

На правах рукописи

Милютина Елена Михайловна

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

Специальность 06.01.04-Агрохимия

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Брянск – 2021

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении «Брянский государственный аграрный университет» в 2018-2021 гг.

**Научный
Руководитель:**

Шаповалов Виктор Федорович,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ»

**Официальные
оппоненты:**

Прудников Петр Витальевич,
доктор сельскохозяйственных наук, директор ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский»

Мерзлая Генриэта Егоровна,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник группы агрохимии органических удобрений и органического земледелия федерального государственного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»

**Ведущая
Организация:**

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

Защита состоится «24» декабря 2021 года в «14» часов на заседании диссертационного совета Д 220.005.01 при ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ» по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, корпус 4, конференц-зал. E-mail: uchsovet@bgsha.com, факс: (80483) 24-721.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Брянский ГАУ» и на сайте организации по адресу <http://www.bgsha.com>.

Автореферат разослан «__» _____ 2021 и размещен на сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации: <http://vak.minobrnauki.gov.ru>

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор с.-х. наук

Дьяченко
Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность исследований. В современных условиях обеспечение продовольственной независимости государства требует увеличения производства товарных ресурсов продукции растениеводства, среди которой зерно занимает важнейшее место. Решение задач по увеличению товарных ресурсов зерна должно обеспечиваться за счет интенсификации растениеводческой отрасли, которая должна базироваться на внедрении современных высокопродуктивных сортов с учетом дифференцированного подхода к применению технологий возделывания зерновых культур на основе ресурсосбережения, экологизации агропроизводства и воспроизводства плодородия почв (Сычев, Минеев, 2011; Кирпичников и др., 2018).

В условиях Нечерноземной зоны РФ, характеризующейся благоприятными природными и экономическими условиями среди возделываемых зерновых культур важное место отводится овсу. Являясь одной из самых распространённых зерновых культур, возделываемых повсеместно, овёс в России занимает более 4,4 млн. га, а по своему сбору зерна он следует за пшеницей и ячменём (Козлова, 2015).

После глобальной техногенной аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению подверглись обширные территории юго-запада Нечерноземной зоны РФ. Исходя из этого важнейшей задачей сельхозпроизводителей является внедрение в практику сельскохозяйственного производства научно-обоснованных защитных мероприятий, обеспечивающих производство зерна, соответствующего действующему санитарно-гигиеническому нормативу по содержанию в нём долгоживущих радионуклидов, одним из которых является цезий-137 (Санжарова и др., 2016).

В сложившейся ситуации изучение вопросов, связанных с оптимизацией минерального питания овса в соответствии с ландшафтными экологическими особенностями территории с учётом реализации концепции биологизации земледелия на основе максимально возможного использования интенсификации с комплексным применением удобрений и биологически активных препаратов, повышающих биогенность ризосферы и филосферы актуально.

Степень разработанности темы. Разработка различных направлений биологизации растениеводства, позволяющих в значительной степени решению актуальных проблем интенсификации растениеводства обосновано в работах И.О. Митянина и др., 2011, М.М. Кизюля, 2020; Е.В. Справцевой и др., 2020, В.И. Сальникова, 2021 и др.

Ряд исследователей полагает, что стимулирование растительно-микробных сообществ является важнейшим фактором биологизации земледелия, а применение микробных препаратов, регуляторов роста растений наиболее простой, доступный и относительно недорогой способ регуляции растительно-микробных взаимоотношений (Завалин, 2005; Лукашов, Короткова, 2012; Мимонов и др., 2020).

Влиянию различных биологически активных препаратов (регуляторов роста растений) на продуктивность возделываемых сельскохозяйственных расте-

ний и растительно-микробных взаимоотношений посвящены работы Г.А. Карповой, 2008; А.Н. Левченковой, Т.И. Володиной, 2013; А.А. Алфера, 2017; Т.Л. Курносковой и др., 2020 и других учёных.

Цель и задачи исследований – оценить влияние минеральных удобрений и биопрепарата Альбит на урожайность и качество зерна овса на радиоактивно загрязнённой почве.

Поставленная цель определяется решением следующих задач:

- дать оценку действия систем удобрения в комплексе с биопрепаратом Альбит, эффективно влияющих на формирование высокой продуктивности зерна овса на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве;
- определить действие минеральных удобрений в комплексе с биопрепаратом Альбит на качественные показатели зерна овса;
- оценить эффективность влияния систем удобрения и биопрепарата Альбит на изменение размеров поступления ^{137}Cs в урожай зерна овса;
- рассчитать экономическую эффективность применения минеральных удобрений и биопрепарата Альбит при возделывании овса на радиоактивно-загрязненной почве;
- используя результаты исследований, разработать практические рекомендации для сельскохозяйственного производства по возделыванию овса на дерново-подзолистых радиоактивно-загрязненных почвах.

Научная новизна. Впервые на дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязненной почве юго-запада Нечерноземной зоны России проведено изучение действия различных доз минеральных удобрений отдельно и в сочетании с биопрепаратом Альбит на урожайность и качество зерна овса. Показано, что применяемые системы удобрения в комплексе с биопрепаратом Альбит способствовали повышению урожайности зерна овса, улучшали показатели качества товарной продукции, уменьшали размеры поступления ^{137}Cs в урожай зерна овса. С учетом величины урожайности при возделывании овса показано, что наиболее высокий эффект получен от применения минеральной системы $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{150}$ 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 исследований 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}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.

Методология и методы исследования. В основу методологии исследований положен принцип комплексного системного подхода при выборе цели,

задач составления программы и методов постановки полевых и лабораторных опытов с использованием биологического фактора на основе результатов анализа и оценки современных литературных источников российских и иностранных ученых. При проведении полевых и лабораторно-аналитических исследований руководствовались требованиями методики полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1985). Полученные экспериментальные данные в полевых опытах и лабораторно-аналитических исследованиях послужили основой экспериментальной части диссертационной работы.

Положения, выносимые на защиту:

1. Эффективность действия научно-обоснованного применения минеральных удобрений при различных дозах и сочетаниях с биопрепаратом Альбит на формирование урожая зерна овса на радиоактивно загрязнённой дерново-подзолистой супесчаной почве.
2. Закономерности влияния средств химизации на качественные показатели зерна овса и размеры поступления ^{137}Cs в урожай товарной продукции.
3. Оценка экономической эффективности комплексного применения минеральных удобрений и биопрепарата Альбит при возделывании овса в полевом севообороте на дерново-подзолистой почве в условиях радиоактивного загрязнения территории.

Степень достоверности. Достоверность результатов экспериментальных исследований подтверждается проведением многолетних полевых опытов, применением общепринятых в агрохимической службе общепринятых методик и ГОСТов, методов статистической обработки экспериментального материала, публикацией в открытой печати основных результатов диссертационной работы, апробацией итогов исследований на различных конференциях.

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

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

Объём и структура работы. Текст диссертационной работы выполнен на 140 страницах компьютерного текста. Диссертация включает введение, обзор литературных источников, методики исследований, экспериментальной части, выводов, рекомендаций производству и перспектив дальнейшей разработки темы, приложений. Библиографический список составляет 251 источник, из них

23 на иностранных языках. В диссертации приведено 18 таблиц, 14 рисунков, 21 приложение.

Благодарность. Автор выражает сердечную благодарность научному руководителю доктору сельскохозяйственных наук, профессору **Шаповалову Виктору Федоровичу**.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

В обзоре литературных источников представлены сведения о народно-хозяйственном значении овса. Рассмотрено влияние средств химизации на урожайность и качество зерна овса. Проведена оценка роли фиторегуляторов при производстве продукции растениеводства на современном уровне, проанализированы экологические аспекты применения средств химизации в земледелии. Проведён анализ экологических аспектов комплексного применения современных средств химизации, включая биологически активные вещества, регуляторы и стимуляторы роста растений. Рассмотрена роль средств химизации при производстве экологически безопасной продукции при радиоактивном загрязнении территорий.

Глава 2. Место, условия и методика проведения исследований

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

Агроклиматические ресурсы.

Анализ природно-климатических условий юго-запада Брянской области позволяет резюмировать, что агроклиматические условия типичны для формирования хорошей урожайности зерновых хлебов. Климат характеризуется как умеренно-континентальный со среднегодовой температурой воздуха, равной +6,6 °С. Продолжительность периода с температурой воздуха выше 0 °С, 5°С, 10 °С, 15°С составляет в среднем 235, 190, 145 и 88 дней соответственно. За период вегетации сумма эффективных температур составляет порядка 2200-2425 °С. В среднем за год выпадает атмосферных осадков 580-630 мм. За период вегетации выпадает в среднем не более 316 мм с максимумом в июле в пределах 80 мм.

Погодные условия в весенне-летний период вегетации в годы проведения исследований имели некоторое различие (рис. 1).

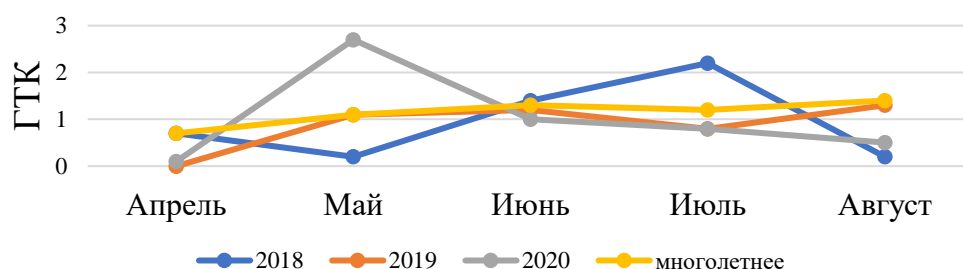


Рисунок 1 – Среднемесячное значение ГТК весенне-летнего периода за 2018-2020 гг.

Наиболее благоприятными для овса были 2019 и 2020 годы. Почва опытного поля – дерново-подзолистая, супесчаная сформировавшаяся на водноледниковых отложениях подстилаемых с глубины 2 м связным песком.

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

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль (без удобрений); 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.

Минеральные удобрения: аммиачная селитра (34,4% N), суперфосфат двойной гранулированный (48% P_2O_5), калий хлористый (56% K_2O) 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).

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений в полевом опыте в годы исследований проводили, руководствуясь методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989 г.), на всех вариантах опыта по двум несмежным повторностям.

Анализ почвенных образцов проводили по методикам, принятым в агрохимической службе в Центре коллективного пользования научным и приборным оборудованием Брянского ГАУ: содержание органического вещества (ГОСТ 23213-91); pH (ГОСТ 24483-84), содержание P_2O_5 и K_2O (ГОСТ 26207-84). Качество зерна анализировали стандартными методами (ГОСТ 13586.3-83); натуру зерна определяли по ГОСТ 10840-64; масса 1000 зёрен (ГОСТ 10842-89), зерновую влажность по ГОСТ 13586.5-93, общий азот (ГОСТ 13496.19-93),

сырой белок пересчётом $N_{\text{общ}} * 5,7$. Крахмал (ГОСТ 10845-98); плёнчатость (ГОСТ 10843-76); зола (ГОСТ РБ-1411-99). Определение $N-NO_3$ на приборе иономер И-130. Определение радионуклидов (ГОСТ 32161).

Удельную активность ^{137}Cs в зерне определяли на универсальном спектрометрическом комплексе «Гамма+». Установленная ошибка измерений не более 10%. 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.

Глава 3. Результаты исследований

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

Почвенно-климатические условия в наших исследованиях обеспечивают в среднем урожайность зерна овса на уровне 2,49 т/га (табл.1).

Таблица 1. Урожайность зерна овса в зависимости от применяемых удобрений и биопрепарата Альбит, т/га

Вариант		Уровень урожайности, т/га			Прибавка, т/га		Окупаемость удобрений прибавкой, кг/кг
		2018г.	2019г.	2020г.	к контролю	от Альбита	
1	Контроль (без удобрений)	2,14	2,59	2,75	-	-	-
2	$N_{60}P_{60}$	2,55	3,32	3,58	0,66	-	5,5
3	$N_{60}P_{60}K_{60}$	2,66	3,64	3,78	0,87	-	4,8
4	$N_{60}P_{60}K_{90}$	2,74	3,69	3,89	0,95	-	4,5
5	$N_{60}P_{60}K_{120}$	3,24	3,74	3,96	1,16	-	4,8
6	$N_{90}P_{90}$	2,85	3,78	3,94	1,03	-	5,7
7	$N_{90}P_{90}K_{90}$	3,41	3,86	4,16	1,32	-	4,9
8	$N_{90}P_{90}K_{120}$	3,85	3,81	3,97	1,39	-	4,6
9	$N_{90}P_{90}K_{150}$	4,24	3,73	3,89	1,46	-	4,4
10	Альбит	2,51	2,93	3,19	0,39	0,39	-
11	$N_{90}P_{90} + \text{Альбит}$	3,10	4,37	4,48	1,49	0,46	8,3
12	$N_{90}P_{90}K_{90} + \text{Альбит}$	3,69	4,63	4,92	1,92	0,60	7,1
13	$N_{90}P_{90}K_{120} + \text{Альбит}$	4,18	4,56	4,84	2,04	0,65	6,8
14	$N_{90}P_{90}K_{150} + \text{Альбит}$	4,61	4,36	4,80	2,10	0,64	6,4
	В среднем по опыту	3,25	3,79	3,99			

$НСР_{05}$, т/га 0,26 0,13 0,24

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. Самая высокая урожайность зерна в разрезе вариантов опыта отмечена в 2020 году, изменяясь от 2,75 до 4,92 т/га.

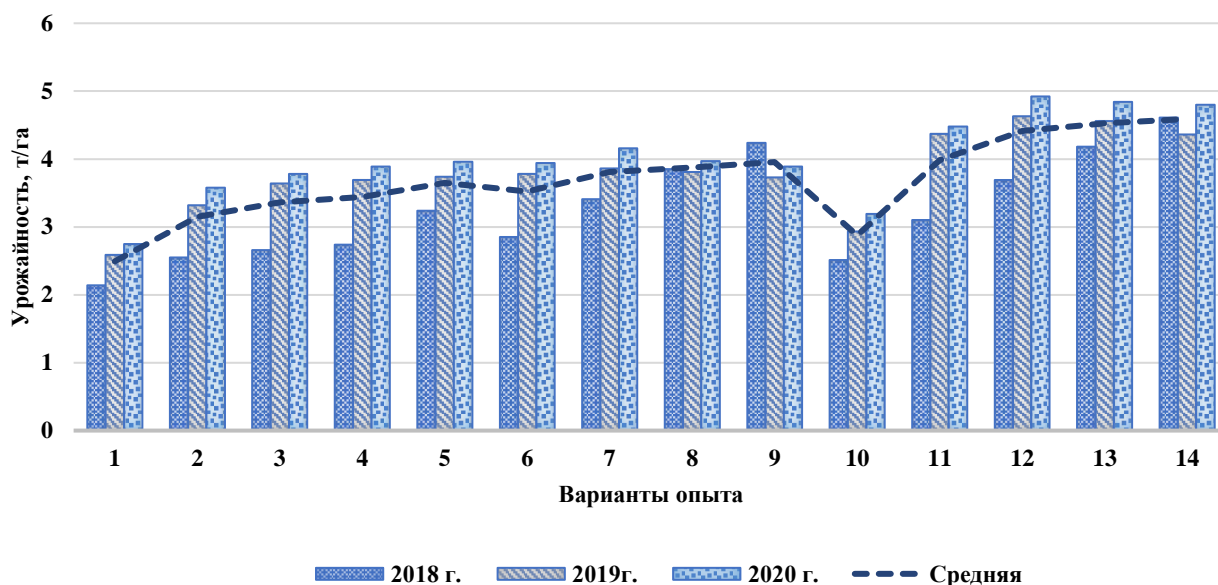


Рисунок 2 – Урожайность зерна овса по годам исследования

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

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.

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

Нашими исследованиями установлено, что относительное (%) содержание основных макроэлементов (азот, фосфор, калий) в урожае зерна овса изменялось в зависимости от изучаемых систем удобрения (табл. 2).

При внесении азотно-фосфорного удобрения в дозе $N_{60}P_{60}$ (фон I) и $N_{90}P_{90}$ (фон II) достоверно повышалось содержание азота, фосфора и калия в зерне овса в сравнении с контролем. Возрастающие дозы калия в составе азотно-фосфорного удобрения (фон I и фон II) также способствовали повышению содержания элементов питания в зерне овса относительно контроля. Некорневая обработка овса препаратом Альбит также способствовала повышению процентного содержания в урожае зерна макроэлементов относительно контроля, при среднем увеличении содержания азота в урожае зерна овса на 0,12%, калия на 0,17%, фосфора на 0,12%.

Таблица 2. Содержание и вынос элементов питания урожаем зерна овса (среднее за 2018-2020 гг.)

Вариант		Содержание, %			Вынос, кг/кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Контроль	1,74	0,50	0,61	43,4	12,5	14,9
2	$N_{60}P_{60}$ - фон I	1,86	0,56	0,67	58,1	17,6	21,2
3	Фон I+K ₆₀	2,03	0,61	0,74	68,3	20,5	25,2
4	Фон I+K ₉₀	2,09	0,65	0,79	72,0	22,9	27,3
5	Фон I+K ₁₂₀	2,12	0,71	0,83	77,3	26,7	30,4
6	$N_{90}P_{90}$ - фон II	1,96	0,58	0,72	69,4	20,5	25,6
7	Фон II+K ₉₀	2,09	0,67	0,81	79,7	24,7	31,1
8	Фон II +K ₁₂₀	2,17	0,65	0,85	84,1	25,2	32,8
9	Фон II +K ₁₅₀	2,24	0,69	0,89	88,5	27,2	35,3
10	Контроль+Альбит	1,86	0,62	0,78	53,5	18,5	22,5
11	Фон II+Альбит	2,04	0,67	0,83	81,3	26,9	33,1
12	Фон II+K ₉₀ +Альбит	2,26	0,79	0,88	99,9	35,1	39,2
13	Фон II +K ₁₂₀ +Альбит	2,32	0,82	0,91	105,4	37,2	41,3
14	Фон II +K ₁₅₀ +Альбит	2,42	0,87	0,93	111,0	40,0	42,9
НСР ₀₅		0,09	0,06	0,07	10,1	3,47	2,73

При комплексном применении удобрений и биопрепарата также отмечалось повышение содержания элементов питания как относительно контроля,

так и относительно вариантов без применения биопрепарата Альбит.

В среднем за три года исследований размеры выноса элементов питания определялись относительным (%) их содержанием в зерне овса и уровнем урожайности по изучаемым системам удобрения.

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 $N_{60}P_{60}$ (фон I) и $N_{90}P_{90}$ (фон II) повышало вынос азота в среднем на 14,7 – 26,0 кг/га, фосфора на 5,1 – 8,0 кг/га и калия на 6,0 – 10,4 кг/га. Внесение калийных удобрений в возрастающих дозах от 60 до 120 кг/га д.в. в составе $N_{60}P_{60}$ 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. Применение калийных удобрений в возрастающих дозах в составе азотно-фосфорного удобрения $N_{90}P_{90}$ 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.

Обработка растений биопрепаратом Альбит увеличивало размеры выноса азота в сравнении с контролем на 10,1 кг/га, фосфора на 6,0 кг/га и калия на 7,3 кг/га. При комплексном применении биопрепарата Альбит и удобрений различной степени насыщенности размеры выноса азота урожаем зерна овса относительно контроля возрастали 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.

3.3 Содержание и сбор сырого белка урожаем зерна в зависимости от применяемых средств химизации

Применение минеральных удобрений как при отдельном внесении, так и в комплексе с препаратом Альбит повышало содержание сырого белка в зерне овса (рис. 3). Содержание сырого белка в среднем за годы исследований по изучаемым системам удобрений изменялось от 10,2 до 13,6%.

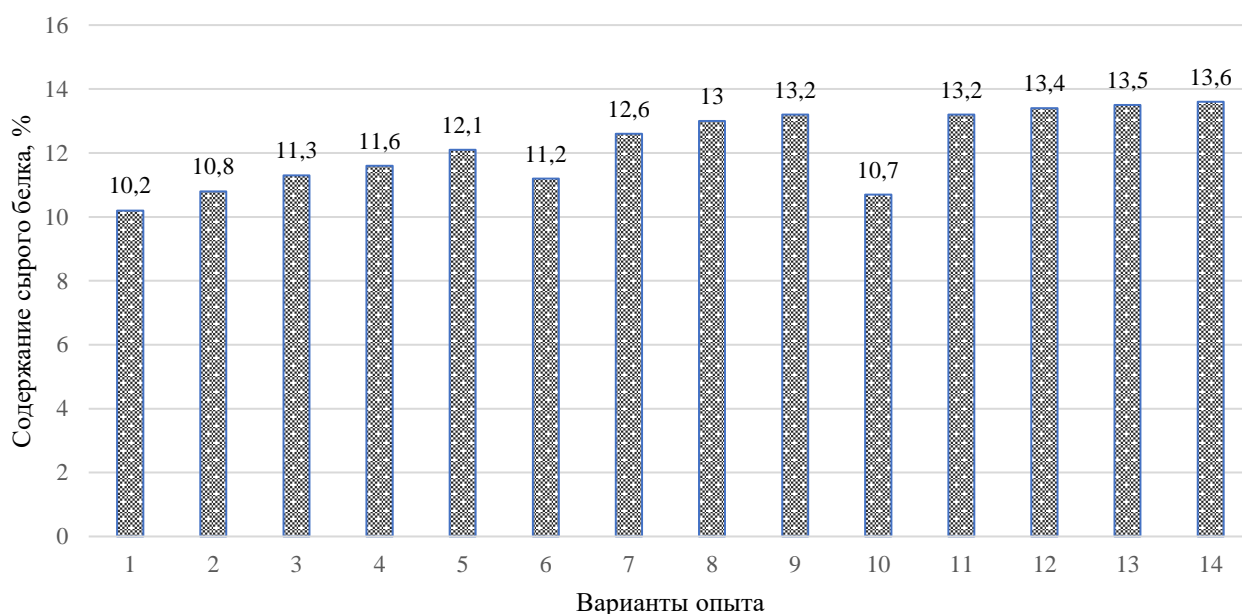


Рисунок 3 – Содержание сырого белка в зерне овса, % (2018-2020 гг)

От внекорневой обработки растений овса биопрепаратом Альбит содер-

жание сырого белка в зерне возрастало в сравнении с контролем в среднем на 0,5 %, а обработка им посевов овса на фоне применяемых систем удобрений способствовало повышению белковости зерна овса с 13,2 до 13,6%. Сбор сырого белка по изучаемым вариантам изменялся от 0,251 до 0,692 т/га, в том числе от 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.

3.4 Влияние средств химизации на аминокислотный состав зерна овса

Известно, что полноценность белков определяется в полной мере их аминокислотным составом, если в их составе имеются все восемь незаменимых аминокислот. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что под влиянием применяемых систем удобрений отмечено повышение общего содержания аминокислот в белковом комплексе зерна овса, в том числе и незаменимых (табл. 3). Применение биопрепарата Альбит в комплексе с минеральным удобрением $N_{90}P_{90}K_{150}$ повышало содержание всех аминокислот в зерне овса, в том числе и незаменимых.

Таблица 3. Аминокислотный состав зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации г/кг сухого вещества (2018-2020 гг.)

Аминокислоты	Вариант					
	Контроль	$N_{90}P_{90}$	$N_{90}P_{90}K_{90}$	$N_{90}P_{90}K_{12}$ 0	$N_{90}P_{90}K_{15}$ 0	$N_{90}P_{90}K_{150}$ +Альбит
<i>Незаменимые</i>						
Валин (Val)	0,590	0,640	0,700	0,81	0,83	0,842
Гистидин (His)	0,180	0,220	0,250	0,32	0,469	0,522
Метионин (Met)	0,260	0,310	0,340	0,33	0,37	0,386
Лейцин (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

Установлены некоторые различия в аминокислотном составе белкового комплекса зерна овса. Среди незаменимых аминокислот преимущество было установлено за лейцином и изолейцином (1,530-2,812 г/кг). Среди свободных аминокислот отмечено преобладание аргинина. Наибольшее количество всех аминокислот в белковом комплексе зерна было отмечено в варианте с применением минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{150}$ на фоне обработки биопрепаратом Альбит.

3. 5 Биохимический состав зерна овса в зависимости от применяемых средств химизации

При возделывании зерновых хлебов важное значение имеют такие показатели биохимического состава зерна, определяющие его качество как содержание клетчатки, золы, жира, углеводов, сахаров. Естественное плодородие дерново-подзолистой почвы при сопутствующих агроклиматических условиях территории позволяют получать зерно овса с содержанием сырой клетчатки, сырой золы, сырого жира, сахаров, крахмала соответственно: 15,1; 1,88; 3,57; 3,4; 52,6 % (табл 4).

Таблица 4. Биохимический состав зерна овса % (среднее за 2018-2020 гг.)

Вариант		Содержание, %				
		Сырая клетчатка	Сырая зола	Сырой жир	Сахар	Крахмал
1	Контроль (без удобрений)	15,10	1,88	3,57	3,4	52,6
2	$N_{60}P_{60}$ - фон I	14,27	2,00	3,67	3,6	53,4
3	Фон I+ K_{60}	13,74	2,06	3,74	3,8	53,7
4	Фон I+ K_{90}	13,85	2,17	3,84	3,9	54,0
5	Фон I+ K_{120}	13,84	2,30	3,86	4,2	54,1
6	$N_{90}P_{90}$ - фон II	13,65	2,44	3,92	4,0	53,7
7	Фон II+ K_{90}	14,19	2,59	3,95	4,4	54,2
8	Фон II + K_{120}	14,26	2,73	4,04	4,6	54,5
9	Фон II + K_{150}	14,32	2,83	4,08	4,8	54,6
10	Контроль+Альбит	14,97	1,93	3,83	3,6	53,6
11	Фон II+Альбит	13,67	2,51	4,08	4,3	53,9
12	Фон II+ K_{90} +Альбит	14,17	2,73	4,10	4,8	53,9
13	Фон II + K_{120} +Альбит	14,28	2,76	4,12	4,9	54,4
14	Фон II + K_{150} +Альбит	14,35	2,89	4,16	4,9	54,8
НСР ₀₅		0,72	0,33	0,17	0,21	0,88

При интенсификации средств химизации отмечалось снижение содержания клетчатки в зерне овса в сравнении с контролем. В среднем за годы исследований содержание в зерне овса по вариантам опыта изменялось в пределах 15,1 – 14,97%. В наших исследованиях содержание сырой золы в зерне овса в среднем повышалось под влиянием изучаемых систем удобрения. Биопрепарат Альбит как при отдельном применении, так и в комплексе с минеральными удобрениями способствовал повышению зольности зерна овса, при максималь-

ном значении 2,89% в варианте $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит.

В среднем за годы исследований содержание сырого жира по вариантам опыта изменялось от 3,57 до 4,16 %. Применяемые средства химизации и биопрепарат Альбит способствовали стабилизации содержания жира в зерне овса на уровне 4,08-4,016%.

Под влиянием минеральных удобрений различной степени насыщенности, включая применение биопрепарата Альбит наблюдалось увеличение содержания сахаров в зерне овса, составляя по вариантам опыта 3,4-4,9 %.

Установлено так же, что под влиянием изучаемых средств химизации содержание крахмала в зерне овса в среднем повышалось с 52,6 до 54,8%. При обработке посевов биопрепаратом Альбит содержание крахмала в зерне овса достоверно повышалось, достигая максимума при комплексном применении минеральных удобрений и биопрепарата Альбит.

3.6 Влияние применяемых средств химизации на изменение физических показателей качества зерна овса

Важное значение для переработки, хранения и перемещения зерна физические (технологические) показатели такие как натура, масса 1000 зёрен, выход крупы, плёнчатость, выравненность.

Следует отметить, что натура зерна, представленная объёмной массой 1 л зерна в граммах в среднем за годы исследования наибольшая натура была получена при применении минеральных удобрений на фоне обработки посевов биопрепаратом Альбит (табл. 5).

Таблица 5. Технологические свойства зерна овса (2018-2020 гг.)

Вариант		Натура, г/л	Масса 1000 зёрен, г	Выход крупы, %	Плёнчатость, %
1	Контроль (без удобрений)	472	38,4	55,70	28,6
2	$N_{60}P_{60}$ - фон I	478	39,3	56,97	27,4
3	Фон I+ K_{60}	481	39,7	57,49	27,3
4	Фон I+ K_{90}	483	40,3	58,35	26,9
5	Фон I+ K_{120}	485	40,8	58,77	26,7
6	$N_{90}P_{90}$ - фон II	481	39,6	57,36	26,7
7	Фон II+ K_{90}	483	40,4	58,17	26,7
8	Фон II + K_{120}	486	41,5	58,76	26,5
9	Фон II + K_{150}	488	41,6	59,15	26,3
10	Контроль+Альбит	473	40,4	56,23	27,3
11	Фон II+Альбит	488	40,6	57,88	26,6
12	Фон II+ K_{90} +Альбит	492	41,0	58,50	25,7
13	Фон II + K_{120} +Альбит	498	41,6	58,89	25,5
14	Фон II + K_{150} +Альбит	506	42,1	59,18	25,2
НСР ₀₅		2,43	0,79	0,78	0,39

Полученное на этих вариантах зерно с натурой, превышающей 490 г/л со-

ответствует третьему классу.

В среднем за годы исследований применяемые системы удобрения в последовательно возрастающих дозах как отдельно, так и в комплексе с биопрепаратом Альбит увеличивали массу 1000 зёрен овса. Наиболее высокая масса 1000 зёрен (42,1 т) была отмечена на варианте $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит.

Выход крупы в среднем за три года исследований по изучаемым системам удобрения варьировал 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 как тенденция.

В наших исследованиях 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.

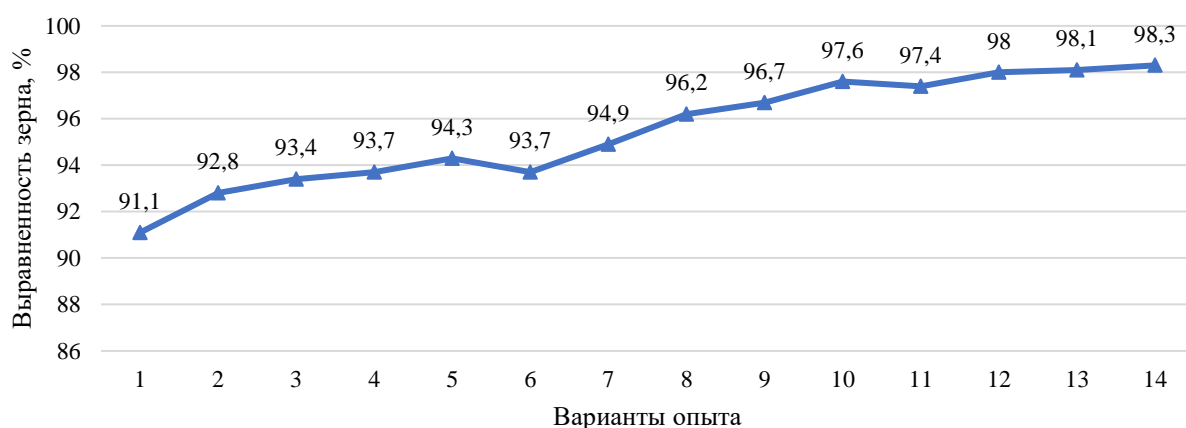


Рисунок 4 – Влияние удобрений и биопрепарата Альбит на выравненность зерна овса (среднее за 2018-2020 гг.)

Выравненность зерна овса в среднем в наших исследованиях варьировала в зависимости от уровня интенсификации применяемых средств химизации от 91,0 до 98,3% (рис. 4). Наиболее выравненное зерно овса в наших опытах формировалось при применении минеральных удобрений на фоне обработки посевов препаратом Альбит.

3.7 Содержание остаточных нитратов в зерне овса в зависимости от применяемых средств химизации

Применение азотных удобрений в нитратной форме в качестве основного источника питания растений азотом при определённых условиях (недостаточное освещение, пониженные температуры) может приводить к нежелательному накоплению неиспользованных в синтетических процессах нитратов в товарной продукции сельскохозяйственных культур, неблагоприятно сказываться на ее качестве. Известно, что достаточно хорошее снабжение растений в онтогенезе калием благоприятно влияет на активность нитратредуктазы, ускоряя синтез органических кислот и углеводов, что косвенно способствует вовлечению нитратов в синтез органических соединений в растения, включая белки.

В среднем за три года проведения опытов концентрация остаточных нитратов в зерне овса по вариантам опыта изменялась от 43 до 83 мг/кг (Рис. 5).

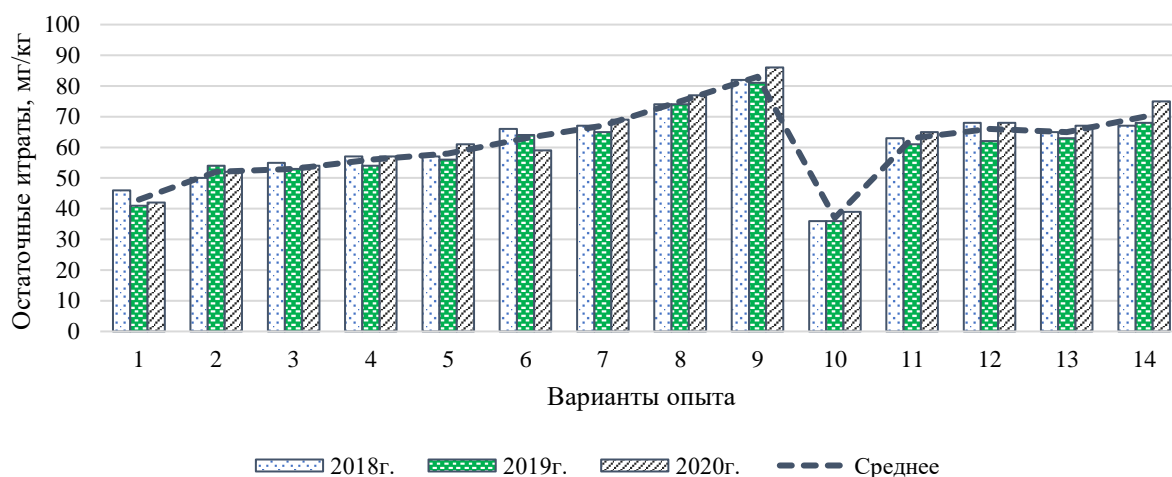


Рисунок 5 – Содержание остаточных нитратов в зерне овса (2018-2020 гг.)

Последовательно возрастающие дозы калия в составе $N_{60}P_{60}$ (фон I) и $N_{90}P_{90}$ (фон II) способствовали оптимизации минерального питания овса, что благоприятствовало нормализации протекания синтетических процессов в растениях овса в онтогенезе и наиболее полноценное использования нитратов в реакциях обмена и синтеза органических веществ (Козьмина и др. 2006). Самая высокая концентрация остаточных нитратов в зерне овса (83 мг/кг) отмечена при применении дозы минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$. Действие биопрепарата Альбит на изменение содержания нитратов в зерне в сторону их снижения обозначилось как тенденция.

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

Проведёнными исследованиями установлено, что применение минеральных удобрений как отдельно, так в комплексе с биопрепаратом Альбит уменьшало удельную активность ^{137}Cs в зерне овса относительно контрольного варианта (рис. 5)

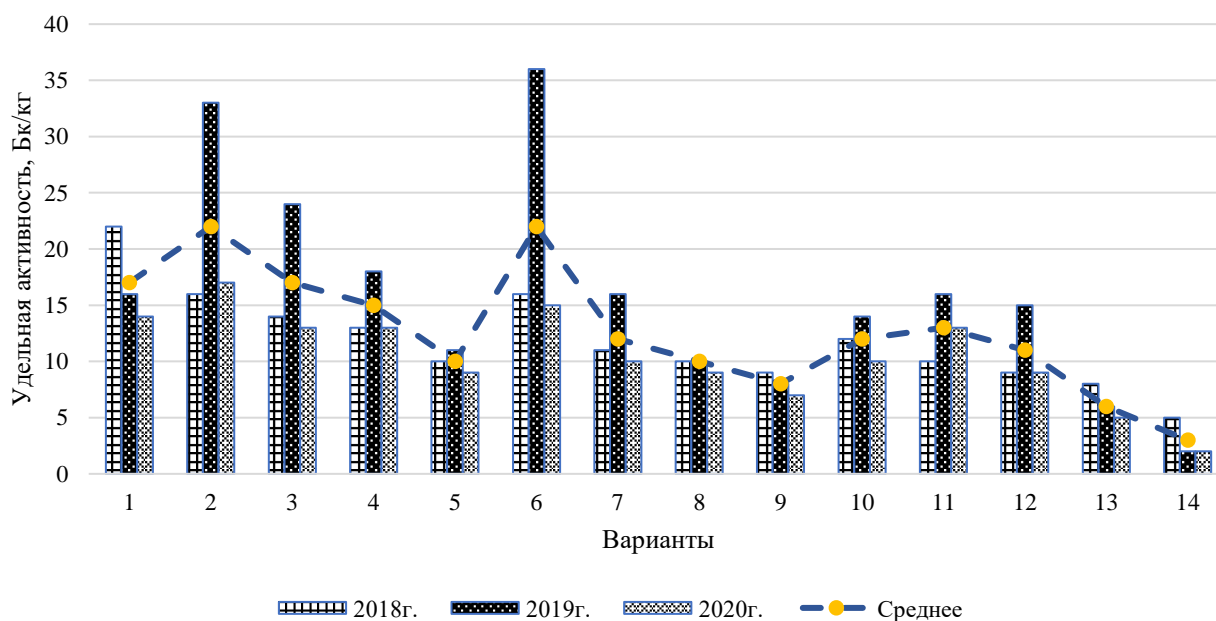


Рисунок 6 – Изменение удельной активности ^{137}Cs в зерне овса в зависимости от применяемых систем удобрений (2018-2020гг.)

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.

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 НРК с последовательно возрастающими дозами калия от 90 до 150 кг/ га д.в. способствовало уменьшению удельной активности ^{137}Cs в овсе соответственно в 1,5, 2,8 и 5,7 раза. То есть, с увеличением урожайности зерна под влиянием применяемых систем удобрения за счет эффекта биологического разбавления отмечено достоверное уменьшение удельной активности ^{137}Cs в урожае конечной продукции.

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

3.9 Действие систем удобрения на изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы

Изучение изменений показателей агрохимической характеристики почвы опытного участка по истечению одной ротации севооборота показало, что применяемые в наших исследованиях системы удобрения оказали определенное влияние на состояние показателей агрохимической характеристики почвы (табл. 6).

Таблица 6. Изменение основных агрохимических показателей почвы полевого севооборота под влиянием систем удобрения (2016-2020 гг.)

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

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

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

Таким образом, изучаемые системы удобрения оказали позитивное влияние на агрохимические показатели почвы опытного участка за ротацию севооборота.

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

Экономическую эффективность возделывания овса рассчитывали исходя из сложившихся затрат и стоимости полученной валовой продукции. Повышение уровня урожайности отмечается, как правило, снижением себестоимости единицы продукции, сокращением уровня затрат труда на единицу продукции и повышением рентабельности производства. Применяемые в опыте средства химизации повышали показатели экономической эффективности в сравнении с контролем, при одновременном снижении себестоимости единицы производимой продукции и повышением рентабельности производства.

В наших исследованиях наименьший показатель себестоимости 1 т зерна овса 6468,4 руб. получен в оптимальном по удобренности варианте $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит. При уровне урожайности зерна овса 4,59 т/га на оптимальном варианте $N_{90}P_{90}K_{150}$ + Альбит производственные затраты в расчете на 100 га посева составили 2969 тыс. руб., чистый доход достигал уровня 703 тыс. рублей, при рентабельности производства 123,7%.

Следовательно, при рыночном механизме хозяйствования при возделывании овса на радиоактивно загрязнённой дерново-подзолистой почве экономически эффективно применять полное минеральное удобрение $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биологическим препаратом Альбит из расчёта 50 мг/га в фазу вымётывания.

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 Скаун оказалось применение полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с регулятором роста Альбит. Прибавка урожайности относительно контрольного варианта в среднем составила 2,6 т/га, в том числе от препарата Альбит 0,72 т/га, при окупаемости 1 кг NPK прибавкой урожая 7,9 кг.

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

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

3. Относительное (%) содержание элементов питания в зерне овса в зависимости от влияния погодных условий в период вегетации и действия применяемых удобрений и биопрепарата Альбит в среднем за годы исследований изменялось: азота от 1,74 до 2,42 %, фосфора от 0,50 до 0,87%, калия от 0,61 до 0,93% и соответствовало оптимальным значениям для продовольственного зерна. Размеры выноса элементов питания урожаем зерна определялись их относительным (%) содержанием в зерне и уровнем урожайности зерна по изучаемым вариантам опыта, составляя в среднем: азота – 43,4-111,0 кг/га, фосфора – 12,5-40,0 кг/га, калия – 15,2-42,9 кг/га.

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

5. Применяемые системы удобрения как отдельно, так и совместно с регулятором роста Альбит изменяли физические показатели качества зерна овса. Натура зерна овса под влиянием изучаемых средств химизации увеличивалась в

среднем с 472 до 506 г/л, выход крупы изменялся по изучаемым системой удобрения варьируя в среднем в пределах 56,97-59,19%, применяемые системы удобрения способствовали снижению плёчатости овса зерна овса в среднем с 28,6 до 25,2%. Выравненность зерна в зависимости от уровня интенсификации применяемых средств химизации в среднем за годы исследований увеличивалась с 91,1 до 98,3%.

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

6. Применяемые системы удобрения способствовали увеличению концентрации остаточных нитратов в зерне овса, однако в среднем за годы исследований оно не превышало ПДК для зерна (93 мг/га). Наибольшая концентрация остаточных нитратов в зерне овса 83 мг/кг отмечена фоне применения минерального удобрения в дозе $N_{90}P_{90}K_{150}$, применение биопрепарата Альбит обозначило тенденцию к снижению концентрации остаточных нитратов в товарной продукции овса.

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

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

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

9. На дерново-подзолистой супесчаной радиоактивно загрязнённой почве при возделывании овса с экономической точки зрения наиболее оправдано применение полного минерального удобрения $N_{90}P_{90}K_{150}$ в комплексе с биопрепаратом Альбит при формировании урожайности зерна, превышающей уровень 4,5 т/га, обеспечивает уровень рентабельности производства 123,7%.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

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

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

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

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, определенных ВАК РФ

1. Дробышевская, Е.А. Влияние удобрений и биопрепарата альбит при выращивании овса на радиоактивно загрязненной почве / Дробышевская Е.А., **Милютин Е.М.**, Шаповалов В.Ф., Никифоров М.И., Талызин В.В. // Агрохимический вестник. 2017. № 3. С. 27-29.

2. **Милютин, Е.М.** Формирование продуктивности овса в условиях радиоактивного загрязнения дерново-подзолистой почвы / Милютин Е.М., Дробышевская Е.А., Шаповалов В.Ф., Нечаев М.М., Силаев А.Л. // Плодородие. 2019. № 4 (109). С. 59-62.

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

Публикации в иных изданиях

4. Дробышевская, Е.А. Эффективность комплексного применения средств химизации при возделывании овса в условиях радиоактивного загрязнения агроландшафтов / Дробышевская Е.А., **Милютин Е.М.**, Белоус Н.М., Кубышкин А.В., Шаповалов В.Ф. // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. материалы XV Международной научной конференции. 2018. С. 135-140.

5. Дробышевская, Е.А. Формирование продуктивности овса в условиях радиоактивного загрязнения почвы / Дробышевская Е.А., **Милютин Е.М.**, Шаповалов В.Ф., Кубышкин А.В. // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. материалы XVI Международной научной конференции. 2019. С. 139-145.

6. **Милютина, Е.М.** Продуктивность и качество овса в условиях радиоактивного загрязнения дерново-подзолистой почвы / Милютина Е.М., Дробышевская Е.А., Васькина Т.И., Прудникова О.А., Талызин В.В., Шаповалов В.Ф. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (73). С. 14-19.

7. **Милютина, Е.М.** Влияние удобрений и биопрепарата альбит на урожайность и качество зерна овса на радиоактивно загрязненной почве / Милютина Е.М., Прудникова О.А., Талызин В.В., Силаев А.Л., Шаповалов В.Ф. // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XVII Международной научной конференции. 2020. С. 127-133.

8. Шаповалов, В.Ф. Эффективность применения средств химизации при возделывании овса на радиоактивно загрязненной почве в отдаленный период после аварии на ЧАЭС / Шаповалов В.Ф., Белоус Н.М., Малявко Г.П., Харкевич Л.П., Силаев А.Л., **Милютина Е.М.**, Ситнов Д.М. // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 6 (82). С. 16-25.

9. **Милютина, Е.М.** Влияние удобрений и биопрепарата альбит на урожайность и качество зерна овса при возделывании в полевом севообороте на радиоактивно загрязненной почве / Милютина, Е.М. Дробышевская Е.А., Прудникова О.А., Поцепай С.Н., Мамеева В.Е., Шаповалов В.Ф. // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК. Материалы XVII Международной научной конференции. 2021. С. С. 134-143.

