

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

ПРИРОДА ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Сборник трудов Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции
с международным участием посвященная памяти
д.б.н., профессора Игоря Дисановича Комиссарова
в честь 95-летия со дня рождения

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

ПРИРОДА ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

**Сборник трудов Всероссийской (национальной)
научно-практической конференции
с международным участием посвященная памяти
д.б.н., профессора Игоря Дисановича Комиссарова
в честь 95-летия со дня рождения**

27 ноября 2024 г.

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2024

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

ISBN 978-5-98346-184-0

УДК 63
ББК 72.4(2)я431

Рецензенты:

кандидат биологических наук, доцент кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова
Барабанщикова Людмила Николаевна

кандидат сельскохозяйственных наук, директор Агротехнологического института Коноплин
Михаил Андреевич

Природа гуминовых веществ и их применение в различных отраслях народного хозяйства. Сборник трудов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием посвященная памяти д.б.н., профессора Игоря Дисановича Комиссарова в честь 95-летия со дня рождения – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2024. – 145 с. URL: <https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/27-11.pdf>. – Текст : электронный.

В сборнике включены материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции с международным участием «Природа гуминовых веществ и их применение в различных отраслях народного хозяйства», посвященная памяти доктора биологических наук, профессора Игоря Дисановича Комиссарова в честь 95-летия со дня рождения, которая состоялась 27 ноября 2024 года.

Авторы опубликованных статей несут ответственность за подбор и точность приведённых фактов, цитат, статистических данных и прочих сведений, а также за то, что в материалах не содержится данных, не подлежащих открытой публикации.

Текстовое (символьное) электронное издание

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

Содержание

Секция 1. Строение и свойства гуминовых веществ

1. *Барабанщикова Л.Н.* 5
Игорь Дисанович Комиссаров – ученый, преподаватель, руководитель
2. *Грехова И.В.* 11
Исследования гуминовых препаратов сотрудниками кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова за период 1961-2024 гг.
3. *Малявская А.В., Гасанова Е.С., Максимова А.С.* 16
Особенности молекулярного строения гуминовых и фульвокислот чернозема выщелоченного в условиях высокой антропогенной нагрузки
4. *Рыбачук О.В.* 22
Специфические особенности строения молекул гиматомелановых кислот почв
5. *Соколова И.В., Федорова А.А.* 26
Флуоресценция гуминовых кислот, отличающихся генезисом органического сырья

Секция 2. Гуминовые препараты, получение и их применение в сельском хозяйстве

6. *Асташов А.Н., Плаксина В.С., Сафронов А.А.* 30
Влияние листовой обработки посевов гуминовыми удобрениями на урожайность кормовых культур
7. *Ахияров Б.Г., Исламгулов Д.Р., Идрисова А.У., Ахиярова Л.М.* 35
Продуктивность рапса ярового в зависимости от применения препарата ГУМИ-30М
8. *Ахияров Б.Г., Исламгулов Д.Р., Идрисова А.У., Ахиярова Л.М.* 42
Урожайность и качество ягод черной смородины в зависимости от применения препарата ГУМИ-ОМИ
9. *Ахияров Б.Г., Исламгулов Д.Р., Идрисова А.У., Ахиярова Л.М.* 50
Влияние препарата Гуми-90 на урожайность и качество плодов томата
10. *Безуглова О.С.* 57
Механизмы влияния гуминового препарата на доступность фосфора в черноземе обыкновенном
11. *Комаров А.А., Юркевич М.Г.* 63
О действии слабых и сверхслабых концентраций гумусовых (гумусоподобных) препаратов на растения
12. *Подчувалова А.А., Грехова И.В.* 68
Применение гуминового удобрения врезанием в почву при посеве зерновых культур
13. *Хусаинов А.Т., Аяпбергенова А.С.* 75
Эффективность применения гуминового препарата Росток на посевах яровой пшеницы в Северном Казахстане

Секция 3. Депонирование углерода в агроэкосистемах

14. *Балтаева С.А.* 80
Значение дерева лох (*elaeagnus*) в экологических и хозяйственных условиях Северного Туркменистана

15.	<i>Дёмин Е.А., Миллер С.С.</i>	85
	Поступление органического углерода в почву в посевах различных сельскохозяйственных культур	
16.	<i>Уфимцева М.Г.</i>	89
	Оценка углерода надземной биомассы возобновившегося леса	
Секция 4. Производство и применение инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста в агротехнологиях		
17.	<i>Власова О.А.</i>	95
	Микробиологическое исследование биокомпоста, полученного с использованием личинок чёрной львинки	
18.	<i>Власова О.А.</i>	100
	Зоогумус как одна из форм инновационного органического удобрения	
19.	<i>Логинов Ю.П., Казак А.А., Гайзатулин А.С., Яценко С.Н., Менищикова А.А.</i>	105
	Состояние и перспективы развития селекции яровой мягкой пшеницы в Агротехнологическом институте ГАУ Северного Зауралья	
20.	<i>Мангутова А.К., Синдирева А.В., Косолапов Р.М.</i>	118
	Влияние различных приемов применения селенсодержащих удобрений на рост и развитие корнеплодов столовой свеклы и моркови	
21.	<i>Солодягина А.В., Виноградов Д.В.</i>	127
	Повышение урожайности сои в условиях Рязанской области	
22.	<i>Тоболова Г.В., Фомина В.С.</i>	133
	Анализ влияния азотных удобрений на количественные показатели катионов яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская 31	
23.	<i>Филисюк Г.Н.</i>	139
	Влияние мочевины капсулированной с добавками биологически активных веществ на урожайность картофеля и его качественные показатели	

Секция 1. Структура и свойства гуминовых веществ

УДК 378

Барabanщикова Людмила Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Игорь Дисанович Комиссаров – ученый, преподаватель, руководитель
Igor Disanovich Komissarov – scientist, teacher, supervisor

Аннотация. В статье представлена краткая биография Игоря Дисановича Комиссарова (04.07.1929–30.11.2021), доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля науки, заведующего кафедрой общей химии Государственного аграрного университета Северного Зауралья. Под его руководством с 1960 до 2021 годы происходило становление и развитие кафедры общей химии. Для обеспечения современного уровня химической подготовки будущих специалистов сельского хозяйства и научной деятельности была проведена большая работа по подбору высококвалифицированных научно-педагогических кадров. Основным научным направлением кафедры является изучение физико-химических свойств гуминовых веществ. С 1981 по 1999 годы И.Д. Комиссаров занимал должность ректора университета. За свой многолетний труд и вклад в развитие науки Игорь Дисанович был награжден многочисленными знаками отличия.

Annotation. The article presents a brief biography of Igor Disanovich Komissarov (07.04.1929–11.30.2021), Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Scientist, head of the Department of General Chemistry of the State Agrarian University of the Northern Urals. Under his leadership, from 1960 to 2021, the formation and development of the Department of General Chemistry took place. In order to ensure the modern level of chemical training of future agricultural specialists and scientific activities, a lot of work has been carried out on the selection of highly qualified scientific and pedagogical personnel. The main scientific direction of the department is the study of the physico-chemical properties of humic substances. From 1981 to 1999, I.D. Komissarov served as rector of the University. Igor Disanovich was awarded numerous distinctions for his many years of work and contribution to the development of science.

Ключевые слова: биография, химия, аграрное образование, гуминовые вещества.

Keywords: biography, chemistry, agricultural education, humic substances.



Жизненный путь Игоря Дисановича Комиссарова наполнен глубоким внутренним содержанием и непрерывным творческим трудом. Он прибыл по приглашению Министерства сельского хозяйства СССР в Тюменский сельскохозяйственный институт в 1960 году и с того момента, и по 2021 год вся его трудовая деятельность связана только с одним местом работы.

Игорь Дисанович Комиссаров родился 04.07.1929 г. в городе Ветлуга Горьковской области, сейчас Нижегородской.

Отец, Дисан Флегонтович Комиссаров, бывший царский офицер, а затем командир Красной Армии. Дисан Флегонтович, смог получить два высших образования: педагогическое и биологическое, работал учителем в школе.

04.07.1929-30.11.2021

Анна Александровна Комиссарова, мама Игоря Дисановича, получила образование в закрытом учебном заведении Ярославля. Женское училище предназначалось в основном для девочек из семей духовенства. Свое образование Игорь Дисанович начал с матерью, изучая французский язык, немецкий язык, за тем обучался в школах, где преподавали учителя, работавшие еще до революции. После окончания школы, в 1948 году поступил в Кировский сельскохозяйственный институт. Игорь Дисанович всегда с гордостью говорил, что он агроном. В студенческие годы Комиссаров Игорь Дисанович увлекался генетикой, хотя в то время эта наука была запрещенной, многие видные ученые подвергались гонениям [4].

В 1954 году Игорь Дисанович приехал в Сталинградский сельскохозяйственный институт, где ученый агрохимик, профессор Алексей Сергеевич Радов принял юношу на должность ассистента. В этом же году он поступает в аспирантуру, которую он успешно окончил, занимаясь исследованием химического состава торфа и возможностями его применения, в частности изучал гуминовые кислоты. На тот момент, научных исследований по торфу было мало, многие из них были противоречивые[4].

5 сентября 1959 года приказом №1493 был создан Тюменский сельскохозяйственный институт, куда по приглашению Министерства сельского хозяйства СССР направили молодого ученого. В вузе, разумеется, все начинается с кафедры. 1 апреля 1960 года была создана кафедра общей химии. Игорь Дисанович возглавил кафедру химии в 1960 г., которую по праву можно считать старейшей кафедрой учебного заведения. Для обеспечения современного уровня химической подготовки будущих специалистов сельского хозяйства и научной деятельности сотрудников уже в первые годы существования кафедры была проведена большая работа по комплектованию высококвалифицированного научно-педагогического коллектива. Как говорил Игорь Дисанович, кафедру приходилось создавать с нуля, многих педагогов «собирал поштучно». Кафедра получила структуру, которая сохраняется в течении всего периода существования кафедры. Вскоре при кафедре им была создана научно-исследовательская лаборатория [3].

Одним из научных направлений работы Игоря Дисановича и кафедры является: «Физико-химические исследования гуминовых веществ органогенных субстратов». Материалы, подтверждающие особую реакционную способность гумусовых веществ, были получены сотрудниками кафедры общей химии на основе использования современной инструментальной техники (ЭПР, рентгеновской дифрактометрии, ИК-спектров).

В дальнейшем на основании полученных результатов исследований предложена структурная схема фрагмента гуминовой кислоты и разработана модель макромолекулы гуминовой кислоты, которая используется при издании учебников по химии почв [2,3].

1971 г. Выпущен сборник – «Гуминовые препараты», получивший широкую известность не только в нашей стране, но и за рубежом [5].

В 1974 году Игорь Дисанович защищает докторскую диссертацию «Химическая природа и биологическое значение гуминовых кислот» [2].

На базе кафедры общей химии в ноябре 2001 году был создан научно-производственный центр «Эврика», где производится регулятор роста "Росток". 2004 г.

получен патент на гуминовый препарат «Росток».

«Росток» – коммерческое название запатентованного препарата. Почти два десятилетия препарат пользуется заслуженным спросом, как у садоводов, так и у производителей России [6].

Идейный вдохновитель создания удобрения «Росток» – Комиссаров И.Д. Одним из авторов-разработчиков, активно продвигающим в производство это удобрение, является Грехова Ирина Владимировна, доктор биологических наук, профессор. Предприятие «Эврика» успешно работает и наращивает темпы производства.

Еще одним научным направлением работы кафедры является «Получение медленнодействующих капсулированных удобрений». 1984 г. Зарегистрировано изобретение «Способ получения медленнодействующих удобрений», завершившее первый этап научной работы по экологизации и ресурсосбережению азотных удобрений методом капсулирования силикатными композициями [1].

2011 г. Создан ООО «Научно-производственный центр «БИОТЕХ», которое занимается производством капсулированных медленнодействующих удобрений. Компания производит гранулы азотных удобрений, капсулированные силикатными композициями с введением в их состав биологически активных соединений и микроэлементов, а также выпускает различные по составу и соотношению смеси удобрений сельскохозяйственного назначения в контролируемых климатических условиях [7].

Игорь Дисанович является автором более двухсот научных публикаций, и многих свидетельств на изобретения. Им была создана своя научная школа, связанная с широкими аспектами химизации сельскохозяйственного производства и экологии почв. Разработанная им теория строения гуминовых кислот используется в учебниках по химии почв и широко цитируется в монографиях России и за рубежом. Под его руководством защитились 5 докторских научно-исследовательские работы и 15 кандидатских диссертаций

С 21 августа 1981 года Комиссаров Игорь Дисанович, на основании приказа № 892-к МСХ СССР, стал ректором Тюменского государственного института. Он проработал в этой должности до 1999 года, 17 лет.

По инициативе ректора были открыты новые специальности: агроэкология, ветеринария, механизация переработки сельскохозяйственной продукции и специализация, связанная с водными биоресурсами и аквакультурами. Успешно развивалась довузовская подготовка, были открыты представительства вуза в районах, в Ханты-Мансийском автономном округе и на Ямале.

Был организован научно-производственный центр плодоовощеводства "Астра". Центр создан для обучения студентов специальности «Садоводство и виноградарство».

В 1988 году Игорь Дисанович добился разрешения подготовки аспирантов, а в 1998 и докторов наук, открыты диссертационные советы по защите докторских и кандидатских диссертаций, председателем которых стал профессор Комиссаров.

Особую мобильность ректор проявлял в организации связей, в том числе и международных. Реализован крупнейший проект по программе Евросоюза «ТАСИС» в 1994 – 1996 годах. Игорь Дисанович являлся участником и докладчиком многих международных конференций. Большой интерес у ученого вызывают конгрессы, связанные с аграрным образованием, чаще организованные ЮНЕСКО.

И.Д. Комиссаров был инициатором и активным участником в создании Тюменского аграрного академического союза, который консолидировал деятельность всех образовательных и научных учреждений аграрного профиля в регионе по подъему и устойчивому развитию производства, кадровому и научному обеспечению [4].

Игорь Дисанович обладал высокой гражданской ответственностью и активно участвовал в общественной жизни города. Трижды избирался депутатом Тюменского городского совета народных депутатов, в 1990 году был избран депутатом Тюменского областного совета народных депутатов и возглавил в нем комиссию по аграрным вопросам и продовольствию.

За многолетний труд и вклад в развитии науки он награжден такими знаками отличия, как:

1. Орден «За заслуги перед Отечеством IV степени»
2. Орден «Знак почета»
3. Звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации»
4. Медаль «За трудовую доблесть СССР»
5. Медаль «За освоение и развитие нефтегазового комплекса Западной Сибири»
6. Медаль «50 лет Победы в Великой Отечественной войне»
7. Медаль «За доблестный труд в ознаменовании столетия с дня рождения В.И. Ленина»
8. Медаль «Ветеран труда»

Отраслевые, региональные и общественные награды:

1. Медаль «Почетный агрохимик»
2. Медаль «Почетный аграрник Тюменской области»

Более 60 лет Игорь Дисанович Комиссаров проработал заведующим кафедрой общей химии. Он прошел большой путь от простого преподавателя до доктора биологических наук, профессора, заслуженного деятеля науки.

Библиографический список

1. Авторское свидетельство № 1353767 А1 СССР, МПК С05G 3/00. Способ получения медленнодействующих удобрений: № 3795231: заявл. 15.08.1984: опубл. 23.11.1987 / И. Д. Комиссаров, Л. А. Панфилова; заявитель ТЮМЕНСКИЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ. – EDN JСХUHW.

2. Авторское свидетельство № 319964 А1 СССР, МПК С10В 53/00. Способ увеличения электронного парамагнетизма гуминовых кислот: № 1435507/23-4: заявл. 30.04.1970: опубл. 02.11.1971 / И. Д. Комиссаров, Л. Ф. Логинов. – EDN LMBGOB.

3. Волкова, Н. А. История создания кафедры общей химии и роль ее сотрудников в развитии аграрного образования и науки Тюменской области / Н. А. Волкова, И. В. Грехова, И. Д. Комиссаров // Аграрная наука и образование Тюменской области: связь времен : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 140-летию Тюменского Александровского реального училища, 60-летию Тюменского государственного сельскохозяйственного института - Государственного аграрного университета Северного Зауралья, Тюмень, 06–07 июня 2019 года. Том 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 291-299. – EDN ZBGPIU.

4. Звонарева, Л.В. Летопись Тюменской государственной сельскохозяйственной академии / Л.В. Звонарева, В.А. Сединкина // Тюмень, ТГСХА, 2009. 100 с.

5. Гуминовые препараты. Тюмень, 1971. 266 с.

6. Патент № 2228921 С2 Российская Федерация, МПК С05F 11/02. Способ получения гуминового биостимулятора: № 2002121891/12: заявл. 08.08.2002: опубл. 20.05.2004 / И. Д. Комиссаров, И. В. Грехова, М. Ю. Михеев [и др.]; заявитель Тюменская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN YRAIJH. [2]

7. Патент № 2224732 С1 Российская Федерация, МПК С05G 3/08. Способ получения медленнодействующих капсулированных удобрений: № 2002128714/15: заявл. 25.10.2002: опубл. 27.02.2004 / И. Д. Комиссаров, В. А. Уступалова, Е. Г. Козел, Г. Н. Филисюк; заявитель Тюменская государственная сельскохозяйственная академия. – EDN ZNYCEX.

References

1. Avtorskoe svidetel'stvo № 1353767 А1 SSSR, МПК С05G 3/00. Sposob polucheniya medlennodejstvuyushhix udobrenij: № 3795231: zayavl. 15.08.1984: opubl. 23.11.1987 / I. D. Komissarov, L. A. Panfilova; zayavitel' TYuMENSKIY SEL'SKOXOZYAJSTVENNY'J INSTITUT. – EDN JCXUHW.

2. Avtorskoe svidetel'stvo № 319964 А1 SSSR, МПК С10В 53/00. Sposob uvelicheniya e'lektronnogo paramagnetizma guminovy'x kislot: № 1435507/23-4: zayavl. 30.04.1970: opubl. 02.11.1971 / I. D. Komissarov, L. F. Loginov. – EDN LMBGOB.

3. Volkova, N. A. Istoriya sozdaniya kafedry' obshhej khimii i rol' ee sotrudnikov v razvitii agrarnogo obrazovaniya i nauki Tyumenskoj oblasti / N. A. Volkova, I. V. Grexova, I. D. Komissarov // Agrarnaya nauka i obrazovanie Tyumenskoj oblasti: svyaz' vremen : Materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashhennoj 140-letiyu Tyumenskogo Aleksandrovsogo real'nogo uchilishha, 60-letiyu Tyumenskogo gosudarstvennogo sel'skoxozyajstvennogo instituta - Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya, Tyumen', 06–07 iyunya 2019 goda. Tom 2. – Tyumen': Gosudarstvenny'j agrarny'j universitet Severnogo Zaural'ya, 2019. – S. 291-299. – EDN ZBGPIU.

4. Zvonareva, L.V. Letopis' Tyumenskoj gosudarstvennoj sel'skoxozyajstvennoj akademii / L.V. Zvonareva, V.A. Sedinkina // Tyumen', TGSXA, 2009. 100 s.

5. Guminovy'e preparaty'. Tyumen', 1971. 266 s.

6. Patent № 2228921 С2 Rossijskaya Federaciya, МПК С05F 11/02. Sposob polucheniya guminovogo biostimulyatora: № 2002121891/12: zayavl. 08.08.2002: opubl. 20.05.2004 / I. D. Komissarov, I. V. Grexova, M. Yu. Mixeev [i dr.]; zayavitel' Tyumenskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya. – EDN YRAIJH. [2]

7. Patent № 2224732 С1 Rossijskaya Federaciya, МПК С05G 3/08. Sposob polucheniya medlennodejstvuyushhix kapsulirovanny'x udobrenij: № 2002128714/15: zayavl. 25.10.2002: opubl. 27.02.2004 / I. D. Komissarov, V. A. Ustupalova, E. G. Kozel, G. N. Filisyuk; zayavitel' Tyumenskaya gosudarstvennaya sel'skoxozyajstvennaya akademiya. – EDN ZNYCEX.

Контактная информация:

Барабанщикова Людмила Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

E-mail: bar.2000@mail.ru

Contact information:

Lyudmila Nikolaevna Barabanshchikova, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the I.D. Komissarov Department of General Chemistry, State Agrarian University of the Northern Urals

E-mail: bar.2000@mail.ru

Грехова Ираида Владимировна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Исследования гуминовых препаратов сотрудниками кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова за период 1961-2024 гг.

Research of humic preparations by employees of the Department of General Chemistry named after I.D. Komissarov for the period 1961-2024.

Аннотация. Гуминовые кислоты – уникальные природные соединения, обладают стимулирующими и адаптогенными свойствами. Сотрудники кафедры общей химии изучают свойства гуминовых кислот и действие препаратов на их основе с 1961 г. Разработана схема получения гуминовых кислот диметилформамидным способом, изучено влияние способа извлечения и процесса очистки на химический состав гуминовых препаратов, исследованы молекулярная структура, спектры поглощения, рентгеноструктурная характеристика, электронный парамагнитный резонанс гуминовых препаратов. На основании полученных результатов исследований предложена структурная схема фрагмента гуминовой кислоты и разработана модель макромолекулы гуминовой кислоты. Проведены опыты на сельскохозяйственных культурах по влиянию гуминовых препаратов на ростовые процессы, фотосинтез и дыхание, накопление азота в листьях, углеводный обмен, биокаталические процессы. Разработана технология производства гуминового препарата под торговой маркой Росток. Он производится в малом инновационном предприятии университета ООО «НПЦ «Эврика». Препарат успешно реализуется не только в Тюменской области, но и во многих регионах России. Применяют препарат Росток на разных культурах и получают значительное повышение урожайности.

Abstract. Humic acids are unique natural compounds with stimulating and adaptogenic properties. The staff of the Department of General Chemistry have been studying the properties of humic acids and the effect of preparations based on them since 1961. A scheme for obtaining humic acids by the dimethylformamide method has been developed, the effect of the extraction method and the purification process on the chemical composition of humic preparations has been studied, the molecular structure, absorption spectra, X-ray structural characteristics, and electron paramagnetic resonance of humic preparations have been investigated. Based on the obtained research results, a structural diagram of a humic acid fragment has been proposed and a model of a humic acid macromolecule has been developed. Experiments have been conducted on agricultural crops to determine the effect of humic preparations on growth processes, photosynthesis and respiration, nitrogen accumulation in leaves, carbohydrate metabolism, and biocatalytic processes. A technology has been developed for the production of a humic preparation under the Rostok trademark. It is produced in the small innovative enterprise of the university, OOO NPC Evrika. The preparation is successfully sold not only in the Tyumen region, but also in many regions of Russia. The preparation Rostok is used on various crops and a significant increase in yield is achieved.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, гуминовые препараты, препарат Росток, выделение гуминовых кислот.

Keywords: humic acids, humic preparations, preparation Rostok, isolation of humic acids.

Гуминовые кислоты – уникальные природные соединения, обладают стимулирующими и адаптогенными свойствами. Применяются во многих отраслях: растениеводство – повышение урожайности, плодородия почвы и качества продукции; животноводство – ускорение роста массы, повышение устойчивости животных и птиц к заболеваниям, сохранность молодняка; экология – рекультивация нарушенных земель, очистка сточных вод; нефте- и газодобыча – введение в состав буровых растворов для их разжижения; химическая промышленность – в качестве сырья и модификаторов в процессах окисления; текстильная промышленность – в качестве красящих веществ и стабилизаторов коллоидных систем полимеров и т.д.

В Тюменской области было налажено крупнотоннажное производство гуминовых кислот на аккумуляторном заводе для использования при производстве аккумуляторов для подводных лодок. Основы технологии производства гуминовых кислот были приведены в 1957 г. в статье Т.А. Кухаренко и С.А. Шапиро [5, с. 39-45]. В этой же статье сообщается, что в 1955 г. работники завода совместно с агробиостанцией Тюменского педагогического института провели опыты по применению гумата натрия под овощи и кукурузу.

Продолжили исследования гуминовых кислот сотрудники кафедры общей химии Тюменского СХИ с 1961 г. Результаты работ с 1961 по 1969 гг. опубликованы в книге «Гуминовые препараты», вышедшей в 1971 г. [2]. Все работы проводились под руководством заведующего кафедры И.Д. Комиссарова, поэтому во всех статьях этой книги он является одним из авторов. Далее я буду указывать только его соавторов-исполнителей.

И.И. Виленским [2, с. 34-47] проведен анализ источников сырья (верховой и низинный торф, бурый и окисленный уголь, лигнит, сапропель); принципов выделения гуминовых кислот из сырьевых материалов; извлечения щелочными растворами и органическими растворителями; основных технологических приемов получения гуминовых препаратов; разработана схема получения гуминовых кислот диметилформаидным способом.

И.Н. Стрельцовой [2, с. 48-69] изучено влияние способа извлечения и процесса очистки на химический состав гуминовых препаратов.

Исследования молекулярной структуры, спектров поглощения, рентгеноструктурная характеристика проведены Л.Ф. Логиновым, И.Н. Стрельцовой [2, с. 70-98].

Л.Ф. Логиновым, Г.Н. Поповым [2, с. 99-124] изучен электронный парамагнитный резонанс гуминовых препаратов, исследовано изменение уровня электронного парамагнетизма гуминовых препаратов в процессе термической обработки в аргоне.

Л.Ф. Логиновым [2, с. 125-142] рассмотрен вопрос о молекулярной массе гуминовых кислот, предложена структурная схема фрагмента гуминовой кислоты и разработана модель макромолекулы гуминовой кислоты.

Особенности ионизации карбоксильных групп гуминовых кислот изучены Л.Ф. Логиновым и О.И. Федченко [2, с. 143-161].

На сельскохозяйственных культурах проведены опыты по влиянию гуминовых препаратов на ростовые процессы А.А. Климовой [2, с. 189-199], фотосинтез и дыхание – Л.Ф. Логиновым, А.А. Климовой [2, с. 200-212], накопление азота в листьях – А.П.

Павловой, И.Н. Стрельцовой [2, с. 213-216], углеводный обмен – А.П. Павловой, А.А. Климовой [2, с. 217-224], биокаталические процессы – А.А. Климовой [2, с. 225-237].

По полученному материалу защищены: кандидатская диссертация Л.Ф. Логиновым «Исследование гуминовых кислот в связи с их использованием в электротехнических производствах» (к.х.н.) (Минск, 1972) (02.073 Физическая химия); докторская диссертация И.Д. Комиссаровым «Химическая природа и биологическое значение гуминовых кислот» (д.б.н.) (Новосибирск, 1974) (06.01.03 Почвоведение); докторская диссертация Л.Ф. Логиновым «Гуминовые кислоты – природные окислительно-восстановительные системы» (Новосибирск, 1992) (03.00.27 Почвоведение).

В результате проведенных исследований сотрудниками кафедры установлено, что химический состав гуминовых препаратов и содержание в них примесей зависят от вида и концентрации реагента. При высоком содержании зольных элементов ход щелочной экстракции гуминовых кислот из сырья может осложняться окислительными процессами, изменяющими химический состав получаемых препаратов. В составе гуминовых кислот соотношение ароматических структур и алифатических цепей имеет определенную зависимость от вида сырья. У гуминовых кислот, извлекаемых из сырья разными реагентами, наблюдались различия в интенсивности поглощения, что свидетельствует о неодинаковом соотношении ароматических ядер и открытых периферических цепей у разных препаратов. Гуминовые кислоты, извлекаемые из сырья низкими концентрациями щелочных реагентов, имели пониженное светопоглощение в коротковолновом интервале, что указывает на увеличение доли алифатических структур в макромолекуле. При повышении концентрации щелочного раствора для извлечения гуминовых кислот из сырья отмечается тенденция относительного уменьшения открытых цепей и межмолекулярных связей.

Изменения уровня электронного парамагнетизма гуминовых кислот в процессе их получения и очистки происходит за счет отщепления и удаления примесей и нерегулярных структур макромолекул. Высказаны предположения о механизме образования и гибели парамагнитных центров гуминовых препаратов при их термической обработке.

При кафедре общей химии в ноябре 2000 г. было организовано структурное подразделение на хозяйственной основе научно-производственный центр «Эврика» для производства гуминового препарата Росток из низинного торфа. Все полученные ранее результаты исследований по влиянию на состав гуминовых препаратов были учтены при разработке технологии гуминового препарата. В первые годы отработывали технологию, налаживали производство, оформляли технические условия, патент [4] и регистрацию. В 2014 г. структурное подразделение реорганизовалось в малое инновационное предприятие по 217 ФЗ ООО «НПЦ «Эврика».

Принципиальное отличие технологии: отделение фульвокислот от гуминовых кислот, что обеспечивает постоянство состава и увеличивает действие препарата Росток. В хозяйстве Ставропольского края при применении Ростка (в составе соли ГК) выше урожайность озимой пшеницы на 3,8 ц/га, содержание клейковины – на 1,2% по сравнению с Гуматом калия (в составе соли ГК и ФК). Производственный опыт наглядно показал, что удаление фульвовых кислот увеличивает действие гуминового препарата.

С 2000 по 2024 гг. проведено много вегетационных, полевых и производственных опытов по применению препарата Росток на разных культурах. Испытания препарат прошел в 17 научных организациях. Например, в полевом трехгодичном опыте Курганской ГСХА [3]

предпосевная обработка семян сои Ростком снизила распространение и развитие корневых гнилей на 33 и 38% соответственно, и увеличила урожайность на 8 ц/га. Большое число опытов проведено на кафедрах АТИ нашего вуза, защищено более десятка диссертаций по действию препарата на сельскохозяйственные растения.

В хозяйствах Тюменской области препарат Росток применяют в качестве компонента в баковых смесях с пестицидами и получают значительное повышение урожайности. Для примера приведем результаты опытов на яровой пшенице. В СПК «Турай» Нижнетавдинского района применение препарата Росток в баковой смеси с протравителем и гербицидом повысило урожайность яровой пшеницы сорт Омская 36 по сравнению с контролем на 20,3 ц/га. Прибавка значительная из-за негативных условий: весенняя основная обработка и применение глифосата, отрицательное действие которых на яровую пшеницу Росток устранил. В АО «Успенское» Тюменского района предпосевная обработка баковой смесью протравителя и препарата Росток в среднем за три года обеспечила прибавку урожайности яровой пшеницы сорт Иргина 5,7 ц/га [1]. Препарат Росток успешно реализуется не только в Тюменской области, но и во многих регионах России.

Библиографический список

1. Грехова И.В., Матвеева Н.В. Реакция яровой пшеницы на применение регуляторов и микроудобрения при протравливании семян // Аграрный вестник Урала. – 2014. – № 1. – С. 6-8.
2. Гуминовые препараты. – Тюмень, 1971. – 266 с.
3. Жернова С.Ю., Жернов О.Г. Экологически безопасные методы борьбы с корневыми гнилями сои в условиях Курганской области // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 7 (73). – С. 64-66.
4. Комиссаров И.Д., Грехова И.В., Михеев М.Ю., Гордеева А.И., Стрельцова И.Н., Уступалова В.А. Способ получения гуминового биостимулятора / Патент на изобретение № 2228921, 20.05. 2004 г.
5. Кухаренко Т.А., Шапиро С.А. Основы технологии производства гуминовых кислот // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. – Харьков, 1957. – С. 39-45.

References

1. Grekhova I.V., Matveeva N.V. Reaction of spring wheat to the use of regulators and micronutrients in seed pickling // Agrarian Bulletin of the Urals. - 2014. – No. 1. – pp. 6-8.
2. Humic preparations. – Tyumen, 1971. – 266 p.
3. Zhernova S.Yu., Zhernov O.G. Ecologically safe methods of combating soybean root rot in the conditions of the Kurgan region // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2010. – № 7 (73). – Pp. 64-66.
4. Komissarov I.D., Grekhova I.V., Mikheev M.Yu., Gordeeva A.I., Streltsova I.N., Concedalova V.A. Method of obtaining a humic biostimulator / Patent for invention No. 2228921, 05/20. 2004
5. Kukharenko T.A., Shapiro S.A. Fundamentals of humic acid production technology // Humic fertilizers. Theory and practice of their application. – Kharkov, 1957. – pp. 39-45.

Контактная информация:

Грехова Ираида Владимировна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

E-mail: grehova-rostok@mail.ru

Contact information:

Iraida Vladimirovna Grekhova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the I.D. Komissarov Department of General Chemistry, State Agrarian University of the Northern Urals

E-mail: grehova-rostok@mail.ru

Малявская Ангелина Владимировна, аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Гасанова Елена Сергеевна, к.с-х.н., доцент, заведующий кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Максимова Анна Сергеевна, студент ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ .

Особенности молекулярного строения гуминовых и фульвокислот чернозема, выщелоченного в условиях высокой антропогенной нагрузки
Features of the molecular structure of humic and fulvic acids of leached chernozem under conditions of high anthropogenic load

Аннотация. Работа посвящена изучению молекулярного строения гуминовых и фульвокислот почвенных образцов чернозема выщелоченного стационарного опыта кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Методом УФ-спектроскопии установлено наличие бензольных фрагментов с выраженными ауксохромными заместителями, такими как карбоксильные группы, в структурах гуминовых кислот (ГК) и фульвокислот (ФК). Анализ видимого спектра, проведённый для расчета коэффициентов экстинкции, продемонстрировал, что в молекуле ФК доминируют алифатические фрагменты. В ходе потенциометрического титрования было установлено, что молекулы ФК имеют повышенное содержание фенольных гидроксидов и пониженное количество карбоксильных групп по сравнению с молекулами ГК.

The abstract. The work is devoted to the study of the molecular structure of humic and fulvic acids of soil samples of leached chernozem from the stationary experience of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology of the Voronezh State Agrarian University. The presence of benzene fragments with pronounced auxochromic substituents, such as carboxyl groups, in the structures of humic acids (HA) and fulvic acids (FA) was established by UV spectroscopy. The analysis of the visible spectrum carried out to calculate the extinction coefficients demonstrated that aliphatic fragments dominate in the FA molecule. During potentiometric titration, it was found that FA molecules have an increased content of phenolic hydroxyls and a reduced number of carboxyl groups compared to HA molecules.

Ключевые слова: гуминовые кислоты, фульвокислоты, чернозем выщелоченный.

Key words: humic acids, fulvic acids, leached chernozem.

В условиях интенсивного ведения сельскохозяйственного производства нельзя забывать, что плодородие почвы – это не только ресурс для агропроизводства, но и основа для жизнедеятельности всей планеты. Различные методы управления сельским хозяйством, такие как севооборот, использование органических удобрений и минимизация воздействия химических пестицидов, способствуют улучшению плодородия почв. Современные исследования направлены на разработку устойчивых методов ведения сельского хозяйства, которые не только способствуют повышению урожайности, но и сохраняют биологическое разнообразие экосистемы. Важнейшей характеристикой плодородия почв является

содержание в ней органического углерода, который представлен преимущественно гумусовыми веществами – это обобщающий термин, охватывающий гуминовую кислоту (ГК), фульвокислоту (ФК), гумин и гиматомелановую кислоту, которые различаются по растворимости, молекулярной массе и структуре. Данные компоненты почвы играют огромную роль в почве и экосистеме в целом. ГК определяют почвенную структуру, водоудерживающую способность, катионообменную емкость. ФК регулируют усвоение питательных веществ и процессы биodeградации органического вещества благодаря своей высокой растворимости и доступности для корней растений. Поэтому изучение особенностей молекулярного строения гумусовых веществ является актуальной задачей.

Целью настоящего исследования являлось изучение молекулярного строения препаратов ГК и ФК, выделенных из пахотного слоя чернозема выщелоченного.

Материалы и методы исследований. В качестве объектов исследования были использованы очищенные препараты ГК и ФК, выделенные из почвенных образцов чернозема выщелоченного стационарного опыта кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I. Образцы отбирались из пахотного слоя варианта опыта с высокими дозами минеральных удобрений ($N_{120}P_{120}K_{120}$) на фоне последствия 40 т/га навоза.

Результаты исследования. Ультрафиолетовая (УФ) спектроскопия является важным инструментом для изучения молекулярного строения ГК и ФК.

На рисунке 1. представлены электронные спектры ГК и ФК изучаемого варианта удобрения.

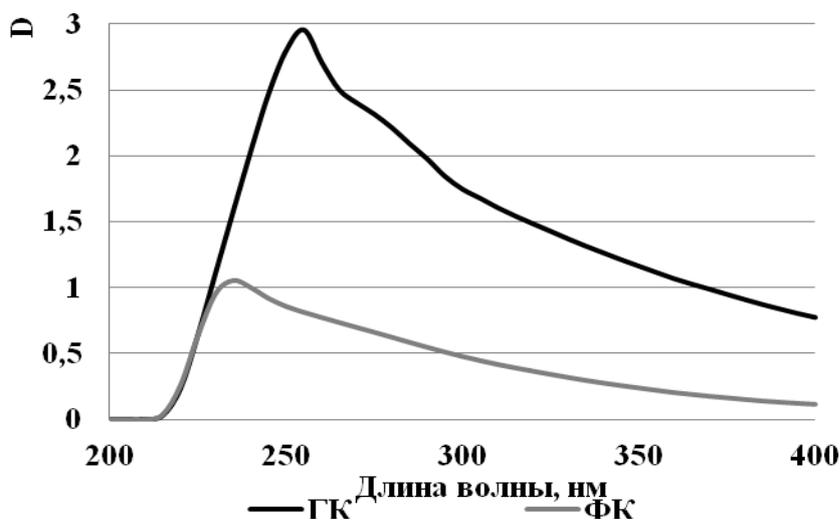


Рис. 1. УФ-спектры препаратов ГК и ФК

Способность молекулы поглощать свет (или ее оптическая плотность) определяется поляризуемостью ее электронов, что связано с физическими процессами, происходящими при взаимодействии молекулы с электромагнитным излучением. В обычных условиях молекула представляет собой систему электронов, находящихся в постоянном поле положительно заряженных ядер. Эти электроны занимают строго определенные энергетические уровни (орбитали). Подействовав на молекулу электромагнитным излучением, электроны могут переходить на более высокие энергетические уровни (возбужденные состояния). Это возбуждение сопровождается изменением распределения

электронной плотности в связях молекулы, и в первую очередь это затрагивает хромофорные группировки. Разница в энергиях между основным и возбужденным состоянием определяет как расположение, так и интенсивность полос поглощения в спектре.

Подобные спектральные кривые типичны для насыщенных (предельных) органических молекул, имеющих только простые связи, и ненасыщенных (непредельных) многоатомных молекул с преобладанием простых связей над изолированными кратными углерод-углеродными связями. Полоса поглощения сопряженных С=С-связей, имеющая максимум в коротковолновой области УФ-спектра может перекрываться полосой поглощения растворителя (0,1 н NaOH), который часто используется для растворения ГК. Поэтому в качестве эталона сравнения мы использовали раствор гидроксида натрия [3].

Ключевыми группами, которые влияют на поглощение электромагнитного излучения, являются небольшие структурные элементы многоатомных молекул, в которых содержатся сопряженные связи С=С. Эти элементы могут быть частью как ароматических, так и алифатических соединений. Помимо хромофоров с С=С-связями, в ультрафиолетовой области спектра также имеют поглощение хромофоры, содержащие множественные связи с гетероатомами, такими как кислород, азот, сера или фосфор. Такие структурные группы обычно находятся в боковых цепях макромолекул гликопротеинов. Кратные связи, такие как С=О, С=N, N=N, S=O, P=O и другие, могут усиливать поглощение электромагнитного излучения, которое связано с сопряженными С=С-связями главной углеродной цепи или ядром молекулы.

Увеличение поглощения светового спектра или перемещение характеристических полос вызвано свободными электронными парами гетероатомов, участвующих в простых связях различных функциональных групп, таких как СОН, ОСН₃, NH₂, NR₂ и других, которые не имеют собственных полос поглощения в ультрафиолетовом спектре. Эти функциональные группы известны как ауксохромные.

Представленные кривые характеризуются развитым максимумом в диапазоне 235-255 нм, который определяется фрагментами бензола с развитым ауксохромным заместителем, например, с карбоксильной группой. Также отмечается некоторый перегиб в области 275 нм на спектральной кривой препарата ГК, который объясняется присутствием фенольных соединений.

На основе анализа видимых спектров анализируемых препаратов были определены коэффициенты экстинкции, которые играют важную роль в оценке организационно-структурных характеристик и функциональных свойств гумусовых кислот. Научные работы показывают [1,5], что эти значения могут варьироваться в зависимости от источника гуминовых и фульвокислот, их химического состава и условий окружающей среды. Важность коэффициентов экстинкции заключается в их способности указывать на уровень биодоступности органических веществ, что, в свою очередь, напрямую влияет на процессы разложения и минерализации в почвах и водоемах. В таблице 1 показаны значения коэффициента E₄/E₆, а также коэффициентов Залфелда для изучаемых препаратов ГК и ФК.

Таблица 1

Коэффициенты цветности препаратов гумусовых кислот

Коэффициенты цветности	ГК	ФК
E ₄₆₅ /E ₆₅₀	3,08	4,94

E400/E500	1,88	2,96
E500/E600	1,77	2,40
E600/E700	1,99	2,27

Максимальное значение коэффициента экстинкции отмечается для препарата ФК (4,94) Это может свидетельствовать об алифатическом характере молекул ФК анализируемой почвы. Низкие показатели характерны для ГК – 3,08. Аналогичная картина отмечается при анализе коэффициентов Залфелда. Данная зависимость может быть связана с разрушением алифатических структур ГК и возрастанием их ароматичности. Подобные процессы часто отмечаются в почвах в условиях интенсивного ведения сельскохозяйственного производства, в первую очередь, в результате высоких доз минеральных удобрений [2].

Важнейшим методом изучения кислотно-основных свойств гумусовых кислот является потенциометрическое титрование, которое основано на измерении изменения потенциала электрода в процессе алкали- и ацидометрического титрования с последующим построением кривой зависимости [3]. Результаты данного метода анализа представлены на рис. 2. Обращает внимание, что на титрование препаратов ФК расходуется значительно меньший объем титранта, что объясняется меньшей молекулярной массой относительно ГК. На кривых алкали- и ацидиметрического титрования ГК и ФК отмечаются два скачка, характерных для разных типов функциональных групп.

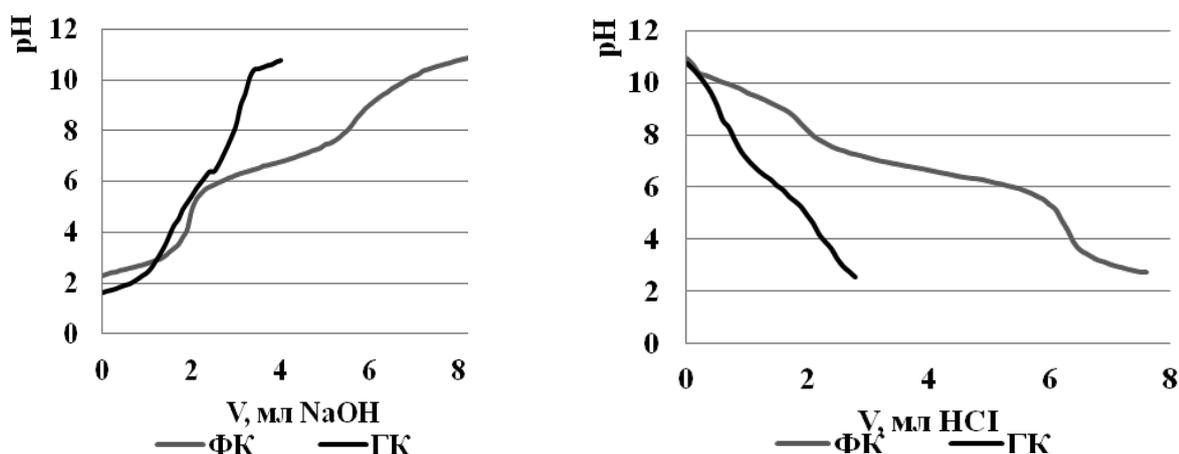


Рис. 2. Кривые потенциометрического титрования препаратов ГК и ФК

Результаты расчета содержания функциональных групп и значения их констант диссоциации представлены в таблице 2.

Установлено, что общее содержание функциональных групп молекул ФК больше на 14%, чем молекул ГК. При этом содержание карбоксильных групп больше в молекулах ГК почти на 10%. Однако, фенольных гидроксидов, определяемых ацидиметрией, больше в молекулах ФК на 48%. Полученные результаты подтверждаются известными литературными данными [4,6]. Выявлено, что константы диссоциации функциональных групп молекул ГК характеризуются меньшими значениями, чем молекул ФК. Известно, чем меньше константа диссоциации, тем слабее диссоциирует электролит и тем устойчивее его молекулы.

Функциональные группы и их константы диссоциации

рК		Содержание функциональных групп, моль/г				
Фульвокислота						
карбоксилов	Групп, определенных ацидиметрией	Карбоксилов	Всех карбоксилов	Групп, определенных ацидиметрией	Всех групп, определенных ацидиметрией	Общее
2,70	9,75	1,95	5,65	1,85	6,35	12
6,67	6,55	3,70		4,50		
Гуминовая кислота						
карбоксилов	Групп, определенных ацидиметрией	Карбоксилов	Всех карбоксилов	Групп, определенных ацидиметрией	Всех групп, определенных ацидиметрией	Общее
2,18	9,98	3,20	6,20	1,10	4,30	10,50
6,19	5,90	3,00		3,20		

Выводы

Таким образом, методом УФ-спектроскопии установлено присутствие фрагментов бензола с развитым ауксохромным заместителем, например, с карбоксильной группой в молекулах ГК и ФК. Расчет коэффициентов экстинкции на основе анализа видимого спектра показал преобладание алифатических фрагментов в молекуле ФК. В результате потенциометрического титрования выявили, что молекулы ФК характеризуются большим содержанием фенольных гидроксидов и меньшим содержанием карбоксильных групп по сравнению с молекулами ГК.

Библиографический список

1. Зиновьев, А. А. ИК-спектроскопия гуминовых веществ и продуктов модификации / А. А. Зиновьев, С. В. Егорова, Е. О. Ерченкова // Евразийский научный журнал. – 2016. – № 1. – С. 271-274.
2. Малявская, А. В. Электронная спектроскопия гумусовых веществ чернозема выщелоченного / А. В. Малявская, М. А. Шестакова, Е. С. Гасанова // Биотехнологические приемы производства и переработки сельскохозяйственной продукции : материалы Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Курск, 08 февраля 2021 года. Том Часть 1. – Курск: Курская государственная сельскохозяйственная академия имени И.И. Иванова, 2021. – С. 185-189.
3. Мамонтов, В. Г. Общее почвоведение: учебник / В. Г. Мамонтов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2023. – 554 с.
4. Сироткин, В. В. Изучение почвенных параметров на основе полевых спектрометрических данных / В. В. Сироткин, С. В. Васюков, Б. М. Усманов // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2020. – Т. 30, № 1. – С. 71-82.
5. Химическая структура органического вещества агрочерноземов разных позиций на склоне / З. С. Артемьева, Н. Н. Данченко, Ю. Г. Колягин [и др.] // Почвоведение. – 2023. – № 6. – С. 703-714.

6. Machado W. Spectroscopic characterization of humic and fulvic acids in soil aggregates, Brazil./ W. Machado, J.C. Franchini, M.F. Guimarães, J.T. Filho //Heliyon. - 2020;6(6):e04078. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04078.

References

1. Zinov`ev, A. A. IK-spektroskopiya guminovy`x veshhestv i produktov modifikacii / A. A. Zinov`ev, S. V. Egorova, E. O. Erchenkova // Evrazijskij nauchny`j zhurnal. – 2016. – № 1. – S. 271-274.

2. Malyavskaya, A. V. E`lektronnaya spektroskopiya gumusovy`x veshhestv chernozema vy`shhelochennogo / A. V. Malyavskaya, M. A. Shestakova, E. S. Gasanova // Biotexnologicheskie priemy` proizvodstva i pererabotki sel`skoxozyajstvennoj produkcii: materialy` Vserossijskoj (nacional`noj) nauchno-prakticheskoj konferencii, Kursk, 08 fevralya 2021 goda. Tom Chast` 1. – Kursk: Kurskaya gosudarstvennaya sel`skoxozyajstvennaya akademiya imeni I.I. Ivanova, 2021. – S. 185-189.

3. Mamontov, V. G. Obshhee pochvovedenie: uchebnyk / V. G. Mamontov. – 2-e izd., pererab. i dop.. – Moskva: Obshhestvo s ogranichennoj otvetstvennost`yu "Izdatel`stvo "KnoRus", 2023. – 554 s.

4. Sirotkin, V. V. Izuchenie pochvenny`x parametrov na osnove polevy`x spektrometricheskix dannyx / V. V. Sirotkin, S. V. Vasyukov, B. M. Usmanov // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o Zemle. – 2020. – T. 30, № 1. – S. 71-82.

5. Ximicheskaya struktura organicheskogo veshhestva agrochernozemov razny`x pozicij na sklone / Z. S. Artem`eva, N. N. Danchenko, Yu. G. Kolyagin [i dr.] // Pochvovedenie. – 2023. – № 6. – S. 703-714.

6. Machado W. Spectroscopic characterization of humic and fulvic acids in soil aggregates, Brazil./ W. Machado, J.C. Franchini, M.F. Guimarães, J.T. Filho //Heliyon. - 2020;6(6):e04078. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04078.

Контактная информация:

Малыавская Ангелина Владимировна, аспирант кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

E-mail: angelina.malyavskaya@mail.ru

Гасанова Елена Сергеевна, к.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой агрохимии, почвоведения и агроэкологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Максимова Анна Сергеевна, студент ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ .

Contact information:

Malyavskaya Angelina Vladimirovna, postgraduate student of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University.

E-mail: angelina.malyavskaya@mail.ru

Gasanova Elena Sergeevna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agrochemistry, Soil Science and Agroecology, Voronezh State Agrarian University.

Maksimova Anna Sergeevna, a student of the Voronezh State Pedagogical University.

Рыбачук Оксана Владимировна старший преподаватель кафедры общей химии им. проф. И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Специфические особенности строения молекул гиматомелановых кислот почв
Specific features of the structure of molecules of hymatomelanic acids in soil

Аннотация. В статье приводятся литературные данные по особенностям элементного состава и строению молекул гиматомелановых кислот почв, отличию их от гуминовых кислот, актуальности изучения данной группы веществ. Гуминовые и гиматомелановые кислоты считаются наиболее химически активными частями органогенного субстрата (уголь, торф, сапропель, горючие сланцы), что делает их уникальными объектами для решения химически важных задач различного плана. Но если, гуминовые кислоты, как и фульвокислоты, являются наиболее изученными группами гуминовых веществ то гиматомелановые кислоты как один из важных компонентов гуминовых веществ, к сожалению, изучены недостаточно, упоминания о них встречаются в единичных научных работах, несмотря на истечение почти двухсот лет со времени их выделения.

Abstract. The article presents literature data on the features of the elemental composition and structure of the molecules of soil hymatomelanic acids, their difference from humic acids, and the relevance of studying this group of substances. Humic and hymatomelanic acids are considered the most chemically active parts of the organogenic substrate (coal, peat, sapropel, oil shale), which makes them unique objects for solving chemically important problems of various types. But if humic acids, like fulvic acids, are the most studied groups of humic substances, then hymatomelanic acids, as one of the important components of humic substances, unfortunately, have not been studied enough; they are mentioned in isolated scientific papers, despite the passage of almost two hundred years since their isolation.

Ключевые слова: гиматомелановые кислоты, гуминовые кислоты, элементный состав, молекулярная масса, почва, способы получения.

Keywords: hymatomelanic acids, humic acids, elemental composition, molecular weight, soil, methods of production.

Первые сведения о гиматомелановых кислотах были получены еще в начале 19 века. Гоппе Зейлер, выделив из гуминовой кислоты спирторастворимую часть, назвал ее в отличие от гуминовой кислоты, гиматомелановой кислотой.

Современные исследователи экстрагируют ГМК различными способами: одни используют экстракцию спиртом на холоде, другие – кипящим спиртом в аппарате Сокслета с целью их полного извлечения. В качестве экстрагента используют различные спирты, ацетон, диоксан и другие органические кислородсодержащие растворители. Иногда экстракцию ГМК проводят непосредственно из декальцированной навески торфа, а не только из самой гуминовой кислоты [1,2].

Строение и химический состав макромолекул гиматомелановых кислот, как и гуминовых кислот не является строго стабильным, химический состав гиматомелановых кислот зависит от вида и концентрации экстрагента, способов получения и вида почв.

Гиматомелановые кислоты имеют много сходных черт с гуминовыми кислотами, но и имеют существенные различия по строению и составу. ГМК являются природными соединениями, со сложной органической структурой с конденсированными ароматическими ядрами, имеющими боковые цепи различной степени разветвления, в состав которых входят разнообразные гидрофильные функциональные группы: карбоксильные, гидроксильные, хиноидные, фенольные, аминогруппы [3].

ГМК имеют довольно сложный состав, включая неконденсированные ароматические, фурановые, пиррольные, тиофеновые гетероциклы с высоким вкладом алифатических заместителей, циклоалкановых фрагментов, функциональных групп. Они монодисперсны, состоят из одной фракции. ГМК содержат до 50% алифатических фрагментов (карбоксильных, карбонильных, метоксильных групп) и, следовательно, являются основной реакционноспособной частью в составе макромолекул.

Гиматомелановые кислоты - вещества, обогащенные водородом, с относительно высоким атомным отношением Н/С и относительно низкой степенью окисленности. Чем меньше эти отношения, тем большую роль играют атомы углерода в построении молекулярной структуры. Понижение атомных Н/С указывает на возрастание доли бензоидных фрагментов и снижение доли алифатических боковых цепей в молекулах гуминовых кислот по сравнению с молекулами гиматомелановых кислот. Для ГМК свойственно высокое содержание углерода (более 60%). Высокие значения атомного отношения водорода к углероду (Н/С) – более единицы — это одна из главных отличительных особенностей ГМК от других ГВ. Содержание углерода в ГМК зависит от способа их экстракции. Гиматомелановые кислоты беднее по содержанию кислорода и азота, чем гуминовые кислоты.

Особенностью ГМК так же является их обогащенность аминокислотами, полипептидами, пяти- и шестичленными азотсодержащими гетероциклами, пигментами, витаминами, стеринами, каротиноидами, металлопорфиринами. Названный спектр соединений отвечает за высокую биологическую активность.

ГМК так же отличаются от ГК большей растворимостью, подвижностью и большей кристаллической активностью. Средневесовые молекулярные массы наиболее высокомолекулярных фракций ГМК оказались в 2-3 раза ниже, чем молекулярные массы соответствующих фракций ГК. Гиматомелановые кислоты способны легче проникать через клеточные мембраны, обуславливая повышенную, в сравнении с ГК и гумином питательную ценность. Всё это позволяет считать, что в построение молекул ГМК большую роль, чем в ГК, играют алифатические цепочечные структуры [4].

Заключение

Необходимо углублять полученные данные о строении и элементном составе гиматомелановых кислот. На настоящий момент при всей изученности гуминовых кислот не решена проблема молекулярной структуры ГК из сложности данных объектов.

Гуминовые и гиматомелановые кислоты имеют близкую «скелетную» структуру макромолекул, а обнаруженные различия указывают на меньшую сформированность - «зрелость» гиматомелановых кислот.

Библиографический список

1. Барабанщикова, Л. Н. Влияние гуминовой и гиматомелановой кислот торфа на активность каталазы яровой пшеницы / Л. Н. Барабанщикова, О. В. Рыбачук // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Тюмень, 19 декабря 2022 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 5-10. – EDN PRNORJ.
2. Глебова, Г.И. Гиматомелановые кислоты почв.- М.: Изд-во Моск. Унта, 1985. – 75 с.
3. Смирнова, А. О. Биологическая активность гиматомелановых кислот / А. О. Смирнова, О. В. Рыбачук // Инновационное развитие агропромышленного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Тюмень, 20 декабря 2020 года. Том Часть 2. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. – С. 469-477. – EDN XOITDZ.
4. Смирнова, А. О. Гиматомелановые кислоты почв / А. О. Смирнова, О. В. Рыбачук // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIII Международной студенческой научно-практической конференции, Тюмень, 29 марта 2019 года. Том Часть 3. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2019. – С. 596-601. – EDN BGBBXJ.

References

1. Barabanshnikova, L. N. Vliyanie guminovoj i gimatomelanovoj kislot torfa na aktivnost` katalazy` yarovoj pshenicu / L. N. Barabanshnikova, O. V. Ry`bachuk // Dostizheniya agrarnoj nauki dlya obespecheniya prodovol`stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii: Sbornik trudov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii molody`x ucheny`x i specialistov, Tyumen`, 19 dekabrya 2022 goda. – Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2022. – S. 5-10. – EDN PRNORJ.
2. Glebova, G.I. Gimatomelanovy`e kisloty` pochv.-M.: Izd-vo Mosk. Unta, 1985. – 75 s.
3. Smirnova, A. O. Biologicheskaya aktivnost` gimatomelanovy`x kislot / A. O. Smirnova, O. V. Ry`bachuk // Innovacionnoe razvitie agropromy`shlennogo kompleksa dlya obespecheniya prodovol`stvennoj bezopasnosti Rossijskoj Federacii: Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Tyumen`, 20 dekabrya 2020 goda. Tom Chast` 2. – Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2020. – S. 469-477. – EDN XOITDZ.
4. Smirnova, A. O. Gimatomelanovy`e kisloty` pochv / A. O. Smirnova, O. V. Ry`bachuk // Aktual`ny`e voprosy` nauki i hozyajstva: novy`e vy`zovy` i resheniya: Sbornik materialov LIII Mezhdunarodnoj studencheskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Tyumen`, 29 marta 2019 goda. Tom Chast` 3. – Tyumen`: Gosudarstvenny`j agrarny`j universitet Severnogo Zaural`ya, 2019. – S. 596-601. – EDN BGBBXJ.

Контактная информация:

Рыбачук Оксана Владимировна, старший преподаватель кафедры общей химии им. И. Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

E-mail: rybachukov@gausz.ru

Contact information:

Rybachuk Oksana Vladimirovna, Senior Lecturer at the I. D. Komissarov Department of General Chemistry, State Agrarian University of the Northern Urals

E-mail: rybachukov@gausz.ru

Соколова Ирина Владимировна, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Федорова Анастасия Андреевна, аспирант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Флуоресценция гуминовых кислот, отличающихся генезисом органического сырья **Fluorescence of humic acids differing in the genesis of organic raw materials**

Аннотация. В статье обсуждаются гуминовые вещества, играющие важную роль в природных процессах. Постоянно растущий интерес к гуминовым веществам связан со снижением плодородия почв, климатическими катаклизмами, нарастанием экологических проблем. Сложность строения гуминовых веществ определяет широкий спектр их применения. Однако по этой же причине в мировой научной литературе продолжают споры о том, что же представляют из себя эти объекты. Флуоресцентная спектроскопия на сегодняшний день является одним из важных и информативных методов изучения характеристик гуминовых веществ. Сочетание высокой чувствительности и подходящего временного диапазона позволяет получить необходимые сведения о гуминовых веществах. При этом, как и в спектрах поглощения, образцы гуминовых кислот, выделенные из бурого угля, обладают наибольшей интенсивностью спектров флуоресценции. Длина волны максимума флуоресценции гуминовых кислот разного происхождения и его интенсивность зависит от длины волны возбуждающего света. Флуоресцентные свойства гуминовых кислот чувствительны к происхождению органического сырья из которого они выделены и могут быть полезны в том числе и для оценки систем под антропогенной нагрузкой.

The article discusses humic substances that play an important role in natural processes. The ever-growing interest in humic substances is associated with a decrease in soil fertility, climate disasters, and increasing environmental problems. The complexity of the structures of humic substances determines their wide range of applications. However, for the same reason, debates continue in the world scientific literature about what these objects are. Fluorescence spectroscopy today is one of the important and informative methods for studying the characteristics of humic substances. The combination of high sensitivity and suitable time range allows obtaining the necessary information about humic substances. In this case, as in the absorption spectra, samples of humic acids isolated from brown coal have the highest intensity of fluorescence spectra. The wavelength of the maximum fluorescence of humic acids of different origins and its intensity depends on the wavelength of the exciting light. The fluorescent properties of humic acids are sensitive to the origin of the organic raw materials from which they are isolated and can be useful, among other things, for assessing systems under anthropogenic load.

Ключевые слова: гуминовые вещества, спектры флуоресценции, гуминовые кислоты, бурый уголь, торф, максимум спектра флуоресценции

Key words: humic substances, fluorescence spectra, humic acids, brown coal, peat, fluorescence spectra maximum

Гуминовые вещества играют важнейшую роль в процессах, происходящих в окружающей среде. Эти вещества - основная органическая составляющая почвы, воды и твердых горючих ископаемых. Образование гуминовых веществ - второй по величине процесс превращения органического вещества после фотосинтеза. Образование гуминовых веществ в природных источниках: торфе, почве или буром угле в отличие от фотосинтеза идет по принципу естественного отбора, в результате чего формируются термодинамически наиболее стабильные системы, остаются самые устойчивые к биоразложению структуры. Постоянно растущий интерес к гуминовым веществам связан со снижением плодородия почв, климатическими катаклизмами, нарастанием экологических проблем. Сложность строения гуминовых веществ определяет широкий спектр их применения. Однако по этой же причине в мировой научной литературе продолжают споры о том, что же представляют из себя эти объекты. Поэтому чрезвычайно актуально изучение их свойств самыми различными методами, в том числе с помощью флуоресцентной спектроскопии. Флуоресцентная спектроскопия на сегодняшний день является одним из важных и информативных методов изучения характеристик гуминовых веществ. Сочетание высокой чувствительности и подходящего временного диапазона позволяет получить необходимые сведения о гуминовых веществах.

Цель исследования состоит в изучении влияния генезиса органического сырья на флуоресцентные характеристики гуминовых веществ.

Материалы и методы. Спектры флуоресценции регистрировали на спектрофлуориметре CM2203 (фирма «Solar», Беларусь). Длина оптического пути ячейки 10 мм, ширина щелей монохроматора 5 мм. В качестве объектов исследования использовали образец торфа, отобранный на ключевом участке «Ханымей» Ямало-Ненецкого Автономного округа, а также образец фирмы Fluka, выделенный из бурого угля. Для получения гуминовых кислот использовался стандартный метод выделения. Также изучены образцы, полученные из верхового торфа олиготрофного болотного комплекса севера России, расположенного в Архангельской области, и выделенные из них гуминовые вещества и кислоты. Распределение частиц по размерам обсуждено в работе [1]. Проведено сравнение с флуоресценцией образцов фирмы Aldrich, выделенных из бурого угля.

Результаты исследований. Спектры флуоресценции изученных образцов представляют собой широкую полосу в области от 380 до 600 нм. При этом, как и в спектрах поглощения, образцы гуминовых кислот, выделенные из бурого угля, обладают наибольшей интенсивностью. Можно предположить, что такое различие в интенсивности спектров флуоресценции обусловлено различным соотношением ароматических структур, а также различием в функциональных группах образцов гуминовых кислот. Бурые угли состоят из продуктов разложения целлюлозы, лигнина, растительного белка. У них значительно содержание кислорода, что ограничивает их использование в качестве топлива, однако чрезвычайно важно, что в результате их переработки получают полезные и важные гуминовые препараты. Уголь находится в недрах Земли миллионы лет, торф - десятки тысяч лет. Из-за значительных запасов торфа (особенно в Западной Сибири) он также является огромной ресурсной базой для производства различных препаратов на основе гуминовых веществ.

Обнаружена зависимость спектров флуоресценции исследованных архангельских образцов от длины волны возбуждения флуоресценции. При ее увеличении возрастает интенсивность спектра и происходит bathochromic сдвиг максимума флуоресценции (табл. 1). Наблюдаемая сложная и не обычная (нарушающая правило Каша) зависимость флуоресцентных характеристик от частоты возбуждающего света объясняется тем, что источники флуоресценции представляют из себя не индивидуальные молекулы, а сложные гетерогенные смеси флуорофоров, которые, несмотря на химические и структурные различия, проявляют общность оптических свойств, механизмы формирования которых являются малоизученными [2]. Авторы работы [3] также наблюдали зависимость максимумов флуоресценции от длины волны возбуждения флуоресценции для гуминовых веществ, выделенных из бурого угля Канско-Ачинского угольного бассейна, месторождение Переясловское. Различное положение максимумов в спектре свидетельствует о гетерогенности флуорофорных заместителей в структуре гуминовых веществ угля.

Таблица 1

Зависимость спектров флуоресценции от длины волны возбуждения

$\lambda_{\text{возб. флуор. нм}}$	$\lambda_{\text{макс. флуор. нм}}$	Интенс. флуор.
260	450	0,48
310	440	0,74
360	465	0,84

Подчеркнем, что бурый уголь, леонардит, который является ценным источником гуминовых веществ ввиду высокого содержания последних, как и торф, соответствует требованиям “зеленой химии”.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие **выводы:**

1. Гуминовые кислоты, отличающиеся генезисом органического сырья, проявляют различные флуоресцентные свойства.

2. Высокая чувствительность флуоресцентной спектроскопии позволяет делать выводы как о происхождении органического сырья, так и об изменении свойств гуминовых веществ и их кислот в процессах дегидратации [4].

3. Длина волны максимума флуоресценции гуминовых кислот и его интенсивность зависит от длины волны возбуждающего света.

Таким образом, флуоресцентные свойства гуминовых кислот чувствительны к происхождению органического сырья из которого они выделены и могут быть полезны в том числе и для оценки систем под антропогенной нагрузкой.

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России, проект № 0721-2020-0033.

Библиографический список

1. Влияние электрохимической обработки на дисперсный состав гуминовых соединений / С. Б. Селянина, А. С. Орлов, И. Н. Зубов [и др.]. – Текст: непосредственный // Химия твердого топлива. – 2021. – № 2. – С. 13-17.

2. Изменение свойств гуминовых веществ верхового торфа в процессе дегидратации С. Б. Селянина, И. Н. Зубов, А. С. Орлов [и др.]. – Текст: непосредственный // Успехи современного естествознания – 2024. – № 1. – С. 41-46.

3. Многофотонная микроскопия с эндогенным контрастом: природа флуорофоров и возможности в исследовании биохимических процессов / Е. А. Ширшин, Б. П. Якимов, М. Е. Дарвин [и др.]. – Текст: непосредственный // Успехи биологической химии. – 2019. – Т. 59. – С. 139–180 (специальный выпуск журнала «Биохимия»).

4. Химико-фармакологическое исследование субстанции гуминовых веществ угля для целей применения в пищевой и фармацевтической промышленности / М. В. Зыкова, К. А. Братишко, Л. А. Логвинова [и др.]. – Текст: непосредственный // Химия в интересах устойчивого развития. – 2023. – Т. 31. С. 379–389.

References

1. Vliyanie e`lektroximicheskoy obrabotki na dispersny`j sostav guminovy`x soedinenij / S. B. Selyanina, A. S. Orlov, I. N. Zubov [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j // Khimiya tverdogo topliva. – 2021. – № 2. – S. 13-17.

2. Izmenenie svojstv guminovy`x veshhestv verkhovogo torfa v processe degidracii S. B. Selyanina, I. N. Zubov, A. S. Orlov [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j // Uspexi sovremennogo estestvoznaniya – 2024. – № 1. – S. 41-46.

3. Mnogofotonnaya mikroskopiya s e`ndogenny`m kontrastom: priroda fluoroforov i vozmozhnosti v issledovanii bioximicheskix processov / E. A. Shirshin, B. P. Yakimov, M. E. Darvin [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j // Uspexi biologicheskoy khimii. – 2019. – Т. 59. – С. 139–180 (special`ny`j vy`pusk zhurnala «Bioximiya»).

4. Khimiko-farmakologicheskoe issledovanie substancii guminovy`x veshhestv uglja dlya celej primeneniya v pishhevoj i farmacevticheskoy promy`shlennosti / M. V. Zy`kova, K. A. Bratishko, L. A. Logvinova [i dr.]. – Tekst: neposredstvenny`j // Khimiya v interesax ustojchivogo razvitiya. – 2023. – Т. 31. С. 379–389.

Контактная информация:

Соколова Ирина Владимировна, доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

E-mail: irsokol783@gmail.com

Федорова Анастасия Андреевна, аспирант, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Contact information:

Sokolova Irina Vladimirovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Leading Researcher, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University"

E-mail: irsokol783@gmail.com

Fedorova Anastasia Andreevna, postgraduate student, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Tomsk State University"

Секция 2. Гуминовые препараты, получение и их применение в сельском хозяйстве

УДК 631.8.022.3

Асташов Александр Николаевич, к.с.-х.н., главный научный сотрудник, ФГБНУ
РосНИИСК «Россорго»

Плаксина Вера Сергеевна, старший научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»

Сафронов Александр Александрович, научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК
«Россорго»

Влияние листовой обработки посевов гуминовыми удобрениями на урожайность кормовых культур

The effect of leaf treatment of crops with humic fertilizers on the yield of forage crops

Аннотация. В условиях Правобережья Саратовской области была изучена отзывчивость культур четырехпольного севооборота на применение препаратов с высоким содержанием гуминовых кислот. Объектами исследования были кормовые культуры стационарного зернопаропропашного севооборота – зерновое сорго, суданская трава, фацелия, пайза. Гуминовые удобрения оказали положительное влияние на ростовые процессы растений, тем самым способствуя формированию зеленой массы. Наиболее отзывчивыми на некорневые подкормки оказались пайза и суданская трава. Результаты проведенных исследований подтверждают эффективность применения гуминовых удобрений в виде некорневых подкормок обработок при возделывании кормовых культур.

Annotation. In the conditions of the Right Bank of the Saratov region, the responsiveness of four-field crop rotation crops to the use of drugs with a high content of humic acids was studied. The objects of the study were fodder crops of stationary grain–crop rotation - grain sorghum, Sudanese grass, phacelia, paiza. Humic fertilizers had a positive effect on the growth processes of plants, thereby contributing to the formation of a green mass. Payza and Sudanese grass turned out to be the most responsive to non-root top dressing. The results of the conducted studies confirm the effectiveness of the use of humic fertilizers in the form of foliar top dressing treatments in the cultivation of forage crops.

Ключевые слова: некорневые подкормки, гуминовые кислоты, урожайность, сорго зерновое, суданская трава, фацелия, пайза.

Keywords: foliar top dressing, humic acids, yield, grain sorghum, Sudanese grass, phacelia, paiza.

Применение гуминовых удобрений повышает устойчивость растений к засухе, низким – высоким температурам и другим неблагоприятным факторам среды; восстанавливает естественное плодородие истощенных почв, предотвращает болезни растений, связанные с недостатком микроэлементов; стимулирует развитие всех почвенных микроорганизмов, что способствует интенсивному образованию гумуса в почве [1]. Более широкое некорневое использование органических удобрений позволяет улучшить питание растений в условиях воздушной и почвенной засухи и стабилизировать производство зерна по годам [2].

Для выявления реакции культур четырехпольного севооборота проведены двухкратные некорневые подкормки препаратами с высоким содержанием гуминовых кислот «ReasilForteCarb-N-Humic» и «Здоровый урожай». Прием позволяет усилить питание растений в процессе вегетации. У растений существует взаимосвязь между всеми жизненно важными процессами, в том числе и между корневым и некорневым питанием, поэтому некорневая подкормка повышает эффективность использования почвенного плодородия [3]. Исследования многих ученых доказывают эффективность применения гуминовых удобрений в виде листовых обработок, способствующих формированию высокой урожайности сельскохозяйственных культур [4-7].

Цель исследований – определение влияния листовой обработки препаратами Reasil Forte Carb-N-Humic и Здоровый Урожай на продуктивность кормовых культур

Материалы и методы. Исследования проводились в 2019-2020 году на опытном поле ФГБНУ РосНИИСК «Россорго» в стационарном зернопаропропашном севообороте: пар черный – озимая пшеница – соя – сборное поле. В экспериментальной работе использовались культуры сборного поля: сорго зерновое (сорт Гранат), суданская трава (сорт Мечта Поволжья), фацелия (сорт Наталья), пайза (сорт Готика).

Внесение удобрений проводилось по следующей схеме:

1 вариант – контроль (без обработки препаратами);

2 вариант – «Reasil Forte Carb-N-Humic» 2 л/га д.в.;

3 вариант – «Здоровый Урожай» 1,2 л/га д.в.

Морфометрические показатели и урожайность определяли по методике Государственного сортоиспытания. Математическая обработка данных проводилась методом двухфакторного дисперсионного анализа с использованием программы AGROS версии 2.09.

Результаты исследований. В процессе изучения были определены показатели высоты растений и длины соцветия, а также урожайность биомассы. Исследования показали, что изучаемые культуры положительно отзываются на некорневые подкормки препаратами с содержанием гуминовых кислот.

По признаку «высота растений» максимальные превышения показателей в сравнении с контрольным вариантом отмечены у суданской травы и пайзы. У суданской травы выявлено увеличение показателей на 6,80% при применении препарата «ReasilForteCarb-N-Humic» и 16,18% при применении «Здоровый урожай», у пайзы 10,14% и 15,38 % соответственно. Применение удобрений в посевах зернового сорго и фацелии также сопровождалось увеличением высоты растений, «Здоровый урожай» превышение составило 6,46% и 7,59%, «ReasilForteCarb-N-Humic» – 4,34% и 4,26% соответственно.

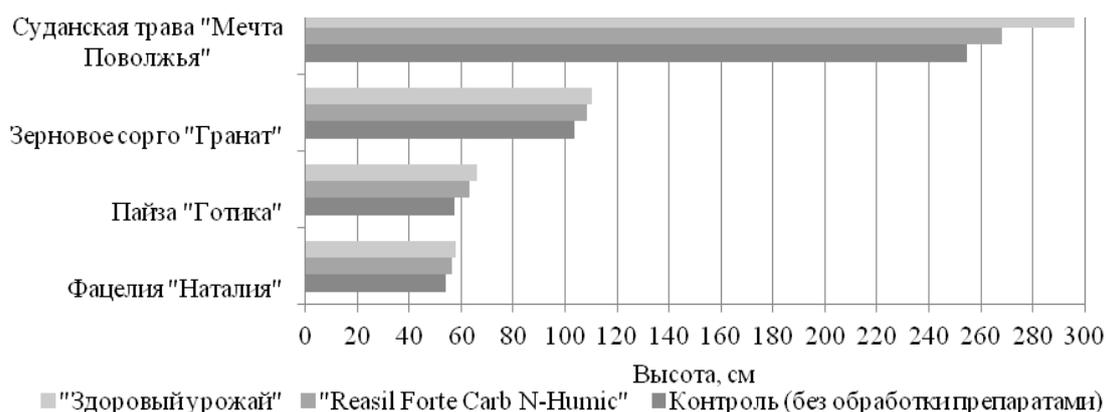


Рис.1. Среднее значение высоты растений в зависимости от варианта обработки

Показатель «длина соцветия» определялся у суданской травы, пайзы и зернового сорго. Выявлено влияние некорневых подкормок. Превышение в вариантах, обработанных препаратом «Здоровый урожай» составило у суданской травы 4,9%, зернового сорго – 20,69 %, пайзы – 24,7 %. Применение препарата «ReasilForteCarb-N-Humic» оказало положительное влияние на длину соцветия пайзы, увеличение на 12 %, и зернового сорго, на 14,87 % по сравнению со стандартом. Влияния этого препарата на длину соцветия суданской травы не выявлено.

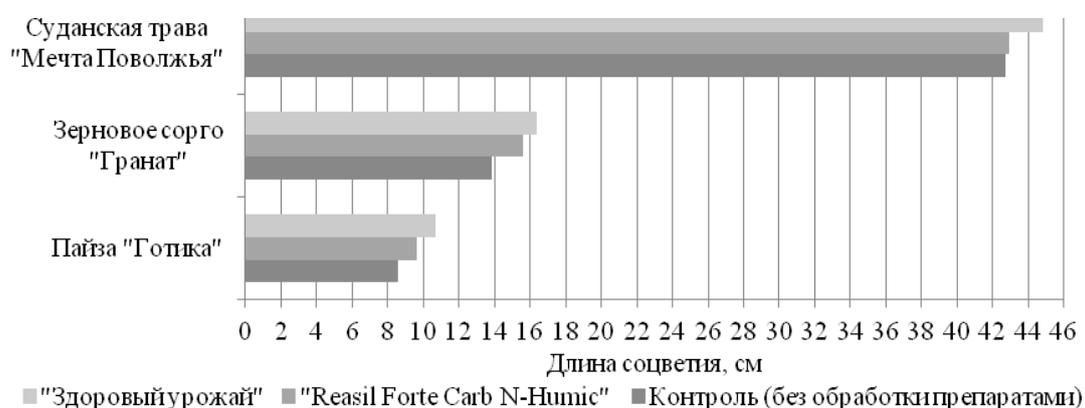


Рис.2. Среднее значение длины соцветия растений в зависимости от варианта обработки

Проведены исследования по влиянию некорневых подкормок препаратами с высоким содержанием гуминовых кислот на урожайность биомассы (рисунок 3).

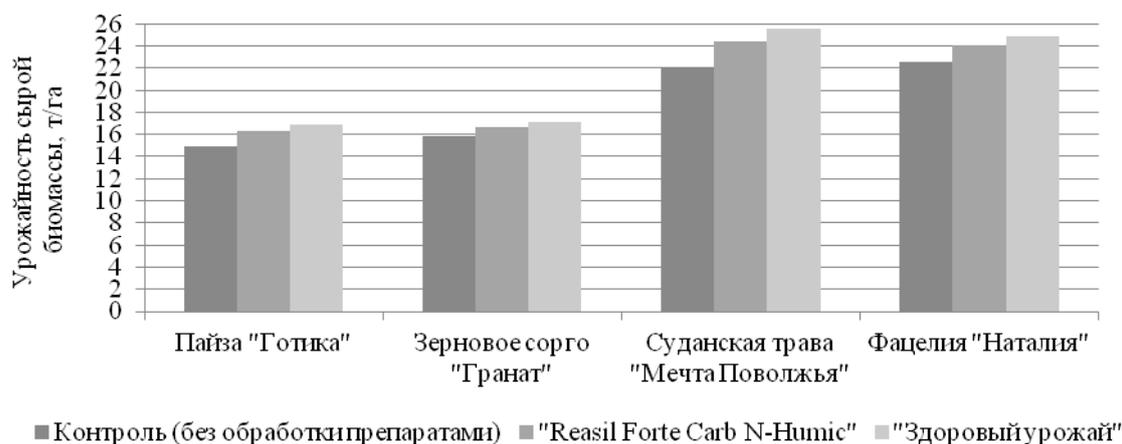


Рис.3. Урожайность биомассы культур в зависимости от вариантов обработки

Прибавка урожая при использовании препарата «ReasilForteCarb-N-Humic» по сравнению с неудобренным контролем составила по культурам 4,4–9,36 %. Наибольшей она была по биомассе суданской травы (8,2%) и пайзы (9,36 %). Применение препарата «Здоровый урожай» оказалось значительно эффективнее – урожай зеленой массы увеличился на 7,55-13,82 %. Максимальная прибавка отмечена у пайзы (13,30 %) и суданской травы (13,82 %).

Заключение. Применение гуминовых препаратов при возделывании кормовых культур в виде некорневых подкормок является целесообразным приемом, оказывающим положительное влияние на ростовые процессы растений, способствуя формированию большего урожая зеленой массы. При этом удобрение «Здоровый Урожай» имело преимущество по сравнению с «Reasil Forte Carb-N-Humic».

Библиографический список

1. Санина, Н.В. Особенности использования удобрений нового поколения в технологиях возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Среднего Поволжья / Н.В. Санина, В.В. Глуховцев // Российская сельскохозяйственная наука. – 2017. – №3. – С.3-6.
2. Бирюкова, О.М. Влияние различных видов и доз органических удобрений на баланс элементов питания и изменение агрохимических показателей дерново-подзолистой супесчаной почвы / О.М. Бирюкова, Т.М. Серая, Е.Н. Богатырева // Почвоведение и агрохимия. – 2013. – № 2(51). – С.150-160.
3. Кирдей, Т.А. Гуминовые препараты в агротехнологиях Т.А. Кирдей // Земледелие. – 2013. – № 5. – С. 12-14.
4. Агрохимия / В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, Г.П.; под ред. В.Г. Минеева. – М.: Изд-во ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова, 2017. – 854 с.
5. Кибальник, О.П. Продуктивность сахарного сорго при использовании гуминовых препаратов в условиях Нижнего Поволжья / О.П. Кибальник, И.Г. Ефремова, Семин Д.С. [и др.]. – Нива Поволжья. – 2020. – №3(56). – С.3-9.
6. Ефремова, И.Г. Эффективность гуминовых препаратов на посевах сахарного сорго в черноземной степи Саратовского Правобережья / И.Г. Ефремова, О.П. Кибальник, Д.С.Семин [и др.]. – Аграрный научный журнал. – 2020. – № 5. – С. 9-13.

7. Плаксина, В.С. Некорневые подкормки сельскохозяйственных культур гуминовыми удобрениями в экспериментальном севообороте / В.С. Плаксина, А.Н. Асташов // Нива Поволжья. – № 2 (59). – 2021. – С. 14-18.

References

1. Sanina, N.V. Osobennosti ispol'zovaniya udobrenij novogo pokoleniya v texnologiyax vozdel'yvaniya yarovogo yachmenya v zasushlivy'x usloviyax Srednego Povolzh'ya / N.V. Sanina, V.V. Gluxovcev // Rossijskaya sel'skoxozyajstvennaya nauka. – 2017. – №3. – S.3-6.

2. Biryukova, O.M. Vliyanie razlichny'x vidov i doz organicheskix udobrenij na balans e'lementov pitaniya i izmenenie agroximicheskix pokazatelej dernovo-podzolistoj supeschanoj pochvy' / O.M. Biryukova, T.M. Seraya, E.N. Bogaty'reva // Pochvovedenie i agroximiya. – 2013. – № 2(51). – S.150-160.

3. Kirdej, T.A. Guminovy'e preparaty' v agrotexnologiyax T.A. Kirdej // Zemledelie. – 2013. – № 5. – S. 12-14.

4. Agroximiya / V.G. Mineev, V.G. Sy'chev, G.P.; pod red. V.G. Mineeva. – M.: Izd-vo VNIIA im. D.N. Pryanishnikova, 2017. – 854 s.

5. Kibal'nik, O.P. Produktivnost' saxarnogo sorgo pri ispol'zovanii guminovy'x preparatov v usloviyax Nizhnego Povolzh'ya / O.P. Kibal'nik, I.G. Efremova, Semin D.S. [i dr.]. – Niva Povolzh'ya. – 2020. – №3(56). – S.3-9.

6. Efremova, I.G. E'ffektivnost' guminovy'x preparatov na posevax saxarnogo sorgo v chernozemnoj stepi Saratovskogo Pravoberezh'ya / I.G. Efremova, O.P. Kibal'nik, D.S.Semin [i dr.]. – Agrarny'j nauchny'j zhurnal. – 2020. – № 5. – S. 9-13.

7. Plaksina, V.S. Nekornevy'e podkormki sel'skoxozyajstvenny'x kul'tur guminovy'mi udobreniyami v e'ksperimental'nom sevooborote / V.S. Plaksina, A.N. Astashov // Niva Povolzh'ya. – № 2 (59). – 2021. – S. 14-18.

Контактная информация:

Асташов Александр Николаевич, к.с.-х.н., главный научный сотрудник, ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы

Плаксина Вера Сергеевна, старший научный сотрудник, ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы

E-mail: v.plaksina88@yandex.ru

Сафронов Александр Александрович, научный сотрудник, ФГБНУ Российский научно-исследовательский и проектно-технологический институт сорго и кукурузы

Contact information:

Astashov Alexander Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Chief Researcher, Federal State Budgetary Scientific Research and Design Technology Institute of Sorghum and Corn

Vera Sergeevna Plaksina, Senior Researcher, Federal State Budgetary Scientific Research and Design Technology Institute of Sorghum and Corn

E-mail: v.plaksina88@yandex.ru

Safronov Alexander Alexandrovich, Researcher, Federal State Budgetary Scientific Research and Design Technology Institute of Sorghum and Corn

Ахияров Булат Гилимханович, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Исламгулов Дамир Рафаэлович, д.с.-х.н., заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Идрисова Айгуль Ураловна, к.с.-х.н., доцент почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Ахиярова Луиза Мунировна, к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории биохимического анализа и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Продуктивность рапса ярового в зависимости от применения препарата ГУМИ-30М Productivity of spring rape depending on the use of the preparation GUMI-30M

Аннотация. В статье представлены результаты исследований по применению препарата ГУМИ-30М на продуктивность ярового рапса в условиях УНЦ БГАУ. Изучено потенциальная продуктивность и получены результаты урожайности выращиваемых растений. Из изучаемых вариантов самыми урожайными по семенам и зеленой массы оказались при применении Гуми марки: Гуми-30М 3,5 при предпосевной обработке семян 0,2 кг/т семян, некорневой подкормки растений – в фазе бутонизации 0,16 кг/га урожайность составила 2,95 т/га и 26,43 т/га, соответственно по совокупности показателей (за счет массы 1000 семян и количества семян в стручке) позволяет рекомендовать испытуемый препарат, как агрохимикат для повышения урожайности и качества семян ярового рапса.

Annotation. The article presents the results of studies on the use of the GUMI-30M preparation on the productivity of spring rapeseed in the conditions of the URC BGAU. The potential productivity was studied and the results of the yield of the grown plants were obtained. Of the studied options, the most productive in terms of seeds and green mass were obtained when using Gumi brand: Gumi-30M 3.5 with pre-sowing seed treatment of 0.2 kg / t of seeds, foliar feeding of plants - in the budding phase of 0.16 kg / ha, the yield was 2.95 t / ha and 26.43 t / ha, respectively, according to the set of indicators (due to the weight of 1000 seeds and the number of seeds in a pod) allows us to recommend the tested preparation as an agrochemical for increasing the yield and quality of spring rapeseed seeds.

Ключевые слова: яровой рапс, семена, масса 1000 семян, урожайность, масличность.

Key words: spring rapeseed, seeds, weight of 1000 seeds, yield, oil content.

В настоящее время проблема развития кормопроизводства заключается не только в достаточном и качественном обеспечении кормами животных, но и во внедрении принципов биологизации земледелия, поскольку каждая возделываемая культура оказывает определенное влияние на почвы и ландшафты. Рапс - являются ценным кормом для животных и птицы, кроме того, служат важным сырьем для пищевой, лакокрасочной промышленности, а при выращивании на зеленые удобрения источником восполнения почвенного плодородия [1].

Выращиванию ярового рапса в основных и промежуточных посевах в качестве сидеральной культуры, что позволяет увеличить содержание органического вещества, благоприятно влияет на агрофизические и агрохимические свойства почвы, увеличивает содержание водопроходной структуры на 15-18 % [2, 3].

Примечательно, что сфера использования самого рапсового масла довольно обширна. После глубокой переработки оно используется в домашней кулинарии, а также при производстве маслосодержащих продуктов питания. Вкусовые качества рапсового масла близки к оливковому, что делает его одним из лучших среди всех растительных масел пищевого направления [4]. Собственно говоря, современный интерес к рапсу. До сих пор его активно используют в химической промышленности, в том числе для изготовления смазочных средств.

В настоящее время важнейшим направлением работы учёных и специалистов в области сельского хозяйства является поиск и разработка таких приёмов, которые могли бы повысить урожай культурных растений без увеличения доз удобрений, а также улучшить качество сельскохозяйственной продукции. Одним из таких направлений является «биологическая коррекция» роста и развития растений, которая направлена на повышение урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из наиболее эффективных средств биологической коррекции является обработка сельскохозяйственных культур растворами гуминовых препаратов [5, 9].

Применения гуминовых продуктов на рост и развитие ярового рапса. Установлено, что как период вегетации в целом, так и продолжительность межфазных периодов в зависимости от внесения гуминовых продуктов ускорялось. Установлено, что внесение гуминовых продуктов сократило период вегетации и оказало положительное влияние на структуру урожая ярового рапса. Гуминовые препараты способствовали более интенсивному росту и развитию ярового рапса и в конечном итоге повысили урожайность [6, 10].

Как для почвенных гуминовых веществ, так и для ГП показано, что они способны улучшать усвоение растениями питательных элементов, повышать устойчивость растений к климатическим и биотическим стрессам, оптимизировать почвенные свойства [7].

Обработка посевов сельскохозяйственных культур растворами гуминовых веществ - одно из наиболее эффективных средств коррекции продукционного процесса растений [8].

Целью наших исследований являлось изучение продуктивности семян рапса ярового при применении препарата ГУМИ-30М.

Повышение урожайности и качество семян рапса остаётся актуальной темой. Применение препарата ГУМИ-30М позволит улучшить условия питания и сохранность растений рапса ярового к уборке.

Материалы и методы исследований. Состав препарата ГУМИ 30М: массовая доля питательных веществ (элементов питания): гуминовые кислоты натриевые соли в пересчете на сухое вещество не менее 60%, бор 3500-4700 мг/кг, массовая доля влаги не более 70 %, показатель активности водородных ионов 7-11 рН.

В исследованиях использовали сорт Юбилейный ярового рапса.

Опыты проводили в условиях южная лесостепь Республики Башкортостан, Учебный научный центр ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет» (УНЦ ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ).

Схема опыта на яровом рапсе:

А - Контроль. Фон НРК.

Б - Фон НРК + ГУМИ марка: ГУМИ-30М. Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,15 кг/т семян, расход рабочего раствора – 10 л/т. Некорневая подкормка растений – в фазе бутонизации, расход агрохимиката – 0,12 кг/га, расход рабочего раствора – 200 л/га.

В - Фон НРК + ГУМИ марка: ГУМИ-30М. Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,2 кг/т семян, расход рабочего раствора – 10 л/т. Некорневая подкормка растений – в фазе бутонизации, расход агрохимиката – 0,16 кг/га, расход рабочего раствора – 200 л/га.

Г - Фон НРК + ГУМИ марка: ГУМИ-30М. Предпосевная обработка семян, расход агрохимиката – 0,3 кг/т семян, расход рабочего раствора – 10 л/т. Некорневая подкормка растений – в фазе бутонизации, расход агрохимиката – 0,2 кг/га, расход рабочего раствора – 200 л/га.

Площадь опытных делянок – 50 м², площадь учетных делянок – 25 м². Повторность в опыте – четырехкратная.

Результаты исследований

Даты прохождения основных фенофаз: посев 8 мая, всходы -17 мая, начало стеблевания 16 июня, бутонизация – 25 июня, начало цветения – 1 июля, конец цветения – 25 июля, желто-зеленая спелость 23 августа, полная спелость 5 сентября

Таблица 1

Поражение растений болезнями посевов ярового рапса

Вариант	Пораженность болезнями, %	
	Ложно-мучнистая роса	Белая ржавчина
А	1,5	1,3
Б	1,2	1,1
В	1,2	1,0
Г	1,1	1,2

В результате фитосанитарного мониторинга посевов ярового рапса не установлен видовой состав вредителей и болезней, превысивших ЭПВ.

По анализам структуры урожая ярового рапса можно выявить закономерность с повышением дозы препарата ГУМИ-30М до 0,2 кг/т семян (предпосевной обработки семян) и 0,16 кг/га (при не корневой подкормке) повышается продуктивность и при дальнейшем увеличении дозы снижается продуктивность семян, наибольшая урожайность семян и зеленой массы формировалась при применении ГУМИ-30М составила 2,95 т/га и 26,43 т/га соответственно.

Таблица 2

Результат исследований на посевах ярового рапса

Вариант	Высота растений, см	Урожайность зеленой массы, т/га	Урожайность семян т/га	Урожайность семян с 1 растения, г	Количество растений перед уборкой, шт / м ²
А	44	18,1	1,95	2,42	96
Б	53	25,5	2,73	3,07	99

В	59	26,43	2,95	3,16	101
Г	58	25,10	2,82	3,10	101
НСР		0,11	0,08		

Сорт ярового рапса Юбилейный устойчивый к болезням, но в опытах проявилось поражение и развитие болезней на растениях, не превышающих ЭПВ. С увеличением дозы препарата снижается пораженность болезнями за счет обеспечения растений микроэлементами. По анализам структуры урожая ярового рапса можно выявить закономерность с повышением дозы препарата Гуми марки: Гуми-30М повышается продуктивность и при дальнейшем увеличении дозы снижается продуктивность семян, наибольшая урожайность семян и зеленой массы формировалась при применении Гуми марки: Гуми-30М 3,5 при предпосевной обработке семян 0,2 кг/т семян, некорневой подкормки растений – в фазе бутонизации 0,16 кг/га урожайность составила 2,95 т/га и 26,43 т/га. При применении агрохимиката увеличивается количество семян с растения и высота растений.

Таблица 3

Качество зерна ярового рапса

Вариант	Масличность семян, %	Масса 1000 семян, г	Количество семян в одном стручке, шт	Содержание белка в семенах, %
А	25	3,36	19	19,8
Б	29	3,28	24	22,3
В	30	3,21	26	23,5
Г	32	3,20	28	23,2

При этом наблюдалось улучшение качества зерна ярового рапса по таким показателям как масличность семян, масса семян, количество семян в одном стручке, содержание белка в семенах.

Выводы: Полевые испытания показали, что в условиях южной лесостепной зоны Республики Башкортостан предпосевная обработка семян ГУМИ-30М, расход агрохимиката – 0,2 кг/т семян, расход рабочего раствора – 10 л/т, некорневая подкормка растений – в фазе бутонизации, расход агрохимиката – 0,16 кг/га, расход рабочего раствора – 200 л/га соответственно по совокупности показателей (за счет массы 1000 семян и количества семян в стручке) позволяет рекомендовать испытываемый препарат, как агрохимикат для повышения урожайности и качества семян ярового рапса.

Библиографический список

1. Биологическая активность гуминовых продуктов на семенных посевах ярового рапса / Сергеева С.Е. - Текст: непосредственный // В сборнике: Актуальные вопросы развития идей В.В. Докучаева в XXI веке. Развитие аграрной науки на современном этапе. материалы Международной научно-практической конференции и Всероссийской школы молодых ученых и специалистов, посвященных 130-летию организации «Особой экспедиции

Лесного департамента по испытанию и учету различных способов и приемов лесного и водного хозяйства в степях южной России», в 2 частях. Москва, 2022. С. 129-133.

2. Валитов А.В. Поукосные посевы рапса ярового в организации зеленого конвейера / А.В. Валитов, И.Ю. Кузнецов, Р.И. Абдульманов, М.М. Абдуллин, Б.Г. Ахияров - Текст: непосредственный // Пермский аграрный вестник. – 2018. - № 2 (22). – С. 36-43.

3. Воспроизводство плодородия деградированного чернозема, выщелоченного приемами химической мелиорации / В.Ф. Гайсин, Р.Р. Минниханов, Б.Г. Ахияров, Р.А. Акбиров, Р.Р. Мустафин - Текст: непосредственный // Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы / Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – С. 37-41.

4. Влияние обработки семян ризоторфином и микроэлементами на урожайность и качество гороха в условиях Куюргазинского района / Ялчикаев И.Р., Исламгулов Д.Р. - Текст: непосредственный // В сборнике: Качество продукции в АПК: контроль, управление, повышение, планирование. Сборник научных статей Международной научно-технической конференции. Курск, 2024. С. 329-331.

5. Глухих М. А. Практикум по технологии производства продукции растениеводства в Зауралье и Западной Сибири: уч. пособие. Куртамыш, 2013. 201 с.

6. Золотарев В.Н. Оценка эффективности применения гуминового удобрения при выращивании кормовых культур. - Текст: непосредственный // Проблемы агрохимии и экологии. - 2018. - №1. - С. 42-47.

7. Урожайность и качество семян рапса ярового в зависимости от применения агрохимиката тиобаш / Ахияров Б.Г., Ахиярова Л.М., Абдулвалеев Р.Р.- Текст: Текст: непосредственный // В сборнике: Устойчивое развитие территорий: теория и практика. Материалы II Международной научно-практической конференции. Сибай, 2021. С. 31-34.

8. Христева Л.А. Действие физиологически активных гуминовых кислот на растения при неблагоприятных внешних условиях. - Текст: непосредственный // Гуминовые удобрения: теория и практика их применения. Днепропетровск, 1973, Т.4, С.15-23.

9. Эффективность применения препарата "гумате гриин ок" на посевах ярового рапса и посадках картофеля / Боровко Л. - Текст: непосредственный // В сборнике: Экология и сельскохозяйственные технологии: агроинженерные решения. материалы 7-й Международной научно-практической конференции. 2011. С. 152-156.

10. Яровой рапс - культура больших возможностей на Южном Урале / Зыбалов В.С. - Текст: непосредственный // АПК России. 2019. Т. 26. № 5. С. 755-762.

References

1. Biological activity of humic products on seed crops of spring rape / Sergeeva S.E. - Text: direct // In the collection: Actual issues of development of ideas of V.V. Dokuchaev in the 21st century. Development of agricultural science at the present stage. Proceedings of the International scientific and practical conference and the All-Russian school of young scientists and specialists dedicated to the 130th anniversary of the organization of the "Special expedition of the Forestry Department for testing and accounting of various methods and techniques of forestry and water management in the steppes of southern Russia", in 2 parts. Moscow, 2022. P. 129-133.

2. Valitov A.V. Mowing crops of spring rape in the organization of a green conveyor / A.V. Valitov, I.Yu. Kuznetsov, R.I. Abdulmanov, M.M. Abdullin, B.G. Akhiyarov - Text: direct // Perm Agrarian Bulletin. - 2018. - No. 2 (22). - P. 36-43.

3. Reproduction of the fertility of degraded leached chernozem by chemical melioration methods / V.F. Gaysin, R.R. Minnikhanov, B.G. Akhiyarov, R.A. Akbirov, R.R. Mustafin - Text: direct // Youth science and agro-industrial complex: problems and prospects / Proceedings of the VII All-Russian scientific and practical conference of young scientists. - Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2014. - P. 37-41.

4. The effect of seed treatment with rhizotorfin and microelements on the yield and quality of peas in the conditions of the Kuyurgazinsky district / Yalchikaev I.R., Islamgulov D.R. - Text: direct // In the collection: Product quality in the agro-industrial complex: control, management, improvement, planning. Collection of scientific articles of the International scientific and technical conference. Kursk, 2024. Pp. 329-331.

5. Glukhikh M. A. Workshop on the technology of production of crop products in the Trans-Urals and Western Siberia: teaching aid. Kurtamysh, 2013. 201 p.

6. Zolotarev V. N. Evaluation of the effectiveness of humic fertilizer in growing forage crops. - Text: direct // Problems of agrochemistry and ecology. - 2018. - No. 1. - Pp. 42-47.

7. Yield and quality of spring rape seeds depending on the use of the agrochemical thiobash / Akhiyarov B.G., Akhiyarova L.M., Abdolvaleev R.R. - Text: Text: direct // In the collection: Sustainable development of territories: theory and practice. Proceedings of the II International scientific and practical conference. Sibay, 2021. Pp. 31-34.

8. Khristeva L.A. The effect of physiologically active humic acids on plants under unfavorable external conditions. - Text: direct // Humic fertilizers: theory and practice of their application. Dnepropetrovsk, 1973, Vol. 4, Pp. 15-23.

9. Efficiency of using the preparation "humate green ok" on spring rape crops and potato plantings / Borovko L. - Text: direct // In the collection: Ecology and agricultural technologies: agroengineering solutions. materials of the 7th International scientific and practical conference. 2011. Pp. 152-156.

10. Spring rape - a crop of great opportunities in the Southern Urals / Zybalov V.S. - Text: direct // AIC of Russia. 2019. Vol. 26. No. 5. Pp. 755-762.

Контактная информация:

Ахияров Булат Гилимханович, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: bsau-bulat@rambler.ru

Исламгулов Дамир Рафаэлович, д.с.-х.н., заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: damir_islamgulov@mail.ru

Идрисова Айгуль Ураловна, к.с.-х.н., доцент почвоведения, агрохимии и точного земледелия, ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: aygul_bakirova@inbox.ru

Ахиярова Луиза Мунировна, к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории биохимического анализа и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: akhijarva-luiza@rambler.ru

Contact information:

Akhiyarov Bulat Gilimkhanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Crop Production, Plant Breeding and Biotechnology, Bashkir State Agrarian University

e-mail: bsau-bulat@rambler.ru

Islamgulov Damir Rafaelovich, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University

e-mail: damir_islamgulov@mail.ru

Idrisova Aigul Uralovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University

e-mail: aygul_bakirova@inbox.ru

Akhiyarova Luisa Munirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemical Analysis and Biotechnology of the Bashkir State Agrarian University

e-mail: akhijarva-luiza@rambler.ru

Исламгулов Дамир Рафаэлович, д.с.-х.н., заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Ахияров Булат Гилимханович, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Идрисова Айгуль Ураловна, к.с.-х.н., доцент почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Ахиярова Луиза Мунировна, к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории биохимического анализа и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Урожайность и качество ягод черной смородины в зависимости от применения препарата ГУМИ-ОМИ
Yield and quality of blackcurrant berries depending on the use of the GUMI-OMI preparation

Аннотация. Целью исследований являлось изучение продуктивности ягод смородины черной в зависимости от применения биоудобрения ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Применение в виде корневой подкормки кустов смородины черной: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 70 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст, позволило повысить массу и количество ягод в кисте и их качество. При применении в качестве корневой подкормки положительно повлияли на содержание сахаров (содержание сахаров увеличилось с 7,2 до 8,0%), на содержание витамина С (с 35 до 47 мг по сравнению с контролем), товарная оценка варьировала с 92 (контроль) до 96 %

Annotation. The aim of the research was to study the productivity of black currant berries depending on the use of biofertilizer GUMI-OMI brand: Strawberry, strawberry, raspberry, currant. Application in the form of root feeding of black currant bushes: 1st - in spring, at the beginning of the resumption of vegetation, then 2 times with an interval of 15 days, the consumption of agrochemical is 70 g / 10 l of water, the consumption of the working solution is 5 l / bush, allowed to increase the weight and number of berries in the cluster and their quality. When used as root feeding, they positively affected the sugar content (the sugar content increased from 7.2 to 8.0%), the content of vitamin C (from 35 to 47 mg compared to the control), the commodity assessment varied from 92 (control) to 96%

Ключевые слова: смородина черная, биопрепарат, Гуми ОМИ, созревание, вкус, продуктивность, урожайность.

Key words: black currant, biopreparation, Gumi OMI, ripening, taste, productivity, yield.

При явной популярности культуры, урожайность ее в России и Республике Башкортостан невелика, 70-130 ц/га при средней массе ягод 0,8-2,2 г. В числе основных причин, определяющих низкую урожайность, следует назвать несовершенство

районированного сортимента и применение биологических препаратов для увеличения иммунитета растений [2,6].

Главными причинами, сдерживающими расширение ее насаждений во всех категориях хозяйств, являются трудоемкость традиционной технологии возделывания культуры, также чувствительность большинства сортов к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, что резко снижает продуктивность. Поэтому одна из главных задач повысить устойчивость растений смородины черной к окружающей среде [3, 5].

Черная смородина – одна из наиболее ценных ягодных культур. Это объясняется высоким содержанием в ягодах витаминов и биологически активных веществ. В ягодах содержится 200-300 мг % витамина С (аскорбиновой кислоты), провитамин А (каротин, витамины группы В, Р-активные вещества), а также большое количество фолиевой кислоты, и РР – никотиновой кислоты [8, 9].

В связи с этим актуальным является подбор и рекомендация в сортимент современных сортов черной смородины для условий Республики Башкортостан с потенциальной продуктивностью 120-140 ц/га, массой ягод 2-2,5 г, десертным вкусом, повышенной транспортабельностью, высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью, устойчивостью к основным болезням и вредителям [1, 4, 10].

Целью исследований являлось изучение продуктивности смородины черной в зависимости от применения биоудобрения Гуми ОМИ в условий Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследований. Опыты проводили в плодово-ягодном питомнике УНЦ БГАУ. Объекты исследования – плодоносящие насаждения смородины черной сорта Чишма 2022 года посадки на открытом массиве. Предшествующей культурой при посадке смородины был чистый пар. Уход за растениями был общепринятым, без применения химических препаратов. Все учеты и наблюдения проводились в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7].

Схема опыта:

1. Контроль. Фон НРК.

2. Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возоб-новления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 50 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.

3. Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возоб-новления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохими-ката – 70 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.

4. Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возоб-новления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохими-ката – 90 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.

Количество опытных растений – 15 кустов, количество учетных растений – 10 кустов. Повторность – четырехкратная.

Результаты исследований.

В результате фитосанитарного мониторинга питомника не установлен видовой состав вредителей и болезней превысивших ЭПВ.

Таблица 1

**Даты наступления фенологических фаз роста и развития черной смородины, 2023 г.
(сорт Чишма)**

Вариант	Начало распускания почек	Начало цветения	Конец цветения	Созревание ягод
				дата сбора
Контроль. Фон НРК.	23.04	15.05	21.05	9.08
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохими-ката – 50 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	24.04	12.05	20.05	09.08
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохими-ката – 70 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	24.04	12.05	20.05	10.08
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохими-ката – 90 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	23.04	15.05	21.05	10.08

Применение на растениях смородины черной ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. в качестве внекорневой подкормки в положительно повлияло на наступление фенологических фаз.

Урожайность и товарное качество ягод являются наиболее важными показателями при сравнительной оценке испытываемых сортов, так как они характеризуют устойчивость сорта к неблагоприятным условиям в данной местности. Урожайность определяют степенью плодоношения и весом снятых всех кустов смородины в баллах и ожидаемый урожай в килограммах. Оценка качества продукции смородины черной по сортам приведены в таблице 1, в которой дана урожайность сортов и приведены данные урожая с куста в центнерах с 1 гектара, также даны массы ягод первого и массового сбора.

Таблица 2

Продуктивность ягод черной смородины, 2023 г. (сорт Чишма)

Вариант	Масса ягоды, г	Средняя масса кисти, г	Число кистей на кусте, шт	Число ягод в кисти, шт
Контроль. Фон НРК.	1,12	6,35	138	5
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина,	1,15	7,12	132	6

смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 50 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.				
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 70 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	1,31	10,55	116	9
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 90 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	1,45	12,56	115	10

Исследования показали, что применение ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина в качестве корневой подкормки растений черной смородины (90г/10л) положительно влияют на наступление фенологических фаз, увеличивают массу ягод до 1,45 г., массу средней кисти до 12,65 г., снижают число кистей на кусте до 115 шт., при этом число ягод в кисти увеличивается до 10 шт.

Таблица 3

Показатели качества урожая черной смородины 2023 г. (сорт Чишма)

Вариант	Содержание сахаров, %	Содержание витаминов в С, мг%	Товарная оценка, %	Общая дегустационная оценка, балл
Контроль. Фон НРК.	7,2	35	92	4,2
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 50 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	7,4	44	92	4,3
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 70 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	7,9	46	96	4,6
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 90 г/10 л	8,0	47	96	4,6

воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.				
--	--	--	--	--

Показатели качества урожая черной смородины при применении в качестве корневой подкормки положительно повлияли на содержание сахаров (содержание сахаров увеличилось с 7,2 до 8,0%), на содержание витамина С (с 35 до 47 мг по сравнению с контролем), товарная оценка варьировала с 92 (контроль) до 96 % (вариант ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина в качестве корневой подкормки растений черной смородины 90г/10л), а общая дегустационная оценка возрастала в зависимости от увеличения дозировки препарата ГУМИ-ОМИ марка: земляника, клубника, малина, смородина.

Таблица 4

Пораженность болезнями плодового кустарника черной смородины

Вариант	Пораженность болезнями, %	
	Мучнистая роса	Антракноз
Контроль. Фон НРК.	5,7	2,8
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возоб-новления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохими-ката – 50 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	1,2	1,0
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возоб-новления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохими-ката – 70 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	0,5	0,65
Фон НРК + ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина. Корневая подкормка растений: 1-я – весной, в начале возоб-новления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохими-ката – 90 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст.	0,4	0,15

В результате фитосанитарного мониторинга питомника плодового кустарника черной смородины не установлен видовой состав вредителей и болезней, превысивших ЭПВ.

Выводы: Рекомендуем в качестве корневой подкормки растений черной смородины использовать препарат «ГУМИ-ОМИ марка: Земляника, клубника, малина, смородина»: 1-я – весной, в начале возобновления вегетации, далее 2 раза с интервалом 15 дней, расход агрохимиката – 70 г/10 л воды, расход рабочего раствора – 5 л/куст, которая положительно влияет на урожайность ягод и их качество.

Библиографический список

1. Абдеева М.Г. Плодово-ягодные культуры в Республике Башкортостан / М.Г. Абдеева, В.М. Шириев, Т.Г. Демина, Р.А. Шафиков. - Текст: непосредственный – Уфа, 2012. – 174 с.
2. Влияние внекорневой подкормки марганцем на урожайность и качество ягод смородины черной / Б.Г. Ахияров, Г.Г. Ахиярова - Текст: непосредственный // Научное обеспечение адаптивного садоводства уральского региона / Материалы научно-практической

конференции, посвященной 75-летию со дня основания Свердловской селекционной станции садоводства. – Екатеринбург: ГНУ Свердловская ССС ВСТИСП Россельхозакадемии, 2010. – С. 96-98.

3. Изучение химического состава и антиоксидантной активности продуктов переработки черной смородины - Текст: непосредственный // Воронина М.С., Макарова Н.В. Хранение и переработка сельхозсырья. 2015. № 2. С. 23-25.

4. Перспективы использования ягод смородины черной (*ribes nigrum* L.) для технологической переработки - Текст: непосредственный // Чиркова Е.С., Чепелева Г.Г. /Научная жизнь. 2014. № 6. С. 103-107.

5. Продуктивность и качество сортов золотистой смородины в условиях Республики Башкортостан / А.В. Валитов, Б.Г. Ахияров, Л.М. Ахиярова // Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства - Текст: непосредственный // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. – Харьков: Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва, 2020. – С. 121-123.

6. Продуктивность ягодных культур в условиях Республики Башкортостан / А.М. Давлетов, А.В. Валитов, Б.Г. Ахияров // Наука молодых – инновационному развитию АПК - Текст: непосредственный // Материалы XII национальной научно-практической конференции молодых ученых. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2019. – С. 44-49.

7. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур - Текст: непосредственный // Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1980. – 407 с.

8. Савин, Е.З. Экология черной смородины в заволжско-уральском регионе/ Савин Е.З., Немцева Н.В., Горбунова О.С., Сухова Е.А. - Текст: непосредственный // Вестник Оренбургского государственного университета. 2014. № 13 (174). С. 109-113.

9. Смородина. Е.П. Куминов, Т.В. Жидехина. - Текст: непосредственный – М.: АСТ, 2003. – 255 с.

10. Черкашина, М. И. Содержание витаминов и тяжелых металлов в ягодах дикорастущей чёрной смородины Якутии / М. И. Черкашина, А. А. Ефимова, А. Г. Черкашина // Инновации и продовольственная безопасность. – 2019. – № 4(26). – С. 40-47. – DOI 10.31677/2311-0651-2019-26-4-40-47

References

1. Abdeeva M.G. Fruit and berry crops in the Republic of Bashkortostan / M.G. Abdeeva, V.M. Shiriev, T.G. Demina, R.A. Shafikov. - Text: direct - Ufa, 2012. - 174 p.

2. The effect of foliar feeding with manganese on the yield and quality of black currant berries / B.G. Akhiyarov, G.G. Akhiyarova - Text: direct // Scientific support for adaptive horticulture in the Ural region / Proceedings of the scientific and practical conference dedicated to the 75th anniversary of the founding of the Sverdlovsk selection station of horticulture. - Ekaterinburg: GNU Sverdlovsk SSS VSTISP Russian Agricultural Academy, 2010. - P. 96-98.

3. Study of chemical composition and antioxidant activity of black currant processed products - Text: direct // Voronina M.S., Makarova N.V. Storage and processing of agricultural raw materials. 2015. No. 2. Pp. 23-25.

4. Prospects for the use of black currant berries (*ribes nigrum* L.) for technological processing - Text: direct // Chirkova E.S., Chepeleva G.G. /Scientific life. 2014. No. 6. Pp. 103-107.

5. Productivity and quality of golden currant varieties in the conditions of the Republic of Bashkortostan / A.V. Valitov, B.G. Akhiyarov, L.M. Akhiyarova // Scientific foundations for increasing the efficiency of agricultural production - Text: direct // Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference. - Kharkiv: Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev, 2020. - P. 121-123.

6. Productivity of berry crops in the conditions of the Republic of Bashkortostan / A.M. Davletov, A.V. Valitov, B.G. Akhiyarov // Science of the young - innovative development of the agro-industrial complex - Text: direct // Proceedings of the XII National Scientific and Practical Conference of Young Scientists. - Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2019. - P. 44-49.

7. Program and methods of breeding fruit, berry and nut crops - Text: direct // Michurinsk: VNIIS im. I.V. Michurin, 1980. - 407 p.

8. Savin, E.Z. Ecology of black currant in the Trans-Volga-Ural region / Savin E.Z., Nemtseva N.V., Gorbunova O.S., Sukhova E.A. - Text: direct // Bulletin of the Orenburg State University. 2014. No. 13 (174). P. 109-113.

9. Currant. E.P. Kuminov, T.V. Zhidekhina. - Text: direct - М.: АСТ, 2003. - 255 p.

10. Cherkashina, M. I. Content of vitamins and heavy metals in wild black currant berries of Yakutia / M. I. Cherkashina, A. A. Efimova, A. G. Cherkashina // Innovations and food security. - 2019. - No. 4 (26). - P. 40-47. - DOI 10.31677/2311-0651-2019-26-4-40-47

Контактная информация:

Исламгулов Дамир Рафаэлович, д.с.-х.н., заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: damir_islamgulov@mail.ru

Ахияров Булат Гилимханович, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: bsau-bulat@rambler.ru

Идрисова Айгуль Ураловна, к.с.-х.н., доцент почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: aygul_bakirova@inbox.ru

Ахиярова Луиза Мунировна к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории биохимического анализа и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: akhijarva-luiza@rambler.ru

Contact information:

Akhiyarov Bulat Gilimkhanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Crop Production, Plant Breeding and Biotechnology, Bashkir State Agrarian University

e-mail: bsau-bulat@rambler.ru

Islamgulov Damir Rafaelovich, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University

e-mail: damir_islamgulov@mail.ru

Idrisova Aigul Uralovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University

e-mail: aygul_bakirova@inbox.ru

Akhiyarova Luisa Munirovna, Candidate of Agricultural Sciences,, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemical Analysis and Biotechnology of the Bashkir State Agrarian University

e-mail: akhijarva-luiza@rambler.ru

Исламгулов Дамир Рафаэлович, д.с.-х.н., заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Ахияров Булат Гилимханович, к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Идрисова Айгуль Ураловна, к.с.-х.н., доцент почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Ахиярова Луиза Мунировна, к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории биохимического анализа и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

Влияние препарата Гуми-90 на урожайность и качество плодов томата The influence of the drug Gumi-90 on the yield and quality of tomato fruits

Аннотация. Целью исследований являлось изучение продуктивности плодов томата в зависимости от применения биоудобрения Гуми-90. Замачивание семян перед посевом на 1-2 часа, расход агрохимиката – 0,1 г/л воды, расход рабочего раствора – 1 л/кг семян, некорневая подкормка растений: 1-я – при высадке рассады, 2-я – через 15 дней после высадки рассады, 3-я - в фазе цветения, расход агрохимиката – 60 г/га, расход рабочего раствора – 300 л/га позволило повысить урожайность плодов томата с 18,5 (контрольный вариант) до 23,4 кг/м².

Annotation. The aim of the research was to study the productivity of tomato fruits depending on the use of biofertilizer Gumi-90. Soaking seeds before sowing for 1-2 hours, consumption of agrochemical - 0.1 g / l of water, consumption of working solution - 1 l / kg of seeds, foliar feeding of plants: 1st - when planting seedlings, 2nd - 15 days after planting seedlings, 3rd - in the flowering phase, consumption of agrochemical - 60 g / ha, consumption of working solution - 300 l / ha allowed to increase the yield of tomato fruits from 18.5 (control option) to 23.4 kg / m².

Ключевые слова: томат, биопрепарат, Гуми-90, созревание, вкус, плоды, качество, урожайность.

Key words: tomato, biopreparation, Gumi-90, ripening, taste, fruits, quality, yield.

В решении проблемы продовольственной безопасности Российской Федерации важное значение принадлежит импортозамещению овощей, в том числе огурцов и томатов. Чтобы выращенная в России овощная продукция была конкурентоспособной, необходимо существенно повысить ее урожайность и качество, а также снизить затраты на производство овощных культур [4,5].

Одним из направлений решения данных задач является эффективное использование малозатратных ресурсов, к которым относятся регуляторы роста нового поколения, такие как гуминовые препараты, которые содержат помимо гуминовых кислот сбалансированный набор макро- и микроэлементов, витамины и иные органические соединения, и хелатные микроудобрения. В научной литературе последних лет имеются многочисленные сведения об их высокой эффективности при выращивании многих сельскохозяйственных культур.

Обеспечивая повышение культурных растений к стрессовым условиям и усиливая обменные процессы гуминовые препараты и микроудобрения способствуют формированию их более высокой продуктивности. Однако в литературе до настоящего времени практически отсутствуют сведения об отзывчивости важнейших овощных культур -огурцов и томатов [1,2].

Природные, естественные биостимуляторы растений – это органические (природные) соединения и микроорганизмы, которые в очень малых дозах способны вызывать значительные изменения в росте и развитии растений благодаря стимулированию физиологических процессов, увеличению усвоения питательных веществ, устойчивости растений к стрессу. Применяя их на своих участках, мы получаем отличный урожай здоровых питательных овощей, фруктов и ягод [7,8].

В настоящее время активно изучаются и применяются на практике микробные и немикробные биорегуляторы, что может поспособствовать повышению урожайности без увеличения расходов.

Гуми – мощный природный биостимулятор растений. Этот мощный природный антистрессовый препарат помогает при пересадке, засухе, заморозках, похолодании, повышает скорость прорастания семян и их устойчивость к почвенно-климатическим стрессам. Улучшает состав и структуру грунта, уменьшая его плотность и увеличивая воздухо-, водопроницаемость. Земля после внесения насыщается азотом, фосфором, калием.

А за счет темного цвета препарата улучшается поглощение солнечных лучей, поэтому грунт лучше прогревается и становится более плодородным [3].

Изменяется и микробный состав почвы за счет поступления большого количества аминокислот, витаминов для полезных микроорганизмов. При применении происходит ускорение роста, срока созревания плодов, увеличение их размеров, вкусовых качеств, снижение количества нитратов, повышение сахаров в составе.

Получение максимальной урожайности этой культуры возможно при оптимальном соотношении двух основных урожаеобразующих факторов - это водный и пищевой режимы почвы. В условиях открытого грунта режим влажности почвогрунтов имеет порой решающее влияние при формировании элементов продуктивности растений томата, так как является одним из немногих, подвергающихся регулированию факторов внешней среды [10].

Наибольшая прибавка урожая томата была получена от комплексного применения препаратов Гуми + Фитоспорин-М и составила 126,7% к контролю. Применение комплексного органо-минерального микроудобрения Гумат+7 положительно сказывалось как на общей жизнедеятельности растений томата, так и на их продуктивности, что позволило увеличить урожайность на 115,8% к контролю [6,9,11].

Целью исследований являлось изучение продуктивности плодов томата в зависимости от применения биоудобрения Гуми-90 в условий Республики Башкортостан.

Материалы и методы исследований. Опыты проводили в учебно-научном центре Башкирского ГАУ. Объекты исследования – являлись растения томата высаженные в открытый грунт гибрида Бурлак F1. Уход за растениями был общепринятым, без применения химических препаратов. Все учеты и наблюдения проводились в соответствии методикой Доспехова Б.А.

Среднегодовое количество осадков колеблется от 410 до 580 мм. Наибольшее количество осадков выпадает летом и осенью. Мощность снежного покрова также неодинакова. Высота снежного покрова в марте месяце в среднем равна 45-50 см с колебаниями в отдельные годы от 14 до 80 см. Глубина зимнего промерзания почвы колеблется от 30 до 150 см в зависимости от времени выпадения снега, толщины снежного покрова и других условий. Сумма положительных температур за период с температурой выше +15°C составляет 1531-1689°C, гидротермический коэффициент (ГТК) - 1,0-1,2.

Агрохимическая характеристика почвы: Чернозем выщелоченный среднемоощный среднегумусный, тяжелосуглинистый на делювиальном карбонатном суглинке. Агрохимические показатели пахотного слоя: содержание гумуса в верхнем слое почвы – 6,3%, общего азота – 0,4%, подвижных форм элементов питания в мг/кг почвы: N-NH₄ - 24,4 ± 0,8; N- NO₃ - 16,7 ± 1,3; P₂O₅ – 131±19,0; K₂O - 130 ± 13,0 мг/кг почвы; pH сол.- 5,8 ± 0,04.

Схема опыта:

А- Контроль. Фон НРК.

Б- Фон НРК + ГУМИ марка: ГУМИ-90. Замачивание семян перед посевом на 1-2 часа, расход агрохимиката – 0,05 г/л воды, расход рабоче-го раствора – 1 л/кг семян. Некорневая подкормка растений: 1-я – при вы-садке рассады, 2-я – через 15 дней после высадки рассады, 3-я - в фазе цве-тения, расход агрохимиката – 45 г/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

В- Фон НРК + ГУМИ марка: ГУМИ-90. Замачивание семян перед посевом на 1-2 часа, расход агрохимиката – 0,1 г/л воды, расход рабочего раствора – 1 л/кг семян. Некорневая подкормка растений: 1-я – при высад-ке рассады, 2-я – через 15 дней после высадки рассады, 3-я - в фазе цвете-ния, расход агрохимиката – 60 г/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Г- Фон НРК + ГУМИ марка: ГУМИ-90. Замачивание семян перед посевом на 1-2 часа, расход агрохимиката – 0,15 г/л воды, расход рабоче-го раствора – 1 л/кг семян. Некорневая подкормка растений: 1-я – при вы-садке рассады, 2-я – через 15 дней после высадки рассады, 3-я - в фазе цве-тения, расход агрохимиката – 75 г/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Площадь опытных делянок – 20 м², площадь учетных делянок – 10 м². Повторность в опыте – четырехкратная. Технология возделывания и перечень операций при проведении опытов были одинаковыми во всех вариантах.

Агротехника в опытах была следующей: обработка почвы, дата, вид обработки, глубина: 20.09.2022 г. – дискование на глубину 8-10 см (БДТ-3) после уборки предшественника, 30.09.2022 г. – вспашка на глубину 25 см; 25.04.2022 г. – ранневесеннее боронование; 29.05.2023 г. – предпосевная культивация на глубину 12 см (КПС-4), 29.05.2023 г. посадка рассады томата в грунт. Внесение удобрений (вид, норма применения): сложно-смешанные удобрения N15P15K15 в дозе 200 кг/га перед посадкой - 29.05.2023 г.

Результаты исследований.

Даты прохождения фенофаз: всходы взошли равномерно, число дней от посева до всходов в среднем составило 6 дней, фаза бутонизации 15 июня 2023 года, фаза цветения 26 06.2023 г.

Таблица 1

Продуктивность плодов томата, кг/м²

Вариант	Урожайность по месяцам, кг/м ²			Урожайность плодов всего	Размер плода, см	Масса плода, г
	июль	август	сентябрь			

				кг/м ²		
А	5,6	6,3	6,6	18,5	5,5	129
Б	8,2	7,4	7,5	23,1	6,2	131
В	8,0	7,9	7,5	23,4	6,3	138
Г	7,9	7,3	7,1	22,3	7,0	145
НСР 05	-	-	-	0,2		

Урожайность плодов томата варьировала с 18,5 до 23,4 кг/м², в варианте где проводили замачивание семян перед посевом на 1-2 часа 0,1 г/л воды и некорневую подкормку растений (1-я – при высадке рассады, 2-я – через 15 дней после высадки рассады, 3-я - в фазе цветения) 60 г/га урожайность была максимальной (23,4 кг/м²).

Таблица 2

Поражение растений болезнями растений томата

Вариант	Пораженность болезнями, %	
	Альтернариоз	Бурая пятнистость
А	2,1	1,8
Б	1,2	1,2
В	1,1	0,9
Г	1,0	0,7

В результате фитосанитарного мониторинга посевов томата не установлен видовой состав вредителей и болезней, превысивших ЭПВ.

Таблица 3

Показатели качества плодов томата

Вариант	Содержание в плодах			Дегустационная оценка
	нитратный азот, мг/кг	витамин С, мг/%	сахаров, %	
А	123	9	2,0	4,4
Б	121	11	2,1	4,6
В	119	12	2,3	4,6
Г	112	12	2,2	4,7

В варианте где проводили замачивание семян перед посевом на 1-2 часа 0,1 г/л воды и некорневую подкормку растений (1-я – при высадке рассады, 2-я – через 15 дней после высадки рассады, 3-я - в фазе цветения) 60 г/га показатели качества плодов томата были высокими (витамин С, сахара). Дегустационная оценка была выше по мере увеличения дозировки Гуми-90.

Выводы: Применение агрохимиката Гуми-90, при замачивании семян перед посевом на 1-2 часа 0,1 г/л воды и некорневой подкормке растений (1-я – при высадке рассады, 2-я – через 15 дней после высадки рассады, 3-я - в фазе цветения) 60 г/га, привело увеличению урожайности и качества продукции, в том числе дегустационной оценки.

Библиографический список

1. Влияние антистрессовых регуляторов роста на урожайность и качество зерна яровой пшеницы / Абдулвалеев Р.Р., Сафаров З.Ф., Хисамов И.Ж., Абдулвалеева Г.Р.

В сборнике: Достижения химии в агропромышленном комплексе. Материалы II Всероссийской молодежной конференции-школы с Международным участием. 2016. С. 10-14.

2. Зволинский, В.П. Влияние условий минерального питания на урожайность культуры томат в условиях Нижнего Поволжья / Зволинский В.П., Ионова Л.П., Шершнева А.А. - Текст: непосредственный // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. № 4 (28). С. 3-5.

3. Куртова, А.В. Влияние препарата росток на картофель разных групп спелости. Куртова А.В., Грехова И.В. - Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2015. № 6-5 (86). С. 43-45.

4. Овощеводство в Республике Башкортостан / Ахияров Б.Г. - Текст: непосредственный // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. 2015. С. 34-39.

5. Перспективы развития овощеводства в Республике Башкортостан / Ахияров Б.Г. - Текст: непосредственный // В сборнике: Научное обеспечение инновационного развития АПК. материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках XX Юбилейной специализированной выставки "АгроКомплекс-2010". 2010. С. 29-30.

6. Пивоваров, В.Ф. Овощи России [Текст] /В.Ф. Пивоваров. - М.: АО «Российские семена», 1994. - 256 с.

7. Распределение снежного покрова в зависимости от рельефа поля / Абдулвалеев Р.Р. - Текст: непосредственный // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. 2015. С. 3-6.

8. Троц, В.Б. Химический состав и кормовая ценность тыквы крупноплодной. Троц В.Б., Градов А.М., Абдулвалеев Р.Р., Троц Н.М. - Текст: непосредственный //Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 6 (98). С. 67-72.

9. Томат / Сергеев В.В., Чусовитина К.А. В книге: Инновационные технологии в садоводстве и ландшафтном дизайне. Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, молодых ученых и специалистов . Екатеринбург, 2021. С. 276-281.

10. Юсупова Е.В. Томат жиголо. Юсупова Е.В., Гизбрехт А.А. - Текст: непосредственный // Садоводство России. 2021. № 4 (19). С. 21-25.

11. Cherkashina M. Yield of different onion varieties depending on the level of mineral nutrition and growth regulators in the conditions of the Southern Forest-steppe of the Republic of Bashkortostan / M. Cherkashina, R. Alimgafarov, I. Kuznetsov, A. Cherkashina // X International Annual Conference “Industrial Technologies and Engineering” (ICITE 2023), Shymkent, Kazakhstan, 09–10 ноября 2023 года. Vol. 474. – Les Ulis, 2024. – P. 03007. – DOI 10.1051/e3sconf/202447403007

References

1. The effect of anti-stress growth regulators on the yield and grain quality of spring wheat / Abdulvaleev R.R., Safarov Z.F., Khisamov I.Zh., Abdulvaleeva G.R.
In the collection: Achievements of chemistry in the agro-industrial complex. Proceedings of the II All-Russian youth conference-school with international participation. 2016. Pp. 10-14.
2. Zvolinsky, V.P. The influence of mineral nutrition conditions on the yield of tomato crops in the Lower Volga region / Zvolinsky V.P., Ionova L.P., Shershnev A.A. - Text: direct // News of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education. 2012. No. 4 (28). Pp. 3-5.
3. Kurtova, A.V. The effect of the preparation Rostok on potatoes of different maturity groups. Kurtova A.V., Grekhova I.V. - Text: direct // Young scientist. 2015. No. 6-5 (86). P. 43-45.
4. Vegetable growing in the Republic of Bashkortostan / Akhiyarov B.G. - Text: direct // In the collection: Agricultural science in innovative development of the agro-industrial complex. materials of the international scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Bashkir State Agrarian University, within the framework of the XXV International specialized exhibition "Agrocomplex-2015". Bashkir State Agrarian University. 2015. P. 34-39.
5. Prospects for the development of vegetable growing in the Republic of Bashkortostan / Akhiyarov B.G. - Text: direct // In the collection: Scientific support for innovative development of the agro-industrial complex. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference within the framework of the XX Anniversary specialized exhibition "AgroComplex-2010". 2010. P. 29-30.
6. Pivovarov, V.F. Vegetables of Russia [Text] /V.F. Pivovarov. - M.: JSC "Russian Seeds", 1994. - 256 p.
7. Distribution of snow cover depending on the field relief / Abdulvaleev R.R. - Text: direct // In the collection: Agricultural science in the innovative development of the agro-industrial complex. Proceedings of the international scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Bashkir State Agrarian University, within the framework of the XXV International specialized exhibition "Agrocomplex-2015". Bashkir State Agrarian University. 2015. P. 3-6.
8. Trots, V.B. Chemical composition and nutritional value of large-fruited pumpkin. Trots VB, Gradov AM, Abdulvaleev RR, Trots NM - Text: direct // Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2022. No. 6 (98). Pp. 67-72.
9. Tomato / Sergeev VV, Chusovitina KA In the book: Innovative technologies in horticulture and landscape design. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference of students, young scientists and specialists. Ekaterinburg, 2021. Pp. 276-281.
10. Yusupova EV Tomato gigolo. Yusupova EV, Gizbrecht AA - Text: direct // Gardening of Russia. 2021. No. 4 (19). Pp. 21-25.
11. Cherkashina M. Yield of different onion varieties depending on the level of mineral nutrition and growth regulators in the conditions of the Southern Forest-steppe of the Republic of Bashkortostan / M. Cherkashina, R. Alimgafarov, I. Kuznetsov, A. Cherkashina // X International Annual Conference "Industrial Technologies and Engineering" (ICITE 2023), Shymkent, Kazakhstan, 09–10 ноября 2023 года. Vol. 474. – Les Ulis, 2024. – P. 03007. – DOI 10.1051/e3sconf/202447403007

Контактная информация:

Исламгулов Дамир Рафаэлович, д.с.-х.н., заведующий кафедрой почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: damir_islamgulov@mail.ru

Ахияров Булат Гилимханович,

к.с.-х.н., доцент кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: bsau-bulat@rambler.ru

Идрисова Айгуль Ураловна, к.с.-х.н., доцент почвоведения, агрохимии и точного земледелия ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: aygul_bakirova@inbox.ru

Ахиярова Луиза Мунировна к.с.-х.н., старший научный сотрудник лаборатории биохимического анализа и биотехнологии ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ

e-mail: akhijarva-luiza@rambler.ru

Contact information:

Akhiyarov Bulat Gilimkhanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Crop Production, Plant Breeding and Biotechnology, Bashkir State Agrarian University

e-mail: bsau-bulat@rambler.ru

Islamgulov Damir Rafaelovich, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University

e-mail: damir_islamgulov@mail.ru

Idrisova Aigul Uralovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Soil Science, Agrochemistry and Precision Agriculture, Bashkir State Agrarian University

e-mail: aygul_bakirova@inbox.ru

Akhiyarova Luisa Munirovna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Biochemical Analysis and Biotechnology of the Bashkir State Agrarian University

e-mail: akhijarva-luiza@rambler.ru

Безуглова Ольга Степановна, доктор биол. наук, профессор, главный научный сотрудник
Южного федерального университета,
ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр

**Механизмы влияния гуминового препарата на доступность фосфора в черноземе
обыкновенном**

**Mechanisms of influence of humic preparation on phosphorus availability in ordinary
chernozem**

Аннотация. На стационаре Федерального Ростовского аграрного научного центра в 2017–2020 гг. проводили исследования по изучению фолиарной обработки посевов озимой пшеницы гуминовым препаратом ВЮ-Дон. Засушливая погода и наличие в почве карбонатов способствуют снижению в почве подвижного фосфора. Установлено, что обработка вегетирующих растений гуминовым препаратом способствует росту фосфатазной активности и улучшению фосфорного питания. Тем самым нивелируются неблагоприятные последствия засушливой погоды. Улучшение фосфорного питания происходит за счет перехода труднорастворимых форм фосфатов в подвижную форму.

Abstract. In 2017–2020, the Federal Rostov Agrarian Scientific Center conducted research on the foliar treatment of winter wheat crops with the humic preparation ВЮ-Don. Dry weather and the presence of carbonates in the soil contribute to a decrease in mobile phosphorus in the soil. It was found that the treatment of vegetative plants with a humic preparation contributes to an increase in phosphatase activity and an improvement in phosphorus nutrition. Thus, the adverse effects of dry weather are leveled. Improvement of phosphorus nutrition occurs due to the transition of poorly soluble forms of phosphates to a mobile form.

Ключевые слова: чернозем обыкновенный карбонатный, гуминовый препарат, озимая пшеница, подвижный фосфор, фосфатаза.

Keywords: ordinary carbonate chernozem, humic preparation, winter wheat, mobile phosphorus, phosphatase.

Введение. Важную роль в питании и развитии растений играет фосфор, Как писал академик А.Е. Ферсман «Фосфор – «элемент жизни и мысли» – он будет нужен человечеству всегда, и это необходимо иметь в виду, как сегодня, так и особенно в будущем» [9]. Участвуя в обмене веществ, делении клеток, размножении, передаче наследственных свойств и в других сложнейших процессах, происходящих в растении, фосфор является незаменим элементом питания, вносит весомый вклад в формирование урожая.

В почве фосфор находится как в виде фосфорорганических соединений, так и в виде минеральных фосфатов. Но степень доступности этих соединений для растений различна. Так, черноземы Северного Приазовья, отличающиеся высокой карбонатностью, характеризуются при высоком валовом содержании фосфора, низкой обеспеченностью доступными формами. Микроорганизмы ризосферной зоны участвуют в процессах минерализации фосфорорганических соединений и способствуют переводу нерастворимых

минеральных форм фосфора в растворимые [2]. При активизации почвенной микрофлоры, которая происходит за счет корневых выделений растений, обработанных гуминовыми препаратами, такие соединения трансформируются, высвобождая фосфор, и поступление этого элемента носит постоянный характер.

Материал и методика исследований. Исследования вели на стационаре ФГБНУ «ФРАНЦ», в Аксайском районе Ростовской области. Почва – чернозем обыкновенный карбонатный.

Гуминовый препарат ВЮ-Дон получают из вермикомпоста, обрабатывая его щелочью. Гуминовые кислоты и фульвокислоты, входящие в его состав и обеспечивающие стимулирующий и адаптогенный эффект, в сумме составляют 2,2 г/л. Как показывают многочисленные эксперименты [3, 7, 10], гуминовые препараты снимают стресс после применения средств защиты и воздействия неблагоприятных погодных факторов. Гуминовый препарат разбавляли до экспериментальной концентрации (0,002–0,004% по С орг.) и обрабатывали растения озимой пшеницы в фазы кущения и колошения. Возделываемая культура – озимая мягкая пшеница сорта «Золушка». Фон – минеральные удобрения: азофоска – 100 кг/га ($N_{10-12}P_{20}K_{26}$) предпосевное внесение, аммиачная селитра 180 кг/га – подкормка после возобновления весенней вегетации. Схема опыта включала 4 варианта: 1) Фон – минеральные удобрения (без обработки ВЮ-Дон); 2) Фон + ВЮ-Дон (2 л/га); 3) Фон + ВЮ-Дон (3 л/га); 4) Фон + ВЮ-Дон (4 л/га). Площадь делянки 30 м², площадь учетной делянки 8 м². Каждый вариант был заложен в трех повторностях.

Определяли подвижные формы фосфора по методу Мачигина (ГОСТ 26205-91); фосфатазную активность почвы – по методу А.Ш. Галстяна и Э.А. Арутюняна с некоторыми изменениями (увеличение времени инкубации и объема добавляемого раствора фенолфталеинфосфата натрия). Математическую обработку вели методами дисперсионного анализа [4].

Результаты исследований

Предыдущими исследованиями было показано, что использование гуминового препарата на посевах озимой пшеницы способствуют достоверному увеличению содержания подвижного фосфора в черноземе обыкновенном карбонатном по сравнению с фоном [8]. Особенно активно этот процесс проявляется после обработки растений в фазу кущения. Как результат, прибавка по сравнению с фоном в разные годы в зависимости от способа использования препарата составляла от 4,4 до 12,8 ц/га. Обусловлено это активным регулированием растениями процессов мобилизации фосфора через механизм корневых выделений и увеличение численности микроорганизмов, особенно аммонификаторов, целлюлозоразрушающих микромицетов и актиномицетов, по которым установлена почти двукратная прибавка в численности относительно фона [1].

Обеспеченность растений фосфором во многом зависит от температурно-влажностного режима погоды. Наиболее общим показателем режима погоды вегетационных периодов является величина ГТК. В исследуемые годы этот показатель составлял 0,3 в 2018 году, 0,7 – в 2019 г. и 0,42 – в 2020 г. Иными словами два года из изученных лет были засушливыми и один характеризовался как соответствующий средним многолетним значениям.

В вегетационном периоде 2017/2018 гг. колебания в содержании подвижных соединений фосфора весьма незначительны, однако можно проследить, что содержание

подвижных фосфатов и активность фосфатазы находятся в противофазе, что может свидетельствовать о недостаточности фосфорного питания. Даже при высокой обеспеченности подвижным фосфором при снижении почвенной влаги может наблюдаться дефицит этого элемента (рис. 1). Как следствие, активизируется фосфатаза, что приводит к переводу труднодоступных соединений фосфора в подвижную форму [5].

В 2018/2019 вегетационном году, несмотря на варьирование в содержании подвижного фосфора, обеспеченность им находилась в средних пределах (16–30 мг/кг), поэтому ни один из вариантов не показал достоверных изменений фосфатазной активности. Повышение содержания подвижного фосфора в вегетационном году 2019/2020 связано с более благоприятным режимом атмосферных осадков. Также активизация фосфатазы, вероятно, связана с отсутствием севооборота на исследуемом участке. Наши исследования [6] показали, что в пахотном слое чернозема между содержанием подвижного фосфора и фосфатазной активностью почвы существует отрицательная корреляционная связь средней степени (коэффициент корреляции равен $-0,47$). Другими словами, чем больше дефицит фосфора, тем выше активность фосфатазы.

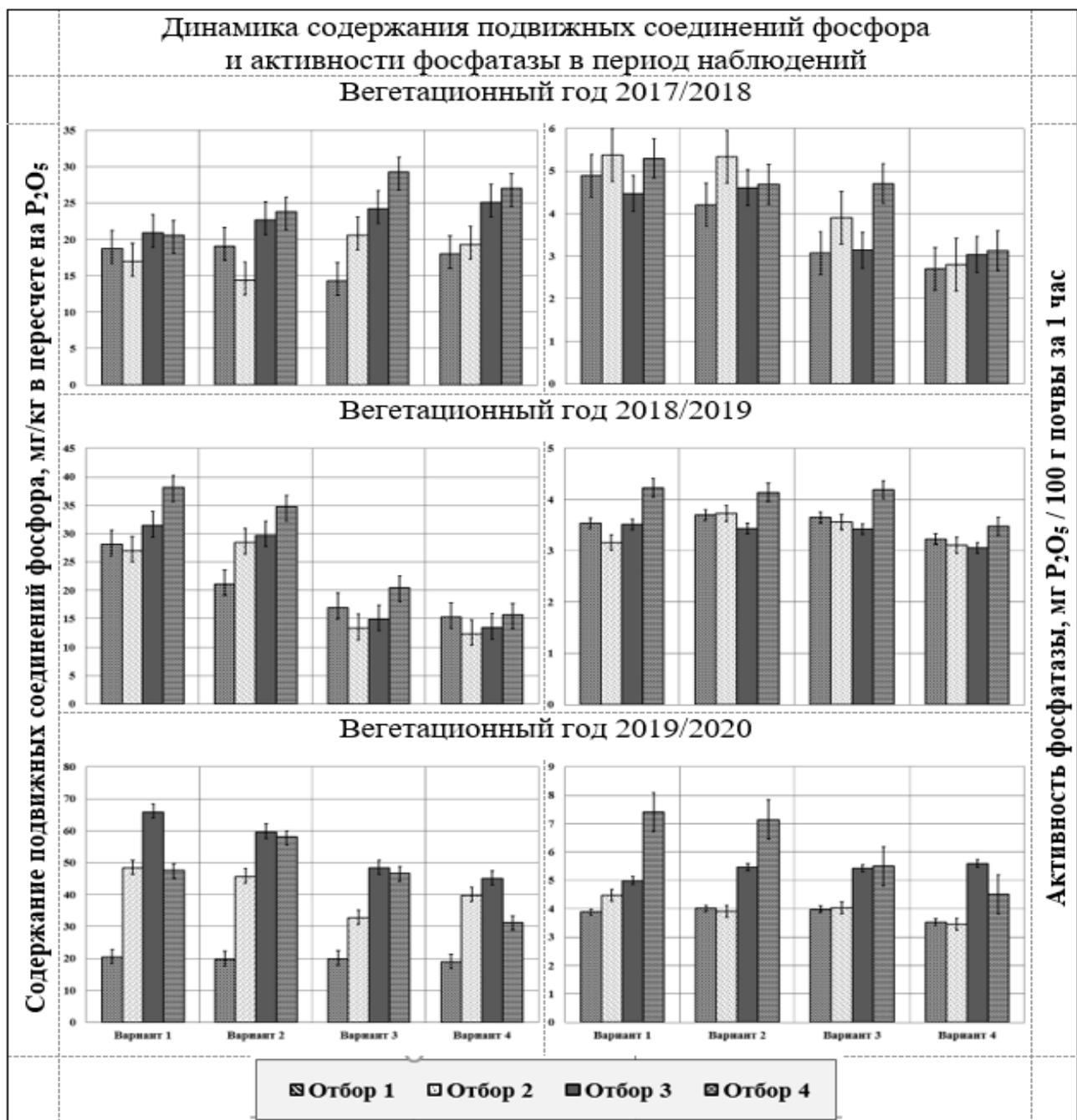


Рис. 1. Динамика подвижных соединений фосфора и активности фосфатазы по вариантам опыта. Отборы: 1. Возобновление весенней вегетации. 2. Через 2 недели после первой обработки гуминовым препаратом. 3. Через 2 недели после второй обработки гуминовым препаратом. 4. После уборки урожая.

Заключение. Активность почвенной фосфатазы находится в обратной зависимости от уровня обеспеченности растений легкодоступными фосфатами. Обработка посевов гуминовым препаратом увеличивает активность фосфатазы и доступность фосфора растений, тем самым снижая неблагоприятный эффект от недостатка влаги.

Библиографический список

1. Безуглова, О. С. Адаптогенное действие гуминового препарата при возделывании озимой пшеницы / О. С. Безуглова, В. А. Лыхман, А. В. Горовцов, Е. А. Полиенко, М. Н. Дубинина // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. №11. С. 53–56. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11114.
2. Гинзбург, К.Е. Фосфор основных типов почв СССР. Москва: Издательство «Наука». 1981. 244 с.
3. Денисов, Е.П. Изменение стрессовой ситуации растений яровой пшеницы при внекорневой подкормке удобрениями и биопрепаратами / Е.П. Денисов, А.П. Солодовников, Б.З. Шагиев, Д.С. Степанов, И.С. Полетаев, А.О. Кудашова // Аграрный научный журнал. 2018. № 4. С. 9–12.
4. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Дубинина, М.Н. Влияние гуминового препарата на фракционно-групповой состав фосфатов в черноземе обыкновенном карбонатном / М.Н. Дубинина, О.С. Безуглова // Известия ВУЗОВ. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2022. № 1. С. 38–48. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-1-38-48.
6. Наими, О.И. Фосфатный режим и активность фосфатазы в черноземе обыкновенном при возделывании нута / О.И. Наими, О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко, В.А. Лыхман, А.В. Горовцов, Ю.С. Поволоцкая, М.Н. Дубинина, Е.С. Патрикеев // Агробиохимический вестник, 2020. №3. С. 25–29. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10034.
7. Полиенко, Е.А. Экологическая оценка влияния гуминовых препаратов на состояние почв и растений: дис. ... канд. биол.наук. Ростов-на-Дону, 2016. 152 с.
8. Полиенко, Е.А. Применение гуминового препарата ВЮ-Дон на посевах озимой пшеницы / Е.А. Полиенко, О.С. Безуглова, А.В. Горовцов, В.А. Лыхман, П.Д. Павлов // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 2. С. 24—28.
9. Ферсман, А.Е. Избранные труды. Т. IV. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 588 с.
10. Bezuglova, O.S., Gorovtsov, A.V., Polienko, E.A. Zinchenko V.E., Grinko A.V., Lykhman V.A., Dubinina M.N., Demidov A. Effect of humic preparation on winter wheat productivity and rhizosphere microbial community under herbicide-induced stress // J Soils & Sediments, 2019 V.19, Is. 6. P. 2665–2675. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-02240-z>.

References

1. Bezuglova, O. S. Adaptogennoe dejstvie guminovogo preparata pri vzdely`vanii ozimoj pshenicy / O. S. Bezuglova, V. A. Ly`xman, A. V. Gorovczov, E. A. Polienko, M. N. Dubinina // Dostizheniya nauki i texniki APK. 2018. T. 32. №11. S. 53–56. DOI: 10.24411/0235-2451-2018-11114.
2. Ginzburg, K.E. Fosfor osnovny`x tipov pochv SSSR. Moskva: Izdatel`stvo «Nauka». 1981. 244 s.
3. Denisov, E.P. Izmenenie stressovoj situacii rastenij yarovoj pshenicy pri vnekornevoj podkormke udobreniyami i biopreparatami / E.P. Denisov, A.P. Solodovnikov, B.Z. Shagiev, D.S. Stepanov, I.S. Poletaev, A.O. Kudashova // Agrarny`j nauchny`j zhurnal. 2018. № 4. S. 9–12.
4. Dospexov, B.A. Metodika polevogo opy`ta (s osnovami statisticheskoy obrabotki). M.: Agropromizdat, 1985. 351 s.

5. Dubinina, M.N. Vliyanie guminovogo preparata na frakcionno-grupповoj sostav fosfatov v chernozeme oby`knovennom karbonatnom / M.N. Dubinina, O.S. Bezuglova //Izvestiya VUZOV. Severo-Kavkazskij region. Estestvenny`e nauki. 2022. № 1. S. 38–48. DOI: 10.18522/1026-2237-2022-1-38-48.

6. Naimi, O.I. Fosfatny`j rezhim i aktivnost` fosfatazy` v chernozeme oby`knovennom pri vozdeley`vanii nuta / O.I. Naimi, O.S. Bezuglova, E.A. Polienko, V.A. Ly`xman, A.V. Gorovczov, Yu.S. Povoloczskaya, M.N. Dubinina, E.S. Patrikeev // Agroximicheskij vestnik, 2020. №3. S. 25–29. DOI: 10.24411/1029-2551-2020-10034.

7. Polienko, E.A. E`kologicheskaya ocenka vliyaniya guminovy`x preparatov na sostoyanie pochv i rastenij: dis. ... kand. biol.nauk. Rostov-na-Donu, 2016. 152 s.

8. Polienko, E.A. Primenenie guminovogo preparata BIO-Don na posevax ozimoj pshenicy / E.A. Polienko, O.S. Bezuglova, A.V. Gorovczov, V.A. Ly`xman, P.D. Pavlov // Dostizheniya nauki i texniki APK. 2016. T. 30. № 2. S. 24—28.

9. Fersman, A.E. Izbranny`e trudy`. T. IV. M.: Izd-vo AN SSSR, 1958. 588 s.

10. Bezuglova, O.S., Gorovtsov, A.V., Polienko, E.A. Zinchenko V.E., Grinko A.V., Lykhman V.A., Dubinina M.N., Demidov A. Effect of humic preparation on winter wheat productivity and rhizosphere microbial community under herbicide-induced stress // J Soils & Sediments, 2019 V.19, Is. 6. P. 2665–2675. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-02240-z>.

Контактная информация:

Безуглова Ольга Степановна, доктор биол. наук, профессор, главный научный сотрудник Южного федерального университета, ФГБНУ Федеральный Ростовский аграрный научный центр

E-mail: lola314@mail.ru

Contact information:

Bezuglova Olga Stepanovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Chief Researcher of the Southern Federal University, Federal State Budgetary Institution Federal Rostov Agrarian Scientific Center

E-mail: lola314@mail.ru

Комаров Андрей Алексеевич, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник ФГБНУ АФИ
Юркевич Мария Геннадьевна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник Карельского
научного центра РАН

**О действии слабых и сверхслабых концентраций гумусовых (гумусоподобных)
препаратов на растения**

**About the effect of weak and super weak concentrations of humus (humus-like) preparations
on plants**

Аннотация. В работе рассматривается действие различных концентраций гумусовых и гумусоподобных модельных соединений на растительные объекты. На основании экспериментальных данных и оценки публикационных материалов показано, что в описываемых моделях доза-эффект для многокомпонентных гумусовых соединений, лишь на определенных градиентах концентрации зависимость может иметь имеет сигмоидную форму. Для понимания процесса целесообразна нелинейная аппроксимация, где наблюдается несколько пиков активации и ингибирования ростовых процессов. Механизм физиологического действия препаратов можно объяснить особенностью трансформации полимерной лигниновой матрицы, состоящей из различных фенольных пазлов, весьма близких к природным фитогормонам. Возможны и иные механизмы активации, связанные с изменением структуры раствора, поверхностным натяжением и иными особенностями.

Abstract. The work examines the effect of various concentrations of humus and humus-like model compounds on plant objects. Based on experimental data and an assessment of published materials, it is shown that in the dose-response models described for multicomponent humus compounds, only at certain concentration gradients can the dependence have a sigmoid shape. To understand the process, a nonlinear approximation is appropriate, where several peaks of activation and inhibition of growth processes are observed. The mechanism of the physiological action of the drugs can be explained by the peculiarity of the transformation of the polymer lignin matrix consisting of various phenolic puzzles, very close to natural phytohormones. Other activation mechanisms are also possible, related to changes in the structure of the solution, surface tension and other features.

Ключевые слова: Гумусовые, гумусоподобные препараты, лигнин, доза-эффект, концентрации препаратов, пики активации, фитогормональное подобие

Key words: Humus, humus-like preparations, lignin, dose-effect, drug concentrations, activation peaks, phytohormonal similarity

Известно, что действие тех или иных веществ на живые объекты описывается как доза-эффект, где изменение влияния некоторого лиганда (в нашем случае препарата) на биологический объект находится в зависимости от его концентрации [1]. При этом кривая доза-эффект представлена как двумерный график, показывающий зависимость реакции биологического объекта от величины фактора воздействия, описывая химический,

физиологический или биохимический процессы, включая изменение активности ферментов [2]. Для построения кривой доза-эффект обычно по оси абсцисс откладывается оцениваемый показатель, а величина эффекта - по оси ординат. Чаще всего кривая доза-эффект имеет сигмоидную форму и описывается уравнением Хилла, что особенно наглядно проявляется в полулогарифмических координатах. Статистический анализ кривой обычно выполняется методами статистической регрессии, таким как пробит-анализ, логит-анализ, или методом Спирмена-Кербера [3].

Актуальность и перспективность темы исследований связаны с тем, что изучалась особенность физиологического действия на биологические объекты продукта переработки многотоннажного отхода ЦБК, который до сих пор рационально не используется. На этой основе проводилось изучение эффекта действия на растительные объекты как природных гумусовых, так и модельных гумусоподобных препаратов, применяемых в различных концентрациях.

Цель исследований – изучить действие слабых и сверхслабых концентраций гумусовых (гумусоподобных) препаратов на растения.

Объекты и методы исследований. Модельные гумусоподобные препараты (КЛГК) получали методом ускоренной окислительно-гидролитической трансформации лигнинсодержащих отходов ЦБК в термохимическом режиме [5]. Исследования проводили в лабораторных, вегетационных и полевых экспериментах 2022-2024 гг. Изучалось действие разных концентраций полученных препаратов на прорастающие семена (биотест) с выбором оптимальных их концентраций для последующих полевых исследований. При этом хорошо известно, что в определенных градиентах концентрации изучаемого вещества (для гумусовых препаратов она составляет $1 \dots 10^{-3}\%$) наблюдается эффект стимуляции биологического объекта. И это описывается известной кривой доза-эффект, где эффект постепенно нарастает с уменьшением концентрации от 0,1 до 0,01% с выходом на максимальный уровень и с последующим уменьшением эффекта воздействия до уровня контроля при концентрации 0,001% [4]. Однако, как показали наши эксперименты [5], активирующее воздействие на растения гумусовые и гумусоподобные препараты оказывали не только в области концентрации 0,01%, но и гораздо меньшей (0,00001%) и, даже в области сверхмалых разведений (0,00000001%). При этом отмечается некоторый волновой характер действий гумусоподобных веществ на активацию роста и развития растений в области различных концентраций (рис. 1).

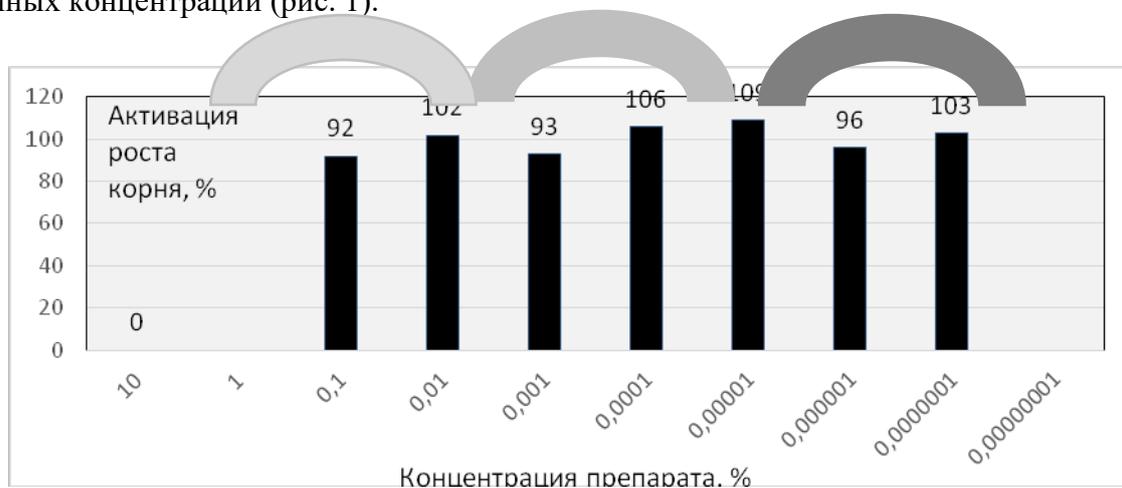


Рис 1. Волновой характер активирующего воздействия гумусоподобных препаратов в области различных концентраций

Установлено, что действие изучаемых препаратов не однозначно проявлялось как на различных культурах, так на рост и развитие различных органов растений (рис.2).

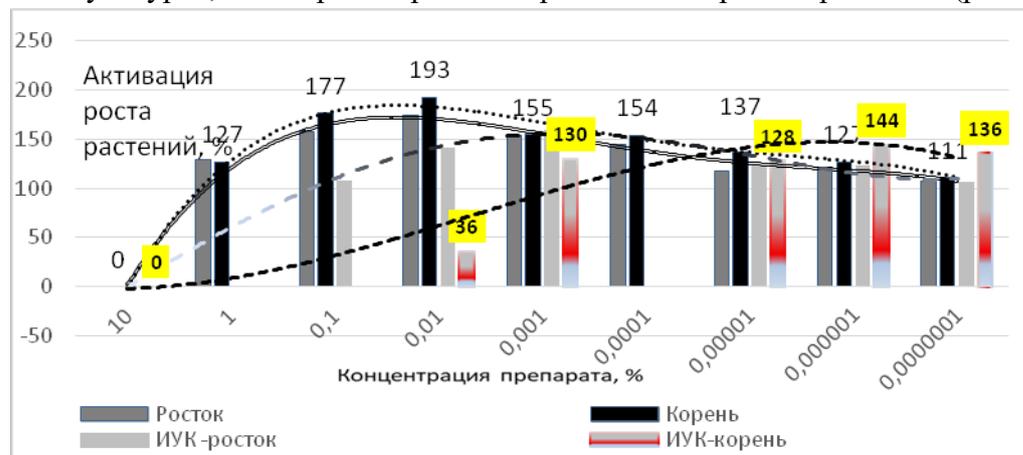


Рис.2. Влияние различных концентраций гумусоподобных препаратов на рост и развитие отдельных органов растений (тест-культура яровая пшеница)

Механизм активирующего действия гумусовых и гумусоподобных модельных препаратов можно объяснить особенностью строения полимерной матрицы этих многокомпонентных соединений и активным действием определенных фрагментов этой структуры. Так, в настоящее время идентифицированы фрагменты индольных и других структурных звеньев, имеющих направленный физиологический эффект [5]. К ним относятся такие фенолсодержащие фитогормоны как ауксины, цитокинины и гиббереллины. При этом известно, что их активное действие на растения как раз и проявляется в области низких (10^{-5} М), так и сверхнизких ($10^{-7} \dots 10^{-9}$ М) концентраций.

Активирующее действие препаратов на растения в области концентраций 10^{-7} % и менее уже невозможно объяснить подобными механизмами. Объяснение этому парадоксу можно дать на основании структурирования и кластирования растворов, где вероятно возникновение энергетически выгодных структурированных ассоциатов. Характерно, что как для гумуса, как природного коллоидного поверхностно активного комплекса, так и для животных с липидо-белково-нуклеиновыми системами, в основе физиологических эффектов находятся изменения гидрофобно-гидрофильного баланса водно-коллоидных систем. Это, еще раз указывает на единство связей и общих закономерностей живой материи, находящихся на разных уровнях структурно-эволюционной организации.

Выводы. Таким образом, в рассматриваемой системе доза-эффект напрашивается отказ от линейных представлений и переход к нелинейным моделям, где доза-эффект описывается в виде нескольких пиков активации и ингибирования ростовых процессов. Это может позволить выйти на новую ступень в понимании основных законов природы, определяющих функционирование живых систем, объяснить разницу между химическими экспериментами с биомолекулами и поведением тех же биомолекул в живых системах, в действии многокомпонентных гумусовых и гумусоподобных модельных композитов на растения, микробиоту и формирование особого биокосного тела почвы.

Библиографический список

1. Неудачина, Л. К. Физико-химические основы применения координационных соединений : [учеб. пособие] / Л. К. Неудачина, Н. В. Лакиза ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. 124 с.
2. Altshuler B. Modeling of Dose-Response Relationships (англ.) // Environmental Health Perspectives : journal. 1981. Vol. 42. P. 23-27.
3. Martin A. Hamilton, Rosemarie C. Russo, Robert V. Thurston. Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays (англ.) // Environmental Science & Technology : journal. 1977. Vol. 11, no. 7. P. 714-719.
4. Петров, Н.Ю. Биологическая активность и влияние гумовита на прорастание семян / Н.Ю. Петров, И.В. Юдаев, Е.К. Кувшинова, С.А. Родионова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшего профессионального образования. № 2 (58). 2020. С. 84–94.
5. Комаров, А.А. Роль гидролизного лигнина в плодородии почв и питании растений. Дисс...докт.с.-х.н., 2004, СПб-АФИ. 383 с.

Работа выполнялась в соответствии с заданием NFMEN -2022-0013

References

1. Neudachina, L. K. Fiziko-ximicheskie osnovy` primeneniya koordinacionny`x soedinenij : [ucheb. posobie] / L. K. Neudachina, N. V. Lakiza ; M-vo obrazovaniya i nauki Ros. Federacii, Ural. feder. un-t. Ekaterinburg : Izd vo Ural. un-ta, 2014. 124 s.
2. Altshuler B. Modeling of Dose-Response Relationships (англ.) // Environmental Health Perspectives : journal. 1981. Vol. 42. P. 23-27.
3. Martin A. Hamilton, Rosemarie C. Russo, Robert V. Thurston. Trimmed Spearman-Kärber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays (англ.) // Environmental Science & Technology : journal. 1977. Vol. 11, no. 7. P. 714-719.
4. Petrov, N.Yu. Biologicheskaya aktivnost` i vliyanie gumovita na prorastanie semyan / N.Yu. Petrov, I.V. Yudaev, E.K. Kuvshinova, S.A. Rodionova // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vy`shego professional`nogo obrazovaniya. № 2 (58). 2020. S. 84–94.
5. Komarov, A.A. Rol` gidroliznogo lignina v plodorodii pochv i pitanii rastenij. Diss...dokt.s.-x.n., 2004, SPb-AFI. 383 s.

Контактная информация:

Комаров Андрей Алексеевич, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник
ФГБНУ Агрофизический институт

E-mail: Zelenydar@mail.ru

Юркевич Мария Геннадьевна, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник
Карельского научного центра РАН

Contact information:

Komarov Andrey Alekseevich, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher at the
Federal State Budgetary Scientific Institution Agrophysical Institute

E-mail: Zelenydar@mail.ru

Yurkevich Maria Gennadievna, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

Подчувалова Александра Алексеевна, аспирант, ФГБОУ ВО Государственный аграрный
Университет Северного Зауралья, г. Тюмень

Грехова Ираида Владимировна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры
общей химии им. проф. И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО Государственный аграрный
университет Северного Зауралья, г. Тюмень

Применение гуминового удобрения врезанием в почву при посеве зерновых культур Application of humic fertilizer by cutting into the soil when sowing grain crops

Аннотация. Активное возделывание земельных наделов со временем истощает даже самую плодородную почву, что негативно сказывается на объеме и качестве урожая. Восполнить дефицит полезных веществ призваны органические и минеральные удобрения. При внесении в почву в чистом виде торф не является источником обеспечения растений и почвы питательными и гуминовыми веществами, т.к. они связаны и малодоступны. Поэтому торф следует рассматривать как сырье, из которого могут быть приготовлены ценные органические удобрения. В существующем производстве гуминового препарата «Росток», в малом инновационном предприятии университета, после удаления гумусовых кислот остается жидкая осадочная торфогуминовая смесь, которая является отходом производства. В ней высокое содержание органических веществ и она может вноситься в чистом виде или с добавлением минеральных удобрений для повышения плодородия почвы. Высокая щелочная реакция отхода будет способствовать снижению кислотности почвы в корневой зоне растений.

Abstract. Active cultivation of land plots eventually depletes even the most fertile soil, which negatively affects the volume and quality of the crop. Organic and mineral fertilizers are designed to fill the deficiency of nutrients. When applied to the soil in its pure form, peat is not a source of providing plants and soil with nutrients and humic substances, because they are bound and inaccessible. Therefore, peat should be considered as a raw material from which valuable organic fertilizers can be prepared. In the existing production of the Rostock humic preparation, in a small innovative enterprise of the university, after the removal of humic acids, a liquid sedimentary peat-humic mixture remains, which is a waste product. It has a high content of organic substances and can be applied in pure form or with the addition of mineral fertilizers to increase soil fertility. The high alkaline reaction of the waste will help to reduce the acidity of the soil in the root zone of plants.

Ключевые слова: органоминеральное удобрение, плодородие почвы, яровая пшеница, агрохимикат Тюменский, почва, полевой опыт.

Keywords: organomineral fertilizer, soil fertility, spring wheat, Tyumen agrochemicals, soil, field experience.

Большинство почв сельскохозяйственных угодий России остро нуждается в применении удобрений. В результате резкого снижения внесения органических и минеральных удобрений в последние годы наблюдается постоянный дефицит питательных веществ, гумуса и, соответственно, снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

Истощающее сельскохозяйственное землепользование является главным фактором деградации почвенного покрова и по своим последствиям представляет серьезную угрозу для агропромышленного комплекса. Исходя из сложившейся ситуации, для восстановления плодородия почв необходимо расширять применение нетрадиционных органоминеральных соединений, обеспечивающих повышение плодородия почв и увеличение производства сельскохозяйственных культур с хорошими качественными показателями урожая [1, с.95].

Органоминеральные удобрения (или гуминовые удобрения) - удобрения, состоящие из органического вещества и связанных с ним химически или адсорбционно минеральных соединений. Получают органоминеральные удобрения обработкой содержащих органические соединения материалов (торф, бурые угли, илы, сланцы, перегной) аммиаком, аммиачными растворами фосфатов, фосфорной кислотой, калийными солями [2, с.37].

Кроме повышения урожайности, органоминеральные удобрения способны благотворно влиять на водно-физические свойства почвы, содержание гумуса в почве, ее структуру. Установлено, что при применении органоминеральных удобрений растения лучше переносят неблагоприятные условия внешней среды: заморозки, недостаток освещенности и кислорода, у них повышается устойчивость к болезням и поражению вредителями, а также улучшается качество зерна, плодов и овощей (в них накапливается больше сахаров, витаминов, крахмала, клейковины и меньше нитратов) [3, с.13].

В настоящее время в аграрном секторе актуален вопрос биологического земледелия. Однако, использование гуминовых удобрений, не получило широкого распространения. Проблема отчасти связана с тем, что производители работают не по одной технологии, производят все новые формы и виды. Меняется сырье, технические условия, и в результате производства получается новый продукт с присущими ему уникальными свойствами: содержит различное количество и качество гуминовых соединений, различен их микробиологический состав. Поэтому для каждого такого удобрения необходимо исследование эффективности для разработки оптимальных норм внесения [4, с.22].

Цель исследования: установление действия органоминерального удобрения на основе гумусовых кислот на свойства почвы и продуктивность зерновых культур. Поставлено две задачи:

- определить состав и дозу органоминерального удобрения при корневом применении;
- изучить эффективность врезания в почву органоминерального удобрения при посеве яровой пшеницы;

Предмет исследования: агрохимикат «Тюменский» марка А.

Объект исследования: яровая пшеница сорт Новосибирская 31.

Полевой опыт был проведен в 2021-2023 годах, совместно с кафедрой почвоведения и агрохимии. Опытное поле находится в районе с. Утешево. Воду и удобрения вносили врезанием в почву в период сева. Площадь опытных делянок – 100 м², площадь учетных делянок – 50 м². Повторность вариантов в опыте – 3-х кратная.

Схема полевого опыта 2021-2022 гг.	Схема полевого опыта 2023 г.
1. Сухой контроль;	1. Сухой контроль;
2. Контроль (вода) (100 л/га);	2. Контроль (вода) (100 л/га);
3. КАС (200 л/га);	3. КАС (200 л/га);
4. Марка А (200 л/га);	4. Марка А (200 л/га);
5. Марка А (50 л/га)+КАС (150 л/га);	5. Марка А (50 л/га) + КАС (150 л/га);

6. Марка А (100 л/га)+КАС (100 л/га).	6. Марка А (100 л/га) + КАС (100 л/га); 7. КАС (200 л/га) + Росток (1 л/га).
---------------------------------------	--

В фазу выхода в трубку были отобраны растения яровой пшеницы для биометрических исследований с площади 1 м² в трехкратной повторности. Число растений при врезании КАС уменьшилось по сравнению с сухим контролем на 19%, при применении марки А агрохимиката Тюменский увеличилось на 6%, при совместном применении КАС и марки А увеличилось на 17 и 13% соответственно по дозам, но все различия с контролем не существенны (табл. 1).

Таблица 1

Число растений яровой пшеницы в фазу выхода в трубку

Вариант	Число растений, шт./м ²	± к контролю
Сухой контроль	693,3	-
Влажный контроль	662,7	-30,6
КАС (200 л/га)	558,7	-134,6
Марка А (200 л/га)	737,3	+44,0
Марка А+КАС (50+150 л/га)	809,3	+116,0
Марка А+КАС (100+100 л/га)	786,7	+93,4
Абсолютный НСР05		173,4
Относительный НСР05		24,5

Масса растений от применения КАС меньше сухого контроля на 8%, различие не существенно (табл. 2). Существенное увеличение массы растений на варианте марка А (200 л/га) составило 30%, марка А+КАС (50+150 л/га) – 23%, марка А+КАС (100+100 л/га) – 49%.

Таблица 2

Масса растений яровой пшеницы в фазу выхода в трубку

Вариант	Масса растений, г/м ²	± к контролю
Сухой контроль	1396,6	-
Влажный контроль	1197,4	-199,2
КАС (200 л/га)	1254,1	-142,5
Марка А (200 л/га)	1808,4	+411,8
Марка А+КАС (50+150 л/га)	1718,5	+321,9
Марка А+КАС (100+100 л/га)	2084,0	+687,4
Абсолютный НСР05		298,7
Относительный НСР05		18,9

В каждой повторности были отобраны 15 растений яровой пшеницы для проведения биометрических замеров. Длина и масса растений на всех изучаемых вариантах превышали сухой и влажный контроля (табл. 3). По отношению к сухому контролю прибавки по этим показателям существенны на варианте марка А+КАС (100+100 л/га) – 12 и 49% соответственно. При применении КАС существенно увеличилась только масса растений на 34%.

Таблица 3

Длина и масса 15 растений яровой пшеницы в фазу выхода в трубку

Вариант	Длина растений, см	± к контролю	Масса растений, г	± к контролю
Сухой контроль	64,2	-	32,8	
Влажный контроль	61,0	-3,2	26,4	-6,4
КАС (200 л/га)	66,8	+2,6	43,9	+11,1
Марка А (200 л/га)	70,2	+6,0	43,0	+10,2
Марка А+КАС (50+150 л/га)	64,7	+0,5	34,5	+1,7
Марка А+КАС (100+100 л/га)	72,2	+8,0	48,8	+16,0
Абсолютный НСР05		6,7		10,9
Относительный НСР05		10,0		28,5

Масса корней на всех вариантах существенно превышали контроль: КАС (200 л/га) – на 54%, марка А (200 л/га) – на 37%, марка А+КАС (50+150 л/га) – на 94%, марка А+КАС (100+100 л/га) – на 80% (табл. 4).

Таблица 4

Масса корней 15 растений яровой пшеницы в фазу выхода в трубку

Вариант	Масса корней, г	± к контролю
Сухой контроль	3,5	-
Влажный контроль	3,4	-0,1
КАС (200 л/га)	5,4	+1,9
Марка А (200 л/га)	4,8	+1,3
Марка А+КАС (50+150 л/га)	6,8	+3,3
Марка А+КАС (100+100 л/га)	6,3	+2,8
Абсолютный НСР05		1,07
Относительный НСР05		21,2

Все удобрения увеличивали число и массу листьев, но влияние на число листьев не существенное (табл. 5). Масса листьев существенно увеличилась при применении КАС в дозе 200 л/га – на 32%, при совместном применении КАС и марки А в равных дозах – на 65%.

Таблица 5

Число и масса листьев 15 растений яровой пшеницы

Вариант	Число листьев, шт.	± к контролю	Масса листьев, г	± к контролю
Сухой контроль	3,6	-	4,0	-
Влажный контроль	3,7	+0,1	4,2	+0,2
КАС (200 л/га)	3,7	+0,1	5,3	+1,3
Марка А (200 л/га)	3,7	+0,1	4,6	+0,6
Марка А+КАС (50+150 л/га)	3,7	+0,1	5,9	+1,6
Марка А+КАС (100+100 л/га)	3,8	+0,2	6,6	+2,6
Абсолютный НСР05		0,5		0,8

Относительный НСР ₀₅		14,6		17,1
---------------------------------	--	------	--	------

В таблице, представленной ниже (табл.6) представлены результаты по числу растений и стеблей яровой пшеницы в 2023 году. Гуминовые удобрения повышали эти показатели по сравнению с влажным контролем: марка А – на 12%, Росток – на 10%.

Таблица 6

Число растений и стеблей яровой пшеницы, 2023 г.

Вариант	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Число растений, шт./м ²				
Сухой контроль	196	340	344	293,3
Влажный контроль	416	328	260	334,6
КАС на 4 т/га	208	296	120	208
Марка А 200 л/га	364	340	420	374,6
Марка А 50 л/га+КАС 150 л/га	420	260	372	350,6
Марка А 100 л/га+КАС 100 л/га	420	408	376	401,3
КАС+Росток 1 л/га	324	348	432	368
Абсолютный НСР ₀₅	132,12			
Относительный НСР ₀₅	39,68			
Число стеблей, шт./м ²				
Сухой контроль	492	640	412	514,6
Влажный контроль	500	624	352	492
КАС на 4 т/га	340	416	280	345,3
Марка А 200 л/га	456	516	536	502,6
Марка А 50 л/га+КАС 150 л/га	556	484	472	504
Марка А 100 л/га+КАС 100 л/га	596	600	584	593,3
КАС+Росток 1 л/га	496	532	632	553,3
Абсолютный НСР ₀₅	134,54			
Относительный НСР ₀₅	26,86			
Коэффициент кущения				
Сухой контроль	2,5	1,9	1,2	1,9
Влажный контроль	1,2	1,9	1,4	1,5
КАС на 4 т/га	1,6	1,4	2,3	1,8
Марка А 200 л/га	1,3	1,5	1,3	1,4
Марка А 50 л/га+КАС 150 л/га	1,3	1,9	1,3	1,5
Марка А 100 л/га+КАС 100 л/га	1,4	1,5	1,6	1,5
КАС+Росток 1 л/га	1,5	1,5	1,5	1,5
Абсолютный НСР ₀₅	0,68			
Относительный НСР ₀₅	43,35			

Максимальная масса растений с корнями получена на вариантах Марка А и Росток, превышение влажного контроля на 38 и 41% (табл.7).

Таблица 7

Масса растений и корней яровой пшеницы, 2023 г.

Вариант	Повторности			Среднее
	1	2	3	
Масса растений с корнями, г/м ²				

Сухой контроль	344	424	336	368
Влажный контроль	328	424	248	333,3
КАС на 4 т/га	328	320	168	272
Марка А 200 л/га	392	488	496	458,7
Марка А 50 л/га+КАС 150 л/га	480	376	368	408
Марка А 100 л/га+КАС 100 л/га	416	448	432	432
КАС+Росток 1 л/га	400	472	536	469,3
Абсолютный НСР ₀₅	115,42			
Относительный НСР ₀₅	29,47			
Масса корней, г/м ²				
Сухой контроль	56	76	48	60
Влажный контроль	56	48	76	60
КАС на 4 т/га	40	56	64	53,3
Марка А 200 л/га	64	80	96	80
Марка А 50 л/га+КАС 150 л/га	80	72	88	80
Марка А 100 л/га+КАС 100 л/га	128	104	128	120
КАС+Росток 1 л/га	80	104	104	96
Абсолютный НСР ₀₅	21,82			
Относительный НСР ₀₅	27,80			
Масса растений, г/м ²				
Сухой контроль	288	348	288	308
Влажный контроль	272	376	172	273,3
КАС на 4 т/га	288	264	104	218,7
Марка А 200 л/га	328	408	400	378,7
Марка А 50 л/га+КАС 150 л/га	400	304	280	328
Марка А 100 л/га+КАС 100 л/га	288	344	304	312
КАС+Росток 1 л/га	320	368	432	373,3
Абсолютный НСР ₀₅	114,60			
Относительный НСР ₀₅	36,59			

Все изучаемые удобрения положительно повлияли на растения яровой пшеницы. Наиболее высокую эффективность по большинству биометрических показателей растений показал вариант смеси марки А агрохимиката Тюменский с КАС в дозах по 100 л/га, а также вариант смеси КАС (200 л/га) + Росток (1л/га). Применение такой технологии внесения органоминерального удобрения на территории северной лесостепи Зауралья позволит не только повысить урожайность сельскохозяйственных культур, но и улучшить почвенное плодородие.

Библиографический список

1. Совершенствование питания и удобрения сельскохозяйственных культур при организации производства органической продукции растениеводства : монография / А.П. Авдеенко, Е.В. Агафонов, С.В. Абраменко [и др.] ; под общ. ред. А.П. Авдеенко; Донской ГАУ. – Персиановский : Донской ГАУ, 2021. – 158 с.
2. Поволоцкая, Ю.С. Краткий обзор гуминовых препаратов /Ю.С. Поволоцкая // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2019. - №5-1. – С.37-40.
3. Суханов, П.А. Гуминовые препараты в сельском хозяйстве /П.А. Суханов, А.И. Попов //Агрохимический вестник. – 2001. - №2. – С. 12-13.

4. Томашевич, Н.С. Влияние обработки семян и растений различными формами препарата Лигногумат супер на урожайность и качество риса / Н.С. Томашевич, А.Я. Барчукова // Плодородие. – 2013. – №6 (75). – С. 21-22.

References

1. Sovershenstvovanie pitaniya i udobreniya sel'skoxozyajstvenny'x kul'tur pri organizacii proizvodstva organicheskoj produkcii rastenievodstva : monografiya / A.P. Avdeenko, E.V. Agafonov, S.V. Abramenko [i dr.] ; pod obshh. red. A.P. Avdeenko; Donskoj GAU. – Persianovskij : Donskoj GAU, 2021. – 158 s.

2. Povoloczkaya, Yu.S. Kratkij obzor guminovy'x preparatov /Yu.S. Povoloczkaya // Mezhdunarodny'j zhurnal gumanitarny'x i estestvenny'x nauk. – 2019. - №5-1. – S.37-40.

3. Suxanov, P.A. Guminovy'e preparaty` v sel'skom khozyajstve /P.A. Suxanov, A.I. Popov //Agroximicheskij vestnik. – 2001. - №2. – S. 12-13.

4. Tomashevich, N.S. Vliyanie obrabotki semyan i rastenij razlichny'mi formami preparata Lignogumat super na urozhajnost` i kachestvo risa / N.S. Tomashevich, A.Ya. Barchukova // Plodorodie. – 2013. – №6 (75). – S. 21-22.

Контактная информация:

Подчувалова Александра Алексеевна, аспирант, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный Университет Северного Зауралья»

E-mail: podchualova.aa@edu.gausz.ru

Грехова Ираида Владимировна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

E-mail: grehova-rostok@mail.ru

Contact information:

Podchualova Alexandra Alekseevna, postgraduate student, State Agrarian University of the Northern Urals

E-mail: podchualova.aa@edu.gausz.ru

Iraida Vladimirovna Grekhova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor of the I.D. Komissarov Department of General Chemistry, State Agrarian University of the Northern Urals

E-mail: grehova-rostok@mail.ru

Хусайнов Абильжан Токанович, директор Регионального института прикладных исследований и инновационных проектов, д.б.н., профессор Кокшетауского университета им. Ш. Уалиханова

Аяпбергенова Анар Сайлаубековна, старший научный сотрудник Регионального института прикладных исследований и инновационных проектов Кокшетауского университета им. Ш. Уалиханова

Эффективность применения гуминового препарата Росток на посевах яровой пшеницы в Северном Казахстане

The effectiveness of the application of the humic preparation Rostock on spring wheat crops in Northern Kazakhstan

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения эффективности применения гуминового препарата «Росток» при возделывании яровой пшеницы в Северном Казахстане. Изучались эффективность предпосевной обработки семян, обработки посевов препаратом «Росток» в баковой смеси с гербицидом в фазу кущения, обработки посевов в фазу молочной спелости и предпосевной обработки семян + обработки посевов в баковой смеси с гербицидом в фазу кущения яровой пшеницы. Установлено повышение энергии прорастания, лабораторной и полевой всхожести, урожайности и качества зерна яровой пшеницы. Максимальный эффект получен при комплексном применении гуминового препарата «Росток».

Abstract: the article presents the results of studying the effectiveness of the use of the humic preparation "Rostock" in the cultivation of spring wheat in Northern Kazakhstan. The effectiveness of pre-sowing seed treatment, treatment of crops with the preparation "Sprout" in a tank mixture with a herbicide in the tillering phase, treatment of crops in the phase of milk ripeness and pre-sowing seed treatment + treatment of crops in a tank mixture with a herbicide in the tillering phase of spring wheat were studied. An increase in germination energy, laboratory and field germination, yield and grain quality of spring wheat and ka has been established. The maximum effect was obtained with the combined use of the humic preparation "Rostock".

Ключевые слова: гуминовый препарат, яровая пшеница, предпосевная обработка, обработка посевов, урожайность, клейковина.

Keywords: humic preparation, spring wheat, pre-sowing treatment, crop processing, yield, gluten.

Урожайность сельскохозяйственных культур зависит и от качества посевного материала. В условиях Северного Казахстана показатель качества семян сортов зерновых культур не всегда соответствует требованиям государственного стандарта. В связи с этим, становится актуальным вопрос разработки технологических приемов доведения семян до посевных кондиций. Одним из таких подходов является предпосевная обработка семян и применение регуляторов роста по вегетации. Современные регуляторы роста способствуют стимуляции физиологических процессов, повышению устойчивости растений к

неблагоприятным факторам и усилению их иммунитета [1]. Для получения высоких урожаев и качественного зерна необходимо использовать современные интенсивные технологии, высокоэффективные и экологически чистые регуляторы роста.

Многолетними исследованиями установлено, что гуминовые препараты благоприятно влияют на рост и развитие растений, повышают их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды и урожайность с/х культур на 15-30 % [2]. Регуляторы роста широко используются для повышения продуктивности плодовоовощных, фруктовых и зерновых культур [3]. Основной зерновой культурой в Северном Казахстане является яровая пшеница. Но урожайность ее остается низкой – 10-12 ц/га и не стабильной по годам. Применение регуляторов роста является одним из основных факторов повышения урожайности сельскохозяйственных культур [4].

Целью исследования явилась разработка технологии использования гуминового препарата «Росток» при возделывании яровой пшеницы в степной зоне Северного Казахстана. В задачу исследования входило изучение влияния гуминового препарата «Росток» на рост, развитие, урожайность и качество зерна яровой пшеницы. Авторами гуминового препарата «Росток» являются д.б.н., профессор И.Д. Комиссаров и И.В. Грехова.

Условия и методика проведения исследования. Исследования проводились на опытном поле ТОО «Степноишимская опытная станция», Тайыншинского района, Северо-Казахстанской области.

Почва участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый карбонатный. Обеспеченность гумусом средняя – 5,3 %, легкогидролизуемым азотом – высокая 64,4 мг/кг, подвижным фосфором – средняя 37,0 мг/кг и обменным калием – высокая 590 мг/кг, рН – слабо щелочная 8,2.

В лабораторном опыте изучали влияние гуминового препарата «Росток» на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян яровой пшеницы повторность в 3-х кратная.

В полевом опыте изучали влияние способов применения гуминового препарата «Росток» на урожайность зерна яровой пшеницы по следующей схеме: 1) контроль – без препарата; 2) предпосевная обработка семян гуминовым препаратом «Росток»; 3) обработка посевов гуминовым препаратом «Росток» в баковой смеси с гербицидом в фазу кущения; 4) обработка гуминовым препаратом «Росток» в фазу молочной спелости; 5) предпосевная обработка семян + обработка посевов гуминовым препаратом «Росток» в баковой смеси с гербицидом в фазу кущения пшеницы.

Площадь делянки 160 м², учетная площадь – 100 м², повторность 4-х кратная. Семена пшеницы обрабатывали гуминовым препаратом «Росток» в дозе 0,5 л/т.

Агротехника была принятой для зоны. Возделывали яровую пшеницу сорта Шортандинская – 95 улучшенная. Норма высева 3,5 млн./га; глубина заделки семян 6-8 см. Применялся гербицид 2М-4Х с рабочей нормой 1,4 – 2,2 л/га.

Энергия прорастания, лабораторную всхожесть, густоту стояния растений в фазу полных всходов и перед уборкой и структуру урожая определяли по методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Учет урожая и статистическую обработку данных проводили по Б.Н. Доспехову.

Результаты исследования и обсуждение. В лабораторном опыте при предпосевной обработке семян яровой пшеницы энергия прорастания ее повысилась на 16 % и составила 84 % (в контроле 68%). Гуминовый препарат «Росток» способствовал повышению и

лабораторной всхожести до 96% (в контроле 84%), на 14,3 %, то есть, семена были доведены до посевных кондиций (рис. 1).

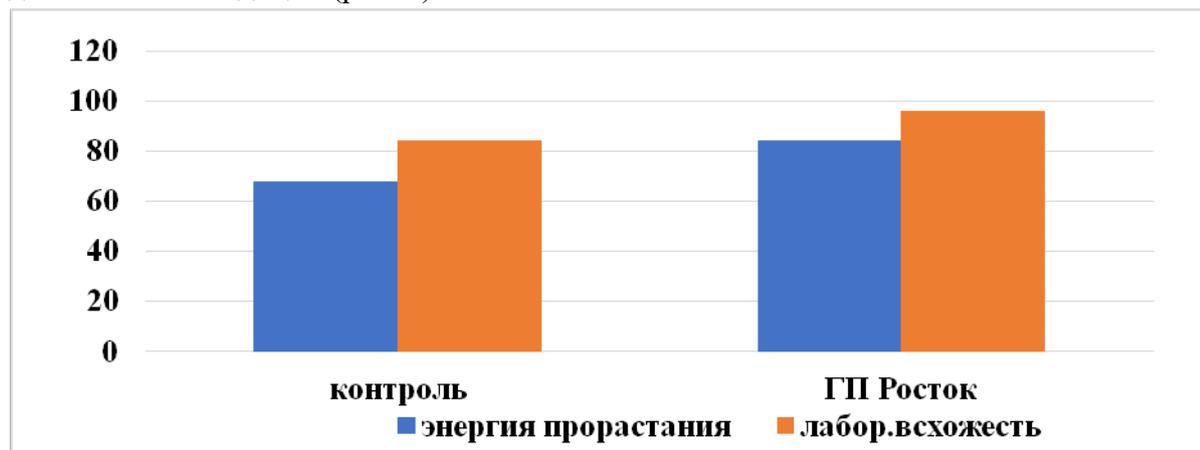


Рис.1. Влияние предпосевной обработки гуминовым препаратом «Росток» на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян ячменя, %

При предпосевной обработке семян препаратом густота стояния растений составила 252 шт/м², при обработке посевов в баковой смеси с гербицидом она существенно не изменилась, а при комплексном применении препарата густота стояния растений повысилась до 254 шт/м² (в контроле 244 шт/м²). Полевая всхожесть зерна яровой пшеницы составила соответственно 78,8 %, 74,0 и 79,4 %. На обработанных препаратом «Росток» вариантах сохранность растений яровой пшеницы перед уборкой существенно не повысилась и составила 84,3- 87,5 % (в контроле 87,6 %).

Применение гуминового препарата «Росток» способствовало повышению урожайности зерна яровой пшеницы. Существенную прибавку урожая обеспечили обработка посевов препаратом по вегетации, она составила 0,14-0,24 т/га или 11,2 – 19,2 %. Наибольшую урожайность получили на варианте предпосевная обработка + обработка посевов гуминовым препаратом «Росток» в баковой смеси с гербицидом – 1,49 т/га, что выше контроля на 0,24 т/га или 19,2 % (на контроле – 1,25 т/га) – таблица 1

Таблица 1

Влияние способов обработки гуминовым препаратом «Росток» на урожайность зерна яровой пшеницы

№	Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка к контролю	
			т/га	%
1	Контроль без обработки	1,25	-	-
2	Предпосевная обработка семян пшеницы ГП «Росток»	1,31	0,06	4,8
3	Обработка посевов ГП «Росток» в баковой смеси с гербицидом в фазу кущения пшеницы	1,39	0,14	11,2
4	Обработка посевов ГП «Росток» в фазу молочной спелости пшеницы	1,41	0,16	12,8
5	Предпосевная обработка семян + обработка посевов ГП «Росток» в баковой смеси с гербицидом в фазу	1,49	0,24	19,2

	кущения пшеницы			
	НСР ₀₅	0,06		

Улучшилось и качество зерна яровой пшеницы: содержание клейковины в нем повысилось при предпосевной обработке семян до 34,4%, при обработке посевов в баковой смеси с гербицидом в фазу кущения пшеницы – до 35,6 %, при обработке посевов в фазу молочной спелости – до 38,0 % и при комплексном использовании гуминового препарата «Росток» - до 38,2 % (в контроле – без обработки – 31,0 %).

Вывод: Применение гуминового препарата «Росток» при предпосевной обработке и по вегетации способствовало повышению энергии прорастания, лабораторной и полевой всхожести семян, а также урожайности и качества зерна яровой пшеницы. Наибольший эффект обеспечил вариант предпосевная обработка + обработка посевов гуминовым препаратом «Росток» в баковой смеси с гербицидом, где урожайность составила 1,49 т/га, что выше контроля на 0,24 т/га или 19,2 % (на контроле – 1,25 т/га), содержание клейковины – 38,2 % (на контроле 31,0 %).

Библиографический список

1. Виноградова, В.С., Экологические аспекты совместного применения органических удобрений и гуминовых препаратов / В.С. Виноградова, Ю.В. Смирнова // Агрехимический вестник, 2004. № 3. С. 16-17.
2. Скуратович, Л.В. Реакция яровой пшеницы на обработку гуминовыми препаратами в лесостепи Тюменской области. 2007. – 1с.
3. Грехова, И.В. Зачем применять регуляторы в растениеводстве (электронный ресурс). – 2010. – URL: www.dissercat.com
4. Кадыров С., Коновалов Н. Урожай и качество зерна яровой мягкой пшеницы в зависимости от обработки семян и растений стимуляторами роста и микроудобрениями в условиях лесостепи Центральной части России // Главный агроном. - № 2. – 2011. – с.17-25.

References

1. Vinogradova, V.S., E`kologicheskie aspekty` sovmestnogo primeneniya organicheskix udobrenij i guminovy`x preparatov / V.S. Vinogradova, Yu.V. Smirnova // Agroximicheskij vestnik, 2004. № 3. S. 16-17.
2. Skuratovich, L.V. Reakciya yarovoј pshenicy na obrabotku guminovy`mi preparatami v lesostepi Tyumenskoј oblasti. 2007. – 1s.
3. Grexova, I.V. Zachem primenyat` regulatory` v rastenievodstve (e`lektronny`j resurs). – 2010. – URL: www.dissercat.com
4. Kady`rov S., Konovalov N. Urozhaj i kachestvo zerna yarovoј myagkoј pshenicy v zavisimosti ot obrabotki semyan i rastenij stimulyatorami rosta i mikroudobreniyami v usloviyah lesostepi Central`noj chasti Rossii // Glavny`j agronom. - № 2. – 2011. – s.17-25.

Контактная информация:

Хусаинов Абиљжан Токанович, директор Регионального института прикладных исследований и инновационных проектов, д.б.н., профессор Кокшетауского университета им. Ш. Уалиханова

E-mail: abil_tokan@mail.ru

Аяпбергенова Анар Сайлаубековна, старший научный сотрудник Регионального института прикладных исследований и инновационных проектов Кокшетауского университета им. Ш. Уалиханова

Contact information:

Khusainov Abilzhan Tokanovich, Director of the Regional Institute of Applied Research and Innovative Projects, PhD, Professor of Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov

E-mail: abil_tokan@mail.ru

Ayapbergenova Anar Sailaubekovna, Senior Researcher at the Regional Institute of Applied Research and Innovative Projects of Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov

Секция 3. Депонирование углерода в агроэкосистемах

УДК: 63.5995

Балтаева Саяра Алтынбаевна, преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан

Значение дерева лох (*elaeagnus*) в экологических и хозяйственных условиях Северного Туркменистана

The importance of the loch tree (*elaeagnus*) in the ecological and economic conditions of Northern Turkmenistan

Аннотация. Статья посвящена анализу значимости дерева лох (*Elaeagnus*) в условиях Северного Туркменистана. Рассматриваются экологические особенности данного растения, его устойчивость к засухе и засоленным почвам, а также роль в лесомелиоративной деятельности. Обсуждаются пищевые и лечебные свойства плодов, использование лоха в агропромышленном комплексе и методы селекции крупноплодных сортов, таких как «хирмани». Сделан вывод о важности дерева для повышения экологической устойчивости и улучшения санитарно-гигиенических условий региона.

Abstract. The article analyzes the importance of the oleaster tree (*Elaeagnus*) in the conditions of Northern Turkmenistan. The ecological features of this plant, its resistance to drought and saline soils, as well as its role in forest reclamation activities are considered. The nutritional and medicinal properties of fruits, the use of oleaster in the agro-industrial complex and methods of breeding large-fruited varieties, such as "hirmani", are discussed. A conclusion is made about the importance of the tree for increasing environmental sustainability and improving sanitary and hygienic conditions in the region.

Ключевые слова. *Elaeagnus*, Северный Туркменистан, засоленные почвы, лесомелиорация, плоды лоха, крупноплодные сорта, экологическая устойчивость, пищевая ценность.

Key words: *Elaeagnus*, Northern Turkmenistan, saline soils, forest reclamation, oleaster fruits, large-fruited varieties, environmental sustainability, nutritional value.

Введение. Дерево лох (семейство *Elaeagnaceae*) является одним из ценных растений, приспособленных к экстремальным природным условиям. В Северном Туркменистане, характеризующемся засушливым климатом и засоленными почвами, это растение играет ключевую роль в поддержании экологического равновесия, улучшении состояния почв и развитии агропромышленного комплекса. Лох отличается высокой адаптивностью и многогранным воздействием на экосистему региона. Он помогает восстановлению деградированных земель, снижению уровня грунтовых вод и улучшению санитарных условий.

Основными видами лоха в данном регионе являются *Elaeagnus orientalis* (лох восточный) и *Elaeagnus angustifolia* (лох узколистный). Эти виды широко распространены

также в Малой Азии, на Кавказе, юге России и Иране, но особое значение приобретают в условиях Средней Азии.

Цель настоящего исследования — оценить экологическое, хозяйственное и медицинское значение дерева лох в Северном Туркменистане, а также рассмотреть перспективы его использования.[1,8]

Материалы и методы. Для анализа использовались литературные данные, в том числе сведения, представленные в труде Гурбангулы Бердымухамедова «Лекарственные растения Туркменистана». Также проведён обзор методов селекции крупноплодных сортов и технологий выращивания дерева на засоленных почвах, а также влияния лоха на улучшение состояния почв и сельскохозяйственных угодий.[1]

Результаты и обсуждение.

1. Экологическая значимость лоха в Северном Туркменистане. Лох обладает высокой адаптивностью к различным климатическим условиям. Его корневая система содержит азотфиксирующие бактерии (актиномицеты), которые обогащают почву азотом, улучшая её плодородие. Дерево может расти на бедных и засоленных почвах (с содержанием соли до 3,5%), в условиях засухи, а также на высоте до 1200 м над уровнем моря.[2-14]

Он способен сохранять влагу в условиях дефицита воды, благодаря чему транспирация дерева вегетационный период составляет всего 13 мм/день, даже при отсутствии полива. Это позволяет растению выдерживать длительные периоды засухи, сохраняя свою жизнеспособность и продолжая оказывать влияние на экосистему. Лох обладает уникальной способностью снижать испарение воды из почвы, что способствует сохранению водных ресурсов в регионе.

Корневая система лоха содержит азотфиксирующие бактерии (актиномицеты), которые обогащают почву азотом, улучшая её плодородие и повышая экологическую устойчивость. Лох может расти на бедных и засоленных почвах (с содержанием соли до 3,5%), в условиях засухи, а также на высоте до 1200 м над уровнем моря. Эти свойства делают лох незаменимым в лесомелиоративной деятельности, укрепляя склоновые и прибрежные территории, предотвращая эрозию почв и образуя защитные полосы вдоль рек, полей и дорог.[5]

2. Пищевая и медицинская ценность. Плоды лоха характеризуются высоким содержанием сахаров (40–67%), белков (11%), клетчатки, жиров, витаминов (B1, B2, PP, E) и минеральных веществ (калий, фосфор). Они широко применяются в кулинарии: из них готовят кисели, сиропы, муку для выпечки хлеба и сладостей.

Медицинская ценность дерева обусловлена его укрепляющим, противовоспалительным и общеукрепляющим действием. Настои и отвары плодов используются для нормализации обмена веществ и повышения иммунитета [1].

3. Селекция и хозяйственное использование. В результате многовековой селекции в регионе были выведены крупноплодные сорта лоха, известные под названием «хирмани». Для сохранения ценных свойств материнских деревьев используют методы черенкования и выращивания саженцев.

Черенки длиной 30 см заготавливают в конце осени (ноябрь – начало декабря) и хранят в песке до пересадки в питомники. Пересадка проводится в начале марта. Приживаемость саженцев достигает 50–78%, а их средняя высота к концу вегетационного периода составляет 133–181 см.

4. Роль лоха в хозяйстве и экосистеме региона

Ветви лоха имеют важное хозяйственное значение. Они используются для отопления домов, так как обладают хорошими теплоотдающими свойствами и горят с малым количеством дыма, что делает их удобным топливом в зимний период. Кроме того, лох имеет важное значение для улучшения состояния сельскохозяйственных земель. Его корневая система предотвращает окисление почвы, улучшая её структуру, а листья могут быть использованы в качестве ценного корма для скота. Листья лоха богаты белками и микроэлементами, что делает их отличным кормом для баранов, особенно в зимний период, когда пастбища ограничены [10-12].

5. Влияние на уровень грунтовых вод и устойчивость экосистем

Одним из важных экологических эффектов является способность лоха снижать уровень грунтовых вод, что особенно актуально в условиях засушливого региона, где контроль над водными ресурсами становится жизненно важным. Лох использует воду эффективно, а его глубокие корни помогают поддерживать баланс водных ресурсов в экосистемах [10,12].

6. Роль в Дашогузском велаяте. Дашогузский велаят, расположенный в дельте реки Амударья, является одним из крупнейших сельскохозяйственных регионов Туркменистана. Здесь лох выращивается вдоль берегов рек, дорог и на приусадебных участках как плодородное и защитное дерево. Его значение усиливается в связи с необходимостью укрепления почв и повышения их плодородия [2-8,14].

Заключение. Лох (*Elaeagnus*) представляет собой уникальный вид деревьев, обладающий высокой экологической, хозяйственной и медицинской ценностью. В условиях Северного Туркменистана он незаменим для лесомелиорации, стабилизации почв, повышения плодородия земель и улучшения санитарно-гигиенических условий. Его роль в снижении уровня грунтовых вод, улучшении состояния сельскохозяйственных земель и обеспечении населения топливом и кормом для животных подчеркивает важность этого дерева для устойчивости местных экосистем. Перспективы дальнейшего использования лоха связаны с развитием селекции крупноплодных сортов и расширением его применения в агропромышленном комплексе, что может существенно повысить продовольственную и экологическую безопасность региона [1,4,8,14].

Библиографический список

1. Бердымухамедов, Г. М. Лекарственные растения Туркменистана. Том 1. Ашхабад, 2012.
2. Иванов, И.И. Экологическая адаптация растений к засоленным почвам./ И.И. Иванов, А.А. Петров // Журнал агробиологии. – 2020. – №4.
3. Smith J., Brown K. The Role of *Elaeagnus* in Soil Improvement. // *Agroforestry Systems*. – 2018. – Vol. 92, Issue 3.
4. Тихомиров, А. А. Лесомелиорация в условиях Центральной Азии. // *Экология и лесное хозяйство*. – 2015. – №2.
5. Кузнецова, Н. И. Влияние деревьев с азотфиксирующими бактериями на структуру почвы в засушливых районах. // *Почвоведение и агрохимия*. – 2016. – Т. 50, №5.
6. Головкин, В. А. Экологические особенности лоха восточного (*Elaeagnus orientalis*) в условиях Средней Азии. // *Вестник агрономии*. – 2017. – №3.

7. Nabipour M., Kouchakzadeh T. *Elaeagnus angustifolia* in Iran: Ecological, Agronomic, and Medicinal Properties. // *International Journal of Plant Biology*. – 2019. – Vol. 10, Issue 2.
8. Федорова, М. С. Применение лоха в агроэкосистемах засушливых районов. // *Технологии и инновации в агрономии*. – 2020. – Т. 62, №1.
9. Bashir A., Saleem M. A. *Elaeagnus* species as a potential tool for land reclamation: A review. // *Journal of Environmental Management*. – 2021. – Vol. 287, Article 112297.
10. Gulova Z. M., Khoshkarov U. B. Использование растительности для борьбы с эрозией почвы в Туркменистане. // *Вестник экологии и сельского хозяйства*. – 2018. – №6.
11. Hojat H. K., et al. Effects of *Elaeagnus angustifolia* on soil fertility and biodiversity. // *Journal of Soil Science and Environmental Management*. – 2019. – Vol. 10, Issue 4.
12. Абдуллаев, Б. М. Устойчивость растений к засолению и их роль в восстановлении экосистем. // *Агроэкологический журнал*. – 2021. – №5.
13. Zarei R., et al. The Role of *Elaeagnus* Species in Agroforestry Systems in Arid Zones. // *Journal of Arid Land*. – 2020. – Vol. 12, Issue 3.
14. Караева Ш. А., Ананова Г. П. Экотехнические мероприятия по улучшению почв в засушливых регионах Туркменистана. // *Агролесоведение*. – 2016. – №4.

References

1. Berdy`muxamedov, G. M. *Lekarstvenny`e rasteniya Turkmenistana*. Tom 1. Ashxabad, 2012.
2. Ivanov, I.I. E`kologicheskaya adaptaciya rastenij k zasolenny`m pochvam./ I.I. Ivanov, A.A. Petrov // *Zhurnal agrobiologii*. – 2020. – №4.
3. Smith J., Brown K. The Role of *Elaeagnus* in Soil Improvement. // *Agroforestry Systems*. – 2018. – Vol. 92, Issue 3.
4. Tixomirov, A. A. Lesomelioraciya v usloviyax Central`noj Azii. // *E`kologiya i lesnoe xozyajstvo*. – 2015. – №2.
5. Kuzneczova, N. I. Vliyanie derev`ev s azotfiksiruyushhimi bakteriyami na strukturu pochvy` v zasushlivy`x rajonax. // *Pochvovedenie i agroximiya*. – 2016. – Т. 50, №5.
6. Golovkin, V. A. E`kologicheskie osobennosti loxa vostochnogo (*Elaeagnus orientalis*) v usloviyax Srednej Azii. // *Vestnik agronomii*. – 2017. – №3.
7. Nabipour M., Kouchakzadeh T. *Elaeagnus angustifolia* in Iran: Ecological, Agronomic, and Medicinal Properties. // *International Journal of Plant Biology*. – 2019. – Vol. 10, Issue 2.
8. Fedorova, M. S. Primenenie loxa v agroe`kosistemax zasushlivy`x rajonov. // *Texnologii i innovacii v agronomii*. – 2020. – Т. 62, №1.
9. Bashir A., Saleem M. A. *Elaeagnus* species as a potential tool for land reclamation: A review. // *Journal of Environmental Management*. – 2021. – Vol. 287, Article 112297.
10. Gulova Z. M., Khoshkarov U. B. Ispol`zovanie rastitel`nosti dlya bor`by` s e`roziej pochvy` v Turkmenistane. // *Vestnik e`kologii i sel`skogo xozyajstva*. – 2018. – №6.
11. Hojat H. K., et al. Effects of *Elaeagnus angustifolia* on soil fertility and biodiversity. // *Journal of Soil Science and Environmental Management*. – 2019. – Vol. 10, Issue 4.
12. Abdullaev, B. M. Ustojchivost` rastenij k zasoleniyu i ix rol` v vosstanovlenii e`kosistem. // *Agroe`kologicheskij zhurnal*. – 2021. – №5.

13. Zarei R., et al. The Role of Elaeagnus Species in Agroforestry Systems in Arid Zones. // Journal of Arid Land. – 2020. – Vol. 12, Issue 3.

14. Karaeva Sh. A., Ananova G. P. E`kotexnicheskie meropriyatiya po uluchsheniyu pochv v zasushlivy`x regionax Turkmenistana. // Agrolesovedenie. – 2016. – №4.

Контактная информация:

Балтаева Саяра Алтынбаевна, преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный институт.

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

Contact information:

Baltayeva Sayara Altynbayevna, lecturer, Turkmen Agricultural Institute.

E-mail: narmemedowa09@gmail.com

Дёмин Евгений Александрович, к.с.-х.н., старший научный сотрудник ФГБОУ ВО ГАУ
Северного Зауралья
Миллер Станислав Сергеевич, к.с.-х.н., доцент кафедры земледелия ФГБОУ ВО ГАУ
Северного Зауралья

**Поступление органического углерода в почву в посевах различных
сельскохозяйственных культур**
Organic carbon input into soil in crops of different agricultural crops

Аннотация. Вовлечение почв в сельскохозяйственный оборот приводит к нарушению биохимических процессов по причине изменения агрофизических свойств, а также из-за дефицита поступающего $C_{орг}$ в почву с растительными остатками. Биологические особенности видов культур оказывают существенное влияние на биомассу побочной продукции, а также количества поступающего в почву с ней органического углерода. Установлено, что возделывание яровой пшеницы обеспечивает поступление до 2199 кг/га $C_{орг}$, возделывание кукурузы и люцерны 1675 и 3976 кг/га.

Abstract. Involvement of soils in agricultural turnover leads to disruption of biochemical processes due to changes in agrophysical properties, as well as due to the deficiency of $C_{орг}$ entering the soil with plant residues. Biological characteristics of crop species have a significant impact on the biomass of by-products, as well as the amount of organic carbon entering the soil with them. It has been established that the cultivation of spring wheat provides the supply of up to 2199 kg/ha of $C_{орг}$, the cultivation of corn and alfalfa 1675 and 3976 kg/ha.

Ключевые слова. Органический углерод, солома, корневые и пожнивные остатки, побочная продукция.

Key words. Organic carbon, straw, root and crop residues, by-products.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-76-10005

Введение Органический углерод важный компонент почвы, который участвует в протекающих в ней биохимических процессах. В результате того, что углерод участвует в круговороте между атмосферой растениями и почвой, его содержание в почвах может существенно изменяться. Это происходит по причине усиления процесса минерализации органического вещества в результате антропогенного воздействия на почвы [1]. Главный источник поступления углерода в почву – это растительные остатки, количество которых существенно снижается при окультуривании почв. Однако, различные виды сельскохозяйственных культур образуют различную массу побочной продукции в виде соломы, корневых и пожнивных остатков (КПО), от массы которых будет зависеть будущее плодородие пахотных почв [2]. В регионе большинство зерновых культур сплошного способа посева, представлены яровой пшеницей. В результате их уборки на полях остаются побочные продукты в виде соломы и корневых и пожнивных остатков. Большая часть посевов кукурузы используется животноводческими предприятиями АПК для получения

сочного зеленого корма. В результате этого на полях под посевами кукурузы остаются лишь КПО. Люцерна пользования используется в большинстве случаев для получения сенажа, что приводит к тому, что на полях под этой культурой остаются лишь корневые остатки [3].

Цель исследования определить количество поступающего органического углерода в почву с растительными остатками различных видов сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы. Исследование были проведены в 2023 году. Схема опыта включала 3 вида сельскохозяйственных культур: яровую пшеницы, кукурузы и люцерну. Агротехнические мероприятия были традиционные для условий лесостепной зоны Зауралья и выполнялись в оптимальные сроки. Удобрения в исследовании не вносили. Перед уборкой яровой пшеницы отбирали снопы с 1 м² с высотой среза 10 см, в дальнейшем проводили обмолот, массу соломы высушивали и взвешивали. После уборки яровой пшеницы, кукурузы и люцерны проводили определение КПО методом Н. З. Станкова. В дальнейшем образцы высушивали, взвешивали и определяли в растительных образцах содержание органического углерода по ГОСТ 27980.

Результаты исследований. При возделывании яровой пшеницы без использования удобрений в почву поступает 5,03 т/га растительных остатков, из которых на солому приходится до 47%, что составляет 2,38 т/га. С КПО поступает в почву около 2,65 т/га растительных остатков (табл.1).

Таблица 1

Поступление $C_{орг}$ в почву при возделывании различных видов сельскохозяйственных культур

Варианты	Масса растительных остатков, т/га		Содержание $C_{орг}$, %		Поступление $C_{орг}$ в почву, кг/га	
	Солома	КПО	Солома	КПО	Солома	КПО
Яровая пшеница	2,38	2,65	4,46	41,2	1108	1091
Кукуруза	-	3,96	-	42,4	-	1675
Люцерна	-	8,74	-	45,5	-	3976
НСР ₀₅	-	0,30	-	1,2	-	136

Уборка кукурузы для получения силоса приводит к тому, что на полях под этой культурой не остается соломы, а растительные остатки поступают только с КПО, количество которых составляет 3,96 т/га при НСР₀₅=0,30 т/га. Уборка люцерны для получения сенажа обеспечивает проведение до 3 укосов, в результате этого поступление растительных остатков в почву под этой культурой происходит только благодаря хорошо развитой корневой системе, количество поступивших растительных остатков с корневой системой под посевами люцерны второго года пользования составляет 8,74 т/га. М.М. Сабитов (2019) в своей работе отмечает, что поступление КПО с люцерной может достигать более 10 т/га [4].

Содержание органического углерода в соломе яровой пшеницы составляет 46,6%, в КПО – 41,2%. В корневых и пожнивных остатках кукурузы содержание углерода в КПО не отличается от яровой пшеницы, отклонения находятся в пределах наименьшей существенной разнице (НСР₀₅=1,2%). В корневой системе люцерны содержание углерода достигает 45,5% сухого вещества. Подобная закономерность в содержании органического углерода в КПО различных сельскохозяйственных культур отмечается в работе Н. Н. Хрюкина (2018) [5].

При возделывании яровой пшеницы в почву с растительными остатками возвращается до 2199 кг/га органического углерода, из них на КПО приходится 1091 кг/га. Под посевами

кукурузы поступление органического углерода ниже, чем в посевах яровой пшеницы на 24%. Однако если рассматривать поступление органического углерода лишь с КПО, то с кукурузой его поступает на 54% относительно поступления углерода с КПО под яровой пшеницей ($НСР_{05}=136$ кг/га). В посевах люцерны второго года пользования в почву с корневой системой возвращается до 3976 кг/га органического углерода, что выше, чем под посевами яровой пшеницы на 81% выше, чем в посевах яровой пшеницы.

Заключение

С яровой пшеницей в почву поступает до 5,03 т/га растительных остатков, что соответствует 2199 кг/га органического углерода. Возделывание кукурузы на зеленую массу приводит к снижению количества поступающих органических остатков до 21% относительно яровой пшеницы, количество поступившего $C_{орг}$ при этом опускается до 1675 кг/га.

Возделывание люцерны из-за мощной корневой системы обеспечивает поступление в почву до 8,74 т/га растительных остатков, что соответствует 3976 кг/га $C_{орг}$.

Библиографический список

1. Абрамов Н.В. Воспроизводство плодородия почв УрФО / Н.В. Абрамов // АПК России. – 2017. – Т.24, №5. – С.1055-1065.
2. Еремин, Д. И. Изменение гумусового состояния серых лесных почв восточной окраины Зауральского плато под действием длительной распашки / Д. И. Еремин, Н. А. Груздева, Д. В. Еремина // Почвоведение. – 2018. – № 7. – С. 826-835. – DOI 10.1134/S0032180X18070110.
3. Абдулнатилов М.Г. Поступление питательных элементов в почву с растительными остатками люцерны / М.Г. Абдулнатилов, Г.Н. Гасанов, Т.А. Асварова // Плодородие. – 2023. – №2(131). – С.13-16. – DOI 10.25680/S19948603.2023.131.03.
4. Сабитов М.М. Влияние многолетних трав на повышение плодородия почв и продуктивности зерновых культур / М.М. Сабитов // Агрехимический вестник. – 2019. – №5. – С.50-54. – DOI 10.24411/0235-2516-2019-10075.
5. Хрюкин Н.Н. Динамика разложения растительных остатков в черноземе типичном / Н.Н. Хрюкин, А.В. Дедов, М.А. Несмеянова // Агрехимический вестник. – 2018. – №1. – С.2-4.

References

1. Abramov N.V. Reproduction of soil fertility in the Ural Federal District / N.V. Abramov // Agroindustrial Complex of Russia. - 2017. – Vol.24, No.5. – pp.1055-1065.
2. Eremin, D. I. Change in the humus state of gray forest soils of the eastern outskirts of the Trans-Ural plateau under the action of prolonged plowing / D. I. Eremin, N. A. Gruzdeva, D. V. Eremina // Soil Science. – 2018. – No. 7. – pp. 826-835. – DOI 10.1134/S0032180X18070110.
3. Abdunatipov M.G. The intake of nutrients into the soil with plant residues of alfalfa / M.G. Abdunatipov, G.N. Hasanov, T.A. Asvarova // Fertility. – 2023. – №2(131). – Pp.13-16. – DOI 10.25680/S19948603.2023.131.03.
4. Sabitov M.M. The influence of perennial grasses on increasing soil fertility and productivity of grain crops / M.M. Sabitov // Agrochemical Bulletin. – 2019. – No.5. - Pp.50-54. – DOI 10.24411/0235-2516-2019-10075.
5. Khryukin N.N. Dynamics of decomposition of plant residues in typical chernozem / N.N. Khryukin, A.V. Dedov, M.A. Nesmeyanova // Agrochemical Bulletin. – 2018. – No.1. – pp.2-4.

Контактная информация:

Дёмин Евгений Александрович, к.с.-х.н., старший научный сотрудник ФГБОУ ВО
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Е-mail: ea.demin@abc.tsaa.ru

Миллер Станислав Сергеевич, к.с.-х.н., доцент кафедры земледелия ФГБОУ ВО
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

Е-mail: millerss@gausz.ru

Contact information:

Evgeny Alexandrovich Demin, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the
State Agrarian University of the Northern Urals

Е-mail: ea.demin@abc.tsaa.ru

Stanislav S. Miller, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the
Department of Agriculture, State Agrarian University of the Northern Urals"

Е-mail: millerss@gausz.ru

Уфимцева Марина Геннадьевна, к.с.-х.н., доцент кафедры экологии и рационального природопользования
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья.

Оценка углерода надземной биомассы возобновившегося леса
Estimation of carbon in aboveground biomass of regenerated forest

Аннотация. В процессе сукцессии при облесении заброшенных пашен происходит закономерное увеличение запасов углерода и его перераспределение между почвой и формирующимся лесным фитоценозом. В 4-5 летнем возрасте сосна обыкновенная имеет незначительные запасы углерода в надземной фитомассе, но в ходе зарастания залежи лесной растительностью доля этого пула увеличится.

Annotation. In the process of succession, during the afforestation of abandoned arable lands, there is a natural increase in carbon reserves and its redistribution between the soil and the emerging forest phytocenosis. At 4-5 years of age, *Pinus sylvestris* does not have significant carbon reserves in the above-ground phytomass, but as the deposit is overgrown with forest vegetation, the share of this pool will increase.

Ключевые слова: возобновление леса, запасы углерода, секвестрация, депонирование, сосна обыкновенная

Key words: forest regeneration, carbon stocks, sequestration, deposition, *Pinus sylvestris*.

Сохранение, возобновление или разведение лесов стало рассматриваться как способ связывания (депонирования) атмосферного углерода. Как наземные экосистемы, леса являются основными поглотителями углерода, связывая около трети биотических выбросов.

Факторы окружающей среды, такие как высота над уровнем моря, уклон и экспозиция, качество почвы, температура и осадки, уровень и высота самого полога леса, могут существенно влиять на потенциал поглощения углерода лесами. Уровень полога и высота оказывают значительное влияние на хранение углерода в лесу. Густой полог леса характеризуется более высокими надземными и подземными запасами углерода по сравнению с открытыми лесами и голой землей. Более высокий полог может привести к увеличению перехвата осадков, что приводит к удержанию большего количества воды в пологе, листве и почве, тем самым усиливая секвестрацию углерода. Высотные значения рельефа выступают в качестве ключевого предиктора запасов углерода, при этом области средней высоты демонстрируют более высокие значения [7].

Поглощением углерода происходит во всех пулах лесной экосистемы (фитомассы, мертвой древесины, подстилки, почвы), в среднем на планете 74% и 14% общего запаса углерода сохранены в почвенных и надземных запасах углерода соответственно. Высокое количество почвенного органического углерода можно объяснить несколькими причинами: высокая плотность лесов; длительность секвестрации углерода (почвы могут хранить углерод до 500 лет [1]. В Уральском федеральном округе из 11.50 ± 2.05 Гт C^{-1} 7.10 ± 1.64 приходится на почвенный углерод (61,7%), а на фитомассу – 25% [2].

Особую роль в оценке запасов углерода играют формирующиеся молодняки и искусственно высаженные насаждения, которые рассматриваются как основные поглотители диоксида углерода. Молодые леса позволят увеличить поглощающую способность российских экосистем на 10% [9]. Вклад отдельных компонентов фитоценоза (древостоя, подроста и крупных древесных остатков) в концентрацию углерода органического вещества разный, так, например, на вырубке ельника черничного концентрируется 18,28 т С/га, образованного в основном крупными древесными остаткам [5].

В связи с этим теоретический и практический интерес представляют сведения о динамике растительности и пулов углерода органического вещества в процессе восстановительной сукцессии сосняков на бывших землях сельхозназначения.

Методика и объект исследований. Объектом исследований является сосняк разнотравный, возникший самосевом на землях сельхозназначения после вывода из оборота, на типичных подзолистых почвах. Территориально возобновившийся массив находится на северной окраине д. Плеханово, г. Тюмени, примыкая к объездной окружной дороге (рис. 1). В формировании нового фитоценоза значительную роль играют сохранившиеся материнские особи или стена существующего леса. В 0,64 от объекта исследований присутствует взрослый массив хвойного леса (Плехановский бор) с хорошей генеративной способностью, Направление ветра в основном юго-западное (18,7%) и западное (22,9%) – со стороны бора, что способствовало распространению семян сосны обыкновенной [6].

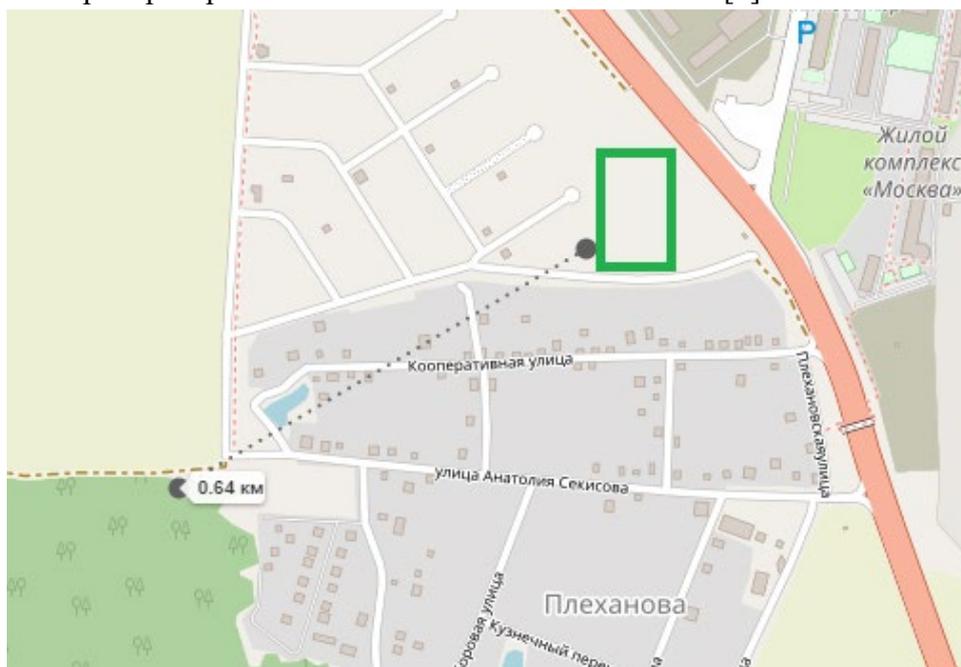


Рис. 1. Ситуационный план объекта исследований

Исследования проводились на учетных площадках 20x20 м.

Надземная биомасса молодых деревьев была оценена с использованием специального уравнения (1), разработанного Tetemke и др. [8].

$$AGB = a([DBH])^b$$

(1)

где AGB – надземная биомасса (кг), DBH – диаметр на высоте груди (см); тогда как «a» и «b» – коэффициенты (т. е. a = 0,298 и b = 2,034).

Надземный запас углерода оценивался с использованием следующего уравнения (2):

$$AGC = AGB * 0,47 \quad (2)$$

где AGC – надземный углерод (мг га⁻¹), AGB – надземная биомасса; 0,47 – коэффициент пересчета содержания углерода [3].

Результаты исследований. Количество семян сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* на учетной площадке, использованной для определения их запаса углерода, составило 67 штук. Густота подроста составила 1,7 тыс. экз. га. Кроме сосны обыкновенной на изучаемом массиве встречались береза повислая *Betula pendula* (15 штук) и единично ель обыкновенная *Picea abies* (рис. 2), не свойственная данной зоне. Вследствие того, что в 200 м от учетной площадки находится частный сектор, в котором в качестве озеленения присутствуют ели в генеративной фазе, семена ели и были обнаружены.



Рис. 2. Четырехлетние сеянцы хвойных пород

Количество мутовок у хвойных пород в раннем возрасте соответствует возрасту дерева. Исходя из того, что у изученных учетных образцов в среднем количество мутовок составило 4 штуки, а единичные особи уже сформировали 5 мутовок, возраст возобновившегося массива 4-5 лет (табл. 1). Соответственно возрасту диаметр ствола у корневой шейки в среднем составил 3,25 см, у пятилетних сеянцев достигал 5-7 см.

Таблица 1

Оценка надземной биомассы сеянцев сосны обыкновенной и запасов углерода

№ учетного образца	Диаметр корневой шейки, см	Кол-во мутовок, шт	Фитомасса, кг	Надземный запас углерода, мг га ⁻¹
1	3,0	5	1,22	0,57
2	2,0	3	0,30	0,14

3	2,5	4	0,69	0,32
4	3,0	5	1,22	0,57
5	3,7	4	2,24	1,05
6	7,0	5	6,38	3,00
7	5,0	5	3,81	1,79
8	2,0	4	0,30	0,14
9	1,5	4	0,30	0,14
10	2,8	4	0,98	0,46
среднее	3,25	4,3	1,74	0,82

Оценка запаса углерода фитомассой сеянцев сосны обыкновенной 4-5 летнего возраста в среднем составляет 0,82 мг га⁻¹. Наши исследования подтверждают, что для подростка и подлеска характерны небольшие доли углерода, и в этом возрасте пока не имеющие существенного значения в углеродном пуле экосистемы [4]. Оставление пахотных земель под самозаращение лесной растительностью и формирование на них лесных насаждений приведут к постепенному снижению углеродного пула в почве, но будут способствовать секвенированию углерода в фитомассе многолетней древесной растительности и в лесной подстилке. Таким образом, можно сказать, что у столь загруженной автотранспортом объездной окружной дороги города Тюмени образовался хвойный массив, выступающий в качестве плантации депонирования углерода.

Библиографический список

1. Brevik EC, Burgess LC. Soils and human health. Boca Raton: CRC; 2013. – 346 p. <https://doi.org/10.1201/b13683>.
2. Динамика баланса углерода в лесах федеральных округов Российской Федерации / Замолотчиков Д. Г., Грабовский В. И., Честных О. В. // Вопросы лесной науки. – Том 1, – № 1 – 2018.
3. IPCC. IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Geneva: IPCC; 2006. p. 2006.
4. Наквасина Е.Н., Шумилова Ю.Н. Динамика запасов углерода при формировании лесов на постагрогенных землях // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 1. С. 46–59. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-46-59.
5. Осипов А. Ф. Запасы фитомассы и органического углерода среднетаежных ельников при восстановлении после сплошнолесосечной рубки / А. Ф. Осипов, В. В. Тужилкина, А. А. Дымов, К. С. Бобкова // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. – 2019. – № 2. – С. 215-224. – DOI 10.1134/S0002332919020103.
6. Рутц, П. А. Влияние автомобильного транспорта на аномальное ветвление древесных пород / П. А. Рутц, А. Н. Лушков // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIV Студенческой научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Тюмень, 19–20 марта 2020 года. Том Часть 3. – Тюмень, 2020. – С. 145-149.
7. Solomon N., Birhane, E., Teklay, M. et al. Exploring the role of canopy cover and environmental factors in shaping carbon storage in Desa'a forest, Ethiopia. Carbon Balance Manage 19, 30 (2024). <https://doi.org/10.1186/s13021-024-00277-x>.

8. Tetemke BA, Birhane E, Rannestad MM, Eid T. Allometric models for Predicting Aboveground Biomass of Trees in the dry afro-montane forests of Northern Ethiopia. *Forests*. 2019;10(12):1114.

9. Уфимцева, М. Г. Осиновые насаждения как потенциальный резервуар стока парниковых газов / М. Г. Уфимцева // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Тюмень, 19 декабря 2022 года. Том часть II. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 163-167.

References

1. Brevik EC, Burgess LC. *Soils and human health*. Boca Raton: CRC; 2013. – 346 p. <https://doi.org/10.1201/b13683>.

2. Dinamika balansa ugleroda v lesax federal'ny'x okrugov Rossijskoj Federacii / Zamolodchikov D. G., Grabovskij V. I., Chestny'x O. V. // *Voprosy' lesnoj nauki*. – Tom 1, – № 1 – 2018.

3. IPCC. *IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. Geneva: IPCC; 2006. p. 2006.

4. Nakvasina E.N., Shumilova Yu.N. Dinamika zapasov ugleroda pri formirovanii lesov na postagrogenny'x zemlyax // *Izv. vuzov. Lesn. zhurn.* 2021. № 1. S. 46–59. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-1-46-59.

5. Osipov A. F. Zapasy' fitomassy' i organicheskogo ugleroda srednetaezhny'x el'nikov pri vosstanovlenii posle sploshnolesosechnoj rubki / A. F. Osipov, V. V. Tuzhilkina, A. A. Dy'mov, K. S. Bobkova // *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya biologicheskaya*. – 2019. – № 2. – S. 215-224. – DOI 10.1134/S0002332919020103.

6. Rutcz, P. A. Vliyanie avtomobil'nogo transporta na anomal'noe vetvlenie drevesny'x porod / P. A. Rutcz, A. N. Lushkov // *Aktual'ny'e voprosy' nauki i khozyajstva: novy'e vy'zovy' i resheniya: Sbornik materialov LIV Studencheskoj nauchno-prakticheskoi konferencii, posvyashhyonnoj 75-letiyu Pobedy' v Velikoj Otechestvennoj vojne, Tyumen', 19–20 marta 2020 goda. Tom Chast' 3. – Tyumen', 2020. – S. 145-149.*

7. Solomon N., Birhane, E., Teklay, M. et al. Exploring the role of canopy cover and environmental factors in shaping carbon storage in Desa'a forest, Ethiopia. *Carbon Balance Manage* 19, 30 (2024). <https://doi.org/10.1186/s13021-024-00277-x>.

8. Tetemke BA, Birhane E, Rannestad MM, Eid T. Allometric models for Predicting Aboveground Biomass of Trees in the dry afro-montane forests of Northern Ethiopia. *Forests*. 2019;10(12):1114.

9. Уфимцева, М. Г. Осиновые насаждения как потенциальный резервуар стока парниковых газов / М. Г. Уфимцева // Достижения аграрной науки для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: Сборник трудов II Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, Тюмень, 19 декабря 2022 года. Том часть II. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2022. – С. 163-167.

Контактная информация:

Уфимцева Марина Геннадьевна, к.с.-х.н., доцент кафедры экологии и рационального природопользования ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

E-mail: yfim@mail.ru

Contact information:

Ufimtseva Marina Gennadievna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Ecology and Rational Nature Management, State Agrarian University of the Northern Urals

E-mail: yfim@mail.ru

Секция 4. Производство и применение инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста в агротехнологиях

УДК 631.879.4:579.64.083.1

Власова Ольга Анатольевна, кандидат с.х. наук, доцент кафедры птицеводства
ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

Микробиологическое исследование биокомпоста, полученного с использованием личинок чёрной львинки

Microbiological study of biocompost obtained using black soldier fly larvae

Аннотация. В статье рассматривается комплексное изучение микробиологических характеристик зоокомпоста, производимого личинками чёрной львинки, с акцентом на динамику микробных сообществ и биогеохимических циклов. Количественное и качественное определение микробных популяций, глубокий анализ функционального разнообразия микробных сообществ, а также оценка их роли в трансформации ключевых биогеохимических элементов – азота и углерода. Это позволит оценить потенциал данного метода компостирования и экологически чистой и эффективной технологии переработки органических отходов. В качестве объектов исследования использовали образцы компоста, полученного в результате биоконверсии различных смесей овощных отходов, свиного навоза и птичьего помёта личинками чёрной львинки. Полученные результаты имеют важное значение для развития экологически чистых технологий переработки органических отходов и производства высококачественных органических удобрений.

Abstract. The article presents a comprehensive study of the microbiological characteristics of zoocompost produced by black soldier fly larvae, with an emphasis on the dynamics of microbial communities and biogeochemical cycles. Quantitative and qualitative determination of microbial populations, in-depth analysis of the functional diversity of microbial communities, and assessment of their role in the transformation of key biogeochemical elements - nitrogen and carbon. This will allow us to assess the potential of this composting method and environmentally friendly and efficient technology for processing organic waste. The objects of the study were samples of compost obtained as a result of bioconversion of various mixtures of vegetable waste, pig manure and bird droppings by black soldier fly larvae. The results obtained are important for the development of environmentally friendly technologies for processing organic waste and the production of high-quality organic fertilizers.

Ключевые слова: органическое удобрение, зоогумус, личинки чёрной львинки, микробиологические характеристики, биогеохимические элементы, метод компостирования, технология переработки.

Keywords: organic fertilizer, zoohumus, black soldier fly larvae, microbiological characteristics, biogeochemical elements, composting method, processing technology.

Зоогумус – новое, нетрадиционное органическое удобрение, получаемое в результате переработки органических отходов (навоза, пищевых остатков, растительных отходов)

личинками насекомых. В отличие от компоста, получаемого путём естественного разложения, зоогумус создаётся в контролируемых условиях, что обеспечивает более предсказуемый и качественный результат. Процесс происходит в специальных контейнерах, где личинки активно потребляют органику, перерабатывая её в высококонцентрированный, богатый питательными веществами продукт. Этот процесс, называемый биоконверсией, значительно ускоряет разложение органических веществ по сравнению с традиционным компостированием [2, с. 1803].

По сравнению с традиционными органическими удобрениями, такими как компост, навоз или торф, зоогумус демонстрирует существенно более высокое содержание основных биогенных элементов – азота (N), фосфора (P) и калия (K), а также микроэлементов, необходимых для полноценного роста и развития растений. Его превосходство над большинством органических удобрений сравнимо только с сухим птичьим помётом, но зоогумус лишён характерного для помёта резкого запаха аммиака и содержит меньшее количество патогенных микроорганизмов благодаря стерильной среде выращивания личинок [3, с. 65].

Высокая эффективность зоогумуса объясняется не только богатым составом макро- и микроэлементов, но и наличием большого количества физиологически активных веществ, включающих аминокислоты, витамины, гормоны роста, ферменты и гуминовые кислоты. Эти соединения стимулируют прорастание семян, ускоряют рост корневой системы и надземной части растений, повышают иммунитет растений к болезням и вредителям, а также улучшают устойчивость к стрессовым факторам, таким как засуха, заморозки и засоление почвы. Кроме того, зоогумус способствует улучшению структуры почвы. Благодаря своей рыхлой структуре и высокому содержанию органического вещества, он улучшает водо- и воздухопроницаемость почвы, повышая её влагоёмкость и предотвращая эрозию. Он способствует образованию стабильных почвенных агрегатов, что создаёт благоприятную среду для развития почвенной микрофлоры и улучшает корневое питание растений [5, с. 17].

В целом, чёрная львинка представляет собой уникальный объект биотехнологических исследований, обладающий огромным потенциалом для решения ряда актуальных проблем – утилизации отходов, производства кормов и получения ценных биоактивных веществ. Дальнейшие исследования, направленные на адаптацию насекомого к различным климатическим условиям и разработку эффективных технологий культивирования и переработки, обеспечат широкое внедрение этого перспективного биологического ресурса [1, с. 4].

Цель данного исследования заключалась в комплексном изучении микробиологических характеристик зоокомпоста, производимого личинками чёрной львинки, с акцентом на динамику микробных сообществ и биогеохимических циклов в условиях кафедры птицеводства ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

В задачи исследования входило не только количественное и качественное определение микробных популяций, но и глубокий анализ функционального разнообразия микробных сообществ, а также оценка их роли в трансформации ключевых биогеохимических элементов – азота и углерода. Это позволило бы оценить потенциал данного метода компостирования и экологически чистой и эффективной технологии переработки органических отходов.

Мы проводили исследование в условиях кафедры птицеводства при сотрудничестве с кафедрой микробиологии и межкафедральной учебной лабораторией. В качестве объектов исследования использовали образцы компоста, полученного в результате биоконверсии различных смесей овощных отходов, свиного навоза и птичьего помёта личинками чёрной львинки [4]. Состав овощных смесей варьировался. Что позволило оценить влияние исходного субстрата на формирование микробного сообщества в конечном продукте. Для анализа отбирались образцы как при естественной влажности, так и после высушивания, что позволило проследить влияние влажности на микробную активность и состав сообществ.

Определение численности и таксономического состава микроорганизмов проводилось с использованием стандартных микробиологических методов, включая посев на различные питательные среды (агар для общего микробного числа, агар с различными селективными добавками для выделения специфических групп микроорганизмов: актиномицетов, бактерий, грибов).

Кроме того, применялись молекулярно-биологические методы, такие как ПЦР с последующим секвенированием 16S рРНК генов для бактерий и ITS генов для грибов, что позволило более точно идентифицировать и количественно оценить присутствующие таксоны, включая трудно культивируемые микроорганизмы.

Изучение активности процессов трансформации азота включало определение скорости азотфиксации (с использованием ацетиленовой техники и анализа активности нитрогеназы), нитрификации (определение активности нитрифицирующих бактерий) и денитрификации (измерение скорости выделения закиси азота).

Активность процессов трансформации углерода оценивалась путём измерения эмиссии углекислого газа и метана в контролируемых условиях. Для этого использовались газовые хроматографы, позволяющие точно определить концентрацию этих газов.

Функциональное разнообразие микробных сообществ оценивалось методом мультисубстратного тестирования (Biolog EcoPlates), позволяющим оценить спектр потребляемых субстратов и метаболическую активность микробных сообществ. Этот метод даёт информацию о функциональном богатстве, функциональном разнообразии и общей метаболической активности микробного сообщества, что позволяет оценить его устойчивость и стабильность. Анализ данных проводился с использованием специализированного программного обеспечения.

Результаты исследования показали, что зоокомпост, полученный в результате жизнедеятельности личинок чёрной львинки, характеризуется высокой активностью процессов трансформации азота и углерода. Полученные данные указывают на эффективную минерализацию органического вещества и преобразование азота в доступные для растений формы. Метод мультисубстратного тестирования подтвердил высокое функциональное разнообразие микробных сообществ в зоокомпосте, что свидетельствует о его стабильности и устойчивости. Кроме того, анализ показал, что высушивание компоста приводило к снижению общей микробной численности, но не оказывало существенного влияния на функциональное разнообразие микробных сообществ. Это указывает на то, что доминирующие микроорганизмы в зоокомпосте устойчивы к изменению влажности. Полученные результаты имеют важное значение для развития экологически чистых технологий переработки органических отходов и производства высококачественных органических удобрений.

Исследования показали, для того чтобы зоогумус был приемлем для использования в качестве удобрения, также необходимо соблюдать его правильное соотношение при смешивании с почвой. При высокой концентрации зоогумус начинает проявлять фитотоксичность из-за своей интенсивной биологической активности, поэтому при использовании в составе субстрата зоогумуса его концентрация должна строго регламентироваться. Согласно полученным результатам, предельное соотношение зоогумуса к торфу должно быть не менее 25 %. Наибольший показатель фитотоксичности был обнаружен при использовании 100 % концентрации зоогумуса. Правильное применение зоогумуса может позволить как восполнить запас полезных элементов в почве, так и повысить устойчивость растений к болезням и вредителям.

В сельском хозяйстве он демонстрирует высокие результаты при выращивании различных сельскохозяйственных культур, повышая урожайность и качество продукции. Благодаря экологической чистоте и высокой эффективности, зоогумус становится всё более востребованным как перспективное и безопасное органическое удобрение, способствующее устойчивому развитию сельского хозяйства. Продолжающиеся исследования направлены на оптимизацию процесса производства зоогумуса и расширение спектра его применения.

Библиографический список

1. Антонов, А. М. Адаптация и перспективы разведения мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе / А. М. Антонов, Е. Lutovinovas, Г. А. Иванов, Н. О. Пастухова. - Текст : непосредственный // Принципы экологии. - 2017. - № 3. - С. 4–19.
2. Власова, О. А. Переработка пищевых отходов личинками мухи черная львинка в искусственных условиях / О. А. Власова, Ю. В. Матросова / Текст : непосредственный / Инновационные технологии защиты окружающей среды в современном мире : материалы Всероссийской научной конференции с международным участием молодых ученых и специалистов, Казань, 18–19 марта 2021 года. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2021. – С. 1803-1808.
3. Лаврищев, И. Е. Зоогумус как перспективное средство повышения плодородия сельскохозяйственных земель Сибири / И. Е. Лаврищев, А. Ф. Петров, П. Н. Мирошников [и др.]. - Текст : непосредственный // Вестник НГАУ. – 2024. - № 3. – С. 65-72.
4. Патент № 2791686 С1 Российская Федерация, МПК С05F 17/05, А01К 67/033. Способ биологической переработки сельскохозяйственных отходов : № 2021139007 : заявл. 24.12.2021 : опубл. 13.03.2023 / Брюханов Д. С., Матросова Ю. В., Власова О. А. ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный аграрный университет".__– Текст : непосредственный.
5. Шинкарев, С. М. Применение зоогумуса в качестве органического удобрения в защищённом грунте / С. М. Шинкарев, А. В. Аксенов, С. И. Тарасов. - Текст : непосредственный // Плодородие. – 2008. - № 4. - С. 17-18.

References

1. Antonov, A.M. Adaptation and prospects of breeding the Black Lion fly (*Hermetia illucens*) in the circumpolar region / A.M. Antonov, E. Lutovinovas, G. A. Ivanov, N. O. Pastukhova. - Text : direct // Principles of ecology. - 2017. - No. 3. - pp. 4-19.

2. Vlasova, O. A. Processing of food waste by larvae of the black lion fly in artificial conditions / O. A. Vlasova, Yu. V. Matrosova / Text : direct / Innovative technologies of environmental protection in the modern world : materials of the All-Russian scientific conference with international participation of young scientists and specialists, Kazan, March 18-19, 2021. – Kazan: Kazan National Research Technological University, 2021. – pp. 1803-1808.

3. Lavrishchev, I. E. Zoohumus as a promising means of increasing the fertility of agricultural lands in Siberia / I. E. Lavrishchev, A. F. Petrov, P. N. Miroshnikov [et al.]. - Text : direct // Bulletin of the NGAU. – 2024. - No. 3. – pp. 65-72.

4. Patent №. 2791686 C1 Russian Federation, IPC C05F 17/05, A01K 67/033. Method of biological processing of agricultural waste : No. 2021139007 : application. 12/24/2021 : publ. 03/13/2023 / Bryukhanov D. S., Matrosova Yu. V., Vlasova O. A. ; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South Ural State Agrarian University". – Text : direct.

5. Shinkarev, S. M. The use of zoohumus as an organic fertilizer in protected soil / S. M. Shinkarev, A.V. Aksenov, S. I. Tarasov. - Text : immediate // Fertility. - 2008. - No. 4. - pp. 17-18.

Контактная информация:

Власова Ольга Анатольевна, кандидат с.х. наук, доцент кафедры птицеводства
ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

E-mail: olgavlasova1974@mail.ru

Contact information:

Vlasova Olga Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor,
associate professor of the Department of Poultry Farming, South Ural State Agricultural University

E-mail: olgavlasova1974@mail.ru

Зоогумус как одна из форм инновационного органического удобрения
Zoogumus as one of the forms of innovative organic fertilizer

Аннотация. В данной статье рассматривается изучение микробиологического состава зоокомпоста, получаемого в результате биоконверсии органических субстратов личинками *Hermetia illucens*. Биоконверсия органических отходов личинками Чёрной львинки – перспективный метод получения высококачественного органического удобрения. В качестве субстратов используются пищевые отходы, свиной навоз и птичий помёт. На основе исследования дана оценка влияния состава исходного материала на микробиологические характеристики конечного продукта, а также анализ компоста при естественной влажности, после высушивания, при добавлении перлита. Пришли к выводу, что высушивание зоокомпоста с добавлением перлита, позволяет не только значительно снизить количество патогенных микроорганизмов, но и оптимизировать условия для развития полезной микрофлоры, в частности, представителей рода *Bacillus*. Важно отметить полную элиминацию из зоокомпоста *Escherichia coli* (кишечной палочки) после высушивания, что подтверждает безопасность полученного продукта.

Abstract. This article examines the microbiological composition of zoocompost obtained by bioconversion of organic substrates by *Hermetia illucens* larvae. Bioconversion of organic waste by Black soldier fly larvae is a promising method for producing high-quality organic fertilizer. Food waste, pig manure, and bird droppings are used as substrates. Based on the study, an assessment is made of the influence of the composition of the source material on the microbiological characteristics of the final product, as well as an analysis of compost at natural moisture, after drying, and with the addition of perlite. It is concluded that drying zoocompost with the addition of perlite not only significantly reduces the number of pathogenic microorganisms, but also optimizes conditions for the development of beneficial microflora, in particular, representatives of the genus *Bacillus*. It is important to note the complete elimination of *Escherichia coli* from the zoocompost after drying, which confirms the safety of the resulting product.

Ключевые слова: зоогумус, органическое удобрение, личинки Чёрной львинки, биоконверсия, микробиологический состав зоокомпоста, инновационная форма, субстраты.

Keywords: zoohumus, organic fertilizer, black soldier fly larvae, bioconversion, microbiological composition of zoocompost, innovative form, substrates.

Зоогумус представляет собой инновационное органическое удобрение, которое производится с использованием личинок капрофагов, таких как мухи и черви, которые питаются органическими отходами. Этот процесс переработки отходов не только помогает утилизировать ненужные материалы, но и создаёт высококачественное удобрение, обладающее уникальными свойствами. В отличие от традиционных удобрений, зоогумус содержит значительно больше биогенных элементов, необходимых для роста и развития растений. Это делает его особенно ценным для сельского хозяйства [5, с. 17].

Состав зоогумуса включает в себя не только макроэлементы, такие как азот, фосфор и калий, но и микроэлементы, необходимые для полноценного питания растений. Кроме того, зоогумус содержит полезные микроорганизмы, которые способствуют улучшению структуры почвы и повышению её плодородия. Благодаря своей высокой биологической активности, это удобрение способствует более эффективному усвоению питательных веществ растениями, что в свою очередь приводит к увеличению урожайности [3, с. 4].

Использование зоогумуса также имеет экологические преимущества. Он помогает сократить количество органических отходов, которые в противном случае могли бы оказаться на свалках, и тем самым снижает негативное воздействие на окружающую среду. Кроме того, применение зоогумуса в агрономии способствует улучшению здоровья почвы, увеличивая её биологическую активность и способность удерживать влагу. Таким образом, зоогумус не только является эффективным средством для повышения урожайности, но и представляет собой устойчивое решение для управления органическими отходами, что делает его важным инструментом в современном агрономическом производстве [2, с. 267].

В последние годы наблюдается значительный рост интереса к личинкам Чёрной львинки (*Hermetia illucens*) – эффективному средству переработки органических отходов. Эти личинки, являющиеся представителями фитосапрофагов, демонстрируют впечатляющую способность к биоконверсии разнообразных органических субстратов, включая пищевые отходы, сельскохозяйственные остатки и даже сточные воды. Процесс биоконверсии, представляющий собой новый подход к ускоренному компостированию, позволяет не только эффективно утилизировать отходы, но и получать ценный продукт – зоокомпост, обладающий свойствами органического удобрения. Однако для успешного применения этого метода в масштабах необходимо глубокое понимание микробиологических характеристик получаемого зоокомпоста и факторов, влияющих на его качество [1, с. 4].

Цель: изучить микробиологический состав зоокомпоста в условиях кафедры птицеводства ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Мы проводили исследование в условиях кафедры птицеводства при сотрудничестве с кафедрой микробиологии. Переработка в промышленных масштабах органических отходов (свиной навоз, птичий помёт, пищевые отходы) личинками мухи Чёрная львинка в зоогумус, который является экологически безопасным органическим удобрением. Изучены биологические особенности разведения данного вида. Определены оптимальные условия содержания, способствующие сокращению биологического цикла и быстрой переработки сельскохозяйственных отходов, приближенные к естественным. Найден способ и разработана безопасная для окружающей среды и человека технология с минимальными вложениями [4].

Наше исследование было направлено на изучение микробиологического состава зоокомпоста, получаемого в результате биоконверсии органических субстратов личинками *Hermetia illucens*. Использовали метод посева на питательные среды для более детального изучения таксономического состава бактериальной популяции. В качестве субстратов использовались смеси различных овощей, также свиной навоз и птичий помёт, что позволило оценить влияние состава исходного материала на микробиологические характеристики конечного продукта. Мы анализировали компост как при естественной влажности, так и после высушивания, а также при добавлении перлита – инертного

минерального материала, часто используемого в качестве улучшителя почвы и регулятора влажности. Перлит, благодаря своей пористой структуре, может влиять на аэрацию компоста и, как следствие, на развитие микроорганизмов.

Согласно наших исследований личинки перерабатывают органику гораздо быстрее и более полно, чем почвенные микроорганизмы в процессе компостирования. При этом органическая масса теряет запах, обеззараживается, приобретает гранулярную форму и приятный запах, а также подавляется болезнетворная микрофлора.

Результаты исследования показали существенные различия в микробиологическом составе зоокомпоста в зависимости от условий обработки. Общая численность бактерий во влажном компосте достигала колоссальных 10-12 миллиардов клеток на грамм, что свидетельствует о высокой биологической активности процесса. Однако высушивание приводило к значительному снижению этого показателя до 3,5 миллиардов клеток на грамм. Это снижение, вероятно, связано с гибелью части бактериальных клеток в результате дегидратации. Аналогичная тенденция наблюдалась и для грибкового мицелия. Длина мицелия во влажном компосте не превышала 100 метров на грамм, в то время как в высушенном компосте без перлита она увеличивалась до 200 метров на грамм, а при добавлении перлита – до 450 метров на грамм. Это увеличение длины мицелия в сухих образцах, особенно при наличии перлита, может быть связано с лучшей аэрацией и доступностью питательных веществ для грибов в более рыхлом субстрате. Максимальная длина мицелия актиномицетов (400 метров на грамм) была зафиксирована в высушенном компосте с добавлением перлита, что указывает на благоприятное воздействие этих условий на развитие этой группы микроорганизмов, известных своей ролью в разложении органических веществ и образовании гумуса.

Высушивание компоста привело к стократному снижению количества сапротрофных бактерий (питающих мертвым органическим веществом) и тысячекратному снижению количества кишечных бактерий. Это крайне важно с точки зрения безопасности применения зоокомпоста в качестве удобрения, так как исключает риск заражения растений патогенными микроорганизмами. Более того, высушивание способствовало стабилизации таксономического состава, с явным доминированием представителей рода *Bacillus* (до 80 %). *Bacillus* – это род грамположительных бактерий, многие представители которого являются безопасными для человека и растений и активно участвуют в процессах разложения органических веществ, обогащая почву полезными веществами.

Важно отметить полную элиминацию из зоокомпоста *Escherichia coli* (кишечной палочки) после высушивания, что подтверждает безопасность полученного продукта.

Таким образом, результаты нашего исследования демонстрируют, что биоконверсия органических отходов личинками Чёрной львинки – перспективный метод получения высококачественного органического удобрения. Высушивание зоокомпоста, возможно, с добавлением перлита, позволяет не только значительно снизить количество патогенных микроорганизмов, но и оптимизировать условия для развития полезной микрофлоры, в частности, представителей рода *Bacillus*.

Наши дальнейшие исследования направлены на оптимизацию процесса высушивания, изучение влияния различных типов органических субстратов на микробиологический состав зоокомпоста, а также на оценку агрономических свойств полученного удобрения. В перспективе, этот метод может стать важным инструментом для решения проблем

утилизации органических отходов и повышения плодородия почв, способствуя развитию устойчивого сельского хозяйства. Кроме того, необходимо исследовать влияние различных видов перлита, его фракций и количества на микробиологический состав зоокомпоста, а также провести глубокий анализ генетического разнообразия бактериальных сообществ с использованием методов метагеномики для получения более полной картины микробиологического ландшафта зоокомпоста. Особое внимание стоит уделить изучению влияния условий хранения зоокомпоста на его микробиологические и агрономические свойства. Всё это позволит создать технологию, обеспечивающую высокую эффективность и безопасность использования зоокомпоста в качестве органического удобрения.

Библиографический список

1. Антонов, А. М. Адаптация и перспективы разведения мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*) в циркумполярном регионе / А. М. Антонов, Е. Lutovinovas, Г. А. Иванов, Н. О. Пастухова. - Текст : непосредственный // Принципы экологии. - 2017. - № 3. - С. 4–19.

2. Власова, О. А. Переработка органических отходов личинками мухи Черная львинка / О. А. Власова. - Текст : непосредственный // Евразия-2022 : социально-гуманитарное пространство в эпоху глобализации и цифровизации : Материалы Международного научного культурно-образовательного форума, Челябинск, 06–08 апреля 2022 года. Том 5. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2022. – С. 267-269.

3. Лаврищев, И. Е. Зоогумус как перспективное средство повышения плодородия сельскохозяйственных земель Сибири / И. Е. Лаврищев, А. Ф. Петров, П. Н. Мирошников [и др.]. - Текст : непосредственный // Вестник НГАУ. – 2024. - № 3. – С. 65-72.

4. Патент № 2791686 С1 Российская Федерация, МПК С05F 17/05, А01К 67/033. Способ биологической переработки сельскохозяйственных отходов : № 2021139007 : заявл. 24.12.2021 : опубл. 13.03.2023 / Брюханов Д. С., Матросова Ю. В., Власова О. А. ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Южно-Уральский государственный аграрный университет". – Текст : непосредственный.

5. Шинкарев, С. М. Применение зоогумуса в качестве органического удобрения в защищённом грунте / С. М. Шинкарев, А. В. Аксенов, С. И. Тарасов. - Текст : непосредственный // Плодородие. – 2008. - № 4. - С. 17-18.

References

1. Antonov, A.M. Adaptation and prospects of breeding the Black Lion fly (*Hermetia illucens*) in the circumpolar region / A.M. Antonov, E. Lutovinovas, G. A. Ivanov, N. O. Pastukhova. - Text : direct // Principles of ecology. - 2017. - No. 3. - pp. 4-19.

2. Vlasova, O. A. Processing of organic waste by larvae of the Black Lion fly / O. A. Vlasova. - Text : direct // Eurasia-2022 : social and humanitarian space in the era of globalization and digitalization : Materials of the International Scientific Cultural and Educational Forum, Chelyabinsk, April 06-08, 2022. Volume 5. – Chelyabinsk : SUSU Publishing Center, 2022. – pp. 267-269.

3. Lavrishchev, I. E. Zoohumus as a promising means of increasing the fertility of agricultural lands in Siberia / I. E. Lavrishchev, A. F. Petrov, P. N. Miroshnikov [et al.]. - Text : direct // Bulletin of NGAU. – 2024. - No. 3. – pp. 65-72.

4. Patent No. 2791686 C1 Russian Federation, IPC C05F 17/05, A01K 67/033. Method of biological processing of agricultural waste : №. 2021139007 : application. 12/24/2021 : publ. 03/13/2023 / Bryukhanov D. S., Matrosova Yu. V., Vlasova O. A. ; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "South Ural State Agrarian University". – Text : direct.

5. Shinkarev, S. M. The use of zoohumus as an organic fertilizer in protected soil / S. M. Shinkarev, A.V. Aksenov, S. I. Tarasov. - Text : immediate // Fertility. - 2008. - No. 4. - pp. 17-18.

Контактная информация:

Власова Ольга Анатольевна, кандидат с.х. наук, доцент кафедры птицеводства
ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ

E-mail: olgavlasova1974@mail.ru

Contact information:

Vlasova Olga Anatolyevna, candidate of agricultural sciences, associate professor,
associate professor of the Department of Poultry Farming, South Ural State Agricultural University

E-mail: olgavlasova1974@mail.ru

Логинов Юрий Павлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
Казак Анастасия Афонасьевна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
Гайзатулин Андрей Сергеевич, преподаватель кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
Ященко Сергей Николаевич, преподаватель кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
Менщикова Анастасия Александровна, магистр кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

**Состояние и перспективы развития селекции яровой мягкой пшеницы
в Агротехнологическом институте ГАУ Северного Зауралья
The state and prospects of development of spring soft wheat breeding at the
Agrotechnological Institute of the State Agrarian University of the Northern Urals**

Аннотация. Н.И. Вавилов отмечал, что хороший исходный материал является сердцем селекции любой сельскохозяйственной культуры. В 2018-2024 гг. нами впервые изучены на опытном поле ГАУ Северного Зауралья сорта пшеницы двуручки селекции Краснодарского селекцентра имени П.П. Лукьяненко в качестве исходного материала для дальнейшего использования в селекции яровой пшеницы.

Установлено, что сорта двуручки имеют средней высоты соломину (80-90 см) с укороченными и прочными нижними междоузлиями, обеспечивающими высокую устойчивость растениям к полеганию. Листья укороченные, широкие отходят от стебля под острым углом. Они повышают фотосинтетическую активность пшеничного растения. Сорта двуручки характеризуются высокой продуктивной кустистостью (1,53-1,76), массой зерна с колоса (0,91-1,34 г), урожайность – 37,1-40,8 ц/га, с содержанием белка -15,3-16,7 %, клейковины – 29,5-34,1 % первой и второй группы качества.

Сорта двуручки представляют собой ценный исходный материал для селекции яровой пшеницы в Тюменской области.

Abstract. N.I. Vavilov noted that a good source material is the heart of the breeding of any agricultural crop. In 2018-2024, we studied for the first time in the experimental field of the GAU of the Northern Trans-Urals two-handed wheat varieties of the Krasnodar Breeding Center named after P.P. Lukyanenko as a source material for further use in the breeding of spring wheat.

It was found that the two-handed varieties have an average straw height (80-90 cm) with shortened and strong lower internodes, providing high resistance to lodging for plants. The leaves are shortened, wide and depart from the stem at an acute angle. They increase the photosynthetic activity of the wheat plant. Two-handed varieties are characterized by high productive bushiness (1.53-1.76), grain weight per ear (0.91–1.34 g), yield - 37.1-40.8 c/ha, protein content - 15.3–16.7%, gluten - 29.5-34.1% of the first and second quality groups.

Two-handed varieties are a valuable source material for the breeding of spring wheat in the Tyumen region.

Ключевые слова: яровая пшеница, сорта двуручки, хозяйственно-ценные признаки, исходный материал, пшеница-двуручки, яровая пшеница.

Key words: spring wheat, two-handed varieties, economically valuable signs, source material, two-handed wheat, spring wheat.

Яровая мягкая пшеница – основная зерновая культура в Тюменской области [15, 16, 20, 24]. Посевная площадь её в последние годы стабилизировалась на уровне 400-420 тыс.га, что составляет 35-37 % от общей площади пашни. Средняя урожайность этой культуры с отмеченной площади посева составляет 2,2-2,4 т/га. За счёт местного производства зерна пшеницы полностью обеспечиваются хлебопекарная, кондитерская и комбикормовая промышленность [1, 5, 11, 21].

Учитывая рост численности населения и поголовья животных, необходимо увеличивать валовое производство зерна за счёт повышения урожайности. При этом необходимо уделять особое внимание улучшению его качества. Кстати, качество зерна пшеницы во многие годы оставляет желать лучшего [4, 14, 23]. В этой связи следует отметить, что проблема повышения урожайности яровой пшеницы и других зерновых культур в области решается успешно по-сравнению с качеством зерна. Научные исследования и агрономическая практика показали, что обе проблемы в купе можно успешно решать. Первостепенная роль здесь отводится селекции [8, 15, 19, 24].

Селекция яровой пшеницы на кафедре биотехнологии и селекции в растениеводстве ГАУ Северного Зауралья (в прошлом кафедра Растениеводства и селекции Тюменского сельскохозяйственного института, затем Тюменской сельскохозяйственной академии, далее Аграрного университета Северного Зауралья), ведется уже пятьдесят лет под руководством Логинова Юрия Павловича. Научные исследования начаты не с чистого листа. За основу взят селекционный материал, полученный Логиновым Ю.П. в Иркутском СХИ, откуда он приехал в Тюмень для дальнейшей работы [6, 9, 10, 22]. Надо отметить, что значительная часть привезённого материала оказалась полезной для селекции в условиях Тюменской области. Более того, здесь представилась возможность для отбора большого количества скороспелых форм пшеницы. Дело в том, что Тюмень находится севернее Иркутска, день на один-полтора часа продолжительнее, световой спектр несколько иной. Всё это благоприятно влияет на рост, развитие растений пшеницы и сокращает вегетационный период на 5-6 суток и более.

Проработка привезённого селекционного материала завершилась созданием сорта пшеницы Тюменская 80, который открыл новую страницу в истории возделывания пшеницы в области. До его выведения Тюменская область ежегодно закупала продовольственное зерно в других регионах нашей и зарубежных стран для обеспечения мукой хлебопекарной промышленности [1, 13, 18]. В дальнейшем область стала стабильно обеспечивать себя продовольственной пшеницей.

Успех в решении отмеченной проблемы достигнут, прежде всего, за счет научно-обоснованного подбора и изучения исходного материала. При создании Тюменской 80 в гибридизации использованы озимый сорт Безостая 1 и яровой – Саратовская 29. Оба сорта характеризуются комплексом положительных хозяйственных признаков, высокой экологической пластичностью и удачно передают ценные гены гибридным растениям [1, 7].

Сорт Тюменская 80 эффективно использовался в производственных посевах, но вечного ничего нет, и он стал постепенно ухудшаться [1, 15]. Для поддержания селекции на высоком уровне необходимо постоянно пополнять исходный материал, поэтому мы включаем в коллекцию новые источники ценных генов, изучаем их в естественных условиях Тюменской области, а также используем провокационные фоны на устойчивость к болезням к полеганию. При необходимости выделенные источники используем в гибридизации с реестровыми сортами.

В последнее десятилетие включено в коллекцию много сортов пшеницы из международных программ СИММУТ и КАСИБ, то есть лучшие сорта России, Мексики и Казахстана. В первую очередь это источники устойчивости к бурой и стеблевой ржавчинам, септориозу, мучнистой росе и другим болезням. Кроме того, широко используем новое поколение сортов озимой пшеницы донского, красноярского, московского селекционных центров, принципиально отличающихся от своих предшественников, а также изучаем и используем в селекционных программах сорта пшеницы-двуручки [12, 17, 23]. О последних сортах далее пойдет речь.

Цель исследований: изучить хозяйственную ценность сортов пшеницы-двуручек селекции красноярского селекцентра в северной лесостепи Тюменской области и установить возможность использования их в селекционных программах по яровой пшенице.

Место и методика исследований. Исследования проведены в 2017-2024 гг. на опытном поле ГАУ Северного Зауралья. Почва чернозём выщелоченный, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, средне обеспечена азотом и фосфором, хорошо - калием, содержание гумуса 7,2 %, рН-6,7. Предшественник картофель ранний+сидерат из горчицы белой (150-170 ц/га). Обработка почвы включала отвальную зяблевую вспашку на глубину 26-28 см, весеннее боронование, предпосевную культивацию. Посев проведен селекционной сеялкой ССФК-10 в три срока: ранний – 10 мая, оптимальный – 20 мая, поздний – 30 мая, норма высева – 5,0 млн. всхожих зёрен на гектар, глубина посева 6-7 см. Площадь делянки 10 м², повторность 4-х кратная, размещение делянок рендомизированное. За стандарт взят сорт Икар. Уход за посевами проведён вручную, уборка – комбайном СК-10.

За объект изучения взято 9 сортов-двуручек: Анка, Афина, Лео, Карава, Велена, Ласточка, Паллада, Копьё, Вызов и стандартный яровой реестровый сорт Икар.

Продолжительность вегетационного периода, устойчивость к полеганию и болезням, урожайность и качество зерна изучали по методикам Государственного сортоиспытания¹, ВНИИР им. Н.И. Вавилова², фотосинтетическую активность листьев – по методике А.А. Ничипоровича. Урожайные данные обработаны статистическим методом по Б.А. Доспехову³.

Результаты исследований и обсуждения. Изучение исходного материала в течение 50-ти лет, представленного сортами коллекции ВНИИР им. Н.И. Вавилова, селекционными линиями нашей селекции и других научных учреждений страны, относящихся к мягкой яровой пшенице, показало, что урожайность тесно коррелирует (0,79-0,86) с количеством растений перед уборкой и массой зерна с колоса. По многолетним наблюдениям

¹ Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: 2015. 61 с.

² Мережко А.Ф. Пополнение, сохранение в живом виде и изучение мировой коллекции пшеницы, эгилопса и тритикале (Методические указания) / А.Ф. Мережко, Р.А. Удачин и др. Санкт-Петербург. 1999. 57 с.

³ Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

продуктивная кустистость бывает в пределах 1,1-1,2, то есть не высокая, поэтому норма высева яровой пшеницы в регионе составляет 6,2 млн. всхожих зёрен на гектаре. В весовом выражении это будет 2,1-2,3 ц., расход семян получается достаточно большой, хотя сохранность растений к уборке ежегодно оставляет желать лучшего.

Сорта пшеницы двуручки изучаются в Тюменской области впервые [2, 17]. Следует отметить, что по биологическим особенностям, по темпам роста и развития они отличаются от сортов яровой пшеницы. Различные по погодным условиям годы исследований позволили более полно изучить новые формы пшеницы в нашем регионе. Отметим, что у себя на родине в Краснодарском крае и прилегающих территориях они высеваются как озимые сорта и как яровые. В обоих случаях они нормально растут, развиваются и формируют вполне приемлемый урожай.

В условиях Тюменской области, как показали наши исследования, при посеве в оптимальный срок для озимой пшеницы (20-25 августа) они вымерзают, поэтому мы высеваем сорта двуручки под зиму (с 10 по 30 октября, в зависимости от погодных условий, а также рано весной (20-25 апреля) и 15 мая. Смещение срока посева на 20-25 мая (оптимальный срок посева яровой пшеницы) приводит к затягиванию созревания зерна и ставит под угрозу проведение уборки [3, 17].

Таким образом, изучение первого набора сортов пшеницы двуручек в условиях Тюменской области показало, что крайний весенний срок посева для них – 15 мая (таблица 1), а также установлено, что при посеве в оптимальный срок для озимой пшеницы они вымерзают.

Таблица 1

Влияние весенних сроков посева на продолжительность межфазных периодов сортов пшеницы двуручек в северной лесостепи Тюменской области, 2018-2024 гг.

№ п/п	Сорт	Посев 20.04			Посев 15.05			Посев 25.05		
		период, суток			период, суток			период, суток		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.	Икар, яровой стандарт	49	45	87	40	48	88	38	51	89
2.	Ласточка	47	46	93	50	50	100	56	59	115
3.	Паллада	49	45	94	52	51	103	58	61	119
4.	Лео	45	47	92	49	53	102	60	58	118
5.	Караван	50	46	96	54	51	105	63	62	125
6.	Велена	44	48	92	49	54	103	57	55	112
	НСР ₀₅	0,9	1,3	1,6	1,4	0,7	1,2	1,5	1,9	1,6

Примечание: 1-всходы-колошение, 2-колошение-спелость, 3-всходы спелость

Из анализа данных таблицы 1 видно, что при посеве 20-го апреля сорта двуручки созрели за 92-96 суток, из них позже созрел сорт Караван. Стандартному яровому сорту они уступили на 5-9 суток, тем не менее уборка проходили в третьей декаде августа при благоприятном температурном режиме без дополнительной сушки зерна.

Посев 15 мая привёл к увеличению вегетационного периода до 100-105 суток, у стандартного ярового сорта Икар он был 88 суток. Уборка изучаемых сортов двуручек сместилась на сентябрь месяц, при этом зерно имело влажность 20 и более процентов, его пришлось досушивать на установке активного вентилирования, то есть произвести

дополнительные затраты. Стоит отметить, что полученное зерно вполне пригодно для использования на продовольственные цели.

При посеве 25 мая сорта двуручки сильно затянули созревание, уборка проходила в условиях низкой температуры воздуха и избыточного увлажнения. Зерно полностью не созрело, оно было щуплое с низкой массой 1000 штук (21,7-26,2 г.). стандартный сорт Икар хорошо адаптирован к местному климату, и при анализируемом сроке посева хорошо созрел. Подзимний посев вполне приемлем к сортам пшеницы двуручкам, но это отдельная тема для обсуждения.

В ходе изучения отмеченных сортов пшеницы установлено их преимущество перед яровым стандартным сортом Икар, а также перед другими реестровыми сортами пшеницы по устойчивости к полеганию. Кстати, в годы исследований сильное полегание пшеницы на опытном поле ГАУ Северного и на полях товаропроизводителей области наблюдалась в 2024 г. Из отечественных реестровых сортов пшеницы только сорт Тюменская 25 показал высокую устойчивость к полеганию. Остальные сорта, включая отдельные зарубежные, полегли и их сложно было убирать.

Сорта пшеницы двуручки имеют соломину средней высоты с укороченными, толстыми нижними междоузлиями, которая надёжно выдерживает тяжеловесный колосок (таблица 2).

Таблица 2

Длина нижних междоузлий стебля и устойчивость сортов пшеницы двуручек к полеганию, 2024 г.

№ п/п	Сорт	Высота стебля, см	Длина нижних междоузлий, см		Масса 1 см стебля, см	Устойчивость к полеганию, балл
			первого	второго		
1.	Икар, яровой стандарт	87,4	4,6	9,3	17,5	3,7
2.	Ласточка	81,9	2,8	5,1	20,9	4,2
3.	Паллада	83,6	3,1	5,7	21,3	4,1
4.	Лео	78,3	2,5	4,9	22,6	4,5
5.	Караван	80,5	2,3	4,6	24,1	4,9
6.	Велена	74,7	2,9	5,2	21,8	4,6
	НСР ₀₅	1,2	0,6	0,9	1,5	0,3

Согласно существующей классификации сортов пшеницы по высоте стебля, сорта двуручки относятся к среднерослым, по всей видимости, они несут два гена низкорослости, что для современного уровня культуры земледелия в Тюменской области считается нормой. Дальнейшее снижение высоты стебля может отрицательно повлиять на адаптивность сортов пшеницы и вместе с тем приведет, к снижению урожайности особенно в засушливые, жаркие годы. Примером могут служить мексиканские, индийские и американские сорта-карлики с тремя генами низкорослости, которые изучались нами в 70-80-х гг. прошлого столетия в коллекционном питомнике.

Сорта двуручки имели хорошо развитые листья, отходящие от стебля под острым углом (таблица 3).

Таблица 3

Фотосинтетическая активность листьев сортов пшеницы двуручек, 2020-2024 гг.

№	Сорт	Листьев на	Угол	Площадь	ФСП,	ЧПФ,
---	------	------------	------	---------	------	------

п/п		растении, шт.	отхождения листа от стебля, град.	листьев, тыс. м ² /га	тыс.м ² /сутки	г/м ² *сутки
1.	Икар, яровой стандарт	8	83	29,7	864	4,97
2.	Ласточка	10	51	32,5	931	5,29
3.	Паллада	9	48	28,3	829	4,75
4.	Лео	9	56	34,6	995	5,43
5.	Караван	11	34	37,2	1187	6,11
6.	Велена	10	42	33,4	932	5,08
НСР ₀₅		0,7	9	1,6	54	0,31

У сортов двуручек листья имеют удачную конструкцию, по сравнению с листьями стандартного ярового сорта Икар, они более широкие (1,5 см) и укороченные (14-16 см), почти не свисают и не затеняют нижние ярусы листьев. Расположение их под острым углом к стеблю способствует максимальному поглощению солнечной радиации. При этом показатели фотосинтетической активности листьев у сортов пшеницы двуручек выгодно отличаются от стандартного ярового сорта Икар.

По устойчивости к бурой листовой и стеблевой ржавчинам изучаемые сорта пшеницы имели неоспоримое преимущество перед стандартом Икар, а по устойчивости к мучнистой росе и септориозу были на уровне последнего.

В условиях Тюменской области сорта двуручки формируют многие элементы структуры урожайности выше стандартного сорта. Во все годы исследований они сохранили к уборке 540-590 продуктивных стеблей, для сравнения стандартный сорт – 418-442 шт./м². Продуктивная кустистость у сортов двуручек составила 1,53-1,76, что на 0,39-0,5 выше стандарта. Масса зерна с колоса у изучаемых сортов была 0,91-1,34 г, или на 0,27-0,45 г выше стандартного сорта. За счёт отмеченных структурных элементов они сформировали высокую урожайность (таблица 4).

Таблица 4

Урожайность сортов пшеницы, 2020-2024 гг.

№ п/п	Сорт	Урожайность, ц/га						К стандарту, ±	
		2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.	средняя	ц/га	%
1.	Икар, яровой стандарт	38,5	36,2	41,7	29,4	32,9	35,7	-	100
2.	Ласточка	37,1	40,6	43,5	32,8	31,3	37,1	+1,4	103,9
3.	Паллада	40,3	38,0	39,7	27,1	29,6	34,9	-0,8	97,7
4.	Лео	44,6	41,5	42,9	35,3	34,8	39,8	+4,1	111,5
5.	Караван	42,8	45,1	47,2	32,7	36,5	40,8	+5,1	114,2
6.	Велена	36,4	40,9	44,5	38,1	34,8	38,9	+3,2	108,9
НСР ₀₅		1,7	2,3	1,9	1,2	1,5	-	-	-

Сорта пшеницы двуручки сочетают урожайность с основными показателями качества зерна. За годы исследований их зерно имело натуру 780-802 г/л и содержало 15,3-16,7 %

белка, 29,5-34,1 % клейковины, которая по качеству отнесена к первой и второй группе. Стандартный сорт Икар по отмеченным показателям качества зерна уступил сортам двуручкам.

По комплексу хозяйственных признаков изучаемые сорта пшеницы представляют собой ценный исходный материал для селекции яровой пшеницы в Тюменской области. В 2022 г. они включены в программу скрещивания с реестровыми сортами яровой пшеницы, а также с лучшими коллекционными сортами: Ирень, Новосибирская 31, Омская 36, Бурятская остистая, Нива 55, Агрономическая 5, Силантий и другими. Кастрацию цветков материнских сортов проводили классическим методом, опыление – групповым методом по П.П. Лукьяненко (1971). Процент завязывания гибридных зёрен зависел от родительских сортов и изменялся от 18 в комбинации Нива 55хПаллада до 72 в комбинации Новосибирская 31хКараван.

Первое гибридное поколение размножено зимой 2022-2023 гг. в фитотроне СИФИБР (г. Иркутск). Летом 2023 г. на опытном поле ГАУ Северного Зауралья выращено второе гибридное поколение, в котором произошло сильное расщепление по многим хозяйственным признакам и биологическим свойствам. Из второго поколения проведён отбор родоначальных растений, отвечающих требованиям поставленной задачи. Особую ценность представили гибридные комбинации, полученные с использованием в качестве материнской и отцовской формы сорта Караван. Отобранные родоначальные растения удачно сочетают средней высоты, устойчивую к полеганию соломину, синхронно расположенные на растении листья, отходящие от стебля под острым углом с хорошо развитым колосом (1,2-1,5 г), выполненным стекловидным зерном, продолжительностью вегетационного периода 82-86 суток. В 2025 г. лучшие селекционные линии будут изучаться в селекционном питомнике второго года.

Заключение. Изучение и использование в гибридизации сортов пшеницы двуручек является новой страничкой в истории селекции яровой пшеницы на кафедре биотехнологии и селекции в растениеводстве ГАУ Северного Зауралья и Сибири в целом. Это направление позволяет успешно решать проблему полегания пшеничного растения, изменять конструкцию листа и повышать фотосинтетическую активность, сочетать урожайность и качество зерна. В перспективе необходимо расширить исследования по использованию сортов двуручек в селекции яровой пшеницы в Сибири.

Библиографический список

1. Биотипные спектры ярового сорта пшеницы Тюменская 80 / Ю. П. Логинов, Г. В. Тоболова, А. А. Казак, В. В. Труфанов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 2(225). – С. 29-34. – Текст: непосредственный
2. Василюк, П.Н. Агробиологические особенности сортов-двуручек пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) / П.Н. Василюк, Л.И. Улыч // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2012. – № 2(16). – С. 4-7. – Текст: непосредственный
3. Ганоцкая, Т.Л. Изучение продуктивности и качества сортов пшеницы двуручки при посеве в озимый и яровой сроки / Т.Л. Ганоцкая, Н.Н. Нецадим, А.В. Коваль, Л.А. Радченко, А.Ф. Радченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 168. – С. 288-303. – DOI 10.21515/1990-4665-168-021. – Текст: непосредственный

4. Городов, В.Т. Адаптационный потенциал ярово-озимых гибридов пшеницы в селекции двуручек / В.Т. Городов, Н.И. Клостер // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2022. – № 4(36). – С. 74-82. – Текст: непосредственный
5. Казак, А. А. Урожайность и качество зерна среднеранних сортов яровой пшеницы в различных природно-климатических зонах Тюменской области / А. А. Казак // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 7(61). – С. 54-56. – Текст: непосредственный
6. Казак, А. А. Научные основы разработки модели сорта яровой мягкой пшеницы для Западной Сибири / А. А. Казак, Ю. П. Логинов // Вестник Курганской ГСХА. – 2019. – № 3(31). – С. 9-12. – Текст: непосредственный
7. Казак, А.А. Комбинационная способность сортов яровой пшеницы сибирской селекции в топкроссном скрещивании / А.А. Казак // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2020. – № 4(63). – С. 63-67. – Текст: непосредственный
8. Казак, А.А. Посевные качества семян в зависимости от сроков сева и норм высева в северной лесостепи Тюменской области / А.А. Казак, Ю.П. Логинов, С.Н. Яценко // Вестник КрасГАУ. – 2022. – № 10(187). – С. 3-15. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-10-3-15. – Текст: непосредственный
9. Логинов, Ю.П. Стабильность формирования хозяйственных признаков у селекционных линий ячменя в северной лесостепи Тюменской области / Ю.П. Логинов, Н.А. Сурин, Л.И. Якубышина // Агропродовольственная политика России. – 2014. – № 10(34). – С. 41-45. – Текст: непосредственный
10. Логинов, Ю. П. Эколого-географический принцип развития селекции яровой пшеницы в Сибири / Ю. П. Логинов, А. А. Казак, Л. И. Якубышина // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. – 2017. – № 1(36). – С. 44-49. – Текст: непосредственный
11. Логинов, Ю.П. Резервы повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области / Ю.П. Логинов, А.А. Казак, С.Н. Яценко // Ветеринарные, биологические и сельскохозяйственные науки - агропромышленному комплексу России: материалы Международной научно-практической конференции Института агроэкологии, Института ветеринарной медицины, Миасское, Троицк, 10-12 ноября 2020 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Департамент научно-технологической политики и образования; Южно-Уральский государственный аграрный университет. – Челябинск: Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2020. – С. 56-66. – Текст: непосредственный
12. Логинов, Ю.П. Влияние срока сева на урожайность и качество зерна пшеницы двуручек в северной лесостепи Тюменской области / Ю.П. Логинов, А.А. Казак, С.Н. Яценко // Journal of Agriculture and Environment. – 2023. – № 7(35). – DOI 10.23649/JAE.2023.35.2. – Текст: непосредственный
13. Межджунов, П.З. Продолжительность послеуборочного дозревания семян сортов мягкой пшеницы / П.З. Межджунов, Л.И. Якубышина // Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе», Тюмень, 12 октября 2021 года. Том Часть 1. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2021. – С. 148-151. – Текст: непосредственный

14. Нецадим, Н.Н. Урожайность зерна сортов пшеницы двуручки при посеве в различные сроки / Н.Н. Нецадим, Т.Л. Ганоцкая, А.В. Коваль // *The Scientific Heritage*. – 2021. – № 73-1(73). – С. 12-18. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-73-1-12-18. – Текст: непосредственный
15. Селекция и элементы технологии возделывания среднеранних и среднеспелых сортов яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири / А. А. Казак, Ю. П. Логинов, Л. И. Якубышина, С. Н. Яценко. – Тюмень: ИД "Титул", 2021. – 323 с. – ISBN 978-5-98249-127-5. – Текст: непосредственный
16. Сидоров, А. В. Эффективность экологической селекции при создании новых сортов яровой пшеницы / А. В. Сидоров, А. А. Казак // *Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности Сибири: МАТЕРИАЛЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ*, Красноярск, 26 ноября 2021 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», 2022. – С. 16-22. – DOI 10.52686/9785604525029_16. – Текст: непосредственный
17. Сорты двуручки как исходный материал для селекции яровой пшеницы в северной лесостепи Тюменской области / А. А. Казак, Ю. П. Логинов, С. Н. Яценко, А. С. Гайзатулин // *Вестник КрасГАУ*. – 2024. – № 7(208). – С. 21-30. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-7-21-30.
18. Трубникова, Л.И. Посевные качества семян яровой мягкой пшеницы, выращенных в разных климатических зонах Тюменской области / Л.И. Трубникова // *Аграрный вестник Урала*. – 2009. – № 7(61). – С. 66-67. – Текст: непосредственный
19. Трубникова, Л. И. Формирование посевных качеств семян сортами яровой пшеницы в различных зонах Тюменской области: специальность 06.01.09 "Овощеводство": автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Трубникова Людмила Ивановна. – Тюмень, 2009. – 16 с. – Текст: непосредственный
20. Урожайность и качество зерна сортов пшеницы двуручек и раннеспелых озимых при разных сроках посева в северной лесостепи Тюменской области / Ю. П. Логинов, А. А. Казак, С. Н. Яценко, А. С. Гайзатулин // *Аграрный вестник Урала*. – 2024. – Т. 24, № 5. – С. 593-604. – DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-05-593-604. – Текст: непосредственный
21. Яценко, С.Н. Влияние предшественника на рост, развитие растений и коэффициент размножения семян сортов яровой пшеницы / С.Н. Яценко, Ю.П. Логинов, А.А. Казак // *Вестник КрасГАУ*. – 2021. – № 4(169). – С. 42-50. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-4-42-50. – Текст: непосредственный
22. Influence of technology elements on the yield and grain quality of spring wheat in the northern forest-steppe of the Tyumen region / Y. Loginov, A. Kazak, L. Yakubysheina, S. Yashchenko // *E3S Web of Conferences : 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года*. Vol. 273. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2021. – P. 01009. – DOI 10.1051/e3sconf/202127301009. – Текст: непосредственный
23. Effects of Complex Fertilizers on the Properties of Grey Forest Heavy Loamy Soil / S. Gaidar, A. Kazak, A. Barchukova, A. Kozlov // *Scientifica*. – 2024. – Vol. 2024. – P. 2763147. – DOI 10.1155/2024/2763147. – Текст: непосредственный

24. Kazak, A. A. The yield rate and grain quality of mid-ripening and mid-late valuable varieties of spring soft wheat bred in siberia, in the northern foreststeppe of the Tyumen region / A. A. Kazak, Y. P. Loginov // *Annals of Agri Bio Research*. – 2019. – Vol. 24, No. 2. – P. 174-182. – Текст: непосредственный

References

1. Biotipnye spektry yarovogo sorta pshenicy Tyumenskaya 80 / YU. P. Loginov, G. V. Tobolova, A. A. Kazak, V. V. Trufanov // *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*. – 2012. – № 2(225). – S. 29-34. – Текст: непосредственный
2. Vasilyuk, P.N. Agrobiologicheskie osobennosti sortov-dvuruchek pshenicy myagkoj (*Triticum aestivum* L.) / P.N. Vasilyuk, L.I. Ulych // *Sortovivchennaya ta ohorona prav na sorti roslin*. – 2012. – № 2(16). – S. 4-7. – Текст: непосредственный
3. Ganockaya, T.L. Izuchenie produktivnosti i kachestva sortov pshenicy dvuruchki pri poseve v ozimyj i yarovoj sroki / T.L. Ganockaya, N.N. Neshchadim, A.V. Koval', L.A. Radchenko, A.F. Radchenko // *Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2021. – № 168. – S. 288-303. – DOI 10.21515/1990-4665-168-021. – Текст: непосредственный
4. Gorodov, V.T. Adaptacionnyj potencial yarovo-ozimyh gibridov pshenicy v selekcii dvuruchek / V.T. Gorodov, N.I. Kloster // *Innovacii v APK: problemy i perspektivy*. – 2022. – № 4(36). – S. 74-82. – Текст: непосредственный
5. Kazak, A. A. Urozhajnost' i kachestvo zerna srednerannih sortov yarovoj pshenicy v razlichnyh prirodno-klimaticheskikh zonah Tyumenskoj oblasti / A. A. Kazak // *Agrarnyj vestnik Urala*. – 2009. – № 7(61). – S. 54-56. – Текст: непосредственный
6. Kazak, A. A. Nauchnye osnovy razrabotki modeli sorta yarovoj myagkoj pshenicy dlya Zapadnoj Sibiri / A. A. Kazak, YU. P. Loginov // *Vestnik Kurganskoj GSKHA*. – 2019. – № 3(31). – S. 9-12. – Текст: непосредственный
7. Kazak, A.A. Kombinacionnaya sposobnost' sortov yarovoj pshenicy sibirskoj selekcii v topkrossnom skreshchivanii / A.A. Kazak // *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2020. – № 4(63). – S. 63-67. – Текст: непосредственный
8. Kazak, A.A. Posevnye kachestva semyan v zavisimosti ot srokov seva i norm vyseva v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti / A.A. Kazak, YU.P. Loginov, S.N. YAshchenko // *Vestnik KrasGAU*. – 2022. – № 10(187). – S. 3-15. – DOI 10.36718/1819-4036-2022-10-3-15. – Текст: непосредственный
9. Loginov, YU.P. Stabil'nost' formirovaniya hozyajstvennyh priznakov u selekcionnyh linij yachmenya v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti / YU.P. Loginov, N.A. Surin, L.I. YAkubyshina // *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii*. – 2014. – № 10(34). – S. 41-45. – Текст: непосредственный
10. Loginov, YU. P. Ekologo-geograficheskij princip razvitiya selekcii yarovoj pshenicy v Sibiri / YU. P. Loginov, A. A. Kazak, L. I. YAkubyshina // *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya*. – 2017. – № 1(36). – S. 44-49. – Текст: непосредственный
11. Loginov, YU.P. Rezervy povysheniya urozhajnosti i kachestva zerna yarovoj pshenicy v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti / YU.P. Loginov, A.A. Kazak, S.N. YAshchenko // *Veterinarnye, biologicheskie i sel'skohozyajstvennye nauki - agropromyshlennomu kompleksu Rossii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii Instituta agroekologii, Instituta veterinarnoj mediciny, Miasskoe, Troick, 10-12 noyabrya 2020 goda / Ministerstvo*

sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii Departament nauchno-tekhnologicheskoy politiki i obrazovaniya; YUzhno-Ural'skij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – CHelyabinsk: YUzhno-Ural'skij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2020. – S. 56-66. – Tekst: neposredstvennyj

12. Loginov, YU.P. Vliyanie sroka seva na urozhajnost' i kachestvo zerna pshenicy dvuruchek v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti / YU.P. Loginov, A.A. Kazak, S.N. YAshchenko // Journal of Agriculture and Environment. – 2023. – № 7(35). – DOI 10.23649/JAE.2023.35.2. – Tekst: neposredstvennyj

13. Mezhdzhunov, P.Z. Prodolzhitel'nost' posleuborochnogo dozrevaniya semyan sortov myagkoj pshenicy / P.Z. Mezhdzhunov, L.I. YAkubyshina // Sbornik trudov LVI Studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Uspekhi molodezhnoj nauki v agropromyshlennom komplekse», Tyumen', 12 oktyabrya 2021 goda. Tom CHast' 1. – Tyumen': Gosudarstvennyj agrarnyj universitet Severnogo Zaural'ya, 2021. – S. 148-151. – Tekst: neposredstvennyj

14. Neshchadim, N.N. Urozhajnost' zerna sortov pshenicy dvuruchki pri poseve v razlichnye sroki / N.N. Neshchadim, T.L. Ganockaya, A.V. Koval' // The Scientific Heritage. – 2021. – № 73-1(73). – S. 12-18. – DOI 10.24412/9215-0365-2021-73-1-12-18. – Tekst: neposredstvennyj

15. Celekciya i elementy tekhnologii vozdelevaniya srednerannih i srednespelyh sortov yarovoj pshenicy v lesostepi Zapadnoj Sibiri / A. A. Kazak, YU. P. Loginov, L. I. YAkubyshina, S. N. YAshchenko. – Tyumen': ID "Titul", 2021. – 323 s. – ISBN 978-5-98249-127-5. – Tekst: neposredstvennyj

16. Sidorov, A. V. Effektivnost' ekologicheskoy selekcii pri sozdanii novyh sortov yarovoj pshenicy / A. V. Sidorov, A. A. Kazak // Rol' agrarnoj nauki v obespechenii prodovol'stvennoj bezopasnosti Sibiri: MATERIALY VSEROSIJSKOJ KONFERENCII S MEZHDUNARODNYM UCHASTIEM, Krasnoyarsk, 26 noyabrya 2021 goda. – Krasnoyarsk: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie «Federal'nyj issledovatel'skij centr «Krasnoyarskij nauchnyj centr Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk», 2022. – S. 16-22. – DOI 10.52686/9785604525029_16. – Tekst: neposredstvennyj

17. Sorta dvuruchki kak iskhodnyj material dlya selekcii yarovoj pshenicy v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti / A. A. Kazak, YU. P. Loginov, S. N. YAshchenko, A. S. Gajzatulin // Vestnik KrasGAU. – 2024. – № 7(208). – S. 21-30. – DOI 10.36718/1819-4036-2024-7-21-30.

18. Trubnikova, L.I. Posevnye kachestva semyan yarovoj myagkoj pshenicy, vyrashchennyh v raznyh klimaticeskikh zonah Tyumenskoj oblasti / L.I. Trubnikova // Agrarnyj vestnik Urala. – 2009. – № 7(61). – S. 66-67. – Tekst: neposredstvennyj

19. Trubnikova, L. I. Formirovanie posevnyh kachestv semyan sortami yarovoj pshenicy v razlichnyh zonah Tyumenskoj oblasti: special'nost' 06.01.09 "Ovoshchevodstvo": avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk / Trubnikova Lyudmila Ivanovna. – Tyumen', 2009. – 16 s. – Tekst: neposredstvennyj

20. Urozhajnost' i kachestvo zerna sortov pshenicy dvuruchek i rannespelyh ozimyh pri raznyh srokah poseva v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti / YU. P. Loginov, A. A. Kazak, S. N. YAshchenko, A. S. Gajzatulin // Agrarnyj vestnik Urala. – 2024. – T. 24, № 5. – S. 593-604. – DOI 10.32417/1997-4868-2024-24-05-593-604. – Tekst: neposredstvennyj

21. YAshchenko, S.N. Vliyanie predshestvennika na rost, razvitie rastenij i koeficient razmnozheniya semyan sortov yarovoj pshenicy / S.N. YAshchenko, YU.P. Loginov, A.A. Kazak //

Vestnik KrasGAU. – 2021. – № 4(169). – S. 42-50. – DOI 10.36718/1819-4036-2021-4-42-50. –
Tekst: neposredstvennyj

22. Influence of technology elements on the yield and grain quality of spring wheat in the northern forest-steppe of the Tyumen region / Y. Loginov, A. Kazak, L. Yakubshina, S. Yashchenko // E3S Web of Conferences : 14th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2021, Rostov-on-Don, 24–26 февраля 2021 года. Vol. 273. – Rostov-on-Don: EDP Sciences, 2021. – P. 01009. – DOI 10.1051/e3sconf/202127301009. – Tekst: neposredstvennyj

23. Effects of Complex Fertilizers on the Properties of Grey Forest Heavy Loamy Soil / S. Gaidar, A. Kazak, A. Barchukova, A. Kozlov // Scientifica. – 2024. – Vol. 2024. – P. 2763147. – DOI 10.1155/2024/2763147. – Tekst: neposredstvennyj

24. Kazak, A. A. The yield rate and grain quality of mid-ripening and mid-late valuable varieties of spring soft wheat bred in siberia, in the northern foreststeppe of the Tyumen region / A. A. Kazak, Y. P. Loginov // Annals of Agri Bio Research. – 2019. – Vol. 24, No. 2. – P. 174-182. – Tekst: neposredstvennyj

Контактная информация:

Логинов Юрий Павлович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

E-mail: loginov.yup@gausz.ru

Казак Анастасия Афонасьевна, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

E-mail: kazakaa@gausz.ru

Гайзатулин Андрей Сергеевич, преподаватель кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

E-mail: gajzatulinas.20@ati.gausz.ru

Яценко Сергей Николаевич, преподаватель кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

E-mail: yaschenko.sn@ati.gausz.ru

Менщикова Анастасия Александровна, магистр кафедры Биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

E-mail: menschikova.aa.b23@ati.gausz.ru

Contact information:

Loginov Yuri Pavlovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Breeding in Crop Production, FGBOU VO GAU of the Northern Trans-Urals

E-mail: loginov.yup@gausz.ru

Kazak Anastasia Afonasyevna, Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Biotechnology and Breeding in Crop Production, FGBOU VO GAU of the Northern Urals

E-mail: kazakaa@gausz.ru

Gajzatulin Andrey Sergeevich, Lecturer at the Department of Biotechnology and Breeding in Crop Production of the Federal State Budgetary Educational Institution of the Northern Trans-Urals

E-mail: gajzatulinas.20@ati.gausz.ru

Yashchenko Sergey Nikolaevich, lecturer at the Department of Biotechnology and Breeding in Crop Production, FGBOU VO GAU of the Northern Urals

E-mail: yaschenko.sn@ati.gausz.ru

Menshikova Anastasia Alexandrovna, Master of the Department of Biotechnology and Breeding in Crop Production, FGBOU VO GAU of the Northern Trans-Urals

E-mail: menschikova.aa.b23@ati.gausz.ru

Мангутова Анна Константиновна, аспирант, ассистент кафедры геоэкологии и природопользования ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет
Синдирева Анна Владимировна, д.б.н., заведующая кафедрой геоэкологии и природопользования ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет
Косолапов Радмир Маратович, студент кафедры геоэкологии и природопользования ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет

Влияние различных приемов применения селеносодержащих удобрений на рост и развитие корнеплодов столовой свеклы и моркови
Effect of different methods of selenium-containing fertilizers application on growth and development of table beet and carrot root crops

Аннотация. В ходе исследований были изучены биометрические показатели и масса растений моркови столовой и свеклы столовой Бордо 237 при биофортификации с использованием растворов селена. Установлены статистически значимые различия в массе растений, ботвы и корнеплодов при основном внесении селена по сравнению с контрольным вариантом. Наблюдается прямая зависимость увеличения показателей от концентрации растворов: на варианте «Se 0,005%» масса растений, ботвы и корнеплодов моркови увеличивается на 41,79%, 36,85% и 34,13% соответственно, а на варианте «Se 0,01%» — на 43,53%, 57,00% и 72,34%. Для метода листовой обработки на варианте «Se 0,01%» отмечено уменьшение массы растения на 15,35%. Также выявлены различия в длине и диаметре корнеплодов: на варианте «Se 0,005%» длина уменьшается на 14,77%, а диаметр увеличивается на 13,77%; на варианте «Se 0,01%» оба показателя увеличиваются.

Сравнение моркови Витаминной 6 и свеклы Бордо 237 показало, что несмотря на идентичное количество хромосом, эти культуры имеют значительные генетические и биологические различия. Морковь характеризуется высоким содержанием бета-каротина и витаминов, тогда как свекла богата витаминами группы В и минералами. Применение методов биофортификации продемонстрировало различные эффекты на обе культуры. На варианте «Se 0,005%» для свеклы установлено увеличение массы растений и корнеплодов на 37,61% и 82,79%, а на варианте «Se 0,01%» — на 25,18% и 54,59%. Метод листовой обработки показал уменьшение массы растений и ботвы в обеих группах.

Abstract. Biometric indices and yield of table carrot and table beet Bordeaux 237 under biofortification with selenium solutions were studied. Statistically significant differences in the weight of plants, haulm and root crops at the main application of selenium compared to the control variant were established. There is a direct dependence of the increase of indicators on the concentration of solutions: in the Se 0.005 variant the mass of carrot plants, haulm and root crops increased by 41.79%, 36.85% and 34.13%, respectively, and in the Se 0.01 variant - by 43.53%, 57.00% and 72.34%. For leaf treatment method, 15.35% reduction in plant weight was observed in Se 0.01 variant. Differences in length and diameter of root crops were also revealed: on Se 0.005 variant the length decreases by 14.77% and the diameter increases by 13.77%; on Se 0.01 variant both indices increase.

Comparison of carrot vitamin 6 and beet Bordeaux 237 showed that despite the identical number of chromosomes, these crops have significant genetic and biological differences. Carrots are characterized by high levels of beta-carotene and vitamins, whereas beets are rich in B vitamins and minerals. The application of biofortification techniques showed different effects on both crops. Se 0.005 variant for beet was found to increase plant and root weight by 37.61% and 82.79%, while Se 0.01 variant showed 25.18% and 54.59% increase. The leaf treatment method showed a decrease in plant and haulm weight in both groups.

Ключевые слова: биофортификация, селен, корнеплоды, биометрия

Keywords: biofortification, selenium, root crops, biometrics

Селен (Se) является важным микроэлементом, играющим ключевую роль в поддержании нормального функционирования иммунной системы, щитовидной железы, системы защиты от окислительного стресса, нервной системы и ферментативной активности [1]. Низкие концентрации Se в почвах и сельскохозяйственных культурах широко распространены, что приводит к дефициту этого микроэлемента у населения [2]. Биодоступность селена в корнеплодах зависит от химической формы Se, типа корнеплодов и почвенных факторов. Органические формы селена, такие как селенометионин и селеноцистеин, обладают более высокой биодоступностью [3]. Например, биодоступность Se в рисе достигает 62-63 % [4], тогда как в пшенице она выше [5], чем в кукурузе [4].

По оценкам экспертов, в мире от дефицита Se страдают около 0,5-1 миллиарда человек (15 % населения). В Африке более 230 миллионов человек испытывают недостаток этого микроэлемента [6]. В России к селенодефицитным регионам относятся северные области, такие как Карелия, Республика Бурятия, Удмуртия и Забайкалье. В некоторых регионах страны дефицит Se также связан с повышенным содержанием экотоксикантов в окружающей среде (например, Челябинская, Кемеровская и Свердловская области) [7]. Однако распределение дефицита Se демонстрирует значительную пространственную изменчивость: в некоторых районах его отсутствие не фиксируется, тогда как в других регионах до 91 % населения может испытывать недостаток данного микроэлемента [8].

Существующие меры по обеспечению населения микроэлементами, такие как обогащение продуктов питания и добавки, имеют ограниченный охват. В этом контексте агрономическая биофортификация представляет собой перспективное дополнение к существующим стратегиям, особенно для сельского населения, занимающегося натуральным хозяйством, при условии наличия доступа к удобрениям [9]. Внесение гранулированного или смешанного Se в почву является более безопасным методом по сравнению с опрыскиванием посевов, хотя последний подход использовался в экспериментальных условиях [10].

Программа биофортификации Se в Финляндии, действующая с 1983 года, включает внесение селената в почву, что обеспечивает эффективное поглощение Se культурами и его накопление сельскохозяйственными культурами. Концентрация Se в зерне варьируется в зависимости от культуры и географических факторов и обычно колеблется от 0,01 до 2 мг/кг сухого веса; большинство образцов имеют концентрацию ниже 1 мг/кг [4]. Селеновые удобрения доказали свою эффективность в повышении уровня Se в зерне даже на почвах с низким содержанием этого микроэлемента. Агрономическая программа биофортификации Se в Финляндии привела к увеличению национального потребления Se в четыре раза и

удвоению концентрации Se в плазме крови человека, что позволило достичь рекомендованных уровней [10].

Целью настоящих исследований являлось изучение влияния различных приемов применения селенсодержащих удобрений на рост, развитие и массу растений столовой свеклы и моркови.

Материалы и методы исследований. В статье использованы данные биометрических измерений и массу растений столовой свёклы Бордо 237 и моркови Витаминной 6, выращенных на дерново-подзолистых почвах Юга Тюменской области. Микрополевой опыт проводился на научной базе Тюменского государственного университета «Озеро Кучак» в Нижнетавдинском районе Тюменской области. В начале мая 2023 года был заложен микрополевой опыт с целью изучения методов биофортификации. Опытный участок разделен на две части с целью оценки эффективности применения различных методов биофортификации: листовая биофортификация, заключающаяся в опрыскивании листьев растворами солей селена на стадии вегетации 6-8 листьев, и внесение растворов солей селена в почву перед посевом. Закладку опытов и их проведение выполнили в соответствии с Методикой полевого опыта (Доспехов, 1985). Полевой опыт был заложен в трехкратной повторности на делянках площадью 1 м² с систематическим чередованием каждого варианта и повторности. Селен вносили в форме растворов селенита натрия (Na₂SeO₃) в двух дозах: 24 кг/га и 12 кг/га (концентрация растворов составляла соответственно 0,01% и 0,005%). Уборку проводили в первой декаде сентября 2023 г.

Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам в программе Microsoft Excel.

Результаты исследований.

В ходе исследований биометрических показателей и масса растений моркови столовой при биофортификации разными методами были установлены отличия. Для основного внесения статистически значимые различия были отмечены для исследуемых вариантов по сравнению с контрольным вариантом в отношении массы растения, ботвы и корнеплодов. При основном внесении растворов солей селена установлена прямая зависимость увеличения показателей массы растения, ботвы и корнеплодов от концентрации растворов.

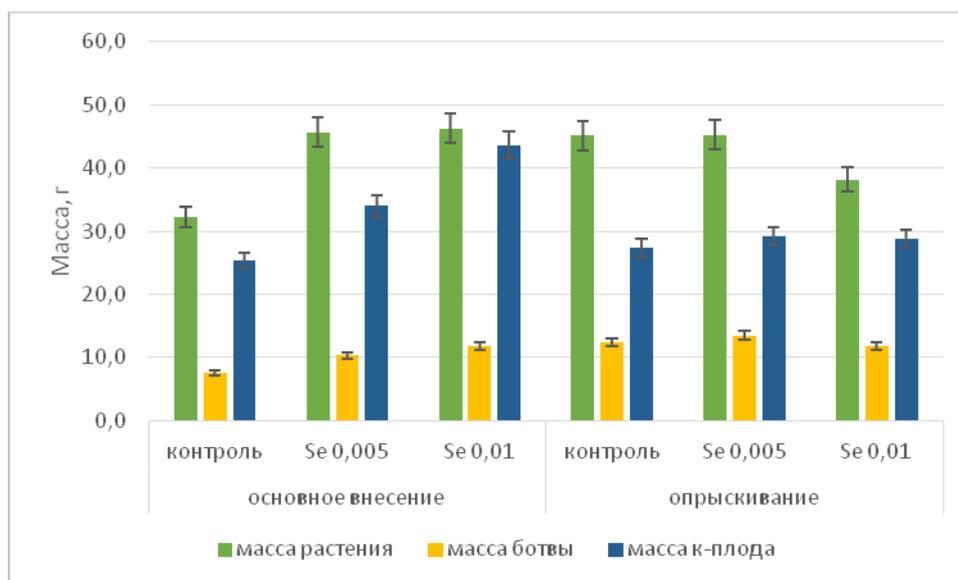


Рис. 1. Влияние разных приемов биофортификации селеном на массу растений моркови Витаминной 6

На варианте с «Se 0,005%» масса растения, ботвы и корнеплодов увеличивается на 41,79%, 36,85% и 34,13% соответственно. На варианте «Se 0,01%» данные показатели увеличиваются на 43,53%, 57,00% и 72,34% соответственно относительно контроля. Для метода листовой обработки статистически значимые различия были отмечены на варианте «Se 0,01%» по массе растения в сторону уменьшения на 15,35% относительно контроля, по остальным показателям различия не достоверны (Рис. 1).

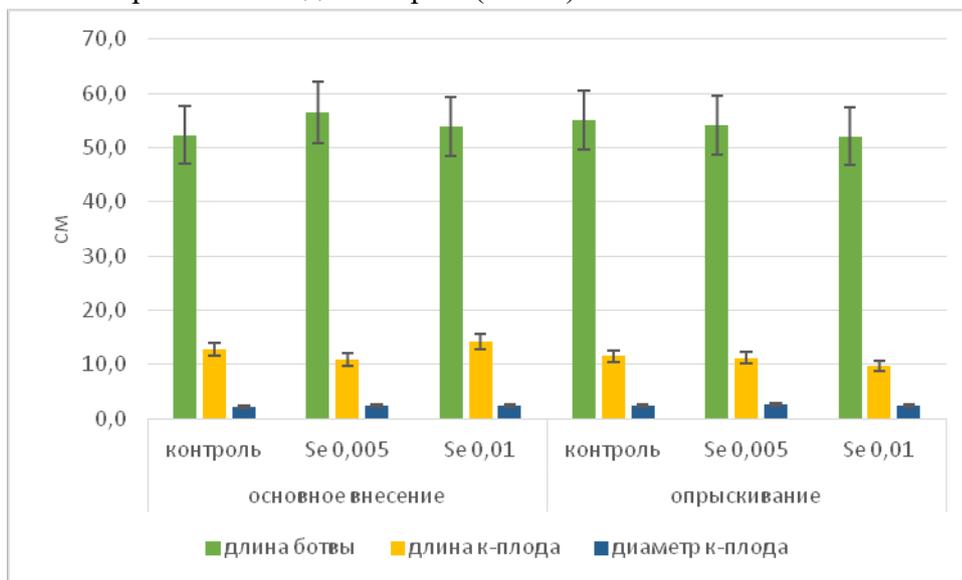


Рис. 2. Влияние разных приемов биофортификации селеном на биометрические показатели моркови Витаминной 6

Для метода основного внесения статистически значимые различия были отмечены для исследуемых вариантов по сравнению с контрольным вариантом в отношении длины и диаметра корнеплодов моркови. На варианте «Se 0,005%» отмечено уменьшение длины корнеплодов на 14,77% и увеличение диаметра корнеплодов на 13,77%, на варианте «Se 0,01%» установлено увеличение этих же показателей на 10,93% и 14,38% соответственно относительно контрольного варианта. Для метода листовой обработки статистически значимые различия были отмечены на варианте «Se 0,01%» по длине корнеплодов в сторону уменьшения на 16,02% относительно контроля, по остальным показателям различия статистически не достоверны (Рис. 2).

Сравнивая два исследуемых метода биофортификации можно отметить, что метод основного внесения в отношении моркови Витаминной 6 более эффективен, чем метод листовой обработки. Отмечается стимулирующий эффект по исследуемым показателям при биофортификации основным внесением, тогда как при биофортификации листовой обработкой наблюдается тенденция к угнетению некоторых показателей.

Морковь Витаминная 6 и свекла столовая Бордо 237 имеют значительные генетические и биологические различия. Несмотря на идентичное количество хромосом ($2n = 18$), эти корнеплоды имеют различную структуру геномов и содержание генов, что обуславливает их уникальные характеристики. С точки зрения биологии, морковь Витаминная 6 и свекла Бордо 237 демонстрируют различия в химическом составе и условиях роста. Морковь Витаминная 6 характеризуется высоким содержанием бета-каротина,

который является предшественником витамина А, а также витаминов С и К, а также клетчатки. В свою очередь, свекла Бордо 237 отличается богатым содержанием витаминов группы В, в частности фолиевой кислоты, а также минералов, таких как железо и магний, и антиоксидантов, включая бетанин. Учитывая биологические и генетические различия корнеплодов, ожидалось, что применение методов биофортификации будет иметь различные эффекты на каждый из этих корнеплодов.

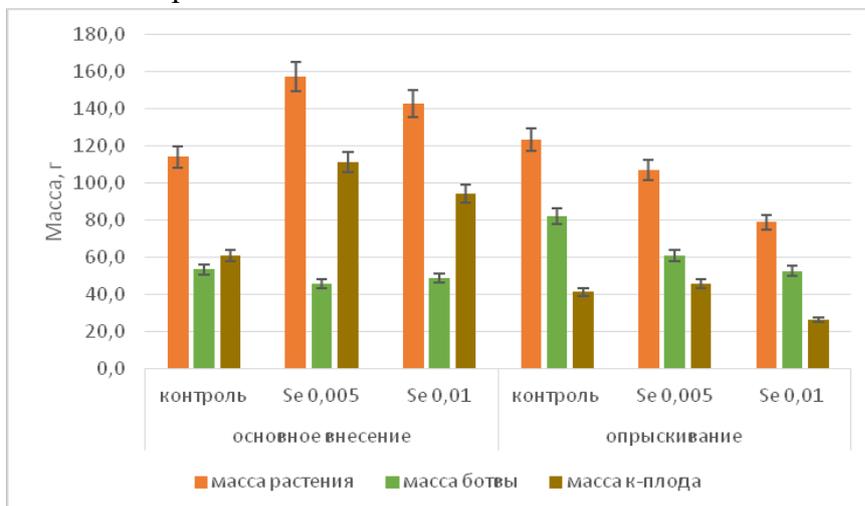


Рис. 3. Влияние разных приемов биофортификации селеном на массу растений свеклы Бордо 237

Для основного внесения на варианте «Se 0,005%» были установлены различия по массе растений и корнеплодов в сторону увеличения на 37,61% и 82,79% и уменьшение массы ботвы на 14,06% относительно контрольного варианта. На варианте «Se 0,01%» отмечено увеличение массы растений и корнеплодов на 25,18% и 54,59% соответственно. Для метода листовой обработки статистически значимые различия были отмечены по массе растений и ботвы на обоих исследуемых вариантах в сторону уменьшения на относительно контроля. В группе Se 0,005 на 13,28% и 25,67%, в группе Se 0,01 36,06% и 35,84% соответственно относительно контрольной группы. По массе корнеплодов в исследуемых группах имеются различия, в группе Se 0,005 увеличение этого показателя на 10,90%, тогда как в группе Se 0,01 уменьшение этого показателя на 36,32% (Рис. 3).

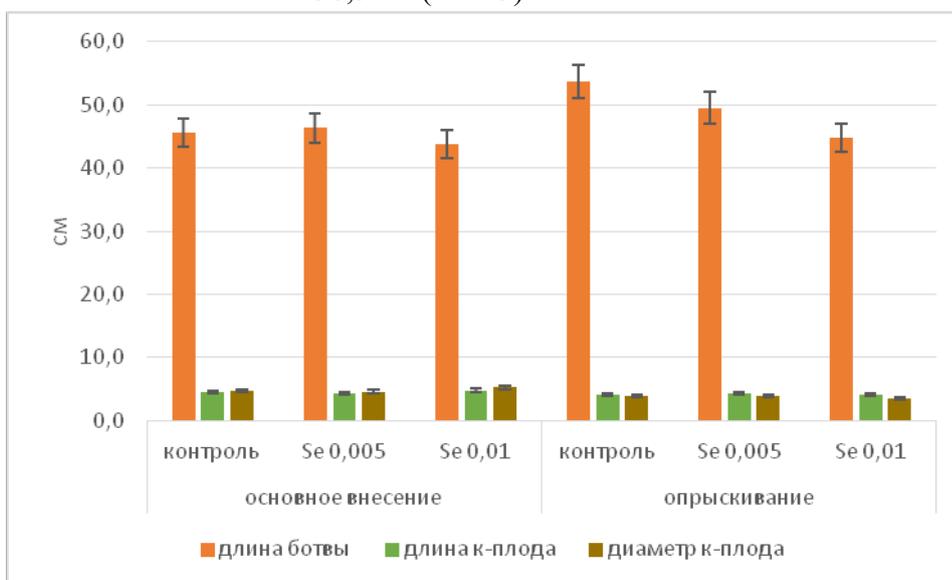


Рис. 4. Влияние разных приемов биофортификации селеном на биометрические показатели свеклы Бордо 237

Для метода основного внесения статистически значимые различия были отмечены только по диаметру корнеплодов на варианте «Se 0,01%» в сторону увеличения на 10,36%, тогда как по остальным показателям различия не достоверны. Для биофортификации методом листовой обработки различия были отмечены только в группе Se 0,01 по длине ботвы и диаметру корнеплодов в сторону уменьшения на 16,53% и 12,12% соответственно относительно контрольной группы (Рис. 4).

Сравнивая два исследуемых метода биофортификации в отношении свеклы столовой Бордо 237 можно сказать, что биофортификация растворами солей селена методом основного внесения более эффективна, чем метод листовой обработки. Отмечается стимулирующий эффект по исследуемым показателям при основном внесении, тогда как при некорневой обработке наблюдается снижение исследуемых показателей.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Влияние биофортификации на морковь:

- Основное внесение растворов селена (Se) положительно сказывается на массе растения, ботвы и корнеплодов моркови. На варианте «Se 0,01%» наблюдается максимальное увеличение показателей: масса растения увеличивается на 43,53%, масса ботвы — на 57,00%, а масса корнеплодов — на 72,34% относительно контроля.

- Для метода некорневой обработки на варианте «Se 0,01%» отмечено уменьшение массы растения на 15,35% относительно контроля, в то время как по остальным показателям различия не являются статистически значимыми.

- При основном внесении растворов соли Se наблюдаются статистически значимые изменения в длине и диаметре корнеплодов. На варианте «Se 0,005%» длина корнеплодов уменьшается на 14,77%, но диаметр увеличивается на 13,77%. На варианте «Se 0,01%» оба показателя увеличиваются.

2. Сравнение с свеклой: Свекла столовая Бордо 237 демонстрирует различные реакции на биофортификацию по сравнению с морковью: отмечается увеличение массы корнеплодов на варианте «Se 0,005%» на 82,79% и уменьшение массы ботвы на 14,06%. На варианте «Se 0,01%» отмечается увеличение массы корнеплодов на 54,59%.

Общие выводы: Биофортификация с использованием соединений селена (в частности, селенита натрия) оказывает заметное влияние на массу растений и биометрические показатели как моркови, так и свеклы. Однако результаты варьируются в зависимости от метода применения (основное внесение или листовая обработка) и дозы селена и биологических особенностей культуры.

Библиографический список

1. Rayman MP. The importance of selenium to human health // Lancet. - 2000 - Vol. 356(9225). – Pp 233-41. doi: 10.1016/S0140-6736(00)02490-9.
2. Katarina Sunic, Valentina Spanic. Genetic Biofortification of Winter Wheat with Selenium (Se)// Plants - 2024 - Vol. 13(1816) doi: 10.3390/plants13131816
3. Dinh, Q. T. et al. Bioavailability of selenium in soil-plant system and a regulatory approach/Gerrad D. Jones, Boris Droz, Peter Greve, Pia Gottschalk, Deyan Poffet, Steve P.

McGrath, Sonia I. Seneviratne, Pete Smith, and Lenny H. E. Winkel// *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. -2016 -Vol. 49(6). - Pp. 443–517. doi: 10.1080/10643389.2018.1550987

4. Kaur N. et al. Selenium in agriculture: a nutrient or contaminant for crops/ Kaur, N., Sharma, S., Kaur, S., & Nayyar, H.// *Arch Agron Soil Sci*. - 2013 - Vol. 60(12). - Pp 1593–1624 doi: 10.1080/03650340.2014.918258

5. Синдирева А. В., Мангутова А К., Швец Е С ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНИТА И СЕЛЕНАТА НАТРИЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ // *Проблемы региональной экологии*. - 2023. - №6. - С 87-95. DOI: 10.24412/1728-323X-2023-6-87-95

6. Khanam, A & Platel, K Bioavailability and bioactivity of selenium from wheat (*Triticum aestivum*), maize (*Zea mays*), and pearl millet (*Pennisetum glaucum*), in selenium-deficient rats// *J Agric Food Chem* - 2019 -Vol.67. - Pp 6366–6376 DOI: 10.1021/acs.jafc.9b02614

7. Чувашкина, М. С. Селенодефицит в Российской Федерации и мире / М. С. Чувашкина, Н. Ю. Русецкая // *Week of Russian science (WeRuS-2023)* : Сборник материалов XII Всероссийской недели науки с международным участием, посвященной Году педагога и наставника, Саратов, 18–21 апреля 2023 года / Редколлегия: Н.А. Наволокин, А.М. Мыльников, А.С. Федонников. – Саратов: Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского, - 2023. – С. 244-246.

8. Gashu D et al. Spatial variation of human selenium in Ethiopia./Dawd Gashu, Grace S. Marquis, Karim Bougma & Barbara J. Stoecker // *Biol Trace Elem Res* - 2019 - Vol. 189. - Pp 354–360 doi: 10.1007/s12011-018-1489-5

9. Birol E et al. Developing country consumers' acceptance of biofortified foods: a synthesis./ Ekin Birol, J. V. Meenakshi, Adewale Oparinde, Salomon Perez & Keith Tomlins // *Food Secur* - 2015 - Vol. 7 - Pp 555–568 doi: 10.1007/s12571-015-0464-7

10. Ros G et al. Selenium fertilization strategies for bio-fortification of food: an agro-ecosystem approach./ G. H. Ros, A. M. D. van Rotterdam, D. W. Bussink & P. S. Bindraban // *Plant Soil* -2016 - Vol. 404. - Pp 99–112 doi: 10.1007/s11104-016-2830-4

11. Liyons, G. Biofortification of cereal with foliar selenium and iodine could reduce hypothyroidism. *Front Plant Sci* - 2018 - Vol. 9. Pp 1–7 doi: 10.3389/fpls.2018.00730

References

1. Rayman MP. The importance of selenium to human health // *Lancet*. - 2000 - Vol. 356(9225). – Pp 233-41. doi: 10.1016/S0140-6736(00)02490-9.

2. Katarina Sunic, Valentina Spanic. Genetic Biofortification of Winter Wheat with Selenium (Se)// *Plants* - 2024 - Vol. 13(1816) doi: 10.3390/plants13131816

3. Dinh, Q. T. et al. Bioavailability of selenium in soil-plant system and a regulatory approach/Gerrad D. Jones, Boris Droz, Peter Greve, Pia Gottschalk, Deyan Poffet, Steve P. McGrath, Sonia I. Seneviratne, Pete Smith, and Lenny H. E. Winkel// *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. -2016 -Vol. 49(6). - Pp. 443–517. doi: 10.1080/10643389.2018.1550987

4. Kaur N. et al. Selenium in agriculture: a nutrient or contaminant for crops/ Kaur, N., Sharma, S., Kaur, S., & Nayyar, H.// *Arch Agron Soil Sci*. - 2013 - Vol. 60(12). - Pp 1593–1624 doi: 10.1080/03650340.2014.918258

5. A V. Sindireva, A K. Mangutova, E S. Shvets Vliyanie Selenita i Selenata natriya na rost i razvitie rasteniy // Problemy regionalnoy ekologii. - 2023. - №6. - Pp 87-95. DOI: 10.24412/1728-323X-2023-6-87-95

6. Khanam, A & Platel, K Bioavailability and bioactivity of selenium from wheat (*Triticum aestivum*), maize (*Zea mays*), and pearl millet (*Pennisetum glaucum*), in selenium-deficient rats// J Agric Food Chem - 2019 -Vol.67. - Pp 6366–6376 DOI: 10.1021/acs.jafc.9b02614

7. Chuvashkina, M. S. Selenodefitsit v Rossiyskoy Federatsii i mire / M. S. Chuvashkina, N. Yu. Rusetskaya // Week of Russian science (WeRuS-2023) : Sbornik materialov KhII Vserossiyskoy nedeli nauki s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy Godu pedagoga i nastavnika, Saratov, 18–21 aprelya 2023 goda / Redkollegiya: N.A. Navolokin, A.M. Mylnikov, A.S. Fedonnikov. – Saratov: Saratovskiy gosudarstvennyy meditsinskiy universitet imeni V.I. Razumovskogo, - 2023. – Pp. 244-246.

8. Gashu D et al. Spatial variation of human selenium in Ethiopia./Dawd Gashu, Grace S. Marquis, Karim Bougma & Barbara J. Stoecker // Biol Trace Elem Res - 2019 - Vol. 189. - Pp 354–360 doi: 10.1007/s12011-018-1489-5

9. Birol E et al. Developing country consumers' acceptance of biofortified foods: a synthesis./ Ekin Birol, J. V. Meenakshi, Adewale Oparinde, Salomon Perez & Keith Tomlins // Food Secur - 2015 - Vol. 7 - Pp 555–568 doi: 10.1007/s12571-015-0464-7

10. Ros G et al. Selenium fertilization strategies for bio-fortification of food: an agro-ecosystem approach./ G. H. Ros, A. M. D. van Rotterdam, D. W. Bussink & P. S. Bindraban // Plant Soil -2016 - Vol. 404. - Pp 99–112 doi: 10.1007/s11104-016-2830-4

11. Liyons, G. Biofortification of cereal with foliar selenium and iodine could reduce hypothyroidism. Front Plant Sci - 2018 - Vol. 9. Pp 1–7 doi: 10.3389/fpls.2018.00730

Контактная информация:

Синдирева Анна Владимировна

заведующая кафедрой геоэкологии и природопользования ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет

e-mail: a.v.sindireva@utmn.ru

Мангутова Анна Константиновна

ассистент кафедры геоэкологии и природопользования ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет

e-mail: a.k.mangutova@utmn.ru

Косолапов Радмир Маратович

студент кафедры геоэкологии и природопользования ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет

e-mail: stud0000265202@utmn.ru

Contact information:

Anna Vladimirovna Sindireva

Head of the Department of Geoecology and Nature Management, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education Tyumen State University

e-mail: a.v.sindireva@utmn.ru

Anna Konstantinovna Mangutova

Assistant of the Department of Geoecology and Nature Management FGAOU VO Tyumen
State University

e-mail: a.k.mangutova@utmn.ru

Radmir Maratovich Kosolapov

student of the Department of Geoecology and Nature Management, FGAOU VO Tyumen
State University

e-mail: stud0000265202@utmn.ru

Солодягина Анна Викторовна, младший научный сотрудник, Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

Виноградов Дмитрий Валериевич, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО РГАТУ, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

Повышение урожайности сои в условиях Рязанской области Increasing soybean yield in the Ryazan region

Аннотация. В статье представлены результаты исследований на культуре соя с применением органоминерального удобрения «Райкат Старт» и микробиологического удобрения «Нитрагин КМ». Объект исследования – очень скороспелый сорт Касатка и раннеспелый сорт Снежана. Цель исследований - изучить влияние органоминерального удобрения на развитие растений и урожайность сои. По итогам испытания в 2023-2024 гг. отмечена сортовая реакция на обработку органоминеральным удобрением Райкат Старт. У сорта Касатка отмечена тенденция к повышению урожайности при применении препаратов «Нитрагин КМ» и «Райкат Старт». У сорта Светлая при предпосевной обработке семян препаратом «Райкат Старт», по результатам дисперсионного анализа, отмечена достоверная прибавка урожайности относительно контрольного варианта. Прибавка урожая получена за счет увеличения количества семян на 1 растении и массы 1000 семян, а также достоверного увеличения массы семян с растения.

Annotation. The article presents the results of research on soybean culture using organic mineral fertilizer "Raikat Start" and microbiological fertilizer "Nitragin KM". The object of the study is a very precocious variety of Killer whale and an early-maturing variety of Snezhana. The purpose of the research is to study the effect of organomineral fertilizers on plant development and soybean yield. According to the results of the 2023-2024 test, a varietal reaction to the treatment with the Raikat Start organomineral fertilizer was noted. The Kasatka variety has a tendency to increase yields when using the drugs "Nitragin KM" and "Raikat Start". In the Svetly variety, during pre-sowing seed treatment with the Raikat Start preparation, according to the results of the dispersion analysis, a significant increase in yield relative to the control variant was noted. The increase in yield was obtained by increasing the number of seeds per 1 plant and the weight of 1000 seeds, as well as a significant increase in the mass of seeds per plant.

Ключевые слова. Соя, инокулянт, органоминеральное удобрение, урожайность, структура урожая, Рязанская область

Keywords. Soy, inoculant, organomineral fertilizer, yield, crop structure, Ryazan region

Актуальность темы

Соя (*Glycine max* (L.) Merr.) является универсальной и высокоэффективной масличной и белковой культурой, обладающей значительным стратегическим значением для нашей страны [6, С. 16]. В последние годы в России наблюдается заметное увеличение площадей, отведенных под сою, в частности и на территории Рязанской области [2, С. 1009].

Современные агротехнологии должны включать в себя элементы, способные повышать стрессоустойчивость и адаптивность растений. Это достигается несколькими способами: в первую очередь генетическим, то есть правильно подобранным сортом [5, С. 82], а также технологическим – оптимизацией роста растений путем выбора наиболее подходящего предшественника, способа обработки почвы, применения различных форм и видов удобрений, а также защитными мероприятиями [7, С. 7].

Одним из перспективных направлений увеличения урожайности сельскохозяйственных культур является использование органоминеральных удобрений. Это универсальные регуляторы, которые обладают широким спектром возможностей и особенностей [3, С. 12].

Обработка семян перед посевом является первым шагом в современной технологии реализации максимального потенциала культуры. Она проводится для стимулирования прорастания семян, всхожести растений и увеличения урожайности [4, С. 25-26]. Этот агроприем является самым малозатратным вложением производителя продукции для улучшения итогового результата.

Цель исследований – изучить влияние органоминерального удобрения на развитие растений и урожайность сои.

Материалы и методы

Объект исследования – сорта сои северного экотипа селекции ФГБНУ ФНАЦ ВИМ: очень скороспелый сорт Касатка и раннеспелый сорт Снежана [1, С. 62]. Для обработки семян использовали микробиологический препарат «Нитрагин КМ» (эталон) и органоминеральное удобрение «Райкат старт».

Райкат Старт Germination - жидкое органоминеральное удобрение, производимое на основе экстракта морских водорослей с содержанием активных аминокислот, полисахаридов, цитокининов, сбалансированных по составу макро- и микроэлементов.

Полевые опыты проведены на опытном поле в отделе селекции и первичного семеноводства ИСА-филиала ФГБНУ ФНАЦ ВИМ. Почва опытного участка темно-серая лесная, тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу. Реакция почвенного раствора - рН_{сол.} 5,25, содержание гумуса (по Тюрину) – 5,3%. Предшественник – соя. Опыты проведены по инновационной технологии возделывания сои для хозяйств Рязанской области. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема полевого опыта, 2023-2024 гг.

Вариант		Препарат
Сорта: Касатка и Снежана		
1.	Контроль	Без обработки
2.	Эталон	Нитрагин КМ – 80 г/га норму
3.	Органоминеральное удобрение	Райкат старт - 0,5 л/т

Повторность в опытах 4-х кратная, размещение вариантов систематическое, площадь делянки 26 м², учетная площадь делянки – 18 м².

Фенологические наблюдения, учет густоты стояния растений, урожайности и ее структуры проводятся согласно методике государственного сортоиспытания

сельскохозяйственных культур (1989), "Международного классификатора сои СЭВ"(1990). Посевные качества семян (всхожесть и энергия прорастания) по ГОСТ 12038-84 (Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести); массу 1000 семян по ГОСТ 12042-80 (Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян). Статистическую обработку урожайных данных – методом дисперсионного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову (1985). Математическая обработка данных проводилась с помощью Microsoft Excel. Учет урожая - методом сплошного обмолота растений с учетной части делянки комбайном «Сампо 130». Одновременно с взвешиванием делянок отбираем пробы семян на определение их влажности. С учетом влажности вносится поправка на величину урожая семян с делянки. В лабораторных условиях – определение массы 1000 семян и всхожести семян.

Метеоусловия. За вегетационный период 2023 года ГТК составил 0,50. В первой декаде июля, когда наступила фаза цветения, отмечалась жаркая и сухая погода: среднесуточная температура воздуха была на 2,6 – 4,6 °С выше среднегодовых значений, ГТК-0,8. Однако в III декаде июля на фоне оптимальной температуры воздуха выпало двукратное количество осадков, что положительно сказалось на формировании бобов и наливе семян. В августе превышение среднесуточной температуры воздуха было на 3,7-7,3 °С, дневная максимальная температура достигала +32,5 °С на фоне недостатка влаги: за месяц осадков выпало только 38,3 % от среднегодовых.

В 2024 году погодные условия мая не способствовали посеву сои в оптимальные сроки, поэтому его провели в конце III декады мая (28-29 мая), полные всходы отмечены 5 июня. В целом, благодаря сохраненной в почве влаге и допустимой температуре воздуха, отсутствие атмосферных осадков не отразилось отрицательно на всхожести семян. В первой декаде июля, когда наступила фаза цветения у скороспелых и раннеспелых сортов сои, отмечалась жаркая погода с превышением среднесуточной температуры воздуха на 6,8–8,1 °С, ГТК составил 1,3. Однако на фоне повышенных температур в I-II декадах июля выпало повышенное количество осадков (37,6-49,2 мм), что положительно сказалось на формировании бобов и наливе семян.

В августе превышение среднесуточной температуры воздуха было на 3,3-8,6 °С на фоне недостатка влаги: осадки выпали только в первой декаде месяца, за месяц осадков выпало только 3,5 % от среднегодовых значений, уборка проходила при благоприятных погодных условиях при влажности зерна 8,1 % - 10,4 %.

Результаты исследований

Подсчет густоты стояния растений в фазу полные всходы на вариантах опыта выявил различия как по сортам, так и по вариантам. У сорта Касатка превышения густоты стояния растений в вариантах опыта относительно контроля и эталона не отмечено. У сорта Снежана в варианте с применением препарата Райкат Старт отмечено достоверное превышение густоты стояния растений в вариантах опыта относительно контроля. Самым низким показателем полевой всхожести был у контроля. Применение в предпосевной обработке препарата Райкат старт обеспечивало опережающее развитие корневой системы растений, способствовало повышению всхожести семян на 4 %.

При созревании проведены измерения наиболее важных количественных признаков, таких как: высота растений, высота прикрепления нижних бобов, число продуктивных узлов, число ветвей, бобов и семян на растении, масса семян с 1 растения (таблица 2).

У сорта Касатка в варианте 3, по результатам дисперсионного анализа, отмечено снижение высоты растений относительно контроля и эталона. Высота прикрепления нижнего боба отмечена на уровне контроля, но ниже, чем у эталона. Также в варианте 3 отмечено достоверное снижение количества продуктивных узлов в целом на растении относительно эталона. В среднем за два года исследований, максимальное количество бобов и семян на одном растении отмечено на контрольном варианте. Количество семян в бобе является наследуемым признаком и имеет наименьшую изменчивость по годам ($V=9\%$), наибольшее число семян в бобе отмечено в варианте с обработкой семян препаратом Райкат Старт. По массе 1000 семян отмечено достоверное превышение в варианте 3 над контролем и эталоном у сорта Касатка.

У сорта Светлая отмечается следующая тенденция: отмечено достоверное превышение высоты растения относительно контроля отмечено при предпосевной обработке семян препаратом Райкат Старт и Нитрагин КМ.0

Таблица 2

Урожайность и структура урожая сортов сои, среднее за 2023-2024 гг.

Вариант	Урожайность, т/га	Высота, см		Количество на растении, шт.			Масса, г		
		растения	прикрепления нижнего боба	продуктивных узлов всего	бобов	семян	семян с растения	1000 семян	
Сорт Касатка									
1.	Контроль	1,77	45	7,8	9,3	16,6	31,6	4,9	155
2.	Эталон	1,82	47	8,7*	9,8	15,9	29,4	4,8	163*
3.	Органоминеральное удобрение	1,83	41	7,8	9,1	13,6	28,5	4,9	171*
НСР ₀₅		0,12	2,47	0,73	0,6	0,68	1,65	0,29	3,86
Сорт Снежана									
1.	Контроль	1,60	42	7,1	8,2	14,8	29,8	4,5	151
2.	Эталон	1,63	47*	8,9*	9,4*	14,7	30,9	4,5	146
3.	Органоминеральное удобрение	1,76*	47*	10,8*	9,8*	15,2	30,7	4,7*	153
НСР ₀₅ , взаимодействия АВ		0,09	1,92	0,85	0,57	0,85	1,27	0,16	3,52

При применении препарата Райкат Старт отмечается достоверное увеличение высоты прикрепления нижнего боба отмечено относительно контроля и эталона. У сорта Светлая в варианте 3 отмечено превышение над эталоном и достоверная прибавка над контролем по количеству продуктивных узлов, а также превышение над контролем и эталоном по массе семян с 1 растения. Превышение над контролем и достоверное превышение над эталоном по массе 1000 семян.

В целом, у сортов Касатка и Светлая, урожайность в вариантах опыта была выше, чем на контроле и эталонном варианте.

В опыте с сортом Касатка отмечена тенденция к повышению урожайности при обработке препаратами (вариант 2 и 3) в сравнении с контролем (в пределах ошибки). По результатам дисперсионного анализа, увеличение урожайности происходит в результате увеличения количества растений на гектаре и повышенной массы 1000 семян. У сорта Светлая, по результатам дисперсионного анализа, достоверная прибавка урожайности в

сравнении с контролем (без обработки) отмечена у варианта с применением препарат Райкат Старт.

Превышение над контролем составило 0,16 т/га, над эталоном – 0,13 т/га. По результатам дисперсионного анализа, она сформировалась за счет достоверного увеличения массы семян с 1 растения и повышенной массы 1000 семян.

Выводы

По итогам испытания в 2023-2024 гг. отмечена сортовая реакция на обработку семян органоминеральным удобрением «Райкат Старт» и микробиологическим удобрением «Нитрагин КМ». У сорта Касатка отмечена тенденция к повышению урожайности при применении препаратов «Нитрагин КМ» и «Райкат Старт». У сорта Светлая при предпосевной обработке семян препаратом «Райкат Старт», по результатам дисперсионного анализа, отмечена достоверная прибавка урожайности относительно контрольного варианта. Прибавка урожая получена за счет увеличения количества семян на 1 растении и массы 1000 семян, а также достоверного увеличения массы семян с растения.

Библиографический список

1. Гуреева, Е.В. Оценка сортов сои мировой коллекции в условиях Центрального Нечерноземья по признаку «масса семян с одного растения» / Е.В. Гуреева, А.В. Солодягина // Зерновое хозяйство России.- 2024. – Т. 16, № 2. – С. 62-66.
2. Gureeva, E.V. Remote monitoring of chlorophyll content in soybean crops in the conditions of the Ryazan region / E.V. Gureeva, O.V. Levakova // В сборнике: II International Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (СІВТА-II-2023). Les Ulis Cedex A, France, 2023. С. 1090.
3. Евсенина, М. В. Эффективность применения регулятора роста в технологии производства гороха и сои / М. В. Евсенина, Д. В. Виноградов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1. – С. 9-15.
4. Зубкова, Т.В. Технология хранения и переработки зерновых, зернобобовых и масличных культур / Т. В. Зубкова, Д. В. Виноградов // Учебное пособие. – Елец: ЕГУ, 2023. – 168 с.
5. Левакова, О.В. Сортовые особенности формирования продуктивности ячменя сорта Рафаэль при разной норме высева / О.В. Левакова // Аграрная наука. – 2023. – № 2. – С.82-86.
6. Синеговский, М.О. Соя как инструмент компенсации дефицита белка (исторический аспект) / М.О. Синеговский // Агронаука. - 2024. - Том 2. - № 1. - С. 16–22.
7. Тычинская, И.А. Влияние препаратов Биоклад и Вермикс на элементы продуктивности, урожайность и качественные показатели ярового ячменя / И.А. Тычинская, А.А. Зеленов, Е.Н. Мерцалов, Е.С. Михалева // Земледелие. – 2021. - № 4. – С. 7-10.

References

1. Gureeva, E.V. Ocenka sortov soi mirovoj kollekcii v usloviyax Central`nogo Nечernozem`ya po priznaku «massa semyan s odnogo rasteniya» / E.V. Gureeva, A.V. Solodyagina // Zernovoe hozyajstvo Rossii.- 2024. – Т. 16, № 2. – S. 62-66.
2. Gureeva, E.V. Remote monitoring of chlorophyll content in soybean crops in the conditions of the Ryazan region / E.V. Gureeva, O.V. Levakova // V sbornike: II International

Conference on Current Issues of Breeding, Technology and Processing of Agricultural Crops, and Environment (CIBTA-II-2023). Les Ulis Cedex A, France, 2023. S. 1090.

3. Evsenina, M. V. E`ffektivnost` primeneniya regulatora rosta v texnologii proizvodstva goroxa i soi / M. V. Evsenina, D. V. Vinogradov // Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii. – 2023. – № 1. – S. 9-15.

4. Zubkova, T.V. Texnologiya xraneniya i pererabotki zernovy`x, zernobobovy`x i maslichny`x kul`tur / T. V. Zubkova, D. V. Vinogradov // Uchebnoe posobie. – Elec: EGU, 2023. – 168 s.

5. Levakova, O.V. Sortovy`e osobennosti formirovaniya produktivnosti yachmenya sorta Rafeal` pri raznoj norme vy`seva / O.V. Levakova // Agrarnaya nauka. – 2023. – № 2. – S.82-86.

6. Sinegovskij, M.O. Soya kak instrument kompensacii deficita belka (istoricheskij aspekt) / M.O. Sinegovskij // Agronauka. - 2024. - Tom 2. - № 1. - S. 16–22.

7. Ty`chinskaya, I.A. Vliyanie preparatov Bioklad i Vermiks na e`lementy` produktivnosti, urozhajnost` i kachestvenny`e pokazateli yarovogo yachmenya / I.A. Ty`chinskaya, A.A. Zelenov, E.N. Merczalov, E.S. Mixaleva // Zemledelie. – 2021. - № 4. – S. 7-10.

Контактная информация:

Солодягина Анна Викторовна, младший научный сотрудник, Институт семеноводства и агротехнологий — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»

E-mail: solodyagina.ana@yandex.ru

Виноградов Дмитрий Валериевич, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО РГАТУ, Институт семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

Contact information:

Solodyagina Anna Viktorovna, Junior Researcher, Institute of Seed Production and Agrotechnologies — branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM"

E-mail: solodyagina.ana@yandex.ru

Vinogradov Dmitry Valerievich^{1,2}, Doctor of Biological Sciences, Professor, FGBOU IN RGATU, Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of FSBI FNAC VI

Тоболова Галина Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Фомина Валерия Сергеевна, студент группы Б-ААЭ-О-21-1, Агротехнологического института ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья

Анализ влияния азотных удобрений на количественные показатели катионов яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская 31

Analysis of the influence of nitrogen fertilizers on the quantitative indicators of cations of spring soft wheat variety Novosibirskaya 31

Аннотация. В статье приведены результаты исследования зерна яровой мягкой пшеницы сорта Новосибирская 31 с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». Обнаружено высокое содержание катионов калия K^+ (2245-2530 единиц). На втором месте – Ca^+ , третьем – NH_4^+ , четвертом – Mg^+ . Показано, что в варианте с применением минеральных удобрений массовая доля катионов была выше от 10 единиц у Mg^+ до 285 единиц у K^+ . Внесение аммиачной селитры незначительно увеличило содержание катионов в зерне.

Аннотация. The article presents the results of a study of spring soft wheat grain of the Novosibirskaya 31 variety using the Kapel capillary electrophoresis system. A high content of potassium cations K^+ (2245-2530 units) was detected. In second place is Ca^+ , third is NH_4^+ , and fourth is Mg^+ . It was shown that in the variant with the use of mineral fertilizers, the mass fraction of cations was higher from 10 units for Mg^+ to 285 units for K^+ . The application of ammonium nitrate slightly increased the cation content in grain.

Ключевые слова: азотные удобрения, пшеница, сорт, катионы, капиллярный электрофорез

Keywords: nitrogen fertilizers, wheat, variety, cations, capillary electrophoresis

Зерновые культуры в мировом производстве имеют большой удельный вес. В Тюменской области пшеница в структуре посевных площадей занимает до 75 % пашни. В местных условиях получение высококачественных семян часто сопряжено со сложными климатическими условиями [1].

Химический состав зерновки пшеницы имеет ключевое значение для сельского хозяйства, пищевой промышленности и здоровья человека. Пшеница является важнейшим источником углеводов, белков, витаминов и минералов в рационе многих людей по всему миру. Основными компонентами зерна являются крахмал, белки, клетчатка, жиры, витамины группы В и минералы, такие как железо и магний. Содержание белка в зерне пшеницы варьирует от 8% до 15% и зависит от многих факторов, таких как сортовые особенности, климатические условия и агрохимическое обеспечение [2]. Высокое содержание белка обычно ассоциируется с качественными сортами пшеницы, подходящими для хлебопечения.

Белок семян пшеницы содержит две категории: не проламины, включая альбумины и глобулины; и проламины, включая мономерные глиадины и полимерные глютенины. Последние представляют собой запасные белки, которые накапливаются в органеллах эндосперма во время развития семян пшеницы [3].

В настоящее время одним из наиболее чувствительных и информативных методов физико-химического анализа состава субстанции является метод капиллярного электрофореза, позволяющий с высокой точностью измерять концентрации водорастворимых компонентов: анионов, катионов, широкого спектра органических молекул. Типичный предел обнаружения составляет 10^{-8} - 10^{-7} М. Метод капиллярного электрофореза используется для анализа почв, контроля качества и в частности, качества сельскохозяйственной продукции [4, 5, 6].

В основе метода лежат такие электрокинетические явления как электромиграция заряженных частиц и электроосмос, которые возникают в растворах при помещении их в электрическое поле высокого напряжения. В том случае если раствор находится в тонком кварцевом капилляре, а электрическое поле, наложенное вдоль капилляра, то в нем возникает движение заряженных частиц и пассивный поток жидкости. В пробе происходит разделение на индивидуальные компоненты, которые начинают двигаться с разной скоростью, зависящей от заряда и массы. Достигая зоны детектирования в разное время, компоненты отражаются на электрофонограмме. Последовательность пиков является качественной характеристикой, а высота и площадь пика характеризует количественный состав компонента [7, 8].

Цель исследований. В связи с этим целью наших исследований было изучение влияния азотных удобрений на качественные показатели массовой доли катионов в зерне мягкой яровой пшеницы Новосибирская 31.

Методика и методы. Полевые исследования проводили на полях учебно-опытного хозяйства ГАУ Северного Зауралья в 2022-2023 гг. Почвенный профиль представляет собой глинистые и тяжелосуглинистые серые лесные и выщелоченные черноземные почвы⁴. Для исследования был взят сорт мягкой пшеницы Новосибирская 31, выращенный на двух фонах. Первый вариант – без удобрений, второй вариант – внесение аммиачной селитры с нормой 303 кг/га. Сорт Новосибирская 31 был получен методом индивидуального отбора из гибридной популяции (Тюменская 80 × Л41) × Sport. Разновидность *lutescens*. Среднеранний, вегетационный период – 70-76 суток. Устойчив к прорастанию, полеганию, пыльной головне. Масса 1000 зёрен – 33-38 г. Содержание белка в зерне составляет до 20 %, клейковины – до 40 %. Средняя урожайность зерна за годы конкурсного испытания составляла 32,6 ц/га. Формирует зерно на уровне ценной пшеницы. Включён в Госреестр по Тюменской области с 2012 г [9].

Аммиачная селитра – универсальное аммиачно-нитратное удобрение. Содержание азота в сухом веществе – не менее 34 %; кислотность 10 %-ного водного раствора – 4-5 %; рассыпчатость – не менее 100 %.

Лабораторные исследования проводили в институте фундаментальных и прикладных агротехнологий. В опыте анализировали по 50 зерновок каждого варианта.

⁴ <https://soil-db.ru>

Пробоподготовка. Зерновки пшеницы размалывали индивидуально и отсыпали по 0,5 граммов муки. Полученные пробы разбавляли 100 мл дистиллированной воды, фильтровали через целлюлозно-ацетатный фильтр, центрифугировали на центрифуге (ОНАУS Frontier 5306) и переносили для анализа в систему капиллярного электрофореза «Капель-105М» (ОАО «НПФ Льюмэкс», Россия) [10, 11].

Массовая концентрация компонентов рассчитывалась при помощи программного обеспечения к прибору по установленным градуировочным характеристикам.

Результаты исследований. Содержание макро- и микроэлементов в зерне пшеницы может колебаться в широких пределах в зависимости от влияния многих факторов, таких как: погодные условия, содержания различных минеральных веществ в почве, сортовых особенностей, водного баланса и других.

Сравнительный анализ показал, что в опыте максимальное содержание из четырех катионов NH_4^+ , K^+ , Mg^+ , Ca^+ имел K^+ . На фоне без удобрений он составил 2245 единиц, а на фоне внесения аммиачной селитры – 2530 единиц. Отмечено минимальное содержание в муке Новосибирской 31 катионов Mg^+ 246-256 ед. (рисунок 1).

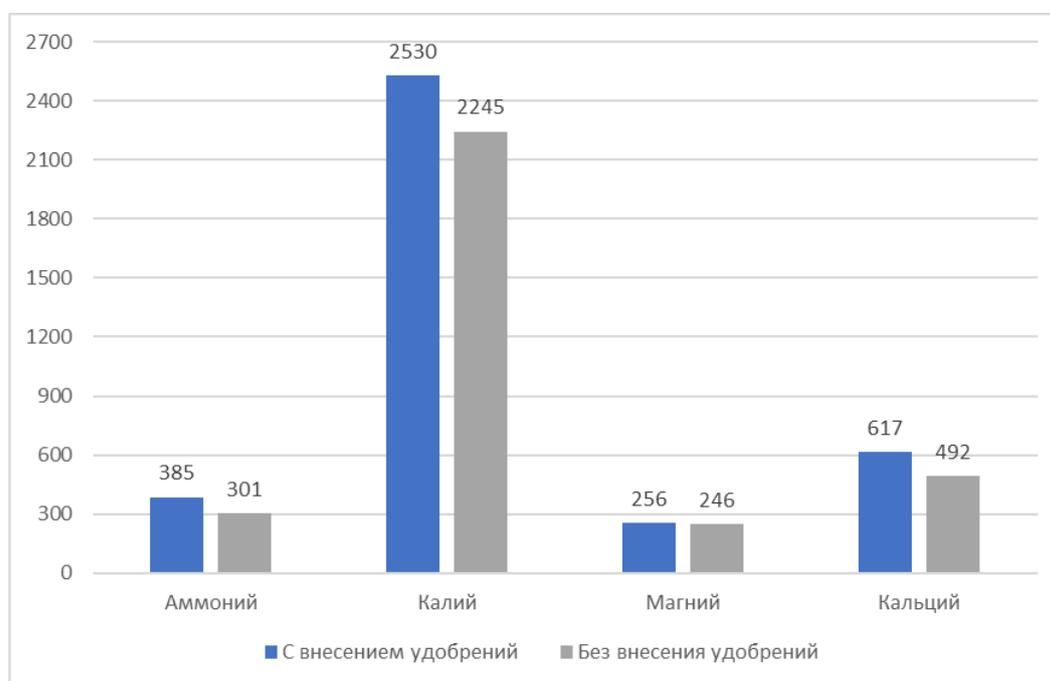


Рис. 1. Содержание катионов в зерне пшеницы сорта Новосибирская 31

Сравнение полученных электрофореграмм показало, что внесение аммиачной селитры, существенно не повлияло на концентрацию катионов в зерне пшеницы. Однако, при внесении азотных удобрений наблюдалось увеличение содержания по NH_4^+ на 84 ед., K^+ – 285 ед., Mg^+ – 10 ед., Ca^+ – 125 ед.

Выводы. Таким образом, использование метода капиллярного электрофореза при анализе зерновок яровой мягкой пшеницы показало, что на варианте с внесением азотного удобрения массовая доля катионов в зерне была несколько выше, чем в варианте без удобрений.

Библиографический список

1. Тоболова, Г. В. Идентификация и сортовая чистота партий элиты пшеницы в Тюменской области / Г. В. Тоболова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 3(226). – С. 12-18.
2. 1. Трайбер, Р. С. Проламины зерна и их влияние на хлебопекарные качества пшеницы / Р. С. Трайбер, Г. В. Тоболова // Мир Инноваций. – 2022. – № 1(20). – С. 22-28.
3. Xurun Yu, Xinyu Chen, Leilei Wang, Yang Yang, Xiaowei Zhu, Shanshan Shao, Wenxue Cui, Fei Xiong, Novel insights into the effect of nitrogen on storage protein biosynthesis and protein body development in wheat caryopsis, Journal of Experimental Botany, Volume 68, Issue 9, 1 April 2017, Pages 2259–2274
4. Втюрина, М. Н. О перспективах применения метода капиллярного электрофореза для анализа сельскохозяйственной и пищевой продукции / М. Н. Втюрина, П. Я. Кантор, А. М. Курбатова // Инновации и достижения в сельском хозяйстве : Материалы III Всероссийской национальной научно-практической конференции, Киров, 21 декабря 2021 года. – Киров: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Вятский государственный агротехнологический университет, 2022. – С. 125-129.
5. Саввинова, М. Е. Определение содержания катионов и анионов в озерной воде методом капиллярного электрофореза / М. Е. Саввинова, Н. Н. Местникова // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. – 2019. – № 8. – С. 32-35. – DOI 10.25791/pribor.08.2019.824.
6. Храмцов А. Г. Изучение состава сыворотки возможностями капиллярного электрофореза / А. Г. Храмцов, А. В. Брыкалов, Н. Ю. Пилипенко, Е. М. Головкина // Молочная промышленность. 2011. №5. С.59.
7. Озерова, Н. С. Применение метода капиллярного электрофореза при оценке качества минеральных удобрений / Н. С. Озерова, Н. П. Чекаев // Региональные проблемы устойчивого развития агропромышленного комплекса в условиях цифровой трансформации : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 03–07 мая 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 239-243.
8. Брыкалов, А. В. Разработка технологии напитков на основе молочной сыворотки, обогащенных фитокомпонентами / А. В. Брыкалов, Н. Ю. Пилипенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 98. – С. 181-190.
9. Тоболова, Г. В. Сопряжённость компонентного состава глиаина с качеством зерна яровой мягкой пшеницы Тюменской области / Г. В. Тоболова, Т. К. Федорук // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6(92). – С. 31-34.
10. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ». — СПб.: ООО «Веда», 2006. — 212 с.
11. Каменцев, Я.С. Основы метода капиллярного электрофореза. аппаратное оформление и области применения /Я. С. Каменцев, Н. В. Комарова // Аналитика и контроль, 2002 Т.6, №6 С. 13-18.

References

1. Tobolova, G. V. Identifikaciya i sortovaya chistota partij elity pshenicy v Tyumenskoj oblasti / G. V. Tobolova // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2012. – № 3(226). – S. 12-18.
2. 1. Trajber, R. S. Prolaminy zerna i ih vliyanie na hlebopekarnye kachestva pshenicy / R. S. Trajber, G. V. Tobolova // Mir Innovacij. – 2022. – № 1(20). – S. 22-28.
3. Xurun Yu, Xinyu Chen, Leilei Wang, Yang Yang, Xiaowei Zhu, Shanshan Shao, Wenxue Cui, Fei Xiong, Novel insights into the effect of nitrogen on storage protein biosynthesis and protein body development in wheat caryopsis, Journal of Experimental Botany, Volume 68, Issue 9, 1 April 2017, Pages 2259–2274.
4. Vtyurina, M. N. O perspektivah primeneniya metoda kapillyarnogo elektroforeza dlya analiza sel'skohozyajstvennoj i pishchevoj produkcii / M. N. Vtyurina, P. YA. Kantor, A. M. Kurbatova // Innovacii i dostizheniya v sel'skom hozyajstve : Materialy III Vserossijskoj nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii, Kirov, 21 dekabrya 2021 goda. – Kirov: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya Vyatskij gosudarstvennyj agrotekhnologicheskij universitet, 2022. – S. 125-129.
5. Savvinova, M. E. Opredelenie sodержaniya kationov i anionov v ozernoj vode metodom kapillyarnogo elektroforeza / M. E. Savvinova, N. N. Mestnikova // Pribory i sistemy. Upravlenie, kontrol', diagnostika. – 2019. – № 8. – S. 32-35. – DOI 10.25791/pribor.08.2019.824.
6. Hramcov A. G. Izuchenie sostava syvorotki vozmozhnostjami kapillyarnogo jelektroforeza / A. G. Hramcov, A. V. Brykalov, N. Ju. Pilipenko, E. M. Golovkina // Molochnaja promyshlennost'. 2011. №5. S.59.
7. Ozerova, N. S. Primenenie metoda kapillyarnogo elektroforeza pri ocenke kachestva mineral'nyh udobrenij / N. S. Ozerova, N. P. CHEkaev // Regional'nye problemy ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa v usloviyah cifrovoj transformacii : Sbornik statej Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Penza, 03–07 maya 2024 goda. – Penza: Penzenskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2024. – S. 239-243.
8. Brykalov, A. V. Razrabotka tekhnologii napitkov na osnove molochnoj syvorotki, obogashchennyh fitokomponentami / A. V. Brykalov, N. YU. Pilipenko // Politematicheskij setevoj elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 98. – S. 181-190.
9. Tobolova, G. V. Sopryazhyonnost' komponentnogo sostava gliadina s kachestvom zerna yarovoj myagkoj pshenicy Tyumenskoj oblasti / G. V. Tobolova, T. K. Fedoruk // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2021. – № 6(92). – S. 31-34.
10. Komarova N.V., Kamencev YA.S. Prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu sistem kapillyarnogo elektroforeza «KAPEL'». — SPb.: ООО «Veda», 2006. — 212 s.
11. Kamencev, YA.S. Osnovy metoda kapillyarnogo elektroforeza. apparaturnoe oformlenie i oblasti primeneniya /YA. S. Kamencev, N. V. Komarova // Analitika i kontrol', 2002 T.6, №6 S. 13-18.

Контактная информация:

Тоболова Галина Васильевна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии и селекции в растениеводстве ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

E-mail tg6@mail.ru

Фомина Валерия Сергеевна, студент группы Б-ААЭ-О-22-1, ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

E-mail: fomina.vs@edu.gausz.ru

Contact information:

Tobolova Galina Vasilyevna, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biotechnology and Plant Breeding, State Agrarian University of the Northern Urals

E-mail: tg6@mail.ru

Fomina Valeria Sergeevna, student of group B-AAE-O-22-1, State Agrarian University of the Northern Urals

E-mail: fomina.vs@edu.gausz.ru

Филисюк Григорий Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораториями кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

Влияние мочевины капсулированной с добавками биологически активных веществ на урожайность картофеля и его качественные показатели
Influence of urea capsulated with additives of biologically active substances on potato yield and its quality indicators

Аннотация. Применение азотных удобрений оказывает большое влияние на рост и развитие растений. Одним из основных азотных удобрений является мочевина. В настоящем исследовании использовалась капсулированная мочевина. В качестве ингибитора уреазной активности применяли гидрохинон, который предотвращает или подавляет гидролитическую реакцию превращения амидного азота карбамида в гидроксид аммония и аммиак. Технология была разработана для обеспечения экологически безопасного использования азотных удобрений. Урожайность картофеля увеличивалась за счет применения капсулированной мочевины и сульфата меди. В 2022 году все сорта положительно отреагировали на внесение капсулированной мочевины с добавками сульфата меди по сравнению с вариантом, где была внесена мочевина стандартной формы. У сортов картофеля Невский, Люкс и Манифест урожайность увеличилась на 13%, 32% и 11% соответственно. В 2023 году сорт Люкс по сравнению с предыдущим годом показал наиболее ощутимую прибавку. Применение капсулированной мочевины с сульфатом меди дает выход здоровых клубней на 3-7 % больше.

Annotation. The use of nitrogen fertilizers has a great impact on the growth and development of plants. One of the main nitrogen fertilizers is urea. The present study used encapsulated urea. Hydroquinone was used as an inhibitor of urease activity, which prevents or suppresses the hydrolytic reaction of the conversion of carbamide amide nitrogen into ammonium hydroxide and ammonia. The technology was developed to ensure the environmentally safe use of nitrogen fertilizers. Potato yields increased due to the use of encapsulated urea and copper sulfate. In 2022, all varieties reacted positively to the introduction of encapsulated urea with copper sulfate additives compared to the variant where urea of the standard form was introduced. The potato varieties Nevsky, Lux and Manifest have increased yields by 13%, 32% and 11%, respectively. In 2024, the Luxury variety showed the most significant increase compared to the previous year. The use of capsulated urea with copper sulfate gives a 3-7% higher yield of healthy tubers.

Ключевые слова: азотные удобрения, капсулированная мочевина, урожайность картофеля, фитофтороз.

Key words: nitrogen fertilizers, encapsulated urea, potato yield, late blight.

Для успешного производства сельскохозяйственной продукции в рыночных условиях необходимо располагать научно-обоснованным комплексом мер, обеспечивающих прогрессивный рост урожайности, улучшение качества растениеводческой продукции и повышения её конкурентоспособности. Все ведёт к необходимости внедрения

ресурсосберегающих технологий, улучшению экологических условий при производстве и повышению производительности труда. Продуктивность земледелия в значительной степени зависит от уровня азотного питания растений. Поэтому, проблемы обеспечения сельскохозяйственных культур азотными соединениями приобретают все большее значение.

Азот – важнейший питательный элемент всех растений. В среднем его в растении содержится 1-3% от массы сухого вещества. Он входит в состав таких важных органических веществ, как белки, нуклеиновые кислоты, хлорофилл, алкалоиды и др. В среднем содержание его в белках составляет 16-18% от массы.

Применение азотных удобрений оказывает большое влияние на рост развитие растений. При достаточном снабжении растений азотом в них усиливается синтез органических азотистых веществ. Растения образуют мощную листовую поверхность и стебли с интенсивно – зелёной окраской, хорошо растут и кустятся. В результате отмечается повышение урожайности и содержание белка в конечном продукте.

Существующие стандартные формы азотных удобрений являются быстрорастворимыми. Они легко вовлекаются в процессы трансформации в системе почва-растение и включаются в общебиологический круговорот. Эта особенность превращения азота удобрений обуславливает относительно низкий коэффициент их использования вследствие высоких потерь: до 15-30% в виде газообразных продуктов и 10-15% в результате вымывания нитратов. Одним из основных азотных удобрений, которое эффективно действует при внесении под картофель, особенно в годы с достаточной обеспеченностью теплом и влагой, является мочевины.

Значительное увеличение мирового производства и использования мочевины выдвинуло проблемы замедления её гидролиза [6-10] в почве в число наиболее важных задач современной агрохимии азотных удобрений и стимулирует развитие исследований по химическому ингибированию почвенной уреазной активности. В число приёмов направленных на повышение эффективности азотных удобрений, путём сокращения их потерь из почвы относится применение капсулированных удобрений [1].

Капсулированная мочевины – гранулы удобрения, покрытая медленно растворимой силикатной пленкой. Ингибитор уреазной активности – предотвращает или подавляет гидролитическую реакцию превращения амидного азота карбамида в гидроксид аммония и аммиак [1].

Объектом исследования являются: различные формы азотных удобрений, сорта картофеля районированные в Тюменской области.

Цель работы - установить агроэкономическую целесообразность применения капсулированной мочевины с сульфатом меди (в качестве фунгицида) под различные сорта картофеля в сравнении со стандартной мочевиной.

Новизна: отработана технология, позволяющая обеспечить экологически безопасное применение азотных удобрений. Область применения результатов: сельскохозяйственные предприятия Тюменской области. Экономическая эффективность работы доказана. Дополнительная прибыль в среднем составляет 30 тысяч рублей на 1 гектар.

Материалы и методы исследования

Определение динамики нитратного и аммиачного азота в почве. Почвенные образцы отбираются по всем вариантам в трёхкратной повторности с формированием средней пробы.

Исследуемый слой – 30 см. Периодичность отбора почвенных образцов: перед посадкой, фаза цветения, фаза полного созревания.

Определение подвижного фосфора – по ГОСТ 26204. Определение подвижного калия – по ГОСТ 26204. Определение рН – по ГОСТ 26483. Определение нитратного азота, калия и редуцирующих сахаров в клубнях проводится в лаборатории АБЦ ГАУ Северного Зауралья. Экономическая эффективность рассчитывали по методике СибНИИСХоза. Урожайность на опытном участке определяли по методу Б.А. Доспехова [3]. Фенологические наблюдения и учеты проведены по методикам Госсортсети [4], Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства (ВНИИКХ) им А.Г. Лорха [5], содержание крахмала в клубнях картофеля поляриметрическим методом (ГОСТ 26176-91) [2].

Результаты исследования

Урожай (валовый сбор) – это общий объем продукции в натуральном выражении, полученной со всей убранной площади. С урожаем связано экономическое понятие Урожайность, которое определяется, как количество растениеводческой продукции, получаемой с единицы площади.

Таблица 1

Урожайность картофеля по сортам (т/га) 2021-2023 год

Вариант	Невский	Люкс	Манифест
2021 год			
Мочевина стандартная	5,5	8,0	11,8
Мочевина капсулированная	8,3	5,5	16,8
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	7,8	7,0	14,0
2022 год			
Мочевина стандартная	20	23	25
Мочевина капсулированная	21	28	30
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	23	34	28
2023 год			
Мочевина стандартная	13	14	14
Мочевина капсулированная	14	15	15
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	18	19	19

Урожайность картофеля сортов Невский и Манифест повысилась при использовании мочевины капсулированной с добавками сульфата меди, на 34% - 30% соответственно (таблица 1). Сорт Люкс в 2023 году не отреагировал с плюсом по сравнению с использованием стандартных форм мочевины. В 2022 году все сорта картофеля дали положительный результат при внесении капсулированной мочевины с добавлением сульфата меди по сравнению с вариантом, где была внесена мочевина стандартной формы. У сортов

Невский, Люкс и Манифест урожайность увеличилась на 13%, 32% и 11% соответственно. В этом же году сорт Люкс показал наиболее заметный прирост по сравнению с предыдущим годом. Необходимо отметить равномерное увеличение урожайности у всех сортов в варианте с использованием капсулированной мочевины с добавками сульфата меди. Основываясь на результатах за 3 года, можно сделать вывод, что использование мочевины, капсулированной с сульфатом меди, дает стабильный прирост за все годы наблюдений.

Фитофтороз и альтернариоз – одни из наиболее вредоносных заболеваний картофеля. В мире средние потери урожая картофеля от фитофтороза составляют 10-15% в год. Значимые агротехнические меры борьбы внесение макро- и микроудобрений. Анализируя данные таблицы 2 видно, что применение капсулированной мочевины с сульфатом меди дает выход здоровых клубней (не пораженных фитофторозом) на 3-7 % больше, чем на варианте со стандартной формой мочевины.

Таблица 2

Устойчивость картофеля к фитофторозу в зависимости от форм азотсодержащих удобрений 2021-2023 гг.

Вариант	Сорт	Здоровые клубни,%	Поражённые клубни,%
2021 год			
Мочевина стандартная	Невский	90	10
Мочевина капсулированная	-	94	6
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	91	9
Мочевина стандартная	Люкс	87	13
Мочевина капсулированная	-	90	10
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	88	12
Мочевина стандартная	Манифест	92	8
Мочевина капсулированная	-	98	2
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	94	6
2022 год			
Мочевина стандартная	Невский	89	11
Мочевина капсулированная	-	90	10
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	93	7
Мочевина стандартная	Люкс	88	12
Мочевина капсулированная	-	90	10
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	93	7
Мочевина стандартная	Манифест	87	13
Мочевина капсулированная	-	89	11
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	90	10
2023 год			
Мочевина стандартная	Невский	93	7
Мочевина капсулированная	-	95	5
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	97	3

Мочевина стандартная	Люкс	94	6
Мочевина капсулированная	-	94	6
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	97	3
Мочевина стандартная	Манифест	93	7
Мочевина капсулированная	-	94	6
Мочевина капсулированная + сульфат меди (II)	-	96	4

В 2022 году на всех сортах, где вносили в качестве основного удобрения под картофель капсулированную мочевину с сульфатом меди, доля здоровых клубней была на 4-6% выше, чем на первом варианте. В таблице 2 видим закономерность увеличения доли здоровых клубней на 3 варианте.

Выводы

Экономическая эффективность применения новых форм азотных удобрений по результатам производственных испытаний определяется на основе прибавки урожайности, сопоставляя их стоимость и получение чистой прибыли. Применение новой формы азотных удобрений при выращивании картофеля является экономически выгодным агротехническим приёмом. Сульфат меди (II) в наших исследованиях выступает как фунгицид и одновременно источник питания растений. Получен патент на изобретение №2786642 «Способ получения капсулированных удобрений с ингибитором уреазы и соединением фунгицидного действия».

Библиографический список

1. А.с. 1353767 СССР, МКИ³ C05G3/00. Способ получения медленнодействующих удобрений / Тюменский сельскохозяйственный институт. Комиссаров И.Д., Панфилова Л.А. Опубликовано 23.11.1987, Бюл. № 43.
2. ГОСТ 26176-91 Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1986. 351 с.
4. Методика Государственного сортоиспытания с.-х. культур. Москва, 1997.
5. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля / НИИ картоф. хоз-ва; [В. П. Кирюхин и др.]. - М.: НИИКХ, 1989. - 142 с.
6. Fisher K. A., Yarwood S. A., James B. R. Soil urease activity and bacterial ureC gene copy numbers: Effect of pH. Geoderma, 2017, 285: 1-8. (<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.09.012>)
7. Horta L. P., Mota Y. C. C., Barbosa G. M., Braga T. C., Marriel I. E., Fátima Â. de, Modolo L. V. Urease Inhibitors of Agricultural Interest Inspired by Structures of Plant Phenolic Aldehydes. J. Braz. Chem. Soc., 2016, 27 (8): 1512-1519. (<http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20160208>).
8. Keerthisinghe D.G., Freney J.R. Inhibition of urease activity in flooded soils: Effect of thiophosphorictriamides and phosphorictriamides. Soil Biology and Biochemistry, 1994, 26 (11): 1527-1533. ([https://doi.org/10.1016/0038-0717\(94\)90094-9](https://doi.org/10.1016/0038-0717(94)90094-9)).
9. Mathialagan R., Mansor N., Al-Khateeb B., Helmi M., Muhammad M., Shamsuddin R. Evaluation of Allicin as Soil Urease Inhibitor. Procedia Engineering, 2017, 184: 449-459. (<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.116>).

10. Li B., Chen Y., Liang W-Z, Mu L., Bridges W. C., Jacobson A. R., Darnault C. J.G. Influence of cerium oxide nanoparticles on the soil enzyme activities in a soil-grass microcosm system. *Geoderma*, 2017, 299: 54-62. (<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.03.027>).

References

1. А.с. 1353767 СССР, МКІЗ S05G3/00. Способ полученија медленнодејствувјушчих удобрењј / Тюменскіј сел'скохозјајствениј институт. Комиссаров І.Д., Панфилова Л.А. Опубликовано 23.11.1987, Бул. № 43.

2. GOST 26176-91 Korma, kombikorma. Metody opredeleniya rastvorimyh i legkogidrolizuemyh uglevodov.

3. Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya s.-h. kul'tur. Moskva, 1997.

4. Metodika fiziologo-biohimicheskikh issledovanij kartofelya / NII kartof. hoz-va; [V. P. Kiryuhin i dr.]. - M.: NIIKH, 1989. - 142 s.

5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M., 1986. 351 s.

6. Fisher K. A., Yarwood S. A., James B. R. Soil urease activity and bacterial ureC gene copy numbers: Effect of pH. *Geoderma*, 2017, 285: 1-8. (<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.09.012>)

7. Horta L. P., Mota Y. C. C., Barbosa G. M., Braga T. C., Marriel I. E., Fátima Â. de, Modolo L. V. Urease Inhibitors of Agricultural Interest Inspired by Structures of Plant Phenolic Aldehydes. *J. Braz. Chem. Soc.*, 2016, 27 (8): 1512-1519. (<http://dx.doi.org/10.21577/0103-5053.20160208>).

8. Keerthisinghe D.G., Freney J.R. Inhibition of urease activity in flooded soils: Effect of thiophosphorictriamides and phosphorictriamides. *Soil Biology and Biochemistry*, 1994, 26 (11): 1527-1533. ([https://doi.org/10.1016/0038-0717\(94\)90094-9](https://doi.org/10.1016/0038-0717(94)90094-9)).

9. Mathialagan R., Mansor N., Al-Khateeb B., Helmi M., Muhammad M., Shamsuddin R. Evaluation of Allicin as Soil Urease Inhibitor. *Procedia Engineering*, 2017, 184: 449-459. (<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.116>).

10. Li B., Chen Y., Liang W-Z, Mu L., Bridges W. C., Jacobson A. R., Darnault C. J.G. Influence of cerium oxide nanoparticles on the soil enzyme activities in a soil-grass microcosm system. *Geoderma*, 2017, 299: 54-62. (<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.03.027>).

Контактная информация:

Филисюк Григорий Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораториями кафедры общей химии им. И.Д. Комиссарова ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья

E-mail: grigorio05@mail.ru

Contact information:

Filisyuk Grigory Nikolaevich, Candidate of Agricultural Sciences, Head of Laboratories of the Department of General Chemistry named after I.D. Komissarov, Federal State Budgetary Educational Institution of the Northern Trans-Urals

E-mail: grigorio05@mail.ru

Размещается в сети Internet на сайте ГАУ Северного Зауралья
<https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya>
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, РГБ, доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья».
Заказ №1248 от 19.12.2023; авторская редакция
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-184-0



9 785983 461840 >