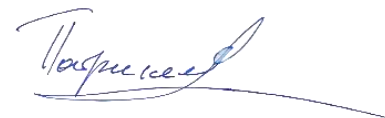


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ РОСТОВСКИЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

*На правах рукописи*



**Патрикеев Евгений Сергеевич**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ В  
АГРОТЕХНОЛОГИИ НУТА НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ  
ПИТАНИЯ В УСЛОВИЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений  
(биологические науки)

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
**кандидата** биологических наук

Рассвет – 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

**Научный  
руководитель:**

**Безуглова Ольга Степановна**, доктор биологических наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, кафедра почвоведения и оценки земельных ресурсов, профессор; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», главный научный сотрудник.

**Официальные  
оппоненты:**

**Грехова Ираида Владимировна**, доктор биологических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный аграрный университет Северного Зауралья», кафедра общей химии им. И.Д. Комиссарова, профессор;

**Титова Вера Ивановна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева», кафедра «Агрохимия и агроэкология», заведующая.

Защита диссертации состоится «4» декабря 2025 года в 16:00 на заседании диссертационного совета ЮФУ801.01.13 по биологическим наукам на базе Академии биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки 194/1, к. 712.

С диссертацией можно ознакомиться в Зональной научной библиотеке им. Ю.А. Жданова Южного федерального университета по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Р. Зорге, 21Ж и на сайте Южного федерального университета <https://hub.sfedu.ru/diss/show/1346215/>

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Отзыв на автореферат в 2-х экз. (с указанием даты, полностью ФИО, учёной степени со специальностью, звания, организации, подразделения, должности, адреса, телефона, e-mail), заверенный печатью организации, просим направлять по адресу: 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 194/1, к. 707, ученому секретарю диссертационного совета ЮФУ801.01.13 Бурачевской М.В., а также в формате .pdf на e-mail: [mburachevskaya@sfedu.ru](mailto:mburachevskaya@sfedu.ru).

Ученый секретарь  
диссертационного совета, к.б.н.



Бурачевская Марина Викторовна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** Донской регион является одним из ведущих производителей сельскохозяйственной продукции, главным образом зерновых культур. Однако сложная геополитическая ситуация и давление санкций привели к снижению экспорта, что в свою очередь негативно отразилось на ценовой политике внутри страны и привело к снижению рентабельности. В связи с этим произошло переориентирование на страны Азии и резко возрос спрос на бобовые культуры.

В Ростовской области зернобобовыми культурами занято не более 5% посевных площадей, что составляет около 150 тыс. га. Тем не менее в масштабах России регион входит в топ-5 по размеру посевных площадей и валовым сборам нута. Несмотря на такие преимущества нута как засухоустойчивость и высокая пищевая ценность, он не получает широкое распространение по сравнению с горохом, главным сдерживающим фактором является система защиты от сорных растений, вредителей и болезней. При использовании пестицидов высок риск проявления признаков фитотоксичности и угнетения растений, поэтому необходимы препараты, которые снимут с растений стрессовую нагрузку. В целях снижения негативного влияния средств химической защиты могут быть использованы микробиологические удобрения, регуляторы роста и физиологически активные соединения, к которым относятся и гуминовые вещества.

**Состояние разработанности проблемы.** В настоящее время в связи с усилением засушливости климата расширение посевных площадей нута приобретает особую актуальность и привлекает внимание исследователей. В Ростовской области на долю зернобобовых приходится не более 5% посевных площадей, так как несмотря на все преимущества этой засухоустойчивой бобовой культуры, возделывать нут сложно, высок риск фитотоксичности при использовании пестицидов (Енкина, 1975; Mahoney, 1984; Голев, 1998; Балашов, 2001; Германцева, 2005; Попова, 2009; Тедеева, 2014; Радевич, 2015; Гринько, 2016; Мамиев, 2018; Полиенко, 2020).

В целях снижения негативного влияния средств химической защиты могут быть использованы гуминовые препараты, которые являются стимуляторами физиологических процессов и адаптогенами (Phoung, 1976; Бобырь, 1992; Igarashi, 2006; Nardi, 2007; Šmejkalová, 2008; Безуглова, 2009; Грехова, 2015). Стимулирующее действие гуминовых соединений проявляется в усилении поглотительной функции корневой системы, что оказывает влияние на корнеобитаемый слой (Muscolo, 1998; Quaggiotti, 2004; Canellas, 2008; Trevisan, 2010; Lombardo, 2012; Mora, 2012). Однако этот аспект в отношении нута оставался не изученным, что и побудило автора начать исследования.

**Цель исследований** оценить влияние гуминовых препаратов на свойства почвы и урожайность нута при возделывании на различных уровнях минерального питания.

Для реализации поставленной цели решали следующие **задачи**:

1) провести мониторинг почвенного плодородия (динамика элементов питания, гумуса, микробиологической активности) под посевами нута сорта Донплаза при использовании гуминовых препаратов на различных фонах питания;

2) определить влияние гуминовых препаратов на урожайность нута сорта Донплаза;

3) дать экономическую оценку эффективности применения гуминовых препаратов.

**Научная новизна.** Проведено комплексное исследование влияния гуминовых препаратов на почву при выращивании нута Донплаза на различных уровнях питания в условиях Ростовской области, установлено, что обработка гуминовыми препаратами в период вегетации оказывает стимулирующее действие на различные группы микроорганизмов в ризосфере почвы, и, как следствие, увеличивается содержание иона аммония.

**Теоретическая значимость** обусловлена тем, что на данный момент не существует достаточно четкой комплексной оценки применения гуминовых препаратов в агротехнологии нута Донплаза в условиях черноземов обыкновенных Ростовской области. Показано, что гуминовые препараты при обработке в период вегетации оказывают прямое стимулирующее действие на растения и косвенное – опосредованно через ризосферные микроорганизмы – на почву.

**Практическая значимость** состоит в том, что определена биологическая и экономическая эффективность гуминовых препаратов в повышении плодородия почвы и урожайности нута, даны практические рекомендации.

#### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Применение гуминовых препаратов в период вегетации нута на фоне средств химической защиты оказывает стимулирующее и адаптогенное влияние на ризосферные микроорганизмы, которое выражается в увеличении численности их различных групп.

2. Применение гуминовых препаратов в период вегетации нута способствует повышению урожайности за счет стимулирования растений и усиленного поглощения фосфора; повышение активности микроорганизмов ризосферной зоны способствует увеличению содержания аммонийного азота в черноземе обыкновенном карбонатном.

**Степень достоверности.** Достоверность полученных результатов обусловлена соблюдением методологии проведения полевых экспериментов и лабораторных исследований, принятых в почвоведении, агрохимии и земледелии. Полевой опыт проводился в течение трех лет – 2022–2024 гг. Полученные результаты анализировали с применением методов математической статистики, в том числе факторный анализ и метод главных компонент, в программах MS EXCEL и Statistica 12.

**Соответствие паспорту специальности.** Диссертация соответствует паспорту специальности в пунктах: 1.1. Агрохимическая оценка влияния различных видов, форм и доз удобрений, содержащих макро- и микроэлементы, на урожайность, качество сельскохозяйственных культур и плодородие почв; 1.2. Реакция видов и сортов культурных растений на различные дозы и сочетания

различных удобрений; 1.7. Комплексное применение удобрений, химических и биологических средств интенсификации земледелия.

**Методология и методы исследований.** При выполнении работы использовались общепринятые агрохимические и микробиологические методы исследований.

**Апробация исследований.** Материалы исследований были доложены на Всероссийских (с международным участием) научно-практических конференциях молодых ученых АПК «Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика» в п. Рассвет (12–15 мая 2020 г., 19-20 мая 2022 г., 18 – 19 мая 2023 г.); Международной научной конференции XXIV Докучаевские молодежные чтения «Почвоведение в цифровом обществе», посвященной 175-летию со дня рождения В.В. Докучаева и Году науки и технологий в России, 1–3 марта 2021 г., Санкт-Петербург; Всероссийской конференции «Актуальные вопросы развития ветеринарной отрасли в животноводстве: теория и практика», 18 октября 2023 г., г. Новочеркасск; IV Международной научно-практической конференции «Обеспечение устойчивого развития в контексте сельского хозяйства, энергетики, экологии и науки о Земле», 12 марта 2024 г. Смоленск.

**Публикации.** По теме диссертации опубликована 21 работа, в том числе 4 в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России (К1, К2), 4 – в рецензируемых изданиях, входящих в БД Scopus, WoS.

**Структура и объем диссертации.** Объем диссертационной работы 118 страниц компьютерного набора, включающих введение, три главы, выводы, 8 таблиц и 27 рисунков, список литературы из 186 работ, в том числе 31 на английском языке, 4 приложения.

**Финансовая поддержка работы.** Работа выполнена в рамках государственного задания FNFZ-2022-0001 «Разработать современные технологии применения усовершенствованного ассортимента химических средств защиты сельскохозяйственных культур и биопрепаратов гуминовой природы, обеспечивающих высокую продуктивность агроценозов в Ростовской области», а также при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (№ FENW-2024-0001), и Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030") на оборудовании ЦКП «Биоинженерия почв» (Минобрнауки РФ, соглашение № 075-15-2025-667).

**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю, гл.н.с. отдела биологического земледелия и защиты растений ФГБНУ ФРАНЦ, д.б.н., профессору Безугловой О.С. за научно-методическое руководство и помощь в выполнении диссертации, в.н.с. лаборатории защиты растений к.б.н. Полиенко Е.А. за ценные советы и вдохновение, сотрудникам лаборатории биологического земледелия в.н.с., к.б.н. Горовцову А.В. и в.н.с., к.б.н. Лыхману В.А., всем сотрудникам лаборатории агрохимических исследований за помощь в работе и ценные советы, а также директору ФГБНУ ФРАНЦ, академику РАН Клименко А.И., зам. директора по научной работе, к.с.-х.н. Гринько А.В., ученому секретарю, к.с.-х.н. Целуйко О.А. за всестороннюю поддержку.

# ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

## Глава 1. Обзор литературы

Дан анализ литературы об особенностях возделывания нута, целесообразности применения средств химической защиты от сорных растений и болезней, по эффективности применения минеральных удобрений в повышении продуктивности нута, а также применения гуминовых удобрений и препаратов в биологическом земледелии.

## Глава 2. Объекты и методы исследований

Для изучения эффективности гуминовых препаратов в агротехнологии нута на различных уровнях питания в условиях Ростовской области на территории производственного стационара был заложен полевой эксперимент.

Объект исследования – чернозем миграционно-сегрегационный (обыкновенный карбонатный) мощный малогумусный тяжелосуглинистый на лессовидной легкой глине, содержание элементов питания (мг/кг):  $\sum N 7,0 \pm 0,2$ ;  $P_2O_5 24,3 \pm 2,3$ ;  $K_2O 323,3 \pm 3,5$ ; гумуса  $3,8 \pm 0,03$  %.

Использовали гуминовые препараты: ВЮ-Дон10 (получен щелочной экстракцией из вермикомпоста на основе навоза: конского и КРС, органическое вещество 10 г/л) и органоминеральное удобрений «Гумат калия жидкий торфяной» (получен щелочной экстракцией из торфа с добавлением хелатов микроэлементов, органическое вещество 52 г/л).

Исследования проводились на нуте, сорт Донплаза (оригинатор ФГБНУ ДЗНИИСХ и ООО «Научно-производственная фирма Селекционер Дона»).

Схема опыта включает фактор А – фон минерального питания (1. Контроль без удобрений. 2. Средний фон – N40P40K40 3. Высокий фон – N80P80K80). Фактор Б – применение гуминовых препаратов (1. Гуминовый препарат ВЮ-Дон10 2. Органоминеральное удобрение «Гумат калия жидкий торфяной»). Минеральные удобрения вносили перед посевом сеялкой СС-11, гуминовые препараты использовали фолиарно в фазу бутонизации после обработки пестицидами. Для защиты нута были выбраны современные химические препараты: Синклер, СК (0,6 л/т), Лазурит, СП (1 кг/га), Оптима, КЭ (0,5 л/га), Амплиго, МКС (0,2 л/га). На опытном участке применялась агротехника возделывания нута, рекомендованная для Приазовской зоны Ростовской области. Предшественник – озимая пшеница.

Эффективность гуминовых препаратов оценивалась по влиянию на содержание подвижных элементов питания, гумуса, биологическую активность почвы, а также на величину урожайности. Проведена оценка экономической эффективности применения гуминовых препаратов.

Статистическая обработка полученных результатов проведена в программе Microsoft Excel с помощью пакета анализа данных, анализ методом главных компонент выполнен с помощью программы Statistica 12.

## Глава 3. Результаты исследований и обсуждение

### 3.1 Погодные условия проведения полевых исследований

В период вегетации нута в различные годы исследований погодные условия складывались с существенными отклонениями от среднего многолетнего значения. В 2021 году гидротермический коэффициент (ГТК) составил 0,9, сумма осадков за период апрель-июль превышала среднемесячные значения от 7,4 до 24,7 мм (табл.1).

Таблица 1 – Метеорологические условия в период вегетации нута, 2021–2023 гг.

Показатель	апрель	май	июнь	июль	апрель-июль
<b>ср. многолетнее</b>					
Сумма активных температур, °С	318	545,6	684	762,6	2310,2
Сумма осадков, мм	34,7	43,7	35,6	32,8	146,8
ГТК	1,1	0,8	0,5	0,4	<b>0,6</b>
<b>2021</b>					
Сумма активных температур, °С	291	548,7	648	806	2293,7
Сумма осадков, мм	59,4	52,0	51,2	40,2	202,8
ГТК	2,0	0,9	0,8	0,5	<b>0,9</b>
<b>2022</b>					
Сумма активных температур, °С	371	452,6	693	731,6	2248,2
Сумма осадков, мм	10,8	18,0	0,8	27,2	56,8
ГТК	0,3	0,4	0,0	0,4	<b>0,3</b>
<b>2023</b>					
Сумма активных температур, °С	324	537,4	679	759,1	2299,5
Сумма осадков, мм	84,2	84,4	32,8	52,4	253,8
ГТК	2,6	1,6	0,5	0,7	<b>1,1</b>
<b>2021–2023</b>					
Сумма активных температур, °С	328,7	512,9	673,3	765,6	2280,5
Сумма осадков, мм	51,5	51,5	28,3	39,9	171,1
ГТК	1,6	1,0	0,4	0,5	<b>0,8</b>

В 2022 году, наоборот, сложились очень засушливые условия, ГТК за период вегетации составил 0,3, сумма осадков была почти в 2,5 раза меньше среднего многолетнего значения. В 2023 году сложились оптимальные по увлажнению условия: ГТК за период от всходов до полной спелости составил 1,1, однако весенний период характеризовался аномальным количеством осадков, сумма за апрель-май превышала среднемноголетнее значение в 2,2 раза.

Распределение осадков по декадам также носит крайне неравномерный характер за весь период наблюдений. Однако если сравнить средние значения за 2021–2023 гг. со средними многолетними, то по количеству осадков отклонение составляет не более 20%, а температурному режиму не более 2%.

### 3.2 Влияние гуминовых препаратов на динамику элементов питания

Почвенная влага оказывает влияние на динамику содержания элементов питания в почве, особенно минерального азота, так как его нитратные и

аммонийные формы очень подвижны. Неравномерность выпадения осадков оказала существенное влияние на их содержание в разные годы исследования. Под основную обработку по фонам было внесено 40 и 80 кг N на 1 га, в фазу бутонизации (по шкале ВВСН 55-59) содержание минерального азота в 2021–2022 гг. оценивалось на контроле как очень низкое (9,2–10,7 мг/кг), на среднем фоне (N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>) – низкое (20,7–25,4 мг/кг), а на высоком фоне (N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>) – среднее (35,0–48,6 мг/кг). В условиях обильных весенних осадков 2023 года на всех уровнях питания наблюдается низкое содержание аммонийного азота: 2,2–7,2 мг/кг на контроле, 4,4–6,0 мг/кг на среднем и 4,5–8,8 мг/кг на высоком (рисунок 1).

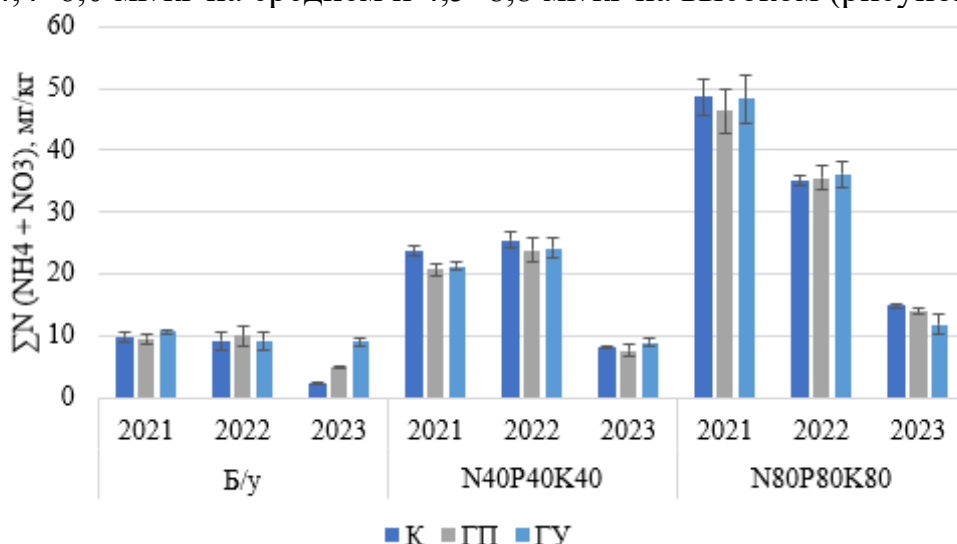


Рисунок 1 – Содержание минерального азота (N-NH<sub>4</sub> + N-NO<sub>3</sub>) в фазу бутонизации нута в разные годы исследования

Проведен анализ динамики содержания иона аммония по годам исследования, установлено, что на контроле без внесения удобрений к фазе формирования 10–20 % бобов (ВВСН 71–72) при низкой обеспеченности минеральным азотом, количество аммонийного азота возрастает на 30–70% от исходного (рисунок 2). Это связано с биологическими особенностями бобовых культур, способных к симбиотическому связыванию атмосферного азота в аммиачную форму. При осмотре клубеньков установлено, что они обладают характерной розовой окраской, что говорит об их активности. Самые мощные клубеньковые образования были на вариантах без внесения минеральных удобрений, а с повышением уровня питания их количество уменьшалось, что вполне согласуется с литературными данными, свидетельствующими, что при большом количестве доступного азота их активность подавляется.

С использованием гуминовых препаратов содержание N-NH<sub>4</sub> увеличивается на 10,1–45,0 % в 2021 г., на 14,0–19,1 % в 2022 г. и на 20,3–23,7 % в 2023 г. относительно контроля. При этом наибольшее значение соответствует варианту с препаратом ВЮ-Дон10.

На среднем уровне питания в фазу плодообразования обеспеченность подвижными формами азота в условиях 2021 года снижается на 39 %, в условиях более сухого 2022 года – на 7,6 % относительно исходного, что связано с его поглощением в период вегетации.

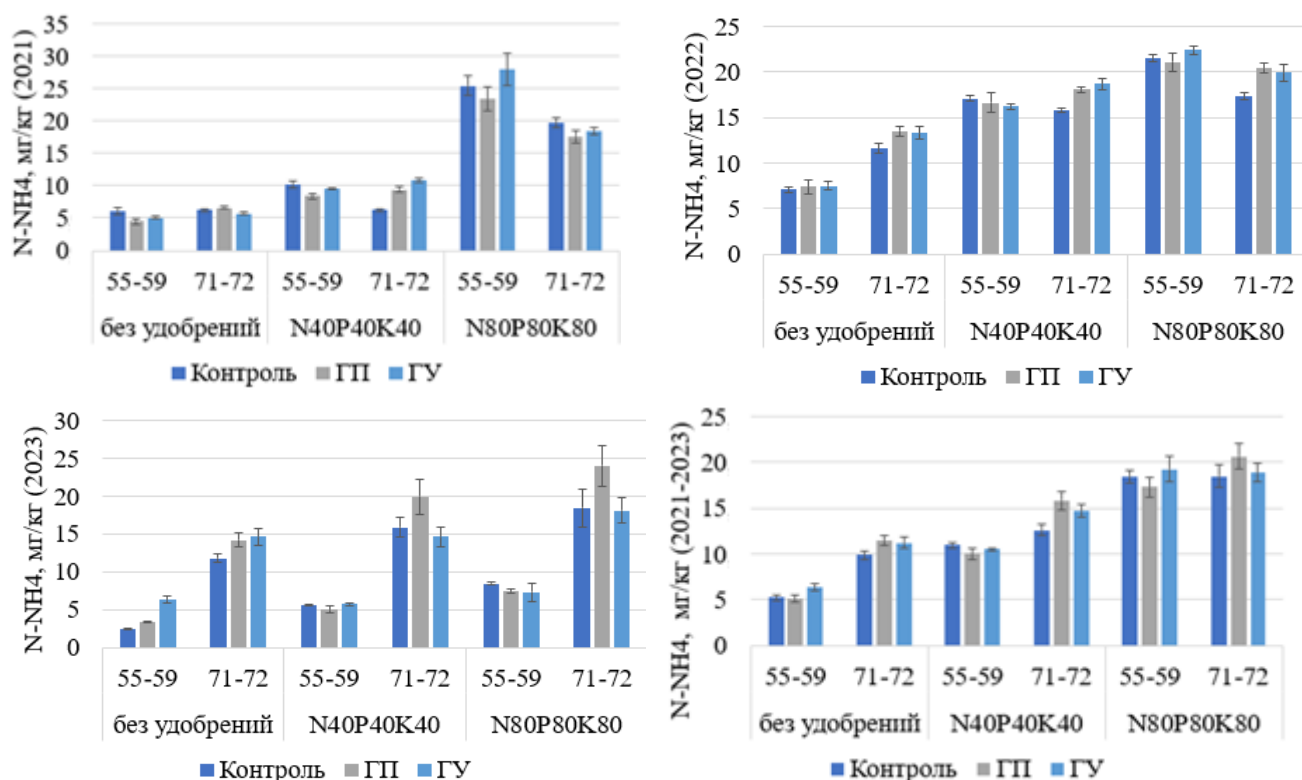


Рисунок 2 – Динамика аммонийного азота ( $N-NH_4$ ) в слое почвы 0–20 см по вариантам опыта, 2021–2023 гг. (по шкале ВВСН 55–59 – фаза бутонизации, 71–72 – фаза формирования бобов)

В 2023 году к фазе формирования бобов при уменьшении количества осадков и наступлении высоких температур меняется водный режим почвы, капиллярная влага движется вверх по профилю, подтягивая аммонийный азот, его содержание увеличивается на 180 % к исходному и составляет 15,8 мг/кг. При использовании препарата ВЮ-Дон10 его количество повышается до 19,9 мг/кг, а с использованием гумата калия, наоборот, снижается до 14,6 мг/кг. Аналогичная ситуация складывается и на высоком фоне: снижение на 19,5–22%. Но на вариантах с гуминовыми препаратами содержание аммонийного азота в 2021 г. ниже контрольного на 2,7–11,3 %, а в 2022 г. – выше 8,4–16,2 %.

При расчете среднего значения за весь период исследования, установлено, что применение гуминового препарата ВЮ-Дон10 оказывает положительное влияние на динамику аммиачной формы азота: на контроле без удобрений его содержание увеличивается на 124 %, на среднем фоне – на 58 %, на высоком фоне – на 19 %.

Изучение динамики нитрат-иона в период вегетации нута показало существенное влияние минерального удобрения (рисунок 3). Если на контрольном варианте без удобрений его содержание составляло до 1,2–3,4 мг/кг, то при внесении  $N_{40}P_{40}K_{40}$  повысилось до 8,7 мг/кг, а при внесении  $N_{80}P_{80}K_{80}$  – до 15,4 мг/кг, однако эти значения находятся в пределах низкой обеспеченности. Общая тенденция такова, что на всех фонах наблюдается отрицательная динамика, на контроле без удобрений небольшой рост, но в пределах ошибки опыта, на гуматах, наоборот, снижение до 50 % к исходному, на среднем фоне – снижение на 29–35%, на высоком фоне – до 51%.

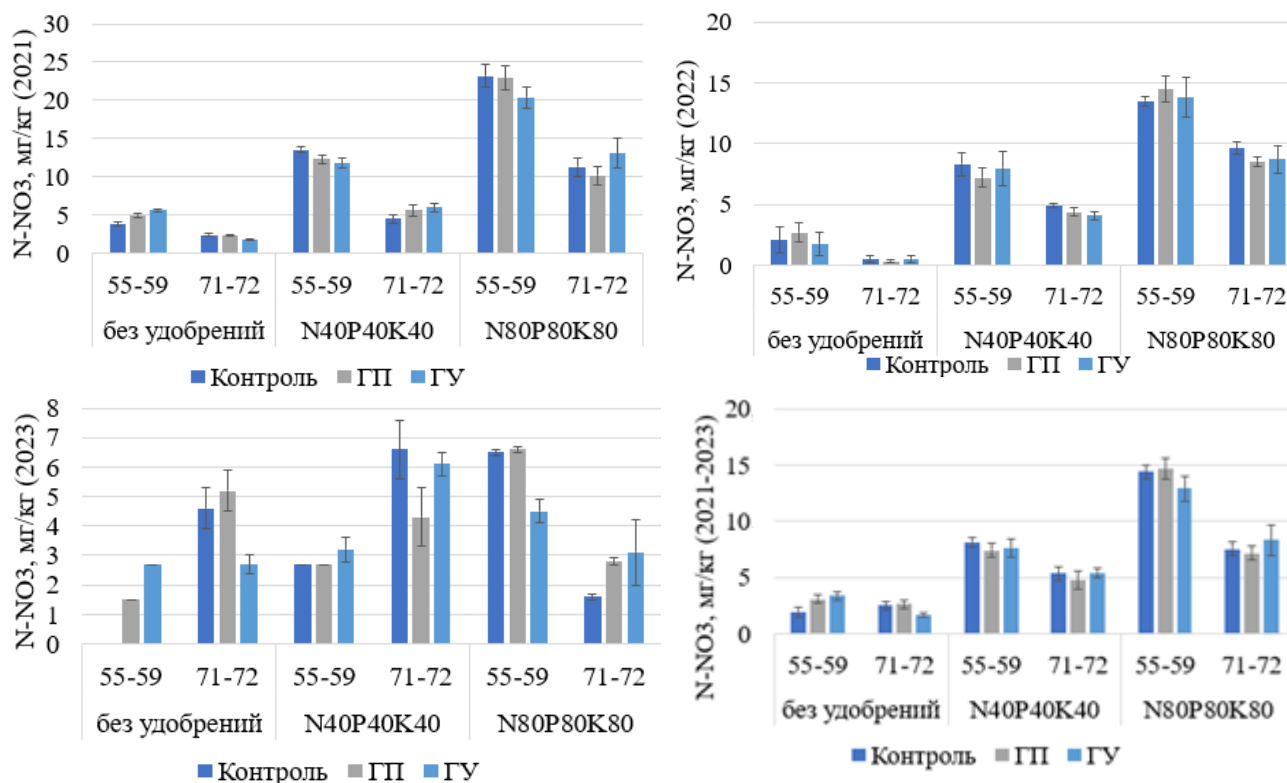


Рисунок 3 – Динамика нитратного азота ( $N-NO_3$ ) в слое почвы 0–20 см по вариантам опыта, 2021–2023 гг. (по шкале ВВСН 55–59 – фаза бутонизации, 71–72 – фаза формирования бобов)

Обеспеченность почвы подвижным фосфором оценивается как средняя – 23,0 мг/кг. При внесении азофоски в дозе  $N_{40}P_{40}K_{40}$  его содержание возрастает до 42,3 мг/кг и оценивается как повышенное, а при внесении минерального удобрения в дозе  $N_{80}P_{80}K_{80}$  возрастает до 65,0 мг/кг и оценивается как высокое (рисунок 4).

Необходимо отметить, что при различном увлажнении на контроле (без удобрений) динамика отличается. В год оптимального увлажнения к фазе формирования плодов содержание подвижных форм фосфора увеличивается до 29,5 мг/кг (на границе перехода в группировку повышенной обеспеченности), при использовании гуматов его значение увеличивается до 30,7–30,9 мг/кг.

В условиях засушливого года наблюдается, наоборот, снижение: на контроле до 14,0 мг/кг, а при использовании гуматов до 15,9–17,4 мг/кг. А в условиях хорошего увлажнения на контроле к фазе формирования плодов содержание подвижных фосфатов увеличивается до 36,9 мг/кг, а при использовании гуматов, наоборот, снижается, на варианте с гуматом натрия до 30,6 мг/кг, а на гумате калия – 24,9 мг/кг.

При рассмотрении динамики за три года определяется общая тенденция снижения содержания подвижных фосфатов, что обусловлено стимулирующим характером действия гуматов на растение, они активизируют биохимические процессы внутри клетки растения, это вызывает усиленное поглощение необходимых элементов.

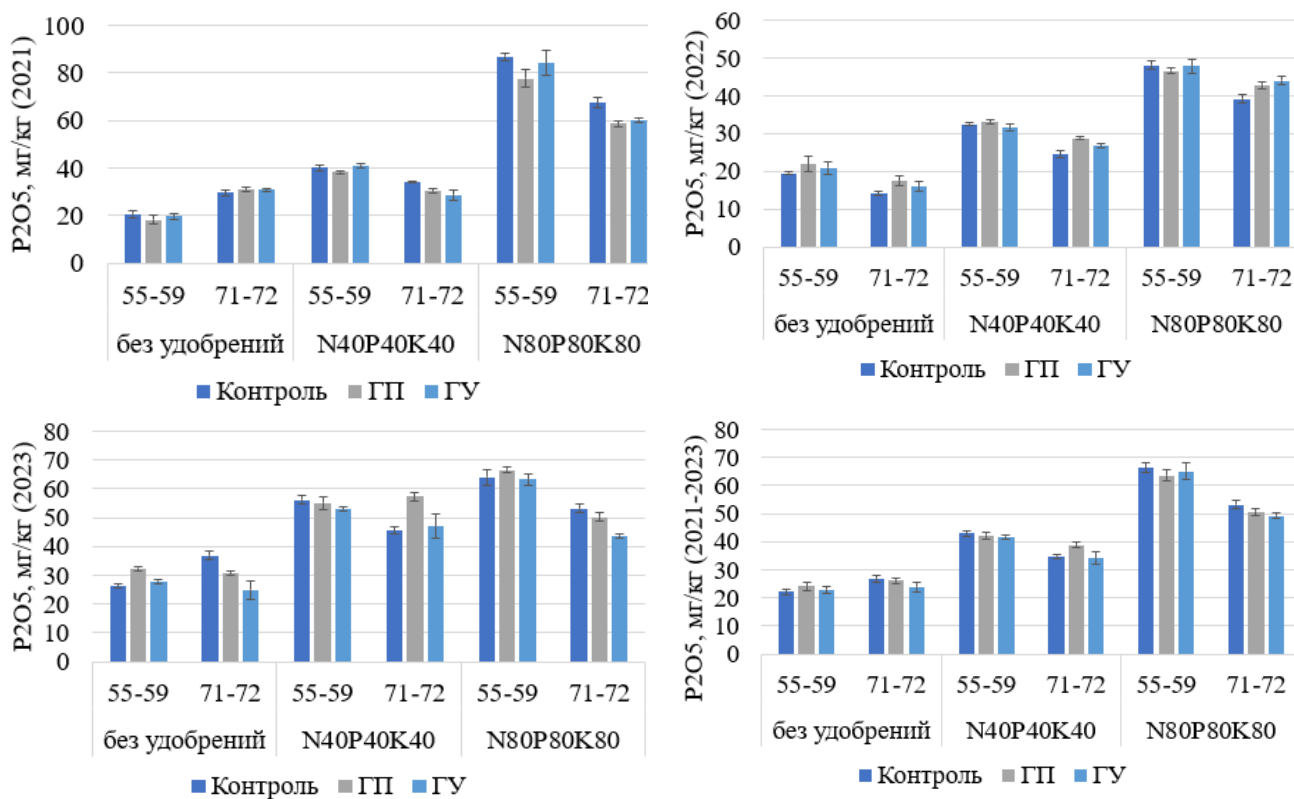


Рисунок 4 – Динамика подвижного фосфора в слое почвы 0–20 см по вариантам опыта, 2021–2023 (по шкале ВВСН 55-59 – фаза бутонизации, 71-72 – фаза формирования бобов)

Нут – культура, требовательная к фосфорно-калийным удобрениям, и в условиях нехватки данного макроэлемента создает условия для извлечения его из почвы. Черноземы обыкновенные карбонатные достаточно богаты фосфором (по валовому содержанию), но для растений он находится в малодоступном состоянии. При внесении минеральных удобрений обеспеченность подвижным фосфором увеличивается за счет фосфора удобрений, однако существенная часть этого фосфора связывается в недоступное состояние за счет насыщенности почвенного поглощающего комплекса кальцием, и наличия карбонатов. При включении в технологическую схему гуматов ситуация меняется. Стимуляция растений при их фолиарной обработке гуминовым препаратом приводит к активизации корневых выделений, что вызывает всплеск численности ризосферных микроорганизмов. В состав корневых выделений нута входят органические кислоты (щавелевая, лимонная, винная кислот (на 75–210%), которые подкисляют рН среды, тем самым переводя прочносвязанные фосфаты в более подвижные формы.

На среднем уровне минерального питания на контроле (без гуматов) наблюдается отрицательная динамика в содержании подвижного фосфора, что обусловлено поглощением в период вегетации, на варианте с ВЮ-Дон10 содержание подвижного фосфора сохраняется высоким, несколько превышает начальное значение и составляет 38,7 мг/кг.

На высоком уровне питания на всех вариантах наблюдается отрицательная динамика: на контроле снижается до 53,3 мг/кг, на ВЮ-Дон10 до 50,6 мг/кг, на гумате калия до 49,3 мг/кг. Тем не менее обеспеченность фосфором оценивается

как высокая.

Почва опытного участка характеризуется на контроле (без удобрений) повышенным содержанием подвижного калия – 346 мг/кг, внесение минерального удобрения в дозе  $K_{80}$  повышает его содержание до 409 мг/кг, и обеспеченность этим элементом становится высокой. В процессе вегетации наблюдается колебания содержания подвижного калия, если на контроле (без удобрений и без гуматов) его содержание к фазе формирования плодов остается на уровне 340 мг/кг, то при использовании гуматов снижается до 328–336 мг/кг. На среднем фоне питания на контроле (без гуматов) снижается до 356 мг/кг, при использовании гуматов также снижается, но держится на уровне выше контроля на 10 мг/кг. На высоком фоне, наоборот, на контроле (без гуматов) отмечается небольшая положительная динамика, до 417 мг/кг, а при использовании гуматов наоборот, снижается до 397 мг/кг.

В период проведения исследования зафиксировано варьирование содержания гумуса в слое 0–20 см от 3,5 до 4,2 %. Его среднее содержание по опытным вариантам до проведения эксперимента составило  $3,8 \pm 0,03$  %. На контрольном варианте без внесения удобрений в фазу бутонизации равнялось 3,9 %, а в фазу формирования бобов отмечено увеличение до 4,0%, при обработке растений гуминовыми препаратами составляло 4,1 и 3,9 %, соответственно на вариантах с ВЮ-Доном и гуматом калия. Следовательно, на содержание гумуса в почве достоверного влияния минеральных удобрений и гуматов не обнаружено.

### **3.3 Влияние гуминовых препаратов на микробиологическую активность почвы**

Условия увлажнения значительно влияют на численность микроорганизмов, а также на соотношение эколого-трофических групп. В 2023 году аномальное количество атмосферных осадков в весенний период спровоцировало сильный рост плесневых грибов, на фоне этого актиномицеты встречались в единичных экземплярах, поэтому в 2023 году не учитывались.

Варьирование численности аммонификаторов в среднем за весь период исследований составило 13,12–25,25 млн. КОЕ/г., в 2021 году их количество находилось в пределах 18,28–29,16 млн КОЕ/г, в 2022 – 18,77–48,56 млн КОЕ/г, а в 2023 году составило 2,31–5,73 млн КОЕ/г., что можно считать аномально низким из-за большого количества осадков. Под влиянием корневых экссудатов, которые являются источником органического азота, наблюдается существенный рост аммонифицирующих бактерий, через две недели после обработки на контрольном варианте опыта численность аммонификаторов составила  $25,82 \pm 2,87$  млн. КОЕ/г почвы, что соответствует 49% изменению численности (рисунок 5).

Прирост численности существенно варьирует по годам исследований – от 14 до 462%, наименьшее значение соответствует засушливым условиям, наибольшее – более увлажненным. На фоне применения химических средств защиты зафиксировано изменение от 3 до 230 %, что также связано с увлажнением, в более засушливых условиях микроорганизмы более чувствительны к действию пестицидов. При использовании гуминового препарата численность этой группы

микроорганизмов увеличилась на 203–1748 %. Гуматы оказывают стимулирующее действие на растения, в результате которого увеличивается количество корневых экссудатов в почве и особенно в ризосферной области, однако в условиях избыточного увлажнения негативное действие средств защиты нивелировано.

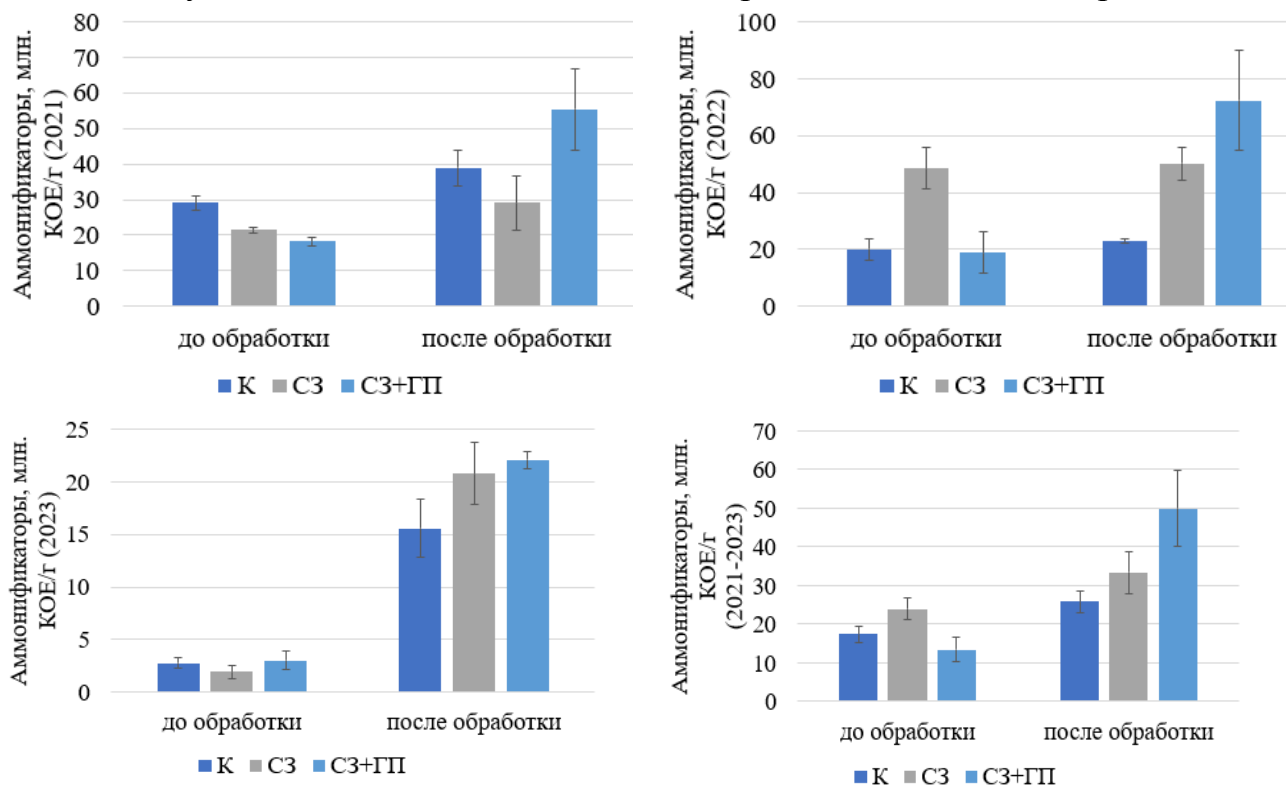


Рисунок 5 – Общая численность аммонифицирующих бактерий в почве под посевами нута при обработке пестицидами и гуминовым препаратом, (МПА, 2021–2023 гг.

Динамика численности аминоавтотрофов за весь период исследований приведена на рисунке 6. На момент первого отбора почвы численность данной группы составила: 35,43 млн КОЕ/г в 2021 году, 73,73 млн КОЕ/г в 2022 году, 6,84 млн КОЕ/г в 2023 году. На контрольном варианте наблюдалось увеличение численности данной группы бактерий после проведения обработки от 64 до 380% при хорошем увлажнении и, наоборот, снижение, до 53% в засушливый год. На фоне применяемых пестицидов отмечается снижение численности от 12 до 273%. В засушливый год снижение численности от исходного количества составило 43%. На вариантах с использованием гумата наблюдается прирост численности аминоавтотрофов на 41–73%. Как и в случае с аммонификаторами наблюдается рост численности аминоавтотрофов, но он не такой резкий. Можно сделать вывод, что к моменту отбора в почву поступило значительное количество легкодоступной органики, что связано с фазой развития растений нута. Известно, что для растений нута характерно чрезвычайно активное выделение органических кислот как листьями, так и корневой системой. По сравнению с соей, нут выделяет в 35 раз больше лимонной и в 16 раз больше яблочной кислоты (Ohwaki, 1990). Такое массовое поступление в почву легкодоступной органики и приводит, по-видимому, к росту численности аммонификаторов и одновременному снижению количества аминоавтотрофов в исследуемых почвах.

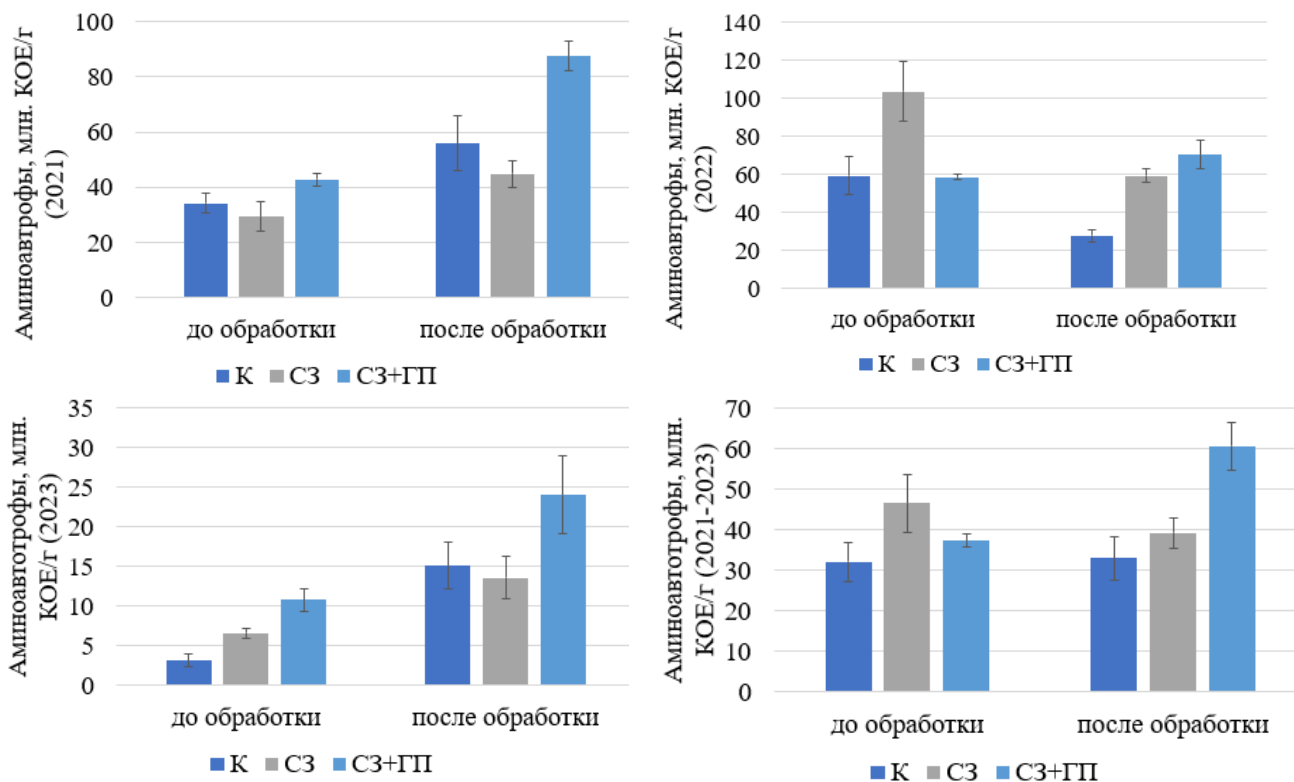


Рисунок 6 – Общая численность аминоавтотрофов в почве под посевами нута при обработке пестицидами и гуминовым препаратом (КАА), 2021–2023 гг.

Динамика численности актиномицетов приведена на рисунке 7.

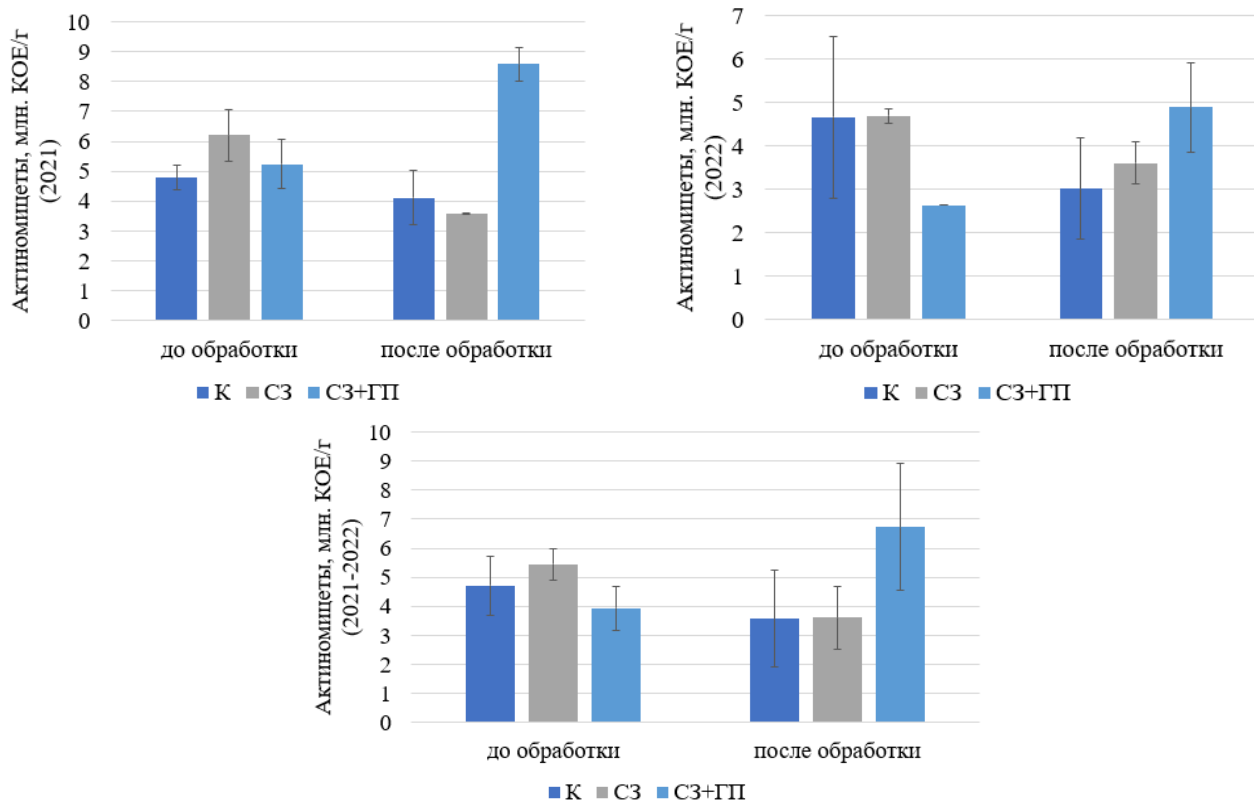


Рисунок 7 – Число актиномицетов в почве под посевами нута при обработке пестицидами и гуминовым препаратом, 2021–2022 гг.

На контрольном варианте численность данной группы составила 4,7–4,8 млн КОЕ/г. Численность актиномицетов демонстрировала отрицательную динамику, снижение относительно исходного значения составило в 2021 году 14%, в более засушливом 2022 году – 35%. На вариантах с применением средств защиты также наблюдалось снижение численности на 42% (2021) и на 23% (2022). Это можно объяснить наблюдавшимся ростом как численности аммонификаторов, так и аминоавтотрофов и конкурентным давлением этих двух быстро растущих групп микроорганизмов на медленно растущих актиномицетов. Прирост численности актиномицетов наблюдался лишь при применении гуминового препарата, он составил 64–86%.

Масштабы сезонных изменений для группы спорообразующих бактерий, как и для более широкой группы аммонификаторов, в которую они входят, демонстрируют зависимость от погодных условий от 25 до 194%. При этом отмечается, что в оптимальных условиях в 2021 г. они проявляют устойчивость к пестицидам, прирост численности к исходному состоянию составляет 40%, а относительно контроля – 7%. В засушливых и аномально влажных условиях, наоборот, отмечается отрицательная динамика численности 9 и 43%, а относительно контроля 34 и 237% (рисунок 8).

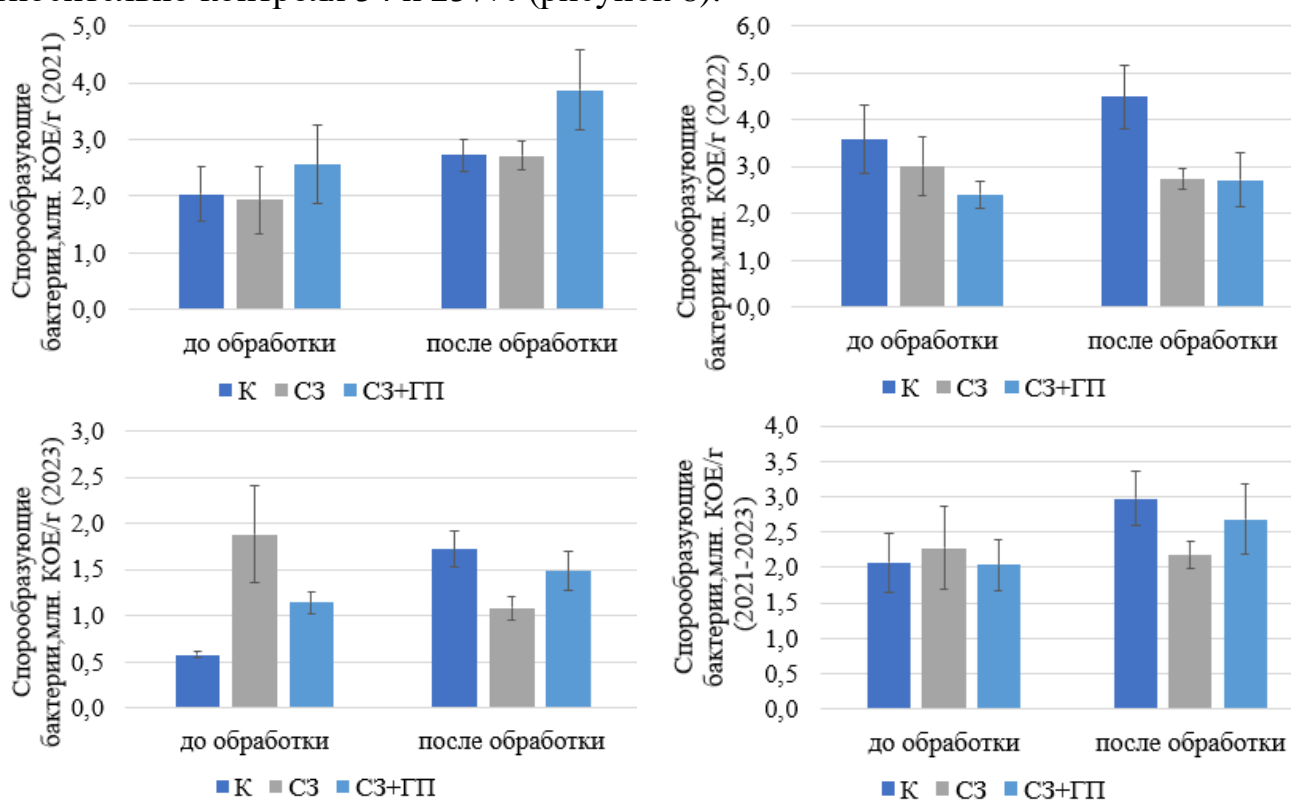


Рисунок 8 – Число спор аэробных спорообразующих бактерий в почве под посевами нута при обработке пестицидами и гуминовым препаратом, 2021–2023

Число плесневых грибов в начале опыта в среднем варьировало в пределах 71,98–86,48 тыс. КОЕ/г абсолютно сухой почвы. На контроле на протяжении всего периода исследования зафиксировано положительная сезонная динамика численности данной группы. В 2021 году она составила 31% относительно исходного состояния, в 2022 году – 71%, а в самый влажный 2023 год – 150%. (рисунок 9). Использование гуматов на фоне средств химической защиты растений

сопровождалось ростом численности плесневых грибов на 66–164%, а использование пестицидов снижало численность почвенных грибов на 23–40%.

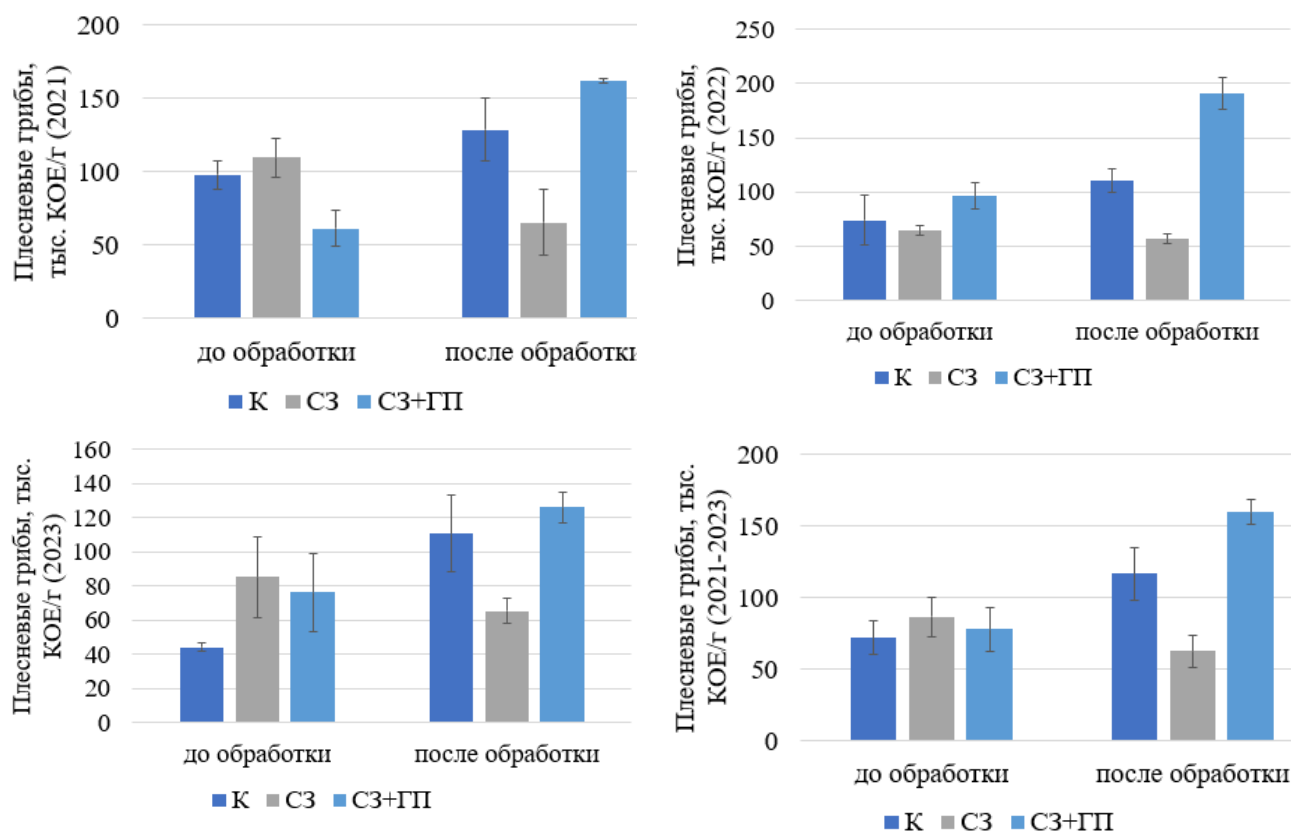


Рисунок 9 – Число плесневых грибов в почве под посевами нута при обработке пестицидами и гуминовым препаратом, 2021 – 2023 г.

Для защиты нута были выбраны современные химические препараты, которые являются малотоксичными и быстро разлагаются в почве. Обработка гуматом ВЮ-Дон10 вызвала существенный прирост численности микроорганизмов: аммонификаторов на 284%, аминоавтотрофов на 60 %, актиномицетов на 95 %, плесневых грибов на 43 % относительно контроля на фоне применения пестицидов. Применение гуминового препарата сглаживает негативное действие пестицидов на спорообразующие бактерии, однако несмотря на положительную динамику, прирост численности данной группы микроорганизмов в неблагоприятных условиях ниже контроля на 12 %.

Анализ главных компонент подтвердил, что обработка растений гуминовыми препаратами оказывает сильное влияние на микроорганизмы ризосферной зоны на фоне использования минеральных удобрений. Таким образом, по характеру изменений в микробном сообществе ризосферы почвы можно предполагать адаптогенное и протекторное действие гуматов обоих видов при их применении в баковых смесях с пестицидами.

### 3.4 Влияние гуминовых препаратов на урожайность нута

Улучшение физиологического состояния растений нута при снятии пестицидного стресса может отражаться на их способности к стимулированию почвенного микробного сообщества посредством усиления развития корневых систем, увеличения продукции фотосинтеза и объема корневой секреции. Результаты урожайности по годам исследования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Урожайность нута Донплаза при обработки гуминовыми препаратами в разные годы исследования, 2021–2023 гг.

№ п/п	Урожайность, ц/га				прибавка к контролю		прибавка по фактору Б		прибавка по фактору А	
	1	2	3	ср	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
<b>2021</b>										
1	14,6	14,4	13,7	14,2	-	-	-	-	-	-
2	15,5	15,7	14,8	15,3	1,1	7,7	1,1	7,7	-	-
3	15,9	15	15,6	15,5	1,3	8,9	1,3	8,9	-	-
4	18,6	18	18,2	18,3	4,0	28,3	-	-	4,0	28,3
5	19,6	19,1	19,9	19,5	5,3	37,2	1,3	6,9	4,2	27,4
6	19,8	20,1	19,3	19,7	5,5	38,6	1,5	8,0	4,2	27,3
7	21,3	21,9	20,5	21,2	7,0	49,2	-	-	7,0	49,2
8	23,1	22,2	22,4	22,6	8,3	58,5	1,3	6,3	7,2	47,2
9	22,1	22,8	22,2	22,4	8,1	57,1	1,1	5,3	6,9	44,3
НСР <sub>05АБ</sub> = 0,8 ц/га, НСР <sub>05А</sub> = 0,5 ц/га, НСР <sub>05Б</sub> = 0,5 ц/га										
<b>2022</b>										
1	10,4	10,1	10,6	10,4	-	-	-	-	-	-
2	11,2	10,9	11,4	11,2	0,8	7,7	0,8	7,7	-	-
3	11,4	11,2	10,9	11,2	0,8	7,7	0,8	7,7	-	-
4	13,5	13,4	13,7	13,5	3,2	30,5	-	-	3,2	30,5
5	14,6	14,4	14,8	14,6	4,2	40,8	1,1	7,9	3,4	30,7
6	14,2	14,4	14,5	14,4	4,0	38,6	0,8	6,2	3,2	28,7
7	18,3	18,4	18,7	18,5	8,1	78,1	-	-	8,1	78,1
8	18,6	18,9	18,5	18,7	8,3	80,1	0,2	1,1	7,5	67,2
9	19,1	18,9	19,3	19,1	8,7	84,2	0,6	3,4	7,9	71,0
НСР <sub>05АБ</sub> = 0,4 ц/га, НСР <sub>05А</sub> = 0,2 ц/га, НСР <sub>05Б</sub> = 0,2 ц/га										
<b>2023</b>										
1	16,8	16,2	16,3	16,4	-	-	-	-	-	-
2	19,1	18,4	18,2	18,6	2,1	13,0	2,1	13,0	-	-
3	17,1	17,9	17	17,3	0,9	5,5	0,9	5,5	-	-
4	22,6	22,1	22,2	22,3	5,9	35,7	-	-	5,9	35,7
5	24,5	24,4	23,8	24,2	7,8	47,5	1,9	8,7	5,7	30,5
6	24,2	23,6	23,7	23,8	7,4	45,0	1,5	6,9	6,5	37,5
7	25,2	24,6	24,8	24,9	8,4	51,3	-	-	8,4	51,3
8	26,4	25,7	26,2	26,1	9,7	58,8	1,2	5,0	7,5	40,6
9	26,1	25,4	26,6	26,0	9,6	58,4	1,2	4,7	8,7	50,2
НСР <sub>05АБ</sub> = 0,7 ц/га, НСР <sub>05А</sub> = 0,4 ц/га, НСР <sub>05Б</sub> = 0,4 ц/га										

В условиях относительно оптимального 2021 года применение гуминовых препаратов обеспечило достоверную прибавку 1,1–1,5 ц/га (НСР<sub>05</sub> = 0,5 ц/га), что

составляет 5,3–8,9% относительно фона. При это необходимо отметить, что на более высоком уровне питания эффективность наименьшая и составляет 5,3–6,3 %. В условиях засушливого 2022 года гуминовые препараты также обеспечили достоверную прибавку к урожайности. На контроле и среднем уровне питания прибавка составила 0,8–1,1 ц/га, что составляет 6,2–7,9% относительно фона. При высоком уровне питания их эффективность была минимальной 1,1–3,4%, что составляет 0,2–0,6 ц/га. В условиях влажного 2023 года также была получена прибавка к урожайности на уровне 0,9–2,0 ц/га, что составляет 4,7–13,0% ( $НСР_{05}=0,4$  ц/га).

Таким образом, гуминовые препараты оказывают положительное влияние на величину урожайности нута, их эффективность составляет 5–10%. По сравнению с минеральными удобрениями, которые обеспечивают питание растений и формируют основу будущего урожая, гуматы значительно уступают по эффективности в 3–6 раз, тем не менее они в различные по агрометеорологическим условиям годы обеспечивают получение до 1,1–2,1 ц/га.

### 3.5 Экономическая эффективность применения гуминовых препаратов

Результаты расчета экономической эффективности представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Экономическая эффективность применения гуминовых препаратов на различных уровнях минерального питания, 2021–2023 гг.

Вариант	Урожайность, ц/га	Стоимость урожая, р/га,	Условно чистый доход, р/га	Цена препарата,	Минеральное удобрение, р/га	Прямые затраты с учетом	Всего затрат	Рентабельность, %	Окупаемость, руб./руб.
<b>Контроль (без удобрений)</b>									
1	13,7	56033	23033			33000	33000	169,8	1,70
2	15,0	61637	28388	249		33000	33249	185,4	1,85
3	14,7	60133	26978	155		33000	33155	181,4	1,81
<b>Фон 1 (N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>)</b>									
4	18,0	73937	31887		9050	33000	42050	175,8	1,76
5	19,4	79677	37378	249	9050	33000	42299	188,4	1,88
6	19,3	79130	36925	155	9050	33000	42205	187,5	1,87
<b>Фон 2 (N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>)</b>									
7	21,5	88287	37187		18100	33000	51100	172,8	1,73
8	22,5	92113	40764	249	18100	33000	51349	179,4	1,79
9	22,4	91840	40585	155	18100	33000	51255	179,2	1,79

Примечание: 1. Контроль (без минеральных удобрений), 2. Гуминовый препарат ВЮ-Дон10 (0,3 л/га), 3. Органоминеральное удобрение «Гумат калия жидкий торфяной» (0,5 л/га), 4. Фон 1 (N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>), 5. Фон 1 (N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>) + ВЮ-Дон10 (0,3 л/га), 6. Фон 1 (N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>) + Гумат калия жидкий торфяной» (0,5 л/га), 7. Фон 2 (N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>), 8. Фон 2 (N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>) + ВЮ-Дон10 (0,3 л/га), 9. Фон 2 (N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>) + Гумат калия жидкий торфяной» (0,5 л/га)

Стоимость нута в период проведения испытания с каждым годом

увеличивалась: в 2021 году составляла 36 000 руб./т, в 2022 году – 42 000 руб./т, а в 2023 году – 45 000 руб./т. Затраты на минеральные удобрения увеличились на 2%, прямые затраты рассчитывались по технологическим картам с учетом всех проводимых операций и используемых фоновых обработок средств химической защиты.

Рентабельность нута без использования минеральных удобрений, но с проведением защитных мероприятий, составила 169,8%, а окупаемость – 1,70 руб./руб., при этом условно чистый доход составляет 23 033 руб./га. Применение гуматов при минимальных затратах повышает условно чистый доход до 28 388 руб./га, а рентабельность – до 185,4 %.

Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{40}P_{40}K_{40}$  требует дополнительных затрат в размере 9050 руб./га, но это способствует повышению урожайности и, соответственно, увеличению условно чистого дохода до 31 887 руб./га, рентабельность при этом составляет 175,8%. Использование гуматов повышает показатели до 37 378 руб./га и 188% соответственно.

При внесении минеральных удобрений в дозе  $N_{80}P_{80}K_{80}$  затраты увеличиваются до 18 100 руб./га, но окупаемость составляет 1,73 руб./руб., что находится на уровне контроля 1,70 руб./руб. Дополнительное использование гуматов повышает эффективность использования минеральных удобрений, рентабельность повышается до 179%, а окупаемость до 1,79 руб./руб.

Таким образом, по результатам расчетов экономической эффективности установлено, что применять высокие дозы удобрений нецелесообразно, несмотря на увеличение урожайности до 57%, окупаемость на уровне варианта без удобрений (1,70 руб./руб.). Наиболее рентабельно возделывать нут на среднем уровне питания (175%), лучший результат получен с применением гуминового препарата в составе баковой смеси со средствами защиты, рентабельность составила 188%.

## ВЫВОДЫ

1. По результатам почвенной диагностики, проведенной до закладки опытного участка, установлено, что в черноземе обыкновенном карбонатном содержание подвижных форм азота оценивалось как низкое – 8,3 мг/кг, подвижных форм фосфора – среднее 23,0 мг/кг, подвижного калия – повышенное 346 мг/кг, по содержанию гумуса – 3,8% – это среднегумусированный вид. Внесение минеральных удобрений улучшает обеспеченность растений элементами питания: при внесении средней нормы содержание минерального азота повышается до 18 мг/кг, но оценивается как низкое, содержание подвижных форм фосфора увеличивается до 42 мг/кг и оценивается как повышенное, наблюдается увеличение содержания подвижного калия до 370 мг/кг, но обеспеченность остается средней. При внесении высокой нормы обеспеченность минеральным азотом возрастает до средней (32 мг/кг), фосфором – до очень высокой (65 мг/кг), калием – высокой (409 мг/кг).

2. Содержание минерального азота в слое почвы 0–20 см зависит от количества атмосферных осадков и интенсивности биологических процессов,

обеспеченность подвижными формами азота в фазу бутонизации за 2021–2023 гг. оценивалась на контроле без удобрений как очень низкая (7,2–9,7 мг/кг), на среднем фоне ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ ) как низкая (17,4–19,1 мг/кг), на высоком фоне ( $N_{80}P_{80}K_{80}$ ) как средняя (32,0–32,8 мг/кг). Применение гуминового препарата ВЮ-Дон10 оказывает положительное влияние на динамику аммиачной формы азота: на контроле без удобрений его содержание увеличивается на 124 %, на среднем фоне – на 58 %, на высоком фоне – на 19 %. Отмечается тенденция к снижению содержания нитрат-иона на всех фонах при использовании гуминовых препаратов: на контроле без удобрений до 50% к исходному, на среднем фоне – на 29–35 %, до 51% – на высоком фоне.

3. На динамику подвижных форм фосфора оказывают влияние условия увлажнения. В год оптимального увлажнения к фазе формирования бобов содержание подвижных форм фосфора увеличивается до 29,5 мг/кг, при использовании гуматов его значение увеличивается до 30,7–30,9 мг/кг. В условиях засушливого года наблюдается, наоборот, снижение, на контроле до 14,0 мг/кг, а при использовании гуматов до 15,9–17,4 мг/кг ( $НСР_{05} = 1,7$  мг/кг). В условиях хорошего увлажнения на контроле к фазе формирования плодов содержание подвижных фосфатов увеличивается до 36,9 мг/кг, а при использовании гуматов, наоборот, снижается: на варианте с ВЮ-Доном до 30,6 мг/кг, а на гумате калия – до 24,9 мг/кг. За весь период исследований наблюдается тенденция снижения содержания подвижных фосфатов на вариантах с гуматами, что обусловлено их повышенным потреблением вследствие стимулирующего действия последних на растения.

4. В процессе вегетации наблюдаются колебания в содержании подвижного калия: если на контроле (без минеральных удобрений и без гуматов) его содержание к фазе формирования плодов остается на уровне 340 мг/кг, то при использовании гуматов снижается до 328–336 мг/кг. На среднем фоне питания на контроле (без гуматов) снижается до 356 мг/кг, то при использовании гуматов также снижается, но становится выше контроля на 10 мг/кг. На высоком фоне, наоборот, на контроле (без гуматов) отмечается небольшая положительная динамика, до 417 мг/кг, а при использовании гуматов, наоборот, снижается до 397 мг/кг.

5. В период проведения исследования зафиксировано варьирование содержания гумуса в слое 0–20 от 3,5 до 4,2 %. Его среднее содержание по фонам питания в фазу бутонизации составляло 3,8–3,9 %. На контрольных вариантах без внесения удобрений в фазу формирования бобов отмечается тенденция к увеличению до 4,1%, а при использовании удобрений, наоборот, тенденция к снижению до 3,9 % (средний фон) и 3,8 % (высокий фон), что связано с активностью микроорганизмов, тем не менее влияние гуминовых препаратов на динамику гумуса незначительное.

6. По результатам проведенных микробиологических исследований подтверждаются основные выводы, а именно то, что использование гуматов при обработке растений в период вегетации стимулирует микроорганизмы ризосферы, а также применение гуматов на фоне средств химической защиты снижает негативное влияние последних на микробное сообщество. При использовании

гуматов с пестицидами прирост всех исследованных групп бактерий превышает контрольные значения. По результатам проведенных микробиологических исследований отмечается, что пестициды оказывают угнетающее действие на микроорганизмы, использование гуматов совместно со средствами защиты снижает негативное влияние пестицидов, в среднем за период исследований изменение численности относительно контроля составило: для аммонификаторов – 284 %, аминоавтотрофов – 60 %, актиномицетов – 95 %, плесневых грибов – 43 %, спорообразующих бактерий – 48 %. Применение гуматов сглаживает отрицательный эффект.

7. Гуминовые препараты оказывают положительное влияние на величину урожайности нута, их эффективность составляет 5–10%. По сравнению с минеральными удобрениями, которые обеспечивают питание растений и формируют основу будущего урожая, гуматы по эффективности значительно (в 3–6 раз) уступают минеральным удобрениям, тем не менее они в различные по агрометеорологическим условиям годы обеспечивают получение до 1,1–2,1 ц/га дополнительной продукции.

8. По результатам расчетов экономической эффективности установлено, что применять высокие дозы удобрений под нут нецелесообразно, несмотря на увеличение урожайности до 57 %, окупаемость остается на уровне варианта без удобрений (1,70 руб./руб.). Наиболее рентабельно возделывать нут на среднем уровне питания (175 %), лучший результат получен с применением гуминовых препаратов в составе баковой смеси со средствами защиты, рентабельность составила 187,5 и 188,4 %.

## **Список основных опубликованных работ по теме диссертации**

### **Статьи в научных изданиях, входящих в Перечень ВАК**

1. Фосфатный режим и активность фосфатазы в черноземе обыкновенном при возделывании нута / О.И. Наими, О.С. Безуглова, Е. А. Полиенко [и др.] // Агрехимический вестник. – 2020. – № 3. – С. 25-29. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10034. К1

2. Влияние гуминовых веществ на динамику элементов питания при сочетании с системами защиты нута / Е. А. Полиенко, О. С. Безуглова, Е. С. Патрикеев [и др.] // Агрехимический вестник. – 2020. – № 5. – С. 52-57. – DOI 10.24411/1029-2551-2020-10069. К1

3. Повышение эффективности инсектицидов в посевах нута при использовании гуминовых веществ / Е. А. Полиенко, О. С. Безуглова, А. В. Гринько [и др.] // Земледелие. – 2020. – № 8. – С. 42-47. – DOI 10.24411/0044-3913-2020-10808. К1

4. Патрикеев, Е. С. Влияние биологических и гуминовых препаратов на динамику подвижных форм азота в черноземе обыкновенном при возделывании нута / Е. С. Патрикеев, Е. А. Полиенко, О. С. Безуглова // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2024. – № 3(223). – С. 81-90. – DOI 10.18522/1026-2237-2024-3-81-90. К2.

## **Статьи в научных изданиях, входящих в Scopus, Web of Science**

5. Effect of pesticide and humic preparation on the soil structure during pea and chickpea cultivation / O. Bezuglova, A. Gorovtsov, A. Grinko [et al.] // *Agronomy*. – 2021. – Vol. 11, No. 10. – P. 2053. – DOI 10.3390/agronomy11102053. K1

## **Публикации в сборниках трудов конференций**

6. Use of humic preparation for increasing the effectiveness of insecticides in chickpea cultivation / E. A. Polienko, A. V. Grinko, V. A. Lykhman [et al.] // *E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020*". – 2020. – Vol. 222. – Art. No. 02007. – DOI 10.1051/e3sconf/202022202007.

7. The effect of the tank mixtures of humic substances and herbicides on the abundance of microbial communities in chernozem during chickpea cultivation / A. V. Gorovtsov, O. S. Bezuglova, E. A. Polienko [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: [the VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society, 19-24 July 2021, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation]*. – 2021. – Vol. 862, No 1. – Art. No. 012078. – DOI 10.1088/1755-1315/862/1/012078.

8. Patrikeev, E. Dynamics of mineral nitrogen in the soil during chickpea cultivation under the influence of bacterial and humic preparations / E. Patrikeev, E. Polienko, O. Bezuglova // *E3S Web of Conferences: IV International Conference on Ensuring Sustainable Development in the Context of Agriculture, Energy, Ecology and Earth Science (ESDCA2024)*. – 2024. – Vol. 510. – Art. No. 4002. – DOI 10.1051/e3sconf/202451004002.