистим	626
11	Фон II+ Гумистим	629
12	Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	638
13	Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	645
14	Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	649
НСР <sub>05</sub>		8,51

На основании своих исследований Н.В. Алехин (1963) сделал вывод, что увеличение уровня урожайности от крупных и выровненных семян закономерно, в то время, как снижение урожайности в той или иной мере может быть обусловлено случайными факторами, связанными с принятием автором того или иного метода.

Нашими исследованиями установлено, что масса 1000 зерен ячменя определялась как влиянием погодных условий периодов вегетации, так и действием изучаемых средств химизации. Масса 1000 зерен в менее благоприятном 2017 году по изучаемым вариантам опыта оказалась ниже в сравнении с 2016 и 2018 годами и изменялась от 44,5 до 48,8 г. (приложение). Более высокая масса 1000 зерен ячменя отмечена в 2016 году, варьируя по вариантам опыта в пределах 46,7- 57,9 г.

Согласно требованиям ГОСТ 5060-86, масса 1000 зерен должна укладываться в пределы 48-54 г. Под влиянием изучаемых в опыте средств химизации отмечено в среднем увеличение массы 1000 зерен с 45,5 (контроль без удобрений) до 45,8 г. в варианте с применением полного минерального удобрения N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub> в комплексе с гуминовым препаратом Гумистим. Применение препарата Гумистим на фоне изучаемых

мых систем удобрения способствовало повышению массы 1000 зерен ячменя (табл. 18). Показателем, являющимся основным для переработки ячменя в крупу, согласно требований ГОСТ 6378, служит натура (натурная масса зерна, которая должна быть не ниже 630 г/л (Сорокин, 2011). Мукомольная и крупяная оценка зерна определяется натурой очищенного от различных примесей зерна. Как правило, из зерна, характеризующегося большей натурой, получается значительно больший выход конечной продукции высокого качества при экономии энергозатрат.

Исследованиями установлено, что в среднем за три года натура зерна ячменя в разрезе изучаемых систем удобрения изменялась в пределах 622- 649 г/л (табл.9). Натура зерна ячменя заметно повышалась под влиянием удобрений как при отдельном применении, так и в комплексе с препаратом Гумистим. Наибольшая величина натуры 649 г/л в среднем за три года отмечена при применении системы удобрения в варианте  $N_{120}P_{90}K_{180}+$  Гумистим.

Среди показателей качества зерна важная роль принадлежит выходу крупы и пленчатости, особенно их значимость возрастает при переработке зерна на крупу (Соловьев, 2006).

Выход крупы в среднем по изучаемым вариантам опыта варьировал в пределах 44,0- 45,8%. Наиболее высокий выход крупы отмечен при внесении полного минерального удобрения, при этом повышение доз калия в его составе как на фоне I, так и на фоне II, повышало выход крупы. Применение препарата Гумистим способствовало повышению выхода крупы. Самый высокий выход крупы 45,8% получен в варианте с применением полного минерального удобрения  $N_{120}P_{90}K_{180}$  в комплексе с препаратом Гумистим.

Пленчатость зерна ячменя относят к одному из весьма значимых показателей качества зерна, в особенности при крупяном производстве (Мальцев, 1991). В совокупности пленчатость представляет собой содержание мякинной оболочки, характеризуемое как отношением веса пленок к весу зерна, выраженное в процентах. Нашими исследованиями установлено, что зерно ячменя с наименьшей пленчатостью было получено в условиях 2016 года, а с более высокой пленчатостью было зерно урожая менее благоприятного 2017 года (Приложение 2). По годам исследований пленчатость зерна ячменя в контрольном варианте варьи-

ривала от 8,7 до 9,6%, составляя в среднем 9,2%. Под влиянием изучаемых средств химизации отмечено снижение пленчатости зерна ячменя на 0,4- 1,6%. Наибольшее снижение пленчатости зерна отмечено в вариантах со средней и повешенной дозами калия в составе NPK (вар. 13 и 14) в комплексе с препаратом Гумистим. Следует отметить, что для этих вариантов характерна более высокая урожайность зерна с более крупным и более выровненным зерном, чем было и обусловлено снижение пленчатости зерна до уровня 7,8- 7,6%.

Зерно считается крупным, в основной массе которого оно состоит из двух фракций с толщиной 2,5 и 2,8 мм. Стандартом определено, что по результатам ситового анализа этот показатель характеризуется как остаток зерна на сходе с сита с размером отверстий 2,5\*2,0 мм. Для зерна ячменя первого класса наличие крупного зерна должно составлять около 85%, для второго класса не ниже 75% (Ториков и др., 2012).

Определение выровненности проводили на смежных ситах 2,0\*2,2 мм, 2\*2,5 мм и 2,0\*2,8 мм. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что наибольшая крупность зерна была получена в благоприятные по погодно-климатическим условиям 2016 и 2018 годы. В среднем за три года крупность зерна по изучаемым вариантам опыта изменялась от 83 до 95%. Самый высокий и стабильный процент крупности и наиболее выровненное зерно ячменя было получено при комплексном использовании удобрений и гуминового препарата Гумистим (варианты 12, 13 и 14).

### **3.6.3 Влияние средств химизации на содержание макроэлементов в урожае зерна ячменя**

Из существующих в природе 92 химических элементов 75 относят к минералам, и только 31 из этого количества оказывает благотворное влияние на жизнедеятельность животных организмов (Сорокин, 2011). В число благотворно влияющих на жизненно важные процессы в живых организмах входят такие химические элементы, как калий, кальций, медь, алюминий, барий, бром, бор, ванадий, галлий, германий, железо, йод, кадмий, кобальт, кремний, литий, магний, марганец, молибден, мышьяк, натрий, никель, олово, свинец, селен, сера, фосфор, фтор, хлор,

хром, цинк (Бергер, 1998). Эти элементы чисто носят общее название биогенных.

Биогенными элементами принято называть химические элементы, которые необходимы животному организму для нормального функционирования жизнедеятельности на клеточном уровне.

При содержании биогенных элементов, превышающих 0,01% от массы тела, отнесены к макроэлементам. В эту группу включены 12 элементов: органогены, ионы электролитного фона и железа. Живые ткани (99%) в своем субстрате содержат следующие шесть элементов: С, Н, О, N, P, Си. Такие элементы, как К, Na, Mg, Fe, Cl, S, причисляют к олигобиогенным элементам. Их содержание изменяется в пределах 0,1-1,0%. При суммарном содержании биогенных элементов порядка 0,01% их определяют, как микроэлементы, при этом содержании каждого из них находится в пределах  $10^{-3}$ -  $10^{-50}$ %. При содержании элементов меньше  $10^{-50}$ % определены, как ультрамикроэлементы (Бельченко, Сорокин, Мальцев, 2007). Результаты исследований свидетельствуют о положительном влиянии удобрений на изменение макроэлементного состава зерна ячменя (табл. 20).

Таблица 20 – Действие средств химизации на макроэлементный состав зерна ячменя, мг/кг (2016- 2018 гг.)

Макроэлементы	Системы удобрения		
	контроль (без удобрений)	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub> + Гумистим
Фосфор	960	1150	2450
Калий	5850	6500	6650
Кальций	970	1100	1200
Магний	260	350	380
Натрий	66	70	85
Сера	340	450	550
Железо	70	130	150

Так, при интенсификации применяемых в исследованиях средств химизации отмечено увеличение содержания основных элементов питания в зерне ячменя. В наших исследованиях в среднем за годы проведения опытов самое высокое содержание в зерне ячменя биогенных

элементов отмечалось в варианте с применением оптимальной дозы NPK в комплексе с препаратом Гумистим (N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub>+ Гумистим).

Таблица 21 – Содержание токсичных элементов в зерне ячменя, мг/кг (2016- 2018 гг.)

Токсичные элементы	Варианты			ПДК
	контроль (без удобрений)	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub> + Гумистим	
Алюминий	16	18	19	20
Кадмий	0,018	0,024	0,017	0,03
Мышьяк	<0,02	0,082	0,078	0,2
Ртуть	<0,005	<0,003	<0,003	0,015
Свинец	0,11	0,19	0,15	0,5

Результаты лабораторно- аналитических исследований показали (табл. 11), что в содержании токсичных элементов в зерне ячменя имели место определенные изменения в зависимости от применяемых средств химизации. Следует отметить, что содержание алюминия, мышьяка и свинца в зерне ячменя возрастало под влиянием полного минерального удобрения в дозе N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub>, однако, их концентрация не превышала значений ПДК.

Применение гуминового препарата на фоне минерального удобрения (N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>180</sub>+ Гумистим) имело тенденцию к снижению концентрации в зерне ячменя кадмия и свинца. Минеральные удобрения, применяемые как отдельно, так и комплексно (с гуминовым биопрепаратом) снижали концентрацию ртути в зерне ячменя. Содержание мышьяка возрастало в зерне ячменя при интенсификации средств химизации.

#### **3.6.4 Действие удобрений и регулятора роста на содержание остаточных нитратов в зерне ячменя**

Общеизвестно, что интенсификация земледелия оказывает активное, всеобъемлющее влияние на биохимические циклы обмена веществ и на равновесие природных экологических систем, когда научно необоснованное применение средств химизации в практике сельскохозяйственного производства приводит к нарушению экологического равнове-

сия природных экосистем, что является основной причиной снижения качества продукции растениеводства и ухудшения состояния окружающей среды (Баранников, Кириллов, 2015).

В системе мер, призванных ограничить загрязнение окружающей среды при производстве сельскохозяйственной продукции, первоочередное значение имеет применение рациональных систем удобрения. Правильное определение форм, норм, сроков и способов внесения удобрений в почву приводит к существенному уменьшению нерациональных потерь питательных веществ и накопления их в растениях в размерах, превышающих оптимальное значение (Кузина и др., 1985).

При внесении высоких доз азотных удобрений в растениях накапливается избыточное количество нитратов, поступление которых в организм человека и животных вызывает различные заболевания вследствие их восстановления под действием микроорганизмов желудочно-кишечного тракта до нитритов. Нитриты, взаимодействуя с гемоглобином крови, образуют метгемоглобин, который не может участвовать в переносе кислорода из легких к тканям организма, что является основной причиной различных заболеваний (Воеводин, 1981). Образование нитрозаминов, которые проявляют характер сильнейших канцерогенов, связано с поступлением в организм нитратов, аминов и амидов (Боговский, 1979).

В урожае многих сельскохозяйственных культур нитраты обычно могут накапливаться в избыточных концентрациях в тех случаях, когда размеры их поступления зачастую превышают расход на формирование оптимальной продуктивности культуры (Покровская, 1984).

Среди злаковых культур наибольшими размерами накопления избыточных нитратов отмечаются овес, кукуруза, рожь, ячмень (Смирнов и др., 1981).

Установлено, что при средней массе человека 70 кг ПДК нитратов составляет порядка 265 мг, включающая их количество в пищевом рационе (вода, атмосферный воздух). Исходя из того, что в пищевом рационе содержание зерновых продуктов составляет около 0,33 кг или до 26% от общей суммы продуктов в рационе питания, если допустить, что они содержат нитраты, произведен расчет допустимого количества



остаточных нитратов для зерновых культур в размере 93 мг/кг (Воробьева и др., 1980).

Установлено, что размеры накопления нитратов в растениях в значительной степени определяются применяемыми формами азотных удобрений. В результате применения азотных удобрений в форме нитратной (нитрат калия, нитрат натрия) возрастает вероятность повышения содержания нитратов в растениях. Так, применение фосфорно-калийных удобрений обычно снижает отрицательное действие нитратсодержащих удобрений, в частности, аммиачной селитры, поскольку фосфор и калий способны быстро восстанавливать нитраты в растениях до аммиака (Дашибалов, Кобозев, 1979), при этом важная роль в процессе накопления нитратов в растениях отводится таким факторам, как длина светового дня, освещение, режим увлажнения, температурный режим и др. (Ильницкий, 1989).

В наших исследованиях количество остаточных нитратов в зерне ячменя имело некоторое различие по годам проведения эксперимента (табл. 10). Более высокое содержание нитратов в зерне ячменя отмечено в менее благоприятном 2017 году.

В наших исследованиях в среднем за три года проведения опытов концентрация нитратного азота в зерне ячменя по изучаемым вариантам варьировала в пределах 39- 75 мг/кг.

Применяемые системы удобрения способствовали увеличению содержания остаточных нитратов в урожае зерна ячменя. Наиболее высокая концентрация нитратов в зерне ячменя, в среднем за три года исследований отмечена при внесении полного минерального удобрения в дозе  $N_{120}P_{90}K_{180}$ . Обработка посевов ячменя гуминовым препаратом способствовала снижению концентрации нитратов за счет биологического разбавления, связанного с повышением уровня урожайности ячменя.

Таблица 22 – Влияние удобрений и биопрепарата Гумистим на концентрацию остаточных нитратов в зерне ячменя (2016-2018 гг.)

Вариант	Содержание, мг/кг			В среднем	± к контролю
	2016 г.	2017 г.	2018 г.		
Контроль (без удобрений)	49	50	45	48	-
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	51	52	48	50	+2
Фон I+ K <sub>60</sub>	53	54	56	54	+6
Фон I+ K <sub>90</sub>	52	57	56	55	+7
Фон I+ K <sub>120</sub>	53	58	56	57	+9
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	60	58	60	59	+11
Фон II+ K <sub>120</sub>	55	66	58	60	+12
Фон II+ K <sub>150</sub>	60	78	66	68	+20
Фон II+ K <sub>180</sub>	76	80	68	75	+27
Контроль+ Гумистим	36	42	40	39	-9
Фон II+ Гумистим	48	54	50	51	+3
Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	52	60	56	56	+8
Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	56	66	56	59	+11
Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	58	70	60	63	+15
НСР <sub>05</sub>	5	5	4		

Таким образом, зерно ярового ячменя, выращенное в вариантах опыта по концентрации в нем нитратного азота может быть использовано на пищевые цели, а также на корм сельскохозяйственным животным без ограничения (ПДК нитратов в фураже- 300 мг/кг) (Крищенко, 1983).

### 3.6.5 Влияние минеральных удобрений и гуминового препарата на уменьшение удельной активности <sup>137</sup>Cs в урожае зерна ячменя

При ведении сельскохозяйственного производства на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению после аварии на ЧАЭС, основной задачей, стоящей перед сельхозпроизводителями является производство растениеводческой продукции, соответствующей санитарно-гигиеническому нормативу по содержанию в ней радионуклидов (Белоус и др., 2012).

Знание закономерностей поведения радионуклидов в системе «почва - растение» в условиях радиоактивного загрязнения территорий

может быть основой при разработке технологических приемов, являющихся составной частью технологий производства продукции основных сельскохозяйственных культур (Спиридонов, Иванов, 2013).

Известно, что в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов поведение основных дозобразующих радионуклидов в агроэкосистемах подвержено в основном факторам, объединенным в две группы. В первой группе к ним относят естественные биогеохимические процессы, характеризующие механизм поведения радионуклидов в почве и поглощение их растениями. Вторая группа объединяет в себя факторы, основой которых является система агротехнических и агрохимических мероприятий, оказывающих модифицирующее влияние на процесс миграции радионуклидов (Алексахин и др., 2006; Богдевич и др., 2006). При этом, более предпочтительны мероприятия агрохимической природы, поскольку они в наибольшей мере решают проблему сохранения и воспроизводства плодородия почв, повышения продуктивности и повышения качества получаемой продукции в соответствии с требованиями санитарно-гигиенического норматива по содержанию в ней радионуклидов. Внедрение в практику сельскохозяйственного производства современных агротехнологий возделывания полевых культур в севооборотах различного типа, включающих применение органических и минеральных удобрений на систематической основе, мелиорантов, биологически активных препаратов, действие которых направлено на сохранение и повышение уровня плодородия почв, повышение продуктивности и качественных показателей получаемой продукции (Тимофеев, 2016).

Применение специальных агрохимических мероприятий, как одной из составляющих внедряемых в сельскохозяйственное производство научно обоснованных систем удобрения, способствует изменению поведения радионуклидов в системе «почва-растение», уменьшению размеров поступления радионуклидов в урожай конечной продукции возделываемых культур, исключая дополнительные затраты на закупку специального оборудования и техническую разработку специальных материалов (Бакунов, Юдинцева, 1989; Алексахин, 2004).

Размеры поступления радионуклидов в растениеводческую продукцию в значительной степени определяются такими факторами, как плотность загрязнения почвы агроландшафтов, климатических, почвенных,

ландшафтных особенностей технологий возделывания сельскохозяйственных растений (Санжарова и др., 2016; Anderson, 1994). Концентрация радионуклидов в растениях при поступлении их через корневую систему определяется формой их содержания в почве, минералогическим составом, особенностями агрохимических и агрофизических свойств почвы (Алексахин и др., 2009; Шаповалов и др., 2015; Арышева и др., 2018).

Уменьшение размеров накопления радионуклидов в урожае возделываемых сельскохозяйственных культур при применении удобрений может быть обусловлено следующим:

- повышением в почвенном растворе содержания доступных для растений биогенных элементов, что является основой повышения продуктивности, что предопределяет эффект ростового «разбавления» радионуклидов (Алексахин и др., 1997; Моисеев и др., 1988);
- увеличения в почве концентрации обменных катионов калия и кальция (Юдинцева, Левина, 1982; Алексахин и др., 1992);
- повышением уровня антогонистических взаимоотношений между ионами почвенного раствора, включая радионуклиды внесенных солей почвенного раствора при корневом питании растений (Nisbet et al., 1993);
- снижения размеров транслокации радионуклидов в звене «почва-растение» за счет закрепления их твердой фазой почвы и необменной фиксации в результате взаимодействия радионуклидов с солями минеральных удобрений (Моисеев и др., 1986).

Исключительно важная роль в повышении плодородия почв принадлежит органическим удобрениям и, учитывая то, что биологическая доступность цезия-137 во многом определяется содержанием органического вещества в почве, вследствие этого радиоцезий более интенсивно поглощается на почвах дерново-подзолистого типа, в основном малогумусированных (Белоус и др., 2012). По данным Г.И. Агапкиной с соавторами (1989), вхождение цезия-137 в кристаллическую решетку глинистых минералов непосредственно определяется органическими растворимыми веществами, связывающими ионы радионуклида в форме радионуклид органических соединений. Исследованиями установлено, на высокоплодородных гумусированных почвах радиоцезий находится в основном в ставе негидролизуемого остатка и не предрасположен к обмену (Бондарь, Ивашкевич и др., 2003), поскольку в высоко гумусиро-

ванных почвах ведущий механизм сорбции-почвенно-поглощающий комплекс, в минеральной почве-ионный обмен (Поникарова и др., 1995).

Применение органических удобрений и мелиорантов способствует снижению поступления радионуклидов в растения. Исследованиями Б.С. Пристера с соавторами (1992) установлено, что при внесении 50 т/га навоза в известкованную дерново-подзолистую почву обеспечило пятикратное снижение  $^{137}\text{Cs}$  в урожае клубней картофеля.

Исследованиями (Белоус и др., 1998; Ибрагимов, 2001) установлено, что на дерново-подзолистых почвах (песчаных и супесчаных) внесение органических удобрений способствовало снижению размеров поступления радиоцезия в урожай от 1,5 до 2,0 раз.

Наиболее эффективным способом уменьшения удельной активности радионуклидов в продукции растениеводства является применение минеральных удобрений и химических мелиорантов (известкование) (Прудников и др., 2006; Белоус и др., 2016; Кизюля и др., 2017). При этом максимальный эффект достигается при внесении повышенных доз калия на фоне известкования, когда снижение поступления  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в растения может достигать двадцатикратной величины (Санжарова и др., 2004; Секирников, Шаповалов, 2018).

Наиболее высокой эффективностью по снижению поступления  $^{137}\text{Cs}$  в растения среди фосфорных удобрений обладает фосфоритная мука (Сушеница, 2006). Следует также учитывать, что при достижении оптимальных параметров почвенного плодородия непосредственно для данного типа почв способствует получению максимальной урожайности возделываемых культур, и на этой основе обеспечивается уменьшение содержания радионуклидов в урожае конечной продукции за счет эффекта ростового разбавления (Белоус и др., 2012).

Установлено, что в среднем за три года удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в зерне ячменя наиболее высокой была отмечена в менее благоприятном по условиям увлажнения 2017 году и по изучаемым вариантам опыта она изменялась в пределах 20- 3 Бк/кг (табл. 23).

Таблица 23 – Изменение удельной активности цезия- 137 в зерне ячменя в зависимости от применяемых средств химизации, Бк/кг

Вариант	Удельная активность. Бк/кг				Кратность снижения, раз	Коэффициент накопления, $n \times 10^{-2}$
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	В среднем		
Контроль (без удобрений)	10	15	17	15	-	1,34
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	14	20	22	19	-	1,55
Фон I+ K <sub>60</sub>	10	14	14	13	1,15	1,30
Фон I+ K <sub>90</sub>	9	12	13	11	1,36	1,12
Фон I+ K <sub>120</sub>	8	10	10	9	1,67	0,85
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	16	22	24	21	-	1,46
Фон II+ K <sub>120</sub>	6	10	12	9	1,67	0,98
Фон II+ K <sub>150</sub>	5	9	8	7	2,14	0,74
Фон II+ K <sub>180</sub>	4	7	8	6	2,50	0,61
Контроль+ Гумистим	8	13	14	12	1,25	1,12
Фон II+ Гумистим	7	9	8	8	1,87	0,88
Фон II+ K <sub>120</sub> + Гумистим	4	9	7	7	2,14	0,76
Фон II+ K <sub>150</sub> + Гумистим	2	7	5	5	3,00	0,44
Фон II+ K <sub>180</sub> + Гумистим	2	3	4	3	5,00	0,40

НСР<sub>05</sub>

2 4 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.

Наименьшей удельная активность <sup>137</sup>Cs в зерне ячменя оказалась в более благоприятном по погодным условиям вегетационного периода 2016 году. Внесение азотно-фосфорного удобрения в дозах N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> (фон I) и N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> (фон II) в наибольшей степени способствовало переходу радиоцезия из почвы в урожай зерна ячменя, вследствие этого удельная активность <sup>137</sup>Cs в зерне была наиболее высокой, составляя в среднем в пределах 19- 22 Бк/кг, при уровне удельной активности в контрольном варианте 15 Бк/кг. Внесение калийного удобрения в дозах K<sub>60</sub>- K<sub>120</sub> в составе N<sub>90</sub>P<sub>60</sub> (фон I) уменьшило удельную активность <sup>137</sup>Cs в среднем за три года по отношению к контролю в 1,15- 1,67 раза при соответствующем снижении коэффициента накопления с 1,30 до 0,85. Удельная активность <sup>137</sup>Cs в зерне ячменя от применения возрастающих доз калия K<sub>120</sub>- K<sub>180</sub> на фоне N<sub>120</sub>P<sub>90</sub> уменьшилась в среднем в 1,67- 2,50 раза по

сравнению с контролем, а коэффициент накопления снижался с 0,98 до 0,61 соответственно. Обработка растений ячменя гуминовым препаратом на контрольном варианте способствовало снижению концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в зерне относительно контроля в среднем в 1,25 раза. Обработка растений ячменя гуминовым препаратом на фоне азотно- фосфорного удобрения  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}$  (фон II) снижало концентрацию цезия- 137 в зерне ячменя в среднем в 1,87 раза.

Внесение возрастающих доз калия  $\text{K}_{120}$ ,  $\text{K}_{150}$  и  $\text{K}_{180}$  в составе  $\text{N}_{120}\text{P}_{90}$  (фон II) способствовало уменьшению удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в зерне ячменя в 2,14- 5,00 раз. При этом коэффициент накопления снижался с 0,76 до 0,40. В целом зерно ячменя, полученное на всех вариантах опыта по удельной активности в нем  $^{137}\text{Cs}$  пригодно для использования на продовольственные цели, переработку и в качестве корма для сельскохозяйственных животных без ограничений.

### **3.6.6 Экономическая оценка эффективности средств химизации при возделывании ярового ячменя на зерно**

При рыночном механизме экономики особенную актуальность приобретает фактор повышения экономической эффективности производства сельскохозяйственной продукции, где конечной целью производителей, независимо от формы собственности, является получение максимально возможной величины дохода.

Принятие оптимального решения при выборе элементов технологии выращивания сельскохозяйственной культуры, включающей применение разработанной системы применения средств химизации, должно базироваться на результатах экономической эффективности при ее реализации непосредственно в практику сельскохозяйственного производства.

Экономическую эффективность выращивания ярового ячменя сорта Эльф на радиоактивно загрязненной почве проводили используя результаты исследований в полевом эксперименте за 2016- 2018 гг. При расчете экономической эффективности производства зерна ячменя сравнение проводили руководствуясь методикой ВНИИСХ РАЭ (Бокалова, Ульяненко и др., 2008), используя типовые технологические карты.

Расчет экономической эффективности применения средств химизации в технологии возделывания ячменя сорта Эльф осуществляли, используя такие показатели, как уровень урожайности в натуральном (т) и стоимостном выражении (руб.), себестоимость единицы продукции (т), условно чистый доход (руб.), уровень рентабельности (%) с учетом сложившихся на данный период фактических цен на материально-технические ресурсы и производимую продукцию.

Известно, что важнейшим фактором, определяющим рентабельность производства любого вида сельскохозяйственной продукции, включая зерно, является уровень урожайности, поскольку при повышении урожайности снижается себестоимость и затраты труда на единицу продукции и увеличивается рентабельность производства при условии диспаритета цен на материально-технические ресурсы и производимую продукцию.

Результаты расчета экономической эффективности возделывания ячменя при применении средств химизации различной степени насыщенности приведены в табл. 24.

В наших исследованиях под влиянием применяемых средств химизации отмечалось повышение урожайности зерна ячменя по сравнению с абсолютным контролем. В тоже время увеличивалась и производственная себестоимость единицы продукции. Так, себестоимость 1 тонны зерна ячменя в вариантах без применения гуминового препарата изменялась в пределах 1278,2- 2366,5 руб./т. В вариантах с применением биопрепарата Гумистим минимальная себестоимость отмечена в контрольном варианте, наименьший уровень-производственной себестоимости при комплексном применении удобрений и биопрепарата Гумистим достигался в варианте  $N_{120}P_{90}K_{180}$  + Гумистим при максимальной урожайности 4,93 т/га. Производственные затраты при этом уровне урожайности на 1 га составляли 10992,6 руб./га при величине чистого дохода 13657,4 руб./га и рентабельности производства 124,2%.



Таблица 24 – Экономическая эффективность применения средств химизации при возделывании ярового ячменя

Вариант	Средняя урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб./га	Производственные затраты, руб./га	Производственная себестоимость, руб./т	Чистый доход, руб./га	Рентабельность, %
Без применения биопрепарата Гумистим						
Контроль	2,33	11650	2978,3	1278,2	8671,7	291
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	3,91	14550	8726,8	2231,9	5823,2	66,7
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>	4,29	21450	10798,4	2517,1	1065,16	98,6
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	4,63	23150	10956,8	2366,5	12193,2	111,3
С применением биопрепарата Гумистим						
Контроль	2,50	12500	3952,3	1580,9	8547,7	216
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>120</sub>	4,17	20850	9638,6	2311,4	11211,4	116,3
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>	4,66	23300	10652,4	2285,9	12647,6	118,7
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>180</sub>	4,93	24650	10992,6	2217,6	13657,4	124,2

Таким образом, на основании результатов исследований, свидетельствующих о том, что в условиях функционирования рыночного механизма хозяйствования, стабилизации роста, повышению эффективности производства зерна ярового ячменя будет способствовать внедрение в практику сельскохозяйственного производства внедрение экономически обоснованной системы удобрения ярового ячменя на основе комплексного применения минеральных удобрений, химических средств защиты растений и гуминового препарата Гумистим.

### 3.7 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. Попавшие в организм жи-

вотных 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

тов. 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. 25, рис. 13).

Таблица 25 – Влияние средств химизации на содержание остаточных нитратов в зерне овса

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

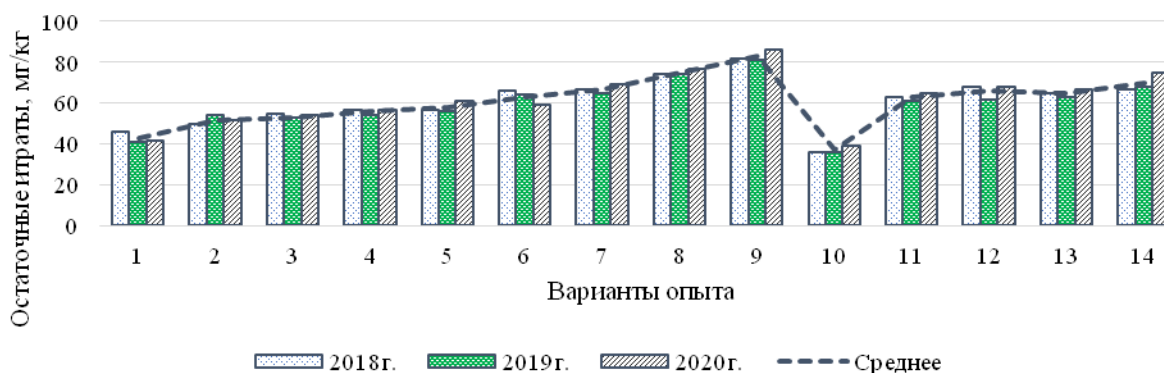


Рисунок 13 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на концентрацию остаточных нитратов в зерне овса

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.

### 3.8 Влияние средств химизации на изменение удельной активности $^{137}\text{Cs}$ 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 си-

стеме «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  $^{137}\text{Cs}$  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 со-

лей аммония существенно повышают переход радиоцезия из почвенного раствора в растения в связи с тем, что ион  $\text{NH}_4^+$  легко вытесняет ион  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  растениями в 1,5-2,0 раза (Ратников и др., 1999; Белоус, Шаповалов, 2006; Белоус и др., 2016).

Внесение фосфорных удобрений также снижает поступление  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  в зерне овса определялась как влиянием применяемых средств химизации, так и метеорологическими условиями вегетационных периодов (табл. 26, рис. 14).

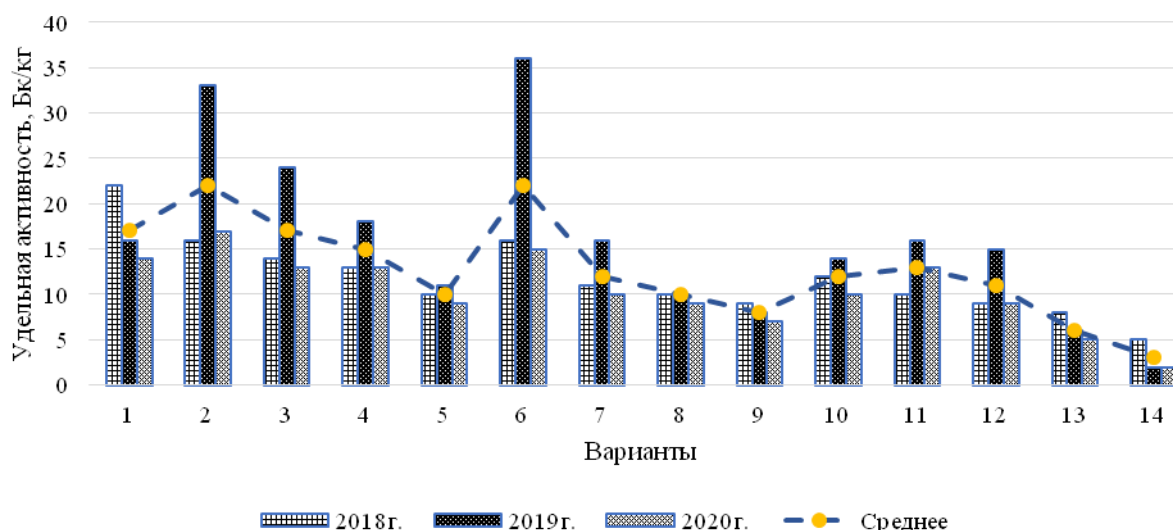


Рисунок 14 – Изменение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в зерне овса в зависимости от применяемых систем удобрений

Наиболее высокие показатели удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  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  $K_{120}$  в составе  $N_{60}P_{60}$  (фон I) уменьшало удельную активность  $^{137}Cs$  в зерне овса в сравнении с контролем в 1,7 раза, а применение дозы  $K_{150}$  в составе  $N_{90}P_{90}$  (фон II) уменьшало удельную активность  $^{137}Cs$  в зерне овса относительно контроля в 2,1 раза. Следует также отметить, что азотное удобрение в составе  $N_{60}P_{60}$  и  $N_{90}P_{90}$  способствовало увеличению поступления  $^{137}Cs$  в урожай овса.

Таблица 26 – 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
		2018 г.	2019 г.	2020 г.		
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
	НСР <sub>05</sub>	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.

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  $^{137}\text{Cs}$  в овсе соответственно в 1,5, 2,8 и 5,7 раза. В среднем за исследуемый период удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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.

### **3.9 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, Милютин, 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. 27).

Таблица 27 – 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 <sub>KCL</sub>		Н <sub>г</sub>		S		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	2016 г.	2020 г.	2016 г.	2020 г.	ммоль-экв/100г				мг/кг			
					2016 г.	2020 г.	2016 г.	2020 г.	2016 г.	2020 г.	2016 г.	2020 г.
Контроль	1,76	1,72	6,88	6,52	0,58	0,62	7,1	6,4	282	247	49	42
N <sub>240</sub> P <sub>240</sub>	1,89	1,93	6,58	6,53	0,54	0,55	6,4	5,6	318	322	89	92
N <sub>240</sub> P <sub>180</sub> K <sub>270</sub>	1,92	1,96	6,52	6,41	0,56	0,61	6,3	5,4	321	328	97	103
N <sub>240</sub> P <sub>240</sub> K <sub>360</sub>	1,96	1,98	6,74	6,56	0,65	0,67	8,4	8,1	336	342	112	116
N <sub>240</sub> P <sub>240</sub> K <sub>450</sub>	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. рН. 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 ве-

щества (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.

### **3.10 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. 28).

Таблица 28 – Экономическая эффективность возделывания овса  
(2018-2020 гг.)

Показатели	Вариант			
	контроль	контроль+ Альбит	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub>	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>150</sub> +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 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<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>150</sub> +Альбит.

При уровне урожайности зерна овса 4,59 т/га на оптимальном варианте N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>150</sub> +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<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>150</sub> 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. Применение гуминового препарата Гумистим в качестве внекорневой подкормки растений ячменя оказало положительное влияние на формирование элементов структуры урожая ярового ячменя. Наиболее высокие показатели структуры урожая ячменя в среднем отмечены при обработке растений ячменя биопрепаратом Гумистим в комплексе с полным минеральным удобрением в дозе  $N_{120}P_{90}K_{180}$ , при этом получено увеличение количества продуктивных стеблей на 83,0 шт./м<sup>2</sup>, масса колоса на 0,18, при увеличении высоты растений на 7,0 см.

3. 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.

4. Максимальную урожайность зерна ярового ячменя 4,93 т/га в среднем за годы исследований обеспечило применение полного минерального удобрения  $N_{120}P_{90}K_{180}$  в комплексе с биопрепаратом Гумистим при окупаемости 1 кг NPK прибавкой урожая, равной 6,7 кг/кг.

5. 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.

6. Применение удобрений способствовало повышению белковости зерна ячменя в сравнении с контролем в среднем за годы исследований на 3,4%. Отмечена тенденция к увеличению белковости зерна ячменя при применении биопрепарата Гумистим на фоне полного минерального удобрения. Наиболее высокое содержание 13,5% и сбор его с 1 га 0,655 т/га обеспечило применение полного минерального удобрения  $N_{120}P_{90}K_{180}$  на фоне обработки посевов ячменя биопрепаратом Гумистим.

7. 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.

8. Изучаемые в полевых опытах системы удобрения как при отдельном применении, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим, оказывали влияние на изменение биохимического состава зерна ячменя. Отмечено повышение содержания сырой клетчатки, сырой золы, са-

харов и снижение содержания сырого жира и крахмала. Содержание сырой клетчатки по вариантам опыта изменялось от 4,3 до 4,9%, сырой золы- от 2,7 до 3,07%, сахаров- от 4,4 до 5,2%, сырого жира- от 2,2 до 1,7%, крахмала- от 60,1 до 56,4%. Наибольшее количество всех аминокислот, в том числе и незаменимых в белковом комплексе зерна ячменя отмечено в варианте с применением полного минерального удобрения  $N_{180}P_{90}K_{180}$  в комплексе с биопрепаратом Гумистим.

9. 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 плёнчатости 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).

10. В среднем за годы исследований изучаемые системы удобрения как при отдельном применении, так и на фоне применения биопрепарата Гумистим, улучшали биометрические показатели зерна ячменя. Зерно ячменя, выращенное на варианте с внесением полного минерального удобрения  $N_{180}P_{90}K_{180}$  в комплексе с биопрепаратом Гумистим имело массу 1000 зерен 53,5 г, базисную натуру- 649 г/л, крупность- 95%, выход крупы- 45,8%, пленчатость- 7,4%.

Интенсификация применяемых средств химизации способствовала увеличению содержания основных макроэлементов в зерне ячменя. В среднем за годы исследований наибольшее содержание биогенных элементов в зерне ячменя было отмечено при внесении оптимальной дозы NPK в комплексе с биопрепаратом Гумистим ( $N_{120}P_{90}K_{180}$  + Гуми-



стим): фосфора- 2450 мг/кг. Калия- 6650 мг/кг, кальция- 1200 мг/кг, магния- 380 мг/кг, натрия- 85 мг/кг, серы- 550 мг/кг, железа- 150 мг/кг.

11. 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.

12. В зерне ярового ячменя, выращенного на вариантах с оптимальным содержанием NPK ( $N_{180}P_{90}K_{180}$ ), применяемых как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Гумистим, содержание токсичных элементов не превышало норматива по ПДК.

В среднем за годы исследований концентрация нитратов в зерне ячменя по вариантам опыта изменялось в пределах 48- 75 мг/кг. Обработка посевов ячменя биопрепаратом Гумистим на фоне  $N_{120}P_{90}$  с последовательно возрастающими дозами калия ( $K_{120}$ ,  $K_{150}$ ,  $K_{180}$ ) способствовала снижению концентрации остаточных нитратов в зерне ячменя с 60- 75 мг/кг до 56- 63 мг/кг (ПДК для зерна 93 мг/кг).

13. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  в зерне овса в среднем в 1,29 раза по сравнению с контролем. Внесение возрастающих доз калийных удобрений на фоне применения азотно-фосфорного удобрения  $N_{60}P_{60}$  уменьшало удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  в зерне овса в среднем в 1,91 раза. Наибольшее снижение поступления  $^{137}\text{Cs}$  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.

14. В среднем за годы исследований размеры концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в зерне ячменя на контрольном варианте составляли 15 Бк/кг (норматив 60 Бк/кг). Внесение азотного удобрения в составе  $N_{90}P_{60}$  и  $N_{120}P_{90}$  повы-

шало удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  в зерне ячменя. Применение повышенных доз калия в составе полного минерального удобрения уменьшало удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  в зерне ячменя по сравнению с контролем в 1,15- 2,50 раза. Внесение биопрепарата Гумистим на фоне полного минерального удобрения различной степени насыщенности способствовало снижению удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в зерне от 2,14 до 5,00 раз. Зерно ячменя по содержанию в нем  $^{137}\text{Cs}$  соответствует нормативу и пригодно для использования на пищевые и кормовые цели без ограничений.

15. 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 суммой обменных оснований относительно контроля.

16. Расчет экономической эффективности применения средств химизации при возделывании ярового ячменя на радиоактивно загрязненной почве показал, что в условиях проводимого эксперимента наиболее экономически выгодно применение минеральной системы удобрения в комплексе с гуминовым биопрепаратом Гумистим ( $\text{N}_{120}\text{P}_{90}\text{K}_{180}$  + Гумистим). В этом варианте получен чистый доход в сумме 13657,3 руб./га при уровне рентабельности 124,2%.

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

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА**

1 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.

2 При возделывании ярового ячменя на дерново- подзолистой радиоактивно загрязненной супесчаной почве юго- запада Центрального региона Нечерноземной зоны в звене полевого севооборота рекомендуем применять минеральную систему удобрения ( $N_{120}P_{90}K_{180}$ ) в комплексе с обработкой посевов гуминовым препаратом Гумистим в фазу начала колошения из расчета 6 л/га.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин, Н.С. Влияние минеральных удобрений на содержание белка в растениях в зависимости от свойств почвы и длительного применения удобрений / Н.С. Авдонин, Л.А. Лебедева, Г.А. Графская // *Агрохимия*. - 1978. - № 4. - С. 3- 10.
2. Авдонин, Н.С. Удобрения и качество растениеводческой продукции / Н.С. Авдонин. - М.: Колос, 1979. - 277 с.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Агропромышленный комплекс России, место в АПК мира / Г.А. Романенко, А.Н. Тютюнников, В.Г. Поздняков и др. – М., 1999. – 273 с.
7. 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.
8. Аканова, Н.И. Агроэкологическая и энергетическая эффективность сочетания известкования с минеральными удобрениями: автореф. дис. ... д-ра биол. наук / Н.И. Аканова. - М., 2001. - 56 с.
9. Аканова, Н.И. Динамика реакции легкосуглинистых почв при длительном последствии известкования / Н.И. Аканова // *Агрохимия*. - 2000.- № 9. - С. 19- 28.
10. Алабушев, А.В. Перспективная ресурсосберегающая технология производства ярового ячменя / А.В. Алабушев, Е.Г. Филиппов, В.И. Щербаков и др.: метод. рекомендации. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009.- 60 с.

11. Алабушев, А.В. Урожайность и качество зерна сортов ячменя ярового в восточной зоне Ростовской области / А.В. Алабушев, В.А. Яценко, А.С. Попов и др. // Зерновое хозяйство России. - 2017. - № 3 (51).- С. 3- 7.
- 12.Алексахин, Р.М. Поведение  $^{137}\text{Cs}$  в системе почва - растение и влияние внесения удобрений на накопление радионуклидов в урожае / Р.М. Алексахин, И.Т. Тихомиров // Агрoхимия. – 1992. – № 8. – С. 127-132.
- 13.Алексахин, Р.М. Радиоактивное загрязнение почвы и растений / Р.М. Алексахин. – М.: Изд-во АНССР, 1963. – 132 с.
- 14.Алексахин, Р.М. Агрoхимия  $^{137}\text{Cs}$  и его накопление сельскохозяйственными растениями / Р.М. Алексахин, И.Т. Моисеев, Ф.А. Тихомиров // Агрoхимия. – 1977. – № 2. – С. 129-142.
- 15.Алексахин, Р.М. Мероприятия в области земледелия и агрохимии при реабилитации радиоактивно загрязненных территорий / Р.М. Алксахин // Плодородие. – 2016. – № 5. – С. 32-34.
- 16.Алексахин, Р.М. Реабилитационные мероприятия в агропромышленном 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.
17. Алехин, Н.В. Теория и технология выделения биологически наиболее ценных семян пшеницы и овса: автореф. дис. ... д-ра с.-наук / Н.В. Алехин.- М.: ТСХА, 1963. - 19 с.
18. Алещенко, П.И. Влияние условий вегетации на семенную продуктивность ярового ячменя / П.И. Алещенко, Н.Ю. Петров, Ю.Н. Панашин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. - 2010. - № 33.- С. 57- 64.
19. Алметов, Н.С. Применение биопрепарата азоризин- надежный способ повышения продуктивности и качества урожая ячменя / Н.С. Алметов, В.Р. Габдуллин, А.А. Алфёров // Агрoхимический вестник. - 2016. - № 2. - С. 44- 47.
20. Алметов, Н.С. Продуктивность ячменя при использовании минеральных удобрений на дерново- подзолистых почвах / Н.С. Алметов, Л.С. Чернова, А.А. Завалин // Плодородие. - 2012. - № 3. - С. 2-4.

21. Алферов, А.А. Влияние почвенно- климатических условий на эффективность биопрепаратов и азотных удобрений при выращивании ячменя / А.А. Алферов // Агрехимический вестник. - 2017. - № 6. - С. 38- 42.
22. Андреева, Н.В. Влияние различных видов органических удобрений на переход  $^{137}\text{Cs}$  в урожай зерновых культур / Н.В. Андреева, Н.В. Белова, В.К. Кузнецов и др. // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2020. – Т. 60. - № 1. – С. 99-107.
23. Андрущенко, В.К. Нитраты в овощах и пути их снижения / В.К. Андрущенко. – Кишинёв: Молд НИИНТИ, 1983. – 58 с.
24. Артюхов, А.И. Продуктивность овса в зависимости от предшественника и удобрений / А.И. Артюхов, Г.Л. Яговенко // Кормопроизводство. – 2009. – № 4. – С. 11-12.
25. Аристархов, А.Н. Оптимизация питания растений и применение удобрений в агроэкосистемах / А.Н. Аристархов. - М.: МГУ, ЦИНАО, 2000- 524 с.
26. Артюшина, Н.А. Удобрения в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / Н.А. Артюшина и др. - М.: ВО Агропромиздат, 1991. - 113 с.
27. Ахметгараев, Р.Н. Использование прикорневой подкормки растений ярового ячменя минеральным азотом для повышения кормовых качеств зерна / Р.Н. Ахметгараев // Агрехимический вестник. - 2011. - № 1.- С. 31- 33.
28. Бабаев, С.Н. Что такое гуминовые регуляторы / С.Н. Бабаев // Защита растений. – 1994. – № 3. – С. 34-35.
29. Бакунов, Н.А. К вопросу о снижении накопления  $^{137}\text{Cs}$  в растениях при обогащении почв природными сорбентами / Н. А. Бакунов, Е. В. Юдинцева // Агрехимия. - 1989. - № 6. - С. 90- 96.
30. Баранников, В.Д. Экологическая безопасность сельскохозяйственной продукции: монография / В.Д. Баранников, Н.К. Кириллов. - М.: Колос, 2005. - 352 с.
31. Баталова, Г.А. Овёс. Технология возделывания и селекция / Г.А. Баталова. – Киров: НИИСХ Северо-востока, 2000. – 206 с.
32. Баталова, Г.А. Формирование урожая и качества зерна овса / Г.А. Баталова // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 10-13.

33. Бахитова, А.Р. Биохимический состав зерна ячменя при внесении удобрений в разные слои дерново- подзолистой почвы / А.Р. Бахитова, В.В. Кидин, Дмитриевская // Плодородие. - 2016. - № 4. - С. 12- 14.
34. Бахтеев, Ф.Х. Ячмень / Ф.Х. Бахтеев. - Л.: Государственное изд- во с.- х. лит-ры, 1955. - 188 с.
35. 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.
36. Безуглова, О.С. Гуминовые вещества в биосфере / О.С. Безуглова. - Ростов/ н Дону, 2009. - 121 с.
37. Безуглова, О.С. Применение гуминовых препаратов в животноводстве: обзор / О.С. Безуглова // Достижения науки и техники АПК. - 2016. - № 2. - Т. 30. - С. 89- 93.
38. Белопольский, А.Е. Применение минеральных удобрений для снижения концентрации радионуклидов в растительных кормах / А.Е. Белопольский // Кормопроизводство. – 2015. – № 6. – С. 32-36.
39. Белоус, Н.М. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов. – Брянск, 2006. – С. 244-248.
40. 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.
41. Белоус, Н.М. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов. - Брянск, 2006. - С. 244-248.
42. Белоус, Н.М. Производство овса в условиях радиоактивного загрязнения / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Г.П. Малявко, М.В. Матюхина // Агрехимический вестник. - 2012. - № 5. - С.20-21.
43. Белоус, Н.М. Радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения загрязнения почв / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Е.В. Смольский // Агрехимия 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.
44. Белоус, Н.М. Роль минерального калия в снижении поступления

<sup>137</sup>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.

45. 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.

46. 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.

47. 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, Т. 56. - № 4. – С. 405-413.

48. 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.

49. Бельченко, С.А. Продукционный процесс ячменя Эльф в условиях биологизации земледелия / С.А. Бельченко, А.Е. Сорокин, В.Ф. Мальцев // Зерновое хозяйство. - 2007. - № 5. - С. 26- 28.

50. Беляков, И.И. Ячмень в интенсивном земледелии / И.И. Беляков. - М.: Росагропромиздат, 1990. - 175 с.

51. Бергер, П. Целительная сила минералов. Особых питательных веществ и микроэлементов / П. Бергер. - М.. 1988. - 286 с.

52. Берсенева, Я.В. Продуктивность сортов ярового ячменя на различных фонах минерального питания в условиях среднего Урала / Я.В. Берсенева // Зерновое хозяйство России. - 2016.- № 2 (44). - С. 47- 49.

53. Бесалиев, И.Н. Формирование высокопродуктивных агроценозов ярового ячменя в степной зоне Южного Урала: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / И.Н. Бесалиев. - Оренбург, 2008. - 44 с.



54. Биовынос  $^{137}\text{Cs}$  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.

55. Бобырь, Л.Ф. Интенсивность фотосинтеза, состояние электронно-транспортной сети и активность фосфорилирующей системы под воздействием гуминовых веществ / Л.Ф. Бобырь // Гуминовые удобрения: теория и практика их применения. - Днепропетровск: Изд-во ДСХИ, 1980. - Т. 7. - С. 54- 63.

56. Богданов, Ф.М. Сравнительная эффективность зеленого удобрения и навоза на плодородие почвы и урожай культур / Ф.М. Богданов, Х.С. Ахметшин // Средства химизации в интенсивных технологиях возделывания с.- х. культур: сб. науч. тр. - Уфа, 1991. - С. 45- 50.

57. 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.

58. Богдевич, И.М. Методика азотной диагностики озимых зерновых культур с учетом почвенно- агрохимических условий / И.М. Богдевич, Н.Н. Семенко, С.В. Головатый и др. - Минск: МСХП БССР. - 1991. - 16 с.

59. Богдевич, И.М. Система удобрения ячменя в интенсивном земледелии / И.М. Богдевич, В.В. Лапа, Е.М. Лимантова и др. // Минсельхозпрод РБ, БелНИИПА. - Минск: МСХП БССР, 1991. - 176 с.

60. Богдевич, И.М. Зависимость накопления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  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.

61. Боговский, П.А. Проблема канцерогенных нитросоединений в связи с применением азотсодержащих веществ в сельском хозяйстве // Канцерогенные вещества в окружающей среде. - М.: Гидрометеиздат, 1979. С. 14- 19.

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

63. Бугаев, П.Д. Особенности формирования урожая пивоваренного ячменя при использовании защитно стимулирующих комплексов в

условиях центрального района Нечерноземной зоны / П.Д. Бугаев, С.Л. Белопухов, М.Е. Ламмас // Достижения науки и техники АПК. - 2014. - № 6. - С. 26- 28.

64. Вакуленко, В.В. Новые регуляторы роста в сельскохозяйственном производстве / В.В. Вакуленко, О.А. Шаповал // Научное обеспечение и совершенствование методологии агрохимического обслуживания земледелия России: сб. работ. - 2000. - С. 71- 89.

65. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста / В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. - 2004. - № 1. - С. 24- 26.

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

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

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

69. Вильдфлуш, И.Р. Удобрение и качество урожая сельскохозяйственных культур / И.Р. Вильдфлуш, А.Р. Цыганов, В.В. Лапа, Т.Ф. Персикова. – Горки: БГСХА, 2005. - 276 с.

70. 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.

71. Власенко, Н.Г. Приемы агротехники, способствующие оптимизации фитосанитарного состояния посевов ячменя / Н.Г. Власенко, Т.П. Садохина // Земледелие.- 2010. - № 6. - С. 30- 31.

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

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

74. Влияние минеральных удобрений на продуктивность овса (*Avena Sativa*) 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.

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

76. Влияние органических удобрений на аккумуляцию  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  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.

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

78. 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.

79. 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.

80. 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.

81. Воеводин, А.В. Удобрения и пестициды в сельском хозяйстве и охрана природы / А.В. Воеводин // *Охрана природы и применение химических средств в сельском и лесном хозяйстве: труды зоологического института АН СССР*. - Л., 1981. – С. 72- 77.

82. Войтович, Н.В. Влияние технологий возделывания на урожайность и качество зерна сортов пивоваренного ячменя / Н.В. Войтович, Н.А. Ерошенко // *Агрохимический вестник*. - 2011. - №5. - С. 9- 11.

83. Войтович, Н.В. Технология возделывания. Урожайность и качество пивоваренного ячменя / Н.В. Войтович, Н.А. Ерошенко // *Земледелие*. - 2010. - № 6. - С. 28- 29.

84. Войтович, Н.В. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства / Н.В. Войтович и др. - М.: Информагротекс, 1999. - 515 с.

85. Войтович, Н.В. Урожайность сортов овса в зависимости клима-

тических 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.

86. Вопросы лесной радиоэкологии. - М.: МГУЛ, 2000. - 302 с.

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

88. 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.

89. Воронин, А.Н. Адаптивные характеристики современных сортов ячменя в условиях ЦЧР / А.Н. Воронин, В.Д. Соловченко, Г.И. Уваров и др. // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения: мат. XIII межд. научно-производ конф. - Белгород, 2009. - С. 15.

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

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

92. 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.

93. Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества: Справ. изд. / В.А. Баженов, Л.А. Булдаков, И.Я. Василенко и др.; под ред. В.А. Фи-лова и др. - Л.: Химия, 1990. - 464 с.

94. 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.

95. Гармаш, Г.А. Гуматизированные удобрения и их эффективность / Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш, А.В. Берестов // Агрехимический вестник. - 2013. - № 2. - С. 11- 13.

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

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

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

99. 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.

100. Данилова, Л.Ф. Сравнительная продуктивность овса, ячменя и пшеницы на зернофураж на фоне различных доз минеральных удобрений в условиях Курганской области: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.04 / Л.Ф. Данилова. - 1975. - 29 с.

101. Дашибалов, Б.Б. Влияние доз и форм азотных удобрений на накопление нитратов в сене / Б.Б. Дашибалов, И.В. Кобозев // Труды НИИ сельского хозяйства Сев. Зауралья. – Тюмень, 1979. Вып. 33. - С. 107- 112.

102. Действие средств химизации на урожайность и качество зерна овса в условиях радиоактивного загрязнения / В.Ф. Шаповалов, Н.М. Белоус, Г.П. Малякко и др. // Зерновое хозяйство России. – 2016. – № 2 (44). – С. 68-72.

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

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

105. Дериглазова, Г.М. Формирование урожайности ячменя и его качества на склоновых землях лесостепи ЦЧЗ: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г.М. Дериглазова. - Курск, 2005. - 32 с.

106. Дерягин, В.В. Особенности накопления, распределения  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и тяжелых металлов в почвах водосборной территории озера Тагиш / В.В. Дерягин, К.В. Каблова, С.Г. Левина и др. / Радиационная биология. Радиоэкология. - 2017. - Т. 56, № 2. - С. 210- 219.

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

108. 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.

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

110. 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.

111. Драганская, М.Г. Влияние уровня плодородия почвы и ее удобренности на накопление  $^{137}\text{Cs}$  / М.Г. Драганская, В.В. Сидорцов // Повышение плодородия, продуктивности дерново- подзолистых песчаных почв и реабилитация радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодий. Вып. VII. - М.: Агроконсалт, 2002. - С. 80.

112. Дудина, Н.Х. Агрохимия и система удобрения / Н.Х. Дудина, Е.А. Панова, М.П. Петухов. - М.: Агропромиздат, 1991. - 400 с.

113. Дудинцев, Е.В. Особенности технологии возделывания пивоваренного ячменя / Е.В. Дудинцев, В.Н. Федорищев, Н.А. Старовойтов, А.С. Каланчина, С.А. Башлаков // Агро XXI. - 2001. - № 9. - С. 20- 21.

114. Ермохин, Ю.И. Экспресс-методы химической диагностики потребности сельскохозяйственных культур в удобрениях. - Омск: Вариант- Омск, 2010. - 120 с.

115. Ерошенко, Л.М. Использование сортовых признаков в селекции пивоваренного ячменя на повышение урожайности и качества / Л.М. Ерошенко. А.Н. Ерошенко и др. // Проблемы селекции и технологии возделывания зерновых культур: мат. науч. конф. Новоивановское (немчиновка). - НИИСХ ЦРНЗ, 2008. - С. 140- 146.

116. Ефимов, В.Н. Система удобрения / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко. - М.: Колос, 2002. - 320 с.

117. 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.

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

119. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений / А.А. Жученко. – Кишинёв: Штиница, 1980. – 558 с.
120. Завалин, А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай / А.А. Завалин. – М.: ВНИИА, 2005. – 302 с.
121. Завалин, А.А. Влияние биопрепаратов и азотного удобрения на продуктивность кукурузы на обыкновенном чернозёме / А.А. Завалин, А.С. Карашаева, Л.Х. Азубеков // Агрехимический вестник. – 2004. – № 2. – С. 28-32.
122. 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.
123. Защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве: к 30-летию аварии на ЧАЭС / Н.И. Санжарова, А.В. Панов, Н.Н. Исамов и др. // Агрехимический вестник. – 2016. – № 2. – С. 5-9.
124. Заушенцева, А.В. Селекционная ценность сортов ярового ячменя в Северном Зауралье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.В. Заушинцева. - Л., 1985.- 15 с.
125. Зерновые культуры / Д. Шпаар, Ф. Элемер, А. Потсников и др.; под общ. ред. Д. Шпаара. – Мн.: «ФУ Аинформ», 2000. – 421 с.
126. 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.
127. Ибрагимов, К.Ш. Влияние навоза, извести, цеолита на поступление  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в растения на примере супесчаной дерново-подзолистой почвы / К.Ш. Ибрагимов, С.А. Соколова, Е.М. Попова // Бюл. ВИУА. – 2001. – № 115. – С. 129-130.
128. Иванова, Е.Г. Оценка радиологической ситуации в южных районах Калужской области, пострадавших от аварии на ЧАЭС, и разработка комплекса мер по их реабилитации : дис. ... канд. биол. наук: 03.01.01. - Радиобиология / Иванова Елена Геннадьевна. – Обнинск, 2012. – 127 с.
129. Иванов, И.А. Научно-практические основы системы земледелия Северо- Западного района России / И.А. Иванов, А.И. Иванов. - Великие Луки, 2006. - 246 с.

130. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе «почвы-растения» / В.Б. Ильин. - Новосибирск: Наук. Сибирское отделение, 199. - 151 с.
131. Ильницкий, А.П. Нитраты как новый средовой фактор, оказывающий влияние на здоровье населения // Экологические проблемы накопления нитратов в окружающей среде. - Пущино, 1989. - С. 139.
132. Израэль, Ю.А. Экологические последствия радиоактивного загрязнения природных сред в районе аварии на Чернобыльской АЭС / Ю.А. Израэль, В.Г. Соколовский, В.Е. Соколов и др. // Атомная энергия. – № 64. – Вып. 1. – 1988. – С. 28–40.
133. Израэль, Ю.А. Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред / Ю. А. Израэль, С. М. Вакуловский, В. А. Ветров и др.; под ред. Израэля Ю. А. – Л.: Гидрометеиздат, 1990. – 296 с.
134. Израэль, Ю.А. Радиоактивное загрязнение природных сред в результате аварии на ЧАЭС / Ю.А. Израэль. – И.: Комтехпринт, 2006. – 28 с.
135. Изучение поведения  $^{137}\text{Cs}$  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.
136. 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.
137. Изучение факторов, влияющих на биологическую подвижность  $^{137}\text{Cs}$  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.
138. 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.
139. 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.
140. К вопросу о влиянии минеральных удобрений на доступность  $^{137}\text{Cs}$  / И.Т. Моисеев и др. // Агрохимия. – 1986. – № 2. – С. 82-94.
141. К оценке влияния минеральных удобрений на динамику об-



менного  $^{137}\text{Cs}$  в почвах и доступность его овощным культурам / И.Т. Моисеев, Ф.А. Тихомиров, В.З. Мартюшов и др. // Агрохимия. – 1988. – № 5. – С. 86-92.

142. Кабан, П.И. Содержание азота, фосфора и калия в листьях кукурузы под влиянием микроэлементов / П.И. Кабан, Ю.Н. Мишуров, И.М. Мазуренко // Микроэлементы в окружающей среде. - Киев: Наукова думка, 1980. - С. 211- 215.

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

144. Калабашкина, Е.В. Влияние препаратов физиологически активных веществ на основные показатели фотосинтетической деятельности льна долгунца / Е.В. Калабашкина, С.Л. Белопухов, И.И. Дмитриевская // Агрохимия. - 2013. - № 4. - С. 55- 59.

145. 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.

146. 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.

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

148. Карлов, Е.В. Влияние стимулятора роста и удобрений на урожайность сортов ячменя и гороха в условиях лесостепи Среднего Поволжья / Е.В. Карлов, О.П. Кожевникова, А.В. Васин // Главный агроном. - 2018. - № 4. - С. 19- 22.

149. Карпова, Г.А. Продукционный процесс и урожай ячменя при использовании биопрепаратов и регуляторов роста / Г.А. Карпова // Плодородие. - 2008. - № 4. - С. 29- 30.

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

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

152. Каюмов, М.К. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / М.К. Каюмов. – М., 2004. – 188 с.
153. Квасов, Н.А. Регуляторы роста и продуктивность озимых зерновых культур на Ставрополье: монография / Н.А. Квасов. - Ставрополь: Агрус, 2010. - 184 с.
154. Кефали, В.И. Химические регуляторы растений // В.И. Кефали. - М.: Наука. - 1984. - 260 с.
155. Кидин, В.В. Система удобрения / В.В. Кидин. - М.: Изд-во РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2012. - 534 с.
156. Кизюля, М.М. Изучение удобрений и биопрепарата Гумистим при выращивании ячменя в условиях радиоактивного загрязнения / М.М. Кизюля, В.Ф. Шаповалов, Л.П. Харкевич, М.М. Кабанов // Агрохимический вестник. - 2017. - № 3.- С. 23- 26.
157. Кильчевский, А.В. Основы сельскохозяйственной и радиационной безопасности / А.В. Кильчевский, Г.А. Чернуха. Е.П. Воробьева и др. - Минск «Урожай», 2001. - 224 с.
158. 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.
159. Клименков, Ф.И. Элементы адаптивной технологии возделывания современных сортов ярового ячменя в юго-западной части Центрального региона России: автореф. дис. ... канд. с.- х. наук. / Ф.И. Клименков. - Брянск, 2008. - 21 с.
160. Климова, А.А. Влияние гуминовых препаратов на ростовые процессы растений / А.А. Климова, И.Д. Комиссаров // Гуминовые препараты: тр. Тюменского СХИ, 1971. - Т.14. - С. 189- 199.
161. 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.
162. 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.

163. Коданев, И.М. Ячмень / И.М. Коданев. - М.: Колос, 1964. - С. 29- 96.

164. 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.

165. Колосов, Н.И. Поглощительная способность корневых систем растений / Н.И. Колосов. - М., 1962. - 86 с.

166. Колянда, Н.К. Формирование фосфатного фонда почвы при систематическом применении удобрений в севооборотах и на бессеменных посевах / Н.К. Колянда // Агрохимия. - 1971.- № 6.- С. 3- 14.

167. 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.

168. Кононов, А.С. Адаптивный потенциал зерна в люпинозлаковых агроценозах / А.С. Кононов, С.А. Конова // Зерновые культуры. – 1997. - №4. – С.15-16.

169. 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.

170. Конончук, В.В. Оптимизация азотного питания овса в севооборотах центрального Нечерноземья / В. В. Конончук, М. С. Гончаренко // Агрохимический вестник. – 2011. – № 5. – С. 20-22.

171. Копцева, Р.Д. Влияние систематического применения удобрений в севообороте на продуктивность озимой ржи на черноземе выщелочном / Р.Д. Копцева, Г.А. Быкова, А.В. Колаев // Агрохимия. - 1997. - № 5. - С. 66- 72.

172. Копцева, Р.Д. Эффективность применения минеральных удобрений под озимую рожь в зависимости от метеоусловий / Р.Д. Копцева, Т.В. Ходунова, К.В. Коротков // Достижения науки и техники и стабилизация сельскохозяйственного производства. - Воронеж, 1991. - С. 26.

173. Коноплева, И.В. Метод оценки биологической доступности <sup>137</sup>Cs в лесных почвах / И.В. Коноплева, Р. Авила, А.А. Булгаков, К. Йохансон, А.В. Коноплев, В.Е. Попов // Радиационная биология. Радиэкология. - 2002. - Т. 42. - № 2.- С. 204 - 210.

174. Корелина, В.А. Результаты оценки сортов и сортообразцов

овса посевного в условиях севера Европейской части России / В.А. Корелина // Кормопроизводство. – 2014. – № 11. – С. 31-34.

175. Кореньков, Д.А. Агроэкологическая система применения азотных удобрений / Д.А. Кореньков. – М.: ГУП «Агропрогресс», 1999. – 296 с.

176. Кореньков, Д.А. Продуктивное использование минеральных удобрений / Д.А. Кореньков. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 221 с.

177. Крупяные культуры: биологизация и технология возделывания / В.Е. Ториков, Н.М. Белоус, О.В. Мельникова и др. – Брянск, 2010. – 110 с.

178. 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.

179. Кузнецов, В.К. Научные основы и системы мероприятий по реабилитации радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных территорий в адаптивно-ландшафтном земледелии: автореферат дис. ... д-ра биол. Наук : 03.01.01 / Кузнецов Владимир Константинович. – Обнинск, 2014. – 50 с.

180. 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.

181. Кузнецов, В.К. Оценка влияния длительного применения минеральных удобрений на свойства почв, качество продукции и накопление  $^{137}\text{Cs}$  урожаем зерновых культур / В.К. Кузнецов, Н.И. Санжарова, В.И. Бровкин и др. // Агрохимия. – 2017. - №2. – С. 64-72.

182. Кузина, К.И. Химизация, окружающая среда и качество продукции / К.И. Кузина, В.Д. Фокина, С.Ф. Покровская. - М.: ВНИИТЭИСХ, 1982. - 60 с.

183. Кузмич, М.А. Влияние удобрений и реакции почвенной среды на урожай и качество зерна ярового ячменя селекции Московского НИСХ «Немчиновки» / М.А. Кузмич, В.Н. Капранов, Л.С. Кузмич и др. // Плодородие.-№ 33.- С. 1 -3.

184. Кузнецов, В.К. Оценка влияния длительного применения минеральных удобрений на свойства почв, качество продукции и накопле-

ние  $^{137}\text{Cs}$  урожаем зерновых культур / В.К. Кузнецов, Н.И. Санжарова, С.В. Серегин и др. // Агрохимия. - 2017. - №2. - С. 64- 72.

185. Кукреш, Н.П. Влияние минеральных удобрений на урожай, выход и посевные качества семян ячменя и овса / Н.П. Кукреш, М.Ф. Свиридов // Изд- во. АН БССР. Сер. с.- х. науки. - 1990. - № 32. - С. 62- 67.

186. Кулаковская, Т.Н, Размеры увеличения растительного белка в нечерноземной зоне / Т.Н. Кулаковская // Международный сельскохозяйственный журнал. - 1978. - №5. - С. 48- 52.

187. Кулаковская, Т.Н. Общий и хозяйственный вынос элементов питания растениями ячменя и клевера / Т.Н. Кулаковская, М.И. Ярошевич // Химия в сельском хозяйстве. - 1976. - № 5. - С. 61- 64.

188. Кульнев, А.И. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций роста и развития растений / А.И. Кульнев, Е.А. Соколова // Сб. тр. - Пущино, 1994. - С. 100.

189. Кулаковская, Т.Н. Размеры увеличения растительного белка в нечерноземной зоне / Т.Н. Кулаковская // Международный с.-х. журнал. – 1978. – № 5. – С. 48-52.

190. Кумицкая, В.А. Удобрения и ретарданты на урожай озимой ржи / В.А. Кумицкая, С.А. Гаврилова // Химизация сельского хозяйства. - 1990. - № 12. - С. 52- 54.

191. Кутлахмедов, Ю.А. Обзор опыта и перспектив использования ряда контрмер по дезактивации различных типов экосистем после Чернобыльских выпадений / Ю.А. Кутлахмедов // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2016. - №3. - Т. 56. - С. 300- 312.

192. Ладонин, В.Ф. Агроэкологические проблемы комплексной химизации земледелия / В.Ф. Ладонин. – М.: ГУП «Агропрогресс», 2000. – 88 с.

193. 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.

194. Ладонин, В.Ф. Эффективность комплексного внесения средств химизации / В.Ф. Ладонин // Докл. ВАСХНИЛ. – 1991. – № 8. – С. 18-22.

195. Лебедева, Л.А. Минеральные удобрения на дерново- подзолистых почвах / Л.А. Лебедева. – МГУ, 1984. - 100 с.

196. Левин, И.Ф. Рекомендации по выращиванию пивоваренного ячменя в условиях Республики Татарстан / И.Ф. Левин, Е.В. Кожемякин, В.П. Зеленихин и др. - Казань: Фен, 2004. - 56 с.

197. Леонова, Н.В. Оценка применения удобрений и мелиорантов на почвах, загрязненных радиоактивными осадками / Н.В. Леонова, П.В. Прудников // Агротехнический вестник. – 2014. – № 5. – С. 8-11.

198. 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.

199. Литвинчук, О.В. Удобрение из торфа гумистим как регулятор роста зерновых колосовых / О.В. Литвинчук, А.Б. Сайнакова, П.Н. Бражников // Защита и карантин растений. - 2015. - № 11. - С. 45- 46.

200. Логинов, Ю.П. Испытание коллекции ячменя в Северном Зауралье / Ю.П. Логинов, А.В. Заушенцева, М.В. Лукьянова // Резервы увеличения производства зерна в Западной Сибири: сб. науч. тр. - Омск, 1985. - С. 87- 92.

201. Лошак, И.Ф. Направления, методы и результаты селекции ячменя в Северо- Западном регионе / И.Ф. Лошак // Селекция и семеноводство. - 1982. - № 5. - С. 5- 7.

202. Лукнер, М. Вторичный метаболизм у микроорганизмов, растений и животных / М. Лукнер. - М.: Мир, 1979. - 548 с.

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

204. Лямцев, В.П. Продуктивность озимой пшеницы в условиях биологизации растениеводства юго-западной части нечерноземной зоны России: дис. ... канд. с.-х. наук / В.П. Лямцев. - Брянск, 1999. - 26 с.

205. Макейчик, А.Е. Анализ загрязнения продуктов питания цезием- 137 и оценка доз внутреннего облучения населения Республики Беларусь / А.Е. Макейчик. - Минск, 2007. - 186 с.

206. Максимов, В.А. Роль климатических условий в формировании урожайности ярового ячменя / В.А. Максимов, С.А. Замятин, Н.Н. Апаева // Аграрная наука. - 2014. - № 6. - С. 16- 18.

207. Малеванная, Н.Н. Препарат циркон-иммуномодулятор нового типа / Н.Н. Малеванная // Применение препарата циркон в производстве сельскохозяйственной продукции: тез. докл. научно-практ. конф. – М, 2004. - С. 17- 20.

208. Малеванная, Н.Н. Регуляторы роста растений в сельскохозяйственном производстве / Н.Н. Малеванная // Плодородие. - 2001. - № 1. - С. 29.

209. Мальцев В.Ф. Улучшение качества зерна / В.Ф. Мальцев // Кормовые культуры. - 1991. - № 6. - С. 29- 30.

210. Мальцев, В.Ф. Научные аспекты технологий возделывания яровых зерновых культур в регионах с достаточным увлажнением: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме науч. Докл. / В.Ф. Мальцев. - Новосибирск, 1991. - 65 с.

211. 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.

212. 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.

213. 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.

214. Мальцев, В.Ф. Системы биологизации земледелия Нечерноземной зоны России. Ч. 1 / В.Ф. Мальцев, М.К. Каюмов, Е.В. Просянных и др. - М.: ФГНУ Росинформагротех, 2002. - 544 с.

215. Мальцев, В.Ф. Ячмень в Северном Зауралье / В.Ф. Мальцев, А.И. Васильев. - Свердловск, 1978. - 98 с.

216. Мамихин, С.В. Имитационное моделирование поведения радионуклидов в наземных экосистемах в исследованиях экологических последствий аварии на Чернобыльской АЭС / С.В. Мамихин // Радиационная биология. Радиоэкология. - 2016. - №3. - Т. 56. – С. 313- 321.

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

218. 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.

219. 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.

220. Мельникова, О.В. Влияние минеральных удобрений на содержание аминокислот в зерне озимой ржи / О.В. Мельникова, И.И. Фокин // Агрехимический вестник. – 2009. – № 5. – С. 40.

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

222. 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.

223. 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.

224. Минеев, В.Г. Агрехимия и биосфера / В.Г. Минеев. – М.: Колос, 1984. – 246 с.

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

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

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

228. 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.

229. 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.

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

231. Митянин, И.О. Испытание препарата бисолбифит на зерновых культурах / И.О. Митянин, Д.Б. Сметов, Е.В. Дабахова // Агрехимический вестник. – 2011. – № 6. – С. 35-37.

232. 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.

233. Моисеев И.Т., Тихомиров Ф.А., Рерих Л.А. К вопросу о влиянии минеральных удобрений на доступность  $^{137}\text{Cs}$  из почвы сельскохозяйственным растениям // Агрехимия. - 1986. - № 2. - С. 89- 92.

234. 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.

235. Муромцев, Г.С. Регуляторы роста растений / Г. С. Муромцев // Аграрная наука. – 1993. – № 3. – С. 21-24.

236. 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.

237. Муха, Д.В. Эколого-экономические перспективы возделывания ячменя пивоваренного / Д.В. Муха, Э.Г. Соломатин, С.М. Кулов // Агробиологические проблемы современности: материалы международной научно- практической конференции, 6- 8 июня 2001 г., г. Курск. - Курск: Издательство КГСХА, 2001. - С. 140.

238. Мязин, Г.Г. Влияние удобрений на накопление нитратов и тяжелых металлов в почве и растениях и на продуктивность звена зерно-пропашного севооборота / Г.Г. Мязин, Р.А. Павлов, В.В. Шеина // Агрехимия. – 2006. – № 2. – С. 22-29.

239. Назаров, Р.В. Эффективность применения различных удобрительных составов на яровом ячмене / Р.В. Назарова, Л.З. Вахитова, Л.З. Каримова, Р.И. Сафин // *Зерновое хозяйство России*. - 2017. - № 2 (50).- С. 60- 62.
240. Наумкин, В.Н. Технология растениеводства: учебное пособие / В.Н. Наумкин, А.С. Ступин. - СПб.: Лань, 2014. - 592 с.
241. Наумова, Г.В. Гуминовые препараты и технологические приемы их получения / Г.В. Наумова, Р.В. Кособокова, Н.В. Косоногова и др. // *Гуминовые вещества в биосфере*. - М.: Изд- во МГУ, 1993. - С. 178- 188.
242. Никипелов, Б.В. Радиационная авария на южном Урале в 1957 г./ Б.В. Никипелов, Г.Н. Романов, Л.А. Булдаков и др. // *Атомная энергия*. - 1989. – Т. 67, вып. 2, - С. 74 – 80.
243. Небольсин, А.Н. Теоритические основы известкования почв / А.Н. Небольсин, З.П. Небольсина. - СПб., 2009. - 347 с.
244. Ненайденко, Г.Н. Удобрение зерновых в интенсивных технологиях / Г.Н. Ненайденко, Л.П., Судакова. - Иваново, 1991. - 132 с.
245. Нестеренко, В.Б. Рекомендации по мерам радиационной защиты и их эффективность / В.В. Нестеренко. - Минск: Институт радиационной безопасности, 1998.- 48 с.
246. Неттевич, Э.Д. Зерновые фуражные культуры / Э.Д. Неттевич и др. - М: Колос, 1981. - 208 с.
247. Нечаев, Л.А. Влияние применения Гумата калия на продуктивность пивоваренного ячменя / Л.А. Нечаев, А.Ф. Путинцев, В.И. Зотиков и др. // *Достижения науки и техники АПК*. - 2014.- № 6.- С. 33- 35.
248. Новиков, И.С. Гибберсиб-У биостимулятор плодообразования растений / И.С. Новиков // *Защита растений*. – 1997. – № 1. – С. 41-49.
249. Никитишен, В.Н. Экологические основы сбалансированного применения удобрений в адаптивном земледелии / В.Н. Никитишен. - М.: Наука, 2003. - 183 с.
250. Никитишен, В.Н. Эффективность калийного удобрения в посевах зерновых культур в зависимости от потерь ими калия в репродуктивный период / В.И. Никитишен, В.И. Личко // *Агрехимия*. - 2002. - № 5. - С. 29- 33.
251. Новиков, М.Н. Рекомендации по возделыванию люпина в смешанных посевах в севооборотах Нечерноземной зоны / М.Н. Новиков, В.Н. Баранов. – Владимир, 2007. – 154 с.

252. Овчаренко, М.М. Гуматы активаторы продуктивности сельскохозяйственных культур / М.М. Овчаренко // Агротехнический вестник. - 2000. - № 5. - С. 13- 14.

253. Орлов, П.М. Современная оценка последствий радиоактивного загрязнения почв и растений / П.М. Орлов, Н.И. Аканова // Агротехника. – 2018. – № 4. – С. 70-77.

254. Орлов П.М., Лунев М.И. Радиационный мониторинг почв сельскохозяйственных угодий Поволжья и Волго-Вятского региона // Плодородие. - 2018. - № 3 (102). - С. 34-36.

255. Орлов, П.М. Зависимость содержания техногенных и естественных радионуклидов в почвах Центрального федерального округа от интенсивности применения минеральных удобрений и химических мелиорантов / П.М. Орлов, О.В. Гладышева, М.И. Лунев, Н.И. Аканова // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. - № 1 (361). - С. 37-42.

256. Орлов, П.М. Результаты радиационного мониторинга почв на реперных участках сельскохозяйственных угодий Российской Федерации / П.М. Орлов, Н.И. Аканова // Международный сельскохозяйственный журнал. - № 1 (373). - 2020. - С. 25-32.

257. 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.

258. 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.

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

260. Павлов, А.Н. Повышение содержания белка в зерне. / А.Н. Павлов- М.: Наука, 1984.- 119 с.

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

262. Панов, А.В. Изменение эффективности защитных мероприятий по снижению накопления  $^{137}\text{Cs}$  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.

263. Панов, А.В. Оценка эколого-экономической эффективности реабилитационных технологий на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодьях / А.В. Панов, Н.А. Сотникова // Экономика сельского хозяйства России. – 2015. – №2. – С. 50-60.

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

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

266. Парахин, Н.В. Биологизация земледелия в России / Н.В. Парахин, В.Т. Лобков, Н.К. Кружков и др.; под ред. Н.В. Парахина, В.Т. Лобкова. - Орёл: Издательство ОрелГАУ, 2000. - 175 с.

267. Пасынков, А.В. Изменение урожайности и технологических качеств пивоваренного ячменя под действием минеральных удобрений / А.В. Пасынков, Н.В. Рублева // Агро XXI. - 2014. - №10- 12. - С. 24- 26.

268. 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.

269. Переверзев, В.Н. Сезонная и многолетняя динамика подвижного фосфора в подзолистой почве с разными фосфатными уровнями / В.Н. Переверзев, Е.В. Кошлева // Агрехимия. - 1992. - № 7. - С. 43- 47.

270. 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 // Агрехимия. – 2008. – № 4. – С. 43-51.

271. 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.

272. 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.

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

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

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

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

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

278. Подоляк, А.Г. Влияние органических удобрений на аккумуляцию  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  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.

279. 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.

280. 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.

281. Политыко, П.М. Роль минеральных удобрений и средств защиты в формировании урожайности и качества зерна сортов ярового ячменя (*Hordeum Vulgare* L.) при разных технологиях возделывания на дерново-подзолистых почвах / П.М. Политыко, Е.Ф. Кисилев, В.Н. Капранов и др. // Проблемы агрохимии и экологии. - 2017. - № 2. - С. 13- 19.

282. Полянская, Н.А. Селекционная ценность местных сортов ячменя Сибири / Н.А. Полянская // Сельскохозяйственная наука: сб. научн. тр. - Кемерово, 1994. - С. 175- 176.

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

284. Поникарова, Т.М. Роль органического вещества и минеральной части торфов в сорбции радиоцезия / Т.М. Поникарова, В.Н. Ефимов, В.Ф. Дричко, М.В. Рябцева // Почвоведение. - 1995. - №4. - С. 1096- 1110.

285. Попов, А.И. Гуминовые вещества, свойства, строение, образование / А.И. Попов. - СПб.: Изд. СПбГУ, 2004. - 248 с.

286. Посыпанов, Г.С. Производство биологически чистой продукции растениеводства / Г.С. Посыпанов, В.В. Бузмаков // Аграрная наука. - 1999. - № 12. - С. 12- 14.

287. 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.

288. Пристер, Б.С. Основные факторы, определяющие поведение радионуклидов в системе «почва-растение» / Б.С. Пристер, Л.В. Перепелятникова, В.И. Дугинов // Проблемы сельскохозяйственной радиологии: сб. науч. тр. Украинский науч.- исслед. инс- т с.- х. радиологии; под ред. Н.А. Лощилова. - Киев, 1992. Вып. 2. - С. 108- 116.

289. 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. // Агрехимический вестник. – 2017. – № 1. – С. 25-31.

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

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

292. Просянных, Е.В. Естественные пойменные экосистемы Чернобыльской зоны: радиоэкологическое состояние и адаптивный способ

снижения перехода Cs по пищевым цепям / Е.В. Просяников, 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.

293. Просяников, Е.В. Загрязнение торфяных почв Русской платформы и Cs / Е.В. Просяников, 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.

294. Просяников, Е.В. Закономерности развития природных и антропогенно-трансформированных экосистем Брянской области, пострадавших от глобальной аварии на Чернобыльской АЭС / Е.В. Просяников // Электронное науч.-учеб. изд. осуществлено при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 01-04-97405. – Брянск, 2002.

295. Просяников, Е.В. Мониторинг почвообразования в Брянском полесье / Е.В. Просяников // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVII междунар. науч. конф. – Брянск, 2020. – С. 121-127.

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

297. Просяников, Е.В. Эффективность реабилитационных мероприятий в растениеводстве на радиоактивно загрязнённых землях / Е.В. Просяников, 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.

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

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

300. Прудников, П.В. Эффективность агрохимических мероприятий при реабилитации радиоактивно загрязнённых территорий / П.В. Пруд-

ников, З.Н. Маркина, А.А. Кошелев // *Агрохимический вестник*. – 2006. – № 2. – С. 8-10.

301. 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.

302. Пчелкин, В.У. Почвенный калий и калийные удобрения / В.У. Пчелкин.- М.: Колос, 1966.- 354 с.

303. 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.

304. Радиоэкологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС: биологические эффекты, миграция, реабилитация загрязненных территорий / под ред. чл.-корр. РАН Н.И. Санжаровой, проф. С.В. Фесенко М.: РАН. – 2018 – 278 с.

305. 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.

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

307. 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.

308. Рождественский, Л.М. Итоги Чернобыльской аварии с дистанции в 30 лет / Л.М. Рождественский // *радиационная биология. Радиоэкология*. - 2016. - № 3. - Т. 56. - С. 274- 284.

309. Романова, И.Н. Управление формированием высокой урожайности яровых зерновых культур для решения проблемы производства качественного зерна в западной части Центральной России: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / И.Н. Романова. - М., 1999. - 43 с.

310. Романова, И.Н. Урожайность и качество зерна сортов ярового ячменя, а также его пригодность на пивоваренные цели в условиях за-



падной части Нечерноземья / И.Н. Романова, С.Е. Терентьев, С.М. Князева и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2014. - Т. 8. - № 11. - С. 27- 30.

311. 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.

312. Савельев, В.А. Растениеводство: учебное пособие / А.В. Савельев / В.А. Савельев. - СПб.: Лань, 2016. - 316 с.

313. Санжарова, Н.И. Накопление  $^{137}\text{Cs}$  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.

314. Санжаров, Н.И. Переход  $^{137}\text{Cs}$  в растения из дерново- подзолистой почвы в зависимости от доз калия и степени его подвижности / Н.И. Санжарова, Н.В. Белова, П.И. Юриков и др. // Агрехимия. - 2004. - № 7.- С. 56- 66.

315. Санжарова, Н.И. Защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве: к 30- летию аварии на ЧАЭС / Н.И. Санжарова, Н.И. Панов, Н.Н. Иванов, П.В. Прудников // Агрехимический вестник. - 2016. - № 2. - С. 5- 9.

316. Санжарова, Н.И. Изменение радиационной обстановки в сельском хозяйстве после аварии на Чернобыльской АЭС / Н.И. Санжарова // Агрехимический вестник. - 2010. - № 2. - С. 6- 9.

317. Санжарова, Н.И. Научные основы реабилитации сельскохозяйственных территорий, загрязненных радиоактивными веществами в результате крупных радиационных аварий / Н.И. Санжарова, С.В. Фесенко, А.В. Панов и др.; под ред. Н.И. Санжаровой. - Обнинск: ГНУ ВНИИСХРАЭ, 2009. - 150 с.

318. Саранин, К.И. Эффективность расчетных методов доз минеральных удобрений под ячмень / К.И. Саранин, В.И. Каничев // Агрехимия. - 2000. - № 11. – С. 27- 33.

319. Саскевич, П.А. Комплексное применение удобрений и регулятора роста при возделывании яровых зерновых культур на дерново-

подзолистой легкосуглинистой почве / П.А. Саскевич // *Агрохимический вестник*. - 2015. - № 1. - С. 28- 30.

320. Сахибгареев, А.А. Обработка семян ярового ячменя микро-элементами / А.А. Сахибгареев, Т.А. Гаитов // *Агрохимический вестник*. - 1999. - №5. - С. 24- 25.

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

322. Сдобников, С.С. Комбинированная обработка почвы с послойным внесением органических удобрений / С.С. Сдобников, В.Ф. Кукреш // *Вестник с.- х. науки*. - 1990. - № 11. - С. 84.

323. Сдобникова, О.В. Проблема фосфора в земледелии СССР и повышение эффективности фосфорных удобрений / О.В. Сдобникова, Ю.И. Касицкий // *Вестник с.- х. науки*.- 1977.- №10.- с. 10- 19.

324. 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.

325. 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.

326. 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.

327. Смирнов, А.П. Изучение условий питания новых сортов ячменя / А.П. Смирнов, Э.Н. Сосдовская, И.П. Стокозов // *Агрохимический вестник*. - 2010. - № 3. - С. 19- 22.

328. Смирнов, А.П. Урожайность и качество зерна ячменя при удобрении / А.П. Смирнов // *Химизация сельского хозяйства*. - 1990. - №1. - С. 55- 57.

329. Смирнов, П.М. Баланс азота удобрений под различными культурами и его потери в результате вымывания / П.М. Смирнов и др. // *Агрохимия*. - 1981. - № 10. - С. 3- 10.

330. Соколов, О.А. Использование растениями овса азота различ-

ных доноров в агросистеме / О.А. Соколов, Н.Я. Шмырева, А.А. Завалин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – № 3. – С. 29-32.

331. Соколова, И.В. Цезий-137 в черноземных почвах и лекарственном сырье: автореф. дис. ... канд. биолог. наук / И.В. Соколова. - Орел, 2000. - 18 с.

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

333. 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.

334. Сотникова Н.А. Эффективность реабилитационных мероприятий на радиоактивно загрязнённых сельскохозяйственных территориях в отдалённый период после аварии на чернобыльской АЭС: дис. ... канд. биол. наук. - Обнинск, 2016. - 171 с.

335. 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.

336. Специальный доклад уполномоченного по правам человека в Брянской области. Брянск: Дубльлайн, 2020. С. 12-15

337. Спиридонов, С.И. Вероятная оценка накопления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и допустимых уровней радиоактивного загрязнения почв / С.И. Спиридонов, В.В. Иванов // Радиационная биология. Радиозэкология. - 2013. - Т. 53, №1. - С. 95-103.

338. Срапенянц, Р.А. Моделирование закономерностей действия минеральных удобрений на урожай / Р.А. Срапенянц, А.И. Новиков, Стребков и др. // Вестник с.- х. науки. - 1980. - № 12. - С. 34-43.

339. 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.

340. Сурин, Н.А. Селекция зерновых культур на качество и пути ее решения в Восточной Сибири./ Н.А. Сурин. - Новосибирск: СибНИИСРС, 2002. - № 5. - С. 14- 19.

341. Сурин, Н.А. Селекция ячменя в Сибири / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова. - Новосибирск, 1993. - 292 с.
342. Сурин, Н.А. Ячмень в Сибири / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова- Новосибирск, 1993. - 292 с.
343. 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.
344. 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.
345. 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.
346. Сынзыныс Б.И., Козьмин Г.В. Введение в радиоэкологию. Радиационные факторы в природной среде в сфере жизнедеятельности человека. - Обнинск: ОИАТЭ, 1997. - 58 с.
347. Сычёв, В.Г. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений / В.Г. Сычев, С.А. Шафран. – М.: ВНИИА, 2013. – 296 с.
348. 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.
349. Сычёв, В.Г. Чернобыль: радиационный мониторинг сельскохозяйственных угодий и агрохимические аспекты снижения последствий радиоактивного загрязнения почв / В.Г. Сычев, М.И. Лунев, М.М. Орлов, Н.М. Белоус. - М.: ВНИИА, 2016. - 183 с.
350. Такунов, И.П. Люпин – эффективное средство биологической интенсификации кормопроизводства / И.П. Такунов // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С. 2.
351. 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

352. Тимофеев, Т.А. Способы оптимизации использования естественных кормовых угодий пойменных ландшафтов, загрязненных радионуклидами // *Агрехимический вестник*. - 2016. - № 5. - С. 14- 19.

353. Тиранова, Л.В. Лигногумат на картофеле / Л.В. Тиранова, А.Б. Тиранов, А.В. Григорьев // *Картофель и овощи*. - 2014.- № 11. - С. 31- 33.

354. 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.

355. Тованчев, И.В. Окупаемость фосфорных удобрений при выращивании ярового ячменя на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве с различной окультуренностью / И.В. Тованчев // *Плодородие*. - 2017. - № 2. - С. 18- 19.

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

357. Тома, С.И. Микроудобрения и урожай подсолнечника / С.И. Тома, В.Д. Кравчук. - Кишинев: Штиинца, 1981. - 90 с.

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

359. Ториков, В.В. Урожайность и крупяные качества зерна сортов ярового ячменя / В.В. Ториков // *Вестник Брянской ГСХА*. - 2010. - № 4. - С. 44- 49.

360. Ториков, В.В. Урожайность и пивоваренные качества зерна новых сортов ярового ячменя / В.В. Ториков // *Вестник Брянской ГСХА*. - 2010. - № 4. - С. 50- 56.

361. Ториков, В.В. Урожайность ярового ячменя в зависимости от условий возделывания / В.В. Ториков // *Агрехимический вестник*. - 2011. - № 3. - С. 34- 35.

362. Ториков, В.Е. Влияние удобрений, норм высева семян и сорта на кормовую ценность и минеральный состав зерна ярового ячменя / Ториков В.Е., Мельникова О.В., Ториков В.В. // *Вестник Брянской ГСХА*. - 2012. - № 1.- С. 63- 68.

363. Ториков, В.Е. Внедряем альтернативные технологии / В.Е. Ториков, М.В. Чубченко // *Зерновые культуры*. - 1994. - № 2. - С. 8-9.

364. Ториков, В.Е. Урожайность зерна ярового ячменя в зависимости от условий минерального питания / В.Е. Ториков, О.М. Мельникова // Вестник Брянской ГСХА. - 2007. - № 6. - С. 34-40.

365. Ториков, В.Е. Урожайность, кормовая ценность и минеральный состав зерна сортов ярового ячменя / В.Е. Ториков, О.В. Мельникова, В.В. Ториков // Зерновое хозяйство России. - 2012. - № 1 (19). – С. 4-6.

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

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

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

369. Уразлин, М.Х. Яровой ячмень / М.Х. Уразлин. - Уфа.: Изд- во Гилем, 1998. - 128 с.

370. Уромова, И.П. Агробиологическое 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 / И.П. Уромова. – Брянск, 2009. – 42 с.

371. 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.

372. 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.

373. Фаттахов, С.Г. Мелафен перспективный регулятор роста растений для сельского хозяйства и биотехнологии / С.Г. Фаттахов, В.С. Резник // Состояние исследований и перспективы применения регуляторов роста растений нового поколения «Мелафен» в сельском хозяйстве и биотехнологии: сборник материалов Всероссийского семинара- совещания. - Казань, 2007. - С. 3- 12.

374. Федоркова, М.В. Эффективность применения систем удобрения на радиоактивно загрязненной дерново- подзолистой песчаной поч-

ве / М.В. Федоркова, Н.В. Белова, Е.П. Пахненко, В.Ф. Шаповалов и др. // Агрехимия. - 2014. - № 11. - С. 74- 81.

375. Федосеев, А.П. Погода и эффективность удобрений / А.П. Федосеев. - Ленинград: Гидрометиздат, 1985. - 144 с.

376. Федотова, Е.Н. Влияние препаратов «Аквадон- Микро» и «Экстрасол» на накопление нитратного азота в растениях ячменя / Е.Н. Федотова // Научно- технический прогресс в сельском хозяйстве: сб. докл. X международной науч.- практ. конф. - В. Луки: РИО ВГСХА, 2015. - С. 178- 180.

377. Федотова, Е.Н. Повышение эффективности применения минеральных удобрений на посевах ярового ячменя / Е.Н. Федотова, Ю.Н. Федорова, Д.С. Комшанов // Зерновое хозяйство России. - 2018. - № 1 (55). - С. 66- 70.

378. Федотова, Е.Н. Эффективность применения микроэлементного удобрения «Аквадон-Микро» на посевах ячменя в производственных условиях / Е.Н. Федотова // Научно- технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: сб. докл. XIII Международной науч. практ. конф. молодых ученых. - В. Луки: РИО ВГСХА, 2018. - Т. 1. - С. 69- 73.

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

380. 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.

381. Фесенко, С.В. Оценка периодов полуснижения содержания <sup>137</sup>Cs в корнеобитаемом слое почв луговых экосистем / С.В. Фесенко, Н.И. Спиридонов, Н.И. Санжарова // Радиационная биология. Радиозэкология. – 1997. – Т. 37, № 2. – С. 267-280.

382. Федеральный закон «О радиационной безопасности населения» от 9 января 1996 г. №3–ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. - 1996. - №11. - Ст. 1362.

383. Федеральный закон «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» от 16 июля 1998 года № 101-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. - 1998. - № 29. - Ст.1.

384. Филенко, Г.А. Влияние стимуляторов роста совместно с протравителем семян на продуктивность сорта ярового ячменя Щедрый / Г.А. Филенко, Т.И. Фирсова, А.А. Донцова // Зерновое хозяйство России. - 2016. - № 2 (44). - С. 28- 31.

385. Филенко, Г.А. Продуктивность сортов ярового ячменя Леон в зависимости от метеоусловий в южной зоне Ростовской области / Г.А. Филенко, С.А. Васильченко, Д.П. Донцов // Зерновое хозяйство России. - 2017. - № 1. - С. 43- 49.

386. Филиппов, Е.Г. Влияние стимуляторов роста на посевные качества и урожайность ячменя ярового в условиях южной зоны Ростовской области / Е.Г. Филиппов, А.Е. Романюкин // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. - 2011. - № 2. - С. 149- 152.

387. Филиппов, Е.Г. Методические рекомендации по возделыванию ярового ячменя / Е.Г. Филиппов, Н.Г. Янковский, А.А. Донцова и др. - Ростов н/Д: ЗАО «Книга», 2012. - 48 с.

388. Фокин, А.Д. Роль растений в пространственной дифференциации состояния  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на агрегатном уровне / А.Д. Фокин, С.П. Торшин, Ю.М. Бабиева и др. // Почвоведение. - 2016. - № 4. - С. 448- 458.

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

390. Формы нахождения в почвах и динамика накопления  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственных культурах после аварии на Чернобыльской АЭС / Н.И. Санжарова, С.Ф. Фесенко, Б.К. Лисянский, В.К. Кузнецов и др. // Почвоведение. - 2004. - № 2. - С. 159- 164.

391. Харитонова, 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. Харитонова. – М.: ВИУА, 1991. – 19 с.

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

393. Хомяков, Д.Н. Производство зерна в России и рациональное природопользование / Д.М. Хомяков // Агрехимический вестник. – 2011. – № 1. – С. 6-9.



394. Храмцов, И.Ф. Эффективность производства пивоваренного ячменя в Западной Сибири / И.Ф. Храмцов, Б.С. Кошелев // Зерновое хозяйство. - 2001. - № 4. - С. 10- 11.
395. Чайлахян, И.Х. Регуляция цветения высших растений / И.Х. Чайлахян. – М., 1988. – 560 с.
396. Чекмарев, П.А. Производство качественного зерна – важнейшая задача агропромышленного комплекса России / П.А. Чекмарев // Земледелие. – 2009. – № 4. – С. 3-4.
397. 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.
398. Чекуров, В.М. Новые регуляторы роста / В.М. Чекуров, С.И. Сергеева // Защита и карантин растений. - 2003. - № 3. - С. 13- 15.
399. Чумаченко, И.Н. Фосфор в жизни растений и плодородие почвы / И.Н. Чумаченко. - М., 2003. - 154 с.
400. Чухина, О.В. Влияние удобрений на питательную ценность ячменя ярового на дерново-подзолистой почве / О.В. Чухина, К.А. Усова, Ю.П. Жуков // Плодородие. - 2013. - № 3. - С. 9- 11.
401. Шакиров, Р.И. Действие биопрепаратов и микроудобрений на коэффициенты использования микроудобрений и урожайность ярового ячменя / Р.И. Шакиров, М.Ю. Гилядов // Агрехимический вестник. - 2010. - № 4. - С. 26- 27.
402. Шамсутдинова, К.Г. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество зерна яровой пшеницы / К.Г. Шамсутдинова // Приемы повышения качества зерна. - Горький, 1984. - С. 14- 18.
403. 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.
404. 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.
405. Шаповал, О.А. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства / О.А. Шаповал, Л.Д. Прусакова, В.В. Вакуленко. – М.: ВНИИА, 2009. – 60 с.

406. Шаповалов, В.Ф. Продуктивность и качество одновидовых и смешанных посевов кормовых культур в условиях радиоактивного загрязнения / В.Ф. Шаповалов, Н.М. Белоус, И.Н. Белоус, Ю.И. Иванов // Агрехимический вестник. - 2015. - № 5. - С. 29- 31.

407. Шатилова, Т.И. Действие препаратов-фиторегуляторов на формирование качества зерновых культур / Т.И. Шатилова, И.С. Витол; Я.П. Герчиу и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2010. - № 12. - С. 47- 48.

408. Шафран, С.А. Эффективность азотного питания зерновых культур различных сортов / С.А. Шафран, А.С. Хачидзе, М.Г. Мамедов, А.П. Васильев // Агрехимия. - 2006. - № 7. - С. 13- 19.

409. Шахрай, А.А. Влияние разных по интенсивности систем обработки почвы, удобрений и гербицидов на агрофизические свойства дерново- подзолистой супесчаной почвы и урожайность полевых культур: автореф. на соискание ученой степ. канд. с.- х. наук 06.01.01. общее земледелие, растениеводство РГАУ- МСХА им. К.А. Тимирязева. - М., 2008. - 19 с.

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

411. Шедеров, С.Г. Основные вопросы известкования кислых почв / С.Г. Шедеров / Удобрения и условия их эффективного применения. - М., 1970. - С. 128- 150.

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

413. Шильников, И.А. Баланс кальция и динамика кислотности пахотных почв в условиях известкования / И.А. Шильников, С.А. Ермолаев, Н.И. Аканова. - М.: ООО «Технология», 2006. - 158 с.

414. Шильников, И.А. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия / И.А. Шильников, В.Г, Сычев, Н.А. Зеленов, Н.И. Аканова. - М.: ВНИИА, 2008. - 340 с.

415. Шильников, И.А. Пути повышения эффективности известкования и баланс кальция в пахотных почвах Нечерноземной зоны: автореф. дис. ... д- ра с.-х. наук / И.А. Шильников. - Мн., 1984. - 56 с.

416. Шмырева, Н.Я. Потоки и баланс азота удобрения и азота поч-

вы 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.

417. Шпаар, Д. Возделывание зерновых / Д.Шпаар, Г. Крацт, А.Н. Постников и др. - М.: Аграрная наука, 1998. - 334 с.

418. Шпаар, Д. Зерновые культуры / Д. Шпаар, К. Кратц, Ф. Элмер, А.Н. Постников и др. - Мн.: ФУ Аинформ, 2000, - 421 с.

419. Шубина, О.А. Итоги комплексной паспортизации сельскохозяйственных угодий Брянской области, загрязнённых радионуклидами / О.А. Шубина, И.Е. Титов, В.В. Кречетников, С.И. Санжарова // Агрехимический вестник. – 2017. - № 3. – С. 35-39.

420. Щенникова, И.Н. Влияние погодных условия на рост и развитие растений ярового ячменя в Кировской области / И.Н. Щенникова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. - 2014. - № 4. - С. 9- 12.

421. Экологические и агротехнические основы производства зерна в условиях радиоактивного загрязнения / Н.М. Белоус, Ф.В. Моисеенко, Н.Г. Тулина, А.Т. Куриленко, М.Г. Драганская, В.Ф Шаповалов, М.А. Духанин // Агрехимический вестник. - 1998. - № 4. - С. 27- 29.

422. 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.

423. 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.

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

425. 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.

426. Эффективность снижения  $^{137}\text{Cs}$  в сельскохозяйственной про-

дукции / А.Н. Ратников, Н.А. Корнеев, Г.И. Попова и др. // Аграрная наука. – 1999. – № 1. – С. 20-22.

427. Эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте юго-запада Нечерноземной зоны России: монография / Н.М. Белоус, М.Г. Драганская, И.Н. Белоус, С.А. Бельченко. - Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2012. - 241 с.

428. Юдинцева, Е.В. О роли калия в доступности  $^{137}\text{Cs}$  растениям / Е.В. Юдинцева, Э.М. Левина // Агрехимия. - 1982. - № 3. - С. 75- 81.

429. 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.

430. Юсова, О.А. Формирование качества зерна пивоваренных сортов ячменя в зависимости от условий периода вегетации / О.А. Юсова, П.Н. Николаев, П.В. Поползухин // Земледелие. - 2015. - № 5. - С. 44- 46.

431. 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.

432. Ягодин, Б.А. Агрехимия / Б.А. Ягодин. – М.: Агропромиздат, 1989. – 305 с.

433. 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.

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

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

436. Andrew, C.S. Comparative responses to manganese excess of eight tropical and four temperate legume species / C.S. Andrew, M.P. Hegarti // Aust. J. Agric. Rec. - 1969. - vol. 20. - P. 687- 696.

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

438. Banks, W. The fractionation of laboratory-isolated cereal starches

using, 5 MSO / W. Banks, C. T. Greenwood // DieStarke. – 1667. – Vol. 19. – P. 394-399.

439. Brauer, D. Effects of Lime of Calcium on Root Development and Nodulation of Clovers / D. Brauer, D. Ritchey, D. Belesky // Crop Science. – 2002. – Vol. 42. – P. 1640-1646.

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

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

442. 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.

443. Diez J., Bucher R. Düngewirkung verschiedener P- Düngerformen Baner Zandur. J. b. 1980. – 57. 1- 7. – S. 785- 793.

444. 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.

445. Effect of potassium (K) on the uptake of <sup>137</sup>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.

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

447. Harmey, M.A. The effect of growth regulators on tubers 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.

448. 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.

449. 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.

450. Kandra, J. Vplyv poveternostnych podmynok na obsah bielkovin

a po-diel veľkostnych fkarcii zrna iecmena / J. Kandra // Rostlinna Vyroba. – 1982. – V. 28, N 2. – p. 163-170.

451. Lin, W. Ecological Adaptability of Different Oat Varieties in Agropastoral Transition Area in the Northern Foot of Yinshan Mountain / W. Lin // Inner Mongolia Agricultural Science and Technology. – 2009. – N 2. – P. 1-16.

452. Michel, G. Einfluß gestaffelter F- Düngung auf die Eiweißzusammensetzung des weizenkornes bei unterschiedlicher N-Versorgung der pflanzen / G. Michel // Phosphorsäure. – 1961. - Bd21. - S. 16-021.

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

454. 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.

455. Pasting and rheological properties of oat starch and its derivatives / W. Berski et. al. // Carbohydr Polym. – 2011. – N 83. – P. 665-671.

456. Pelican, M. Změna pseničného zrna během dozrání při stupňovaném N-hnojení / M. Pelican // Univ. Agr. Fac. Agron. – 1981. – V. 29, N 1-2. – P. 103- 113.

457. 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.

458. Sakal R, Singuh A.P., Singh B.P. // J.Ind. Soc. Soil Sci.- 1985.- v.33 № 2. - P. 443- 446.

459. Schipper, H. Observed gains from their current selection regimes for increased grain-oil content oat / H. Schipper, K. J. Frey // Euphatica. – 1991. – Vol. 54. – Pp. 221-229.

460. Smoeders, E. Some principles behind the selection of crops to minimize radionuclide uptake from soil / E. Smoeders // Total Environ. – 1995. – Vol. 137. – P. 135-146.

461. Souza, E. The inheritance and distribution of variation at four avena loci in North American oat germplasm / E. Souza, M. E. Sorrells // Lenorm. – 1990. – V. 33.

462. Volger, B. Alles dreht sich um die Pflanze / B. Volger // Landwirtschaftliches. – 1980. – Vol. 147, № 36. – S. 2046-2052.

463. Traon D., Amat L., Lotz F., du Jardin p. A Legal Framework for Plant Biostimulants and Agronomic Fertilizer Additives in the EU- Report to the European Commission, DG Enterprise & Industry // Arcadia International, 2014.- 115 pp.

464. Tsukada, H. Transfer of  $^{137}\text{Cs}$  and stable Cs from paddy soil to polished rice in Aomori Japan / H. Tsukada, H. Hasegawa Sh Hisamatsu et al. / J. Environ. Radioakt. – 2002. - V. 59. - P. 351- 363.

465. White, P.J. Selecting plants to minimize radiocaesium in the food chain / P.J. White, K. Swarup, A.J. Escobar- Gutierrez et al. // Plant Soil. 2003. - V. 249. - P. 177- 186.

466. Willey, H. Some effects of nitrogen nutrition on calcium uptake and translocation by species in the Poaceae, Asteraceae and Caryophyllales / H. Willey, S. Tang // Environ, Exper. Bot. - 2006. - V. 58. - P. 114- 122.

467. Zhang, M. Extrusion process improves the functionality of soluble dietary fiber in oat bran / M. Zhang // Cereal Sci. – 2011. – N 54. – P. 98-103.

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### Приложение 1 Результаты агроэкологических особенностей овса посевного в условиях эксперимента

Приложение А

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

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



Приложение Б

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

Вариант		Повторности			В среднем
		I	II	III	
1	Контроль (без удобрений)	2,68	2,61	2,48	2,59
2	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> - фон I	3,30	3,40	3,26	3,32
3	Фон I+K <sub>60</sub>	3,57	3,76	3,59	3,64
4	Фон I+K <sub>90</sub>	3,74	3,72	3,61	3,69
5	Фон I+K <sub>120</sub>	3,77	3,79	3,66	3,74
6	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> - фон II	3,81	3,74	3,79	3,78
7	Фон II +K <sub>90</sub>	3,82	3,77	3,93	3,86
8	Фон II +K <sub>120</sub>	3,79	3,76	3,88	3,81
9	Фон II +K <sub>150</sub>	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 <sub>90</sub> + Альбит	4,74	4,76	4,59	4,63
13	Фон II +K <sub>120</sub> + Альбит	4,60	4,56	4,52	4,56
14	Фон II +K <sub>150</sub> + Альбит	4,40	4,29	4,39	4,36
НСР <sub>05</sub> 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 <sub>60</sub> P <sub>60</sub> - фон I	3,75	3,36	3,63	3,58
3	Фон I+K <sub>60</sub>	3,85	3,66	3,83	3,78
4	Фон I+K <sub>90</sub>	3,99	3,77	3,91	3,89
5	Фон I+K <sub>120</sub>	4,02	3,64	4,22	3,96
6	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> - фон II	3,86	3,78	4,18	3,94
7	Фон II +K <sub>90</sub>	4,35	3,88	4,25	4,16
8	Фон II +K <sub>120</sub>	4,55	4,14	4,42	4,37
9	Фон II +K <sub>150</sub>	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 <sub>90</sub> + Альбит	4,88	4,55	5,33	4,92
13	Фон II +K <sub>120</sub> + Альбит	4,75	4,79	4,98	4,84
14	Фон II +K <sub>150</sub> + Альбит	4,76	4,88	4,76	4,80
НСР <sub>05</sub> т/га					0,24

Приложение Г

Содержание азота 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	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
<b>НСР<sub>05</sub>, %</b>				<b>0,10</b>				<b>0,06</b>				<b>0,12</b>

Приложение Д

Содержание фосфора 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	0,45	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
<b>НСР<sub>05</sub>, %</b>				<b>0,07</b>				<b>0,06</b>				<b>0,06</b>

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
<b>НСР<sub>05</sub>, %</b>				<b>0,06</b>				<b>0,08</b>				<b>0,07</b>

## Содержание азота, фосфора, калия в зерне овса, %

Варианты	N			Среднее	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			Среднее	K <sub>2</sub> 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
<b>НСР<sub>05</sub>, %</b>	<b>0,10</b>	<b>0,06</b>	<b>0,12</b>	<b>0,05</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,03</b>	<b>0,06</b>	<b>0,08</b>	<b>0,07</b>	<b>0,05</b>

Приложение 3

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

Вариант	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
<b>НСР<sub>05</sub></b>				<b>5,43</b>				<b>3,43</b>				<b>9,06</b>

Приложение И

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

Вариант	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
<b>НСР<sub>05</sub></b>				<b>2,76</b>				<b>2,72</b>				<b>3,57</b>



Приложение К

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

Вариант	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
<b>НСР<sub>05</sub></b>				<b>2,95</b>				<b>3,06</b>				<b>4,08</b>

## Влияние средств химизации на содержание белка в зерне, %

Вариант	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
<b>НСР<sub>05</sub></b>				<b>1,41</b>				<b>1,09</b>				<b>1,49</b>

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
<b>НСР<sub>05</sub>, %</b>				<b>0,60</b>			<b>0,74</b>					<b>0,68</b>

Приложение Н

Влияние средств химизации на содержание сырой золы 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	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
<b>НСР<sub>05</sub>, %</b>				<b>0,45</b>				<b>0,62</b>				<b>0,34</b>

## Влияние средств химизации на содержание сахаров 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	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
<b>НСР<sub>05</sub></b>				<b>0,42</b>				<b>0,50</b>				<b>0,45</b>

Приложение П

Влияние средств химизации на содержание сырого жира в зерне, %

Вариант	2018 г.			Среднее	2019 г.			Среднее	2020 г.			Среднее
	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 <sub>05</sub> , %				0,15				0,51				0,36

Приложение Р

Содержание крахмала в зерне овса в зависимости от применения 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	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
<b>НСР<sub>05</sub>, %</b>				<b>0,71</b>				<b>1,06</b>				<b>0,78</b>

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

Вариант	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 <sub>05</sub>				<b>7,92</b>				<b>7,19</b>				<b>8,52</b>



## Выход крупы в зависимости от применения средств химизации, %

Варианты	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
<b>НСР<sub>05</sub>, %</b>				<b>2,28</b>				<b>1,50</b>				<b>1,90</b>

Приложение У

Плёнчатость зерна в зависимости от применения 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	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
<b>НСР<sub>05</sub></b>				<b>1,00</b>				<b>0,99</b>				<b>1,40</b>

## Влияние средств химизации на выравненность зерна, %

Вариант	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 <sub>05</sub> , %				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
<b>НСР<sub>05</sub>, г</b>				<b>1,49</b>				<b>1,76</b>				<b>1,32</b>

**Приложение 2 Результаты агроэкологических особенностей ячменя посевного яровой формы  
в условиях опыта**

Приложение А

Урожайность зерна ячменя, т/га  
(2016- 2018 гг.)

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	2,71	2,60	2,58	2,63	2,01	2,10	1,86	1,99	2,28	2,37	2,43	2,36
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	2,92	2,93	2,82	2,89	2,63	2,45	2,48	2,52	2,59	2,96	2,79	2,78
Фон I + K <sub>60</sub>	3,41	3,33	3,28	3,34	2,82	2,91	2,76	2,83	3,33	2,98	3,26	3,19
Фон I + K <sub>90</sub>	3,67	3,73	3,61	3,67	3,12	2,85	2,91	2,96	3,52	3,34	3,52	3,46
Фон I + K <sub>120</sub>	4,08	3,86	3,91	3,95	3,43	2,97	3,38	3,26	3,82	3,84	3,68	3,77
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	3,36	3,64	3,71	3,57	3,43	3,48	3,26	3,39	3,79	3,86	3,36	3,67
Фон II + K <sub>120</sub>	3,96	3,89	3,82	3,89	3,46	3,66	3,44	3,52	4,32	4,21	4,46	4,33
Фон II + K <sub>150</sub>	4,44	4,38	3,96	4,26	3,84	4,12	3,95	3,97	4,69	4,74	4,52	4,65
Фон II + K <sub>180</sub>	4,73	4,44	4,87	4,68	4,32	4,52	4,21	4,35	4,93	5,01	4,64	4,86
Контроль + Гумистим	2,89	2,66	2,82	2,79	2,26	2,19	2,09	2,18	2,55	2,66	2,35	2,52
Фон II + Гумистим	3,97	3,65	4,02	3,88	3,70	3,53	3,21	3,48	3,98	3,82	3,66	3,82
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	4,72	4,47	4,19	4,46	3,76	3,52	3,73	3,67	4,64	3,96	4,54	4,38
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	4,90	4,98	4,55	4,81	4,61	4,58	4,22	4,47	4,73	4,76	4,58	4,69
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	5,38	4,96	5,44	5,26	4,76	4,61	4,49	4,62	4,75	5,12	4,86	4,91
НСР <sub>05</sub>				0,283				0,228				0,306

Приложение Б

Пленчатость зерна ячменя, %

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	9,5	9,5	8,9	9,3	9,3	9,3	10,2	9,6	8,9	8,9	8,3	8,7
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	8,4	8,1	8,1	8,2	9,9	10,2	8,7	9,6	8,8	9,3	7,7	8,6
Фон I + K <sub>60</sub>	8,1	8,1	7,5	7,9	8,6	9,1	10,2	9,3	8,1	8,5	8,6	8,4
Фон I + K <sub>90</sub>	8,1	8,2	7,4	7,9	9,5	8,7	8,8	9,0	8,1	8,6	7,9	8,2
Фон I + K <sub>120</sub>	7,8	7,8	7,2	7,6	9,1	8,4	8,9	8,8	8,6	7,8	7,9	8,1
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	7,7	8,1	7,6	7,8	9,0	8,9	8,2	8,7	8,4	7,9	7,8	8,1
Фон II + K <sub>120</sub>	7,6	7,9	7,3	7,6	9,1	8,0	8,4	8,5	7,8	8,3	7,6	7,9
Фон II + K <sub>150</sub>	7,8	7,1	7,6	7,5	8,8	8,8	7,9	8,5	7,3	7,7	8,1	7,7
Фон II + K <sub>180</sub>	7,2	7,7	7,3	7,4	8,3	9,1	8,1	8,5	6,8	7,3	8,4	7,5
Контроль + Гумистим	8,4	7,9	8,3	8,2	10,4	8,3	9,8	9,5	9,2	8,4	8,5	8,7
Фон II + Гумистим	7,8	8,3	7,9	8,0	9,6	9,7	8,9	9,4	8,7	8,8	7,7	8,4
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	7,9	7,9	7,3	7,7	9,9	8,3	9,1	8,7	7,9	8,5	8,2	8,2
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	7,3	8,1	7,4	7,6	8,2	8,0	7,5	7,9	8,3	7,5	7,9	7,9
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	7,8	7,1	7,6	7,5	8,4	7,1	7,6	7,7	7,9	6,8	8,1	7,6

НСР<sub>05</sub>

0,49

1,00

0,87

Приложение В

Содержание клетчатки в зерне ячменя, %

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	8,8	8,9	8,4	8,7	8,3	9,2	8,3	8,6	9,1	8,7	8,4	8,8
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	8,8	8,2	8,8	8,6	8,2	8,2	9,1	8,5	7,9	8,9	9,3	8,7
Фон I + K <sub>60</sub>	8,9	8,4	8,5	8,6	8,1	8,8	8,3	8,4	8,3	8,8	8,1	8,4
Фон I + K <sub>90</sub>	7,7	7,8	8,5	8,0	8,5	7,9	7,9	8,1	8,6	7,9	7,5	8,0
Фон I + K <sub>120</sub>	8,2	8,8	8,2	8,4	8,3	8,6	8,6	8,5	9,4	8,8	7,9	8,7
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	7,9	7,3	8,2	7,8	7,7	7,8	8,5	8,0	8,5	7,4	7,8	7,9
Фон II + K <sub>120</sub>	8,1	7,5	7,8	7,8	8,2	7,5	8,0	7,9	7,6	8,6	7,8	8,0
Фон II + K <sub>150</sub>	7,8	7,6	8,3	7,9	7,9	7,9	8,2	8,0	8,4	7,9	8,3	8,2
Фон II + K <sub>180</sub>	8,2	7,8	7,4	7,8	8,0	8,4	7,3	7,9	7,8	7,5	8,4	7,9
Контроль + Гумистим	7,9	7,3	8,2	7,8	8,2	7,8	7,8	8,0	8,2	7,7	8,1	8,0
Фон II + Гумистим	8,6	7,5	8,5	8,2	8,4	8,6	7,9	8,3	8,1	8,3	7,9	8,1
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	8,1	7,6	7,1	7,6	8,4	7,8	7,8	8,0	7,4	8,3	8,0	7,9
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	7,6	7,9	7,3	7,6	8,2	7,4	8,1	7,9	8,4	7,8	8,4	8,2
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	8,5	8,5	7,9	8,3	8,5	7,8	7,7	8,0	8,6	7,5	7,3	7,8
НСР <sub>05</sub>	0,65				0,68				0,84			

Выход крупы ячменя, %

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	43,9	44,2	44,2	44,1	44,1	43,7	43,6	43,8	44,1	43,8	44,1	44,0
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	44,7	44,1	43,8	44,2	43,6	44,1	43,0	43,9	44,6	44,0	44,0	44,2
Фон I + K <sub>60</sub>	44,4	44,6	43,9	44,3	44,5	43,9	43,9	44,1	44,4	44,1	44,1	44,2
Фон I + K <sub>90</sub>	44,6	44,5	44,1	44,4	44,6	43,9	44,1	44,2	46,0	43,6	43,3	44,3
Фон I + K <sub>120</sub>	45,0	44,5	45,2	44,9	44,1	44,8	43,7	44,2	44,2	44,4	44,6	44,4
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	44,7	44,7	44,4	44,6	44,3	44,0	44,0	44,1	44,2	44,2	44,5	44,3
Фон II + K <sub>120</sub>	44,9	44,7	44,5	44,7	43,9	44,1	44,3	44,1	44,6	44,4	44,2	44,4
Фон II + K <sub>150</sub>	45,0	44,6	45,1	44,9	44,6	44,2	44,1	44,3	44,7	44,6	45,1	44,8
Фон II + K <sub>180</sub>	45,8	45,2	44,6	45,2	44,8	45,5	44,7	45,0	45,4	44,8	45,1	45,1
Контроль + Гумистим	43,9	44,1	44,6	44,2	43,7	43,9	44,1	43,9	44,0	44,3	44,0	44,1
Фон II + Гумистим	44,6	44,3	45,2	44,7	44,2	44,2	44,5	44,3	44,3	44,9	45,2	44,8
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	45,3	44,7	45,3	45,1	44,8	45,0	44,1	44,6	44,9	45,3	44,8	45,0
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	45,1	45,3	45,5	45,3	45,5	43,8	44,8	44,7	45,4	45,2	45,0	45,2
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	45,4	45,9	45,2	45,5	45,2	43,9	45,9	45,0	44,6	45,6	45,1	45,4
НСР <sub>05</sub>				0,59				0,82				0,82



Приложение Д

Масса 1000 семян ячменя, г

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	46,3	46,9	46,9	46,7	45,4	43,3	44,8	44,5	44,8	46,0	45,1	45,3
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	51,1	47,9	49,5	50,8	46,8	45,8	46,0	46,2	48,8	49,2	48,4	48,8
Фон I + K <sub>60</sub>	54,5	54,2	52,4	53,7	46,3	47,2	46,3	46,6	51,3	49,8	50,7	50,6
Фон I + K <sub>90</sub>	54,5	54,0	53,8	54,1	47,2	46,3	46,9	46,8	50,2	50,9	51,6	50,9
Фон I + K <sub>120</sub>	54,1	52,6	53,8	53,5	46,6	48,3	49,1	48,0	51,4	50,3	51,0	50,9
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	53,9	52,7	54,8	53,8	49,2	48,4	48,2	48,6	51,6	52,2	50,7	51,5
Фон II + K <sub>120</sub>	53,7	54,0	52,8	53,5	49,0	48,3	49,1	48,8	53,6	51,9	49,6	51,7
Фон II + K <sub>150</sub>	54,0	54,1	53,6	53,9	49,8	49,5	48,6	49,3	52,1	52,9	50,7	51,9
Фон II + K <sub>180</sub>	54,2	53,4	53,8	53,8	50,0	49,4	50,6	50,0	51,7	52,4	53,4	52,5
Контроль + Гумистим	46,9	45,9	44,6	45,8	46,1	45,9	45,4	45,8	47,5	48,1	47,2	47,6
Фон II + Гумистим	47,7	48,3	48,3	48,1	46,2	46,8	46,2	46,4	51,6	45,0	47,4	48,0
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	55,6	56,0	56,1	55,9	48,2	46,3	48,0	47,5	54,0	52,6	49,4	52,0
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	55,8	56,7	55,8	56,1	48,1	49,1	48,3	48,5	52,9	51,8	52,2	52,6
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	58,3	58,6	56,8	57,9	51,3	48,4	46,7	48,8	54,5	54,2	52,7	53,8
НСР <sub>05</sub>				1,33				1,53				2,19

Приложение Е

Натура зерна ячменя, г/л

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	626	631	624	627	619	617	612	616	626	625	618	623
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	533	622	629	628	617	621	616	618	628	629	621	626
Фон I + K <sub>60</sub>	532	632	629	631	628	622	625	625	623	631	630	628
Фон I + K <sub>90</sub>	646	646	637	643	628	631	628	629	641	642	637	639
Фон I + K <sub>120</sub>	643	646	640	643	638	626	638	634	642	648	648	646
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	636	642	639	639	631	638	627	632	640	643	628	637
Фон II + K <sub>120</sub>	642	648	648	646	643	647	634	641	641	644	650	645
Фон II + K <sub>150</sub>	651	651	642	648	644	646	639	643	648	644	649	647
Фон II + K <sub>180</sub>	656	649	648	651	648	636	651	645	652	645	647	648
Контроль + Гумистим	628	632	624	628	616	622	616	618	639	652	647	646
Фон II + Гумистим	636	628	632	632	624	622	632	626	633	633	621	629
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	640	637	643	640	642	639	627	636	642	626	646	638
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	648	639	651	646	643	643	637	641	647	641	647	645
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	658	648	652	651	648	645	639	644	639	656	652	649
НСР <sub>05</sub>				7,08				8,39				10,07

Содержание крахмала в зерне ячменя, %

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	58,6	59,8	60,1	59,5	59,8	58,6	59,2	59,2	61,8	58,8	64,2	61,6
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	58,7	59,1	56,8	58,2	57,2	58,1	58,4	57,9	61,9	61,5	59,6	61,0
Фон I + K <sub>60</sub>	58,8	63,5	53,5	58,6	58,8	57,6	58,8	58,4	59,0	61,0	58,8	59,6
Фон I + K <sub>90</sub>	63,6	58,6	52,4	58,2	57,8	58,4	57,8	58,0	58,4	57,7	61,2	59,1
Фон I + K <sub>120</sub>	56,4	56,0	55,6	56,0	56,6	55,8	55,9	56,1	55,9	58,6	56,8	57,1
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	58,7	56,9	54,5	56,7	57,2	57,7	57,9	57,6	55,5	56,6	53,2	55,1
Фон II + K <sub>120</sub>	59,4	56,8	60,2	58,8	57,5	58,2	56,8	57,5	57,3	61,2	58,8	59,1
Фон II + K <sub>150</sub>	59,4	57,4	58,1	58,3	57,8	55,2	56,2	56,4	61,5	59,6	62,8	61,3
Фон II + K <sub>180</sub>	56,1	56,6	53,2	55,3	56,7	57,4	56,6	56,9	60,0	61,5	58,1	59,9
Контроль + Гумистим	58,2	56,3	58,9	57,8	58,6	57,6	58,4	58,2	60,6	59,8	60,2	60,2
Фон II + Гумистим	57,4	58,2	56,6	57,4	57,5	58,1	57,2	57,6	57,4	58,5	57,2	57,7
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	58,6	55,3	60,4	58,1	59,2	57,6	59,6	58,8	58,8	56,1	55,5	56,8
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	57,3	58,2	56,4	57,3	57,9	58,0	58,4	58,1	56,4	55,1	55,6	55,7
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	58,4	56,8	57,6	57,6	57,9	58,4	57,8	58,0	55,6	53,4	54,2	54,4
НСП <sub>05</sub>				3,90				1,10				3,24

## Высота растений ячменя, см

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	66,8	68,4	66,7	67,3	61,8	63,5	66,7	64,0	61,9	62,5	65,8	63,4
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	74,6	74,2	71,1	73,3	68,6	69,3	67,6	68,5	71,1	72,1	66,8	70,0
Фон I + K <sub>60</sub>	74,6	75,5	72,5	74,2	70,2	72,3	70,8	71,1	70,7	73,2	70,9	71,6
Фон I + K <sub>90</sub>	74,9	74,2	72,6	73,9	70,9	71,4	69,5	70,6	74,7	74,4	72,6	73,9
Фон I + K <sub>120</sub>	74,4	74,9	72,1	73,8	73,4	70,8	74,2	72,8	72,5	74,6	72,8	73,3
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	77,4	76,5	72,3	75,4	74,6	74,6	72,5	73,9	75,2	73,6	74,7	74,5
Фон II + K <sub>120</sub>	78,2	76,3	77,1	77,2	75,3	76,6	73,3	75,2	77,2	78,2	76,8	77,4
Фон II + K <sub>150</sub>	78,0	76,6	77,9	77,5	76,0	76,9	74,5	75,8	76,4	76,6	78,3	77,1
Фон II + K <sub>180</sub>	79,9	79,4	76,5	78,6	76,2	78,2	75,1	76,5	75,9	76,4	77,2	76,5
Контроль + Гумистим	68,2	68,8	64,6	67,2	64,7	66,7	64,8	65,4	67,8	64,8	67,2	66,6
Фон II + Гумистим	76,9	77,9	75,3	76,7	73,5	76,6	72,8	74,3	75,6	76,9	74,9	75,8
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	79,6	80,8	77,8	79,4	75,0	78,3	75,6	76,3	81,4	8,2	79,5	80,7
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	80,3	79,4	82,1	80,6	76,7	79,2	76,9	77,6	77,5	79,3	77,8	78,2
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	81,8	82,6	79,5	81,3	79,7	79,6	77,4	78,9	79,8	79,6	81,8	80,4
НСР <sub>05</sub>				2,01				2,20				2,37

Приложение И

Масса зерна с одного колоса, г

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	0,85	0,83	0,87	0,85	0,78	0,76	0,80	0,78	0,83	0,81	0,85	0,83
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	0,88	0,85	0,88	0,87	0,78	0,78	0,84	0,80	0,84	0,88	0,83	0,85
Фон I + K <sub>60</sub>	0,90	0,91	0,86	0,89	0,82	0,84	0,80	0,82	0,87	0,85	0,89	0,87
Фон I + K <sub>90</sub>	0,94	0,89	0,93	0,92	0,83	0,86	0,83	0,84	0,86	0,86	0,92	0,88
Фон I + K <sub>120</sub>	0,99	1,03	0,95	0,99	0,90	0,91	0,86	0,89	0,93	0,87	0,93	0,91
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	0,90	0,87	0,90	0,89	0,80	0,80	0,83	0,81	0,83	0,94	0,87	0,88
Фон II + K <sub>120</sub>	0,93	0,88	0,92	0,91	0,82	0,83	0,81	0,82	0,91	0,93	0,89	0,91
Фон II + K <sub>150</sub>	0,94	0,93	0,95	0,94	0,91	0,86	0,90	0,89	0,93	0,95	0,91	0,93
Фон II + K <sub>180</sub>	0,99	0,93	0,96	0,96	0,87	0,94	0,89	0,90	0,96	0,94	0,89	0,93
Контроль + Гумистим	0,88	0,84	0,89	0,87	0,81	0,81	0,78	0,80	0,79	0,86	0,81	0,82
Фон II + Гумистим	0,93	0,90	0,93	0,92	0,79	0,89	0,81	0,83	0,88	0,91	0,88	0,89
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	0,94	0,91	0,94	0,93	0,88	0,86	0,93	0,89	0,89	0,90	0,94	0,91
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	0,95	0,94	0,96	0,95	0,92	0,91	0,84	0,89	0,90	0,95	0,91	0,92
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	0,99	1,06	0,98	1,01	0,86	0,92	0,86	0,88	0,95	0,96	1,06	0,99
	НСР <sub>05</sub>			0,04				0,05				0,06

Число растений ячменя к уборке, шт./м<sup>2</sup>

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	412	413	417	414	379	371	393	381	409	398	415	411
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	432	425	424	427	415	424	412	417	415	426	416	419
Фон I + K <sub>60</sub>	426	436	428	430	416	412	426	418	429	421	431	427
Фон I + K <sub>90</sub>	438	443	427	436	430	436	421	429	439	429	443	437
Фон I + K <sub>120</sub>	422	419	425	422	446	433	438	439	455	431	452	446
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	459	451	443	451	435	446	448	443	469	450	467	462
Фон II + K <sub>120</sub>	464	468	454	462	441	445	449	445	471	458	472	467
Фон II + K <sub>150</sub>	460	471	467	466	453	458	451	454	469	461	477	469
Фон II + K <sub>180</sub>	466	478	469	471	478	469	454	467	474	469	782	475
Контроль + Гумистим	411	401	412	408	407	409	420	412	427	421	436	428
Фон II + Гумистим	428	429	418	425	417	418	431	422	432	423	438	431
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	436	429	437	434	422	421	435	426	436	430	442	436
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	446	438	451	445	431	429	439	433	467	441	463	457
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	463	452	468	461	442	437	456	445	452	458	476	462
НСР <sub>05</sub>				10,53				12,7				9,81

Число продуктивных стеблей ячменя, шт./м<sup>2</sup>

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	519	526	530	525	551	542	542	545	521	526	531	526
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	565	562	550	559	541	535	526	534	552	558	543	551
Фон I + K <sub>60</sub>	568	554	570	564	546	535	545	542	566	559	561	562
Фон I + K <sub>90</sub>	580	583	577	580	548	547	558	551	575	578	566	573
Фон I + K <sub>120</sub>	621	618	615	618	560	561	553	558	564	567	552	561
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	667	669	656	664	573	560	568	569	619	628	616	621
Фон II + K <sub>120</sub>	678	668	667	671	579	572	583	578	684	625	631	629
Фон II + K <sub>150</sub>	676	679	673	676	592	584	612	596	638	648	640	642
Фон II + K <sub>180</sub>	668	654	670	664	624	626	619	623	666	656	667	663
Контроль + Гумистим	541	538	529	536	538	527	528	531	559	546	563	556
Фон II + Гумистим	581	569	578	576	542	538	546	542	572	561	571	568
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	649	654	644	649	588	573	591	584	641	639	628	636
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	672	661	674	669	486	617	544	549	670	663	689	674
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	755	759	766	760	693	695	706	698	732	748	743	741
НСР <sub>05</sub>				10,39				32,66				32,21

Длинна колоса ячменя, см

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	9,6	9,4	9,8	9,6	9,1	9,3	8,9	9,1	9,9	9,7	8,9	9,5
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	8,2	9,3	8,9	8,8	8,6	8,2	8,1	8,3	8,8	7,9	8,5	8,4
Фон I + K <sub>60</sub>	9,9	9,6	9,9	9,8	9,4	9,8	8,7	9,3	10,1	9,1	9,9	9,7
Фон I + K <sub>90</sub>	10,1	10,3	9,9	10,1	10,0	9,7	8,8	9,5	10,2	9,9	9,3	9,8
Фон I + K <sub>120</sub>	10,4	10,1	10,1	10,2	10,6	9,9	8,6	9,7	10,6	10,1	10,5	10,4
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	9,7	9,6	9,8	9,7	9,3	9,5	9,1	9,3	9,6	9,7	9,2	9,5
Фон II + K <sub>120</sub>	9,9	9,7	10,1	9,9	9,8	10,0	8,7	9,5	10,2	10,0	9,8	10,0
Фон II + K <sub>150</sub>	10,3	10,5	9,8	10,2	9,3	10,2	9,9	9,8	9,9	10,2	9,9	10,0
Фон II + K <sub>180</sub>	9,9	10,2	9,9	10,0	9,3	10,3	10,1	9,9	10,6	10,1	10,5	10,4
Контроль + Гумистим	9,9	9,7	9,2	9,6	9,6	9,6	8,7	9,3	8,8	9,5	8,7	9,0
Фон II + Гумистим	10,0	9,8	9,9	9,9	8,5	10,0	9,1	9,3	10,2	9,2	10,3	9,9
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	9,9	10,3	9,8	10,0	9,9	9,8	8,8	9,5	9,8	10,1	9,8	9,9
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	10,2	9,8	10,3	10,1	9,8	9,9	9,1	9,6	10,2	9,8	10,0	10,0
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	10,4	9,9	10,3	10,2	10,1	10,1	8,9	9,7	10,5	10,1	10,6	10,4
НСР <sub>05</sub>				0,47				0,74				0,59



Выравненность и крупность зерна, %

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	82,8	84,6	80,4	82,6	78,6	81,3	80,4	80,1	81,6	82,8	82,9	82,3
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	85,4	86,2	82,2	84,6	79,9	81,5	81,0	80,8	86,5	85,9	86,8	86,4
Фон I + K <sub>60</sub>	84,4	88,6	87,4	86,8	80,1	80,8	82,4	81,1	85,5	85,2	83,7	84,8
Фон I + K <sub>90</sub>	87,4	90,0	88,6	88,8	82,6	80,2	80,8	81,2	86,3	88,8	90,7	88,6
Фон I + K <sub>120</sub>	97,0	92,5	95,2	94,9	79,8	81,9	83,1	81,6	92,2	93,4	91,9	92,5
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	90,2	94,8	91,0	92,0	80,2	81,8	81,6	81,2	93,6	91,5	92,1	92,4
Фон II + K <sub>120</sub>	93,1	93,9	92,6	93,2	82,4	82,2	80,8	81,8	94,2	94,2	94,8	94,4
Фон II + K <sub>150</sub>	94,4	92,2	94,8	93,8	82,8	82,2	81,6	82,2	94,2	93,2	93,4	93,6
Фон II + K <sub>180</sub>	92,4	96,2	94,6	94,4	84,2	82,4	81,8	82,8	94,2	94,6	93,8	94,2
Контроль + Гумистим	84,8	86,8	82,8	84,8	80,6	81,8	81,2	81,2	84,2	84,1	85,5	84,6
Фон II + Гумистим	92,4	91,4	94,6	92,8	81,2	82,4	81,2	81,6	94,6	93,9	91,7	93,4
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	96,2	94,1	95,6	95,3	82,8	81,6	83,4	82,6	94,8	95,8	94,7	95,1
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	97,0	96,2	94,8	96,0	81,8	82,4	84,2	82,8	95,7	95,3	95,2	95,4
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	94,6	96,2	97,5	96,1	83,0	84,2	82,4	83,2	95,8	96,1	95,5	95,8
НСР <sub>05</sub>				2,97				1,80				1,63

## Содержание сахаров в зерне ячменя, %

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	4,6	4,2	4,1	4,3	4,4	4,0	4,5	4,3	4,9	4,1	4,8	4,6
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	4,4	4,5	4,3	4,4	4,5	4,1	4,6	4,4	4,6	4,9	4,6	4,7
Фон I + K <sub>60</sub>	5,3	4,3	4,5	4,7	4,3	4,4	4,2	4,3	4,7	4,6	5,1	4,8
Фон I + K <sub>90</sub>	5,6	4,2	4,6	4,8	4,8	4,6	4,1	4,5	5,5	4,6	5,2	5,1
Фон I + K <sub>120</sub>	5,1	4,5	4,7	4,9	4,4	4,8	5,2	4,8	5,3	5,1	5,4	5,3
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	4,1	4,3	5,1	4,5	4,4	4,5	4,3	4,4	4,8	5,1	4,8	4,9
Фон II + K <sub>120</sub>	4,8	5,1	4,2	4,7	4,2	4,4	5,2	4,6	5,1	5,2	5,0	5,1
Фон II + K <sub>150</sub>	5,6	5,2	4,5	5,1	4,8	5,1	4,8	4,9	5,4	5,3	5,2	5,3
Фон II + K <sub>180</sub>	5,5	5,3	4,8	5,2	5,1	4,8	5,1	5,0	5,4	5,5	5,3	5,4
Контроль + Гумистим	4,6	4,8	4,4	4,6	4,3	4,3	4,6	4,4	5,0	4,5	4,9	4,8
Фон II + Гумистим	4,4	4,5	4,9	4,6	4,6	4,1	4,8	4,5	5,2	4,8	5,0	5,0
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	5,2	4,8	5,3	5,1	4,8	4,7	4,3	4,6	5,4	5,4	5,1	5,3
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	5,8	4,7	5,4	5,3	4,7	4,6	5,1	4,8	5,5	5,6	5,4	5,5
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	5,5	4,9	5,8	5,4	4,4	4,6	4,8	4,6	5,4	5,9	5,5	5,6
НСР <sub>05</sub>				0,67				0,47				0,41

## Содержание жира в зерне ячменя, %

Вариант	2016 г.				2017 г.				2018 г.			
	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее	Повторность			Сред- нее
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
Контроль (без удобрений)	2,1	2,2	2,3	2,2	2,4	2,4	2,1	2,3	2,3	1,9	2,1	2,1
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	1,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7	2,2	1,9
Фон I + K <sub>60</sub>	2,1	1,8	1,8	1,9	1,6	1,9	1,6	1,7	1,9	1,6	1,9	1,7
Фон I + K <sub>90</sub>	1,8	1,6	1,7	1,7	1,7	1,4	1,7	1,6	1,5	1,7	2,2	1,8
Фон I + K <sub>120</sub>	1,8	1,8	2,1	1,9	1,8	1,5	1,5	1,6	1,8	1,8	2,1	1,9
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	1,9	1,5	1,4	1,6	2,2	2,0	1,8	2,0	1,9	1,6	1,6	1,7
Фон II + K <sub>120</sub>	2,2	2,2	1,9	2,1	1,9	2,3	2,4	2,1	1,9	2,3	1,8	2,0
Фон II + K <sub>150</sub>	2,1	1,8	1,8	1,9	2,1	1,9	2,3	2,1	1,7	2,0	1,7	1,8
Фон II + K <sub>180</sub>	2,0	1,8	1,6	1,8	2,1	2,2	1,7	2,0	1,8	1,9	1,7	1,8
Контроль + Гумистим	1,9	2,5	1,9	2,1	2,1	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	2,1	2,0
Фон II + Гумистим	2,3	1,8	1,9	2,0	2,3	1,9	2,1	2,1	1,6	1,6	2,2	1,8
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	1,8	1,6	2,0	1,8	2,1	2,1	1,8	2,0	1,6	2,0	1,8	1,8
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	1,9	1,7	1,8	1,8	2,3	1,9	2,0	2,1	1,6	1,7	2,1	1,8
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	2,1	2,2	2,0	2,1	2,4	2,3	1,9	2,2	1,7	2,0	2,0	1,9
НСР <sub>05</sub>				0,31				0,33				0,37

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$ , Бк/кг

Вариант	Удельная активность. Бк/кг				Кратность снижения, раз
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	в среднем	
Контроль (без удобрений)	10	19	17	15	-
$\text{N}_{90}\text{P}_{60}$ - фон I	20	22	17	20	-
Фон I + $\text{K}_{60}$	9	14	12	12	1,42
Фон I + $\text{K}_{90}$	7	13	12	11	1,54
Фон I + $\text{K}_{120}$	12	12	10	11	1,54
$\text{N}_{120}\text{P}_{90}$ - фон II	17	26	20	21	-
Фон II + $\text{K}_{120}$	5	12	5	7	2,43
Фон II + $\text{K}_{150}$	4	9	8	7	2,43
Фон II + $\text{K}_{180}$	7	7	8	7	2,43
Контроль + Гумистим	12	13	14	13	1,31
Фон II + Гумистим	10	9	8	9	1,89
Фон II + $\text{K}_{120}$ + Гумистим	4	9	7	7	2,43
Фон II + $\text{K}_{150}$ + Гумистим	2	7	5	5	3,40
Фон II + $\text{K}_{180}$ + Гумистим	2	4	3	3	5,67
$\text{HCP}_{05}$	2	4	3		

Содержание и сбор белка с урожаем зерна ячменя в зависимости от  
применяемых средств химизации

Вариант	Содержание сырого белка, %				Сбор белка, т/га
	2016 г.	2017 г.	2018 г.	В среднем	
Контроль (без удобрений)	9,8	10,8	9,4	10,0	
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> - фон I	10,6	11,6	10,2	10,8	
Фон I + K <sub>60</sub>	11,4	11,6	10,6	11,2	
Фон I + K <sub>90</sub>	12,2	12,4	11,8	12,1	
Фон I + K <sub>120</sub>	12,6	12,4	12,4	12,5	
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> - фон II	12,6	12,6	12,4	12,5	
Фон II + K <sub>120</sub>	12,8	13,2	13,0	13,0	
Фон II + K <sub>150</sub>	13,0	13,6	13,2	13,3	
Фон II + K <sub>180</sub>	13,2	13,6	13,4	13,4	
Контроль + Гумистим	10,2	10,8	9,6	10,2	
Фон II + Гумистим	12,6	13,4	12,8	12,9	
Фон II + K <sub>120</sub> + Гумистим	13,0	13,5	13,3	13,3	
Фон II + K <sub>150</sub> + Гумистим	12,8	13,8	13,2	13,3	
Фон II + K <sub>180</sub> + Гумистим	13,4	13,8	13,2	13,5	
<b>НСР<sub>05</sub></b>	0,3	0,4	0,5		

Научное издание

Милютинa Елена Михайловна, Поцепай Светлана Николаевна,  
Анищенко Лидия Николаевна, Шаповалов Виктор Федорович

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ  
СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЯРОВЫХ  
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ В АГРОЦЕНОЗАХ**

Монография

ISBN 978-5-88517-335-3



Редактор Осипова Е.Н.

---

Подписано к печати 28.07.2022 г. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Усл. п. л. 13,82. Тираж 550 экз. Изд. № 7336.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ