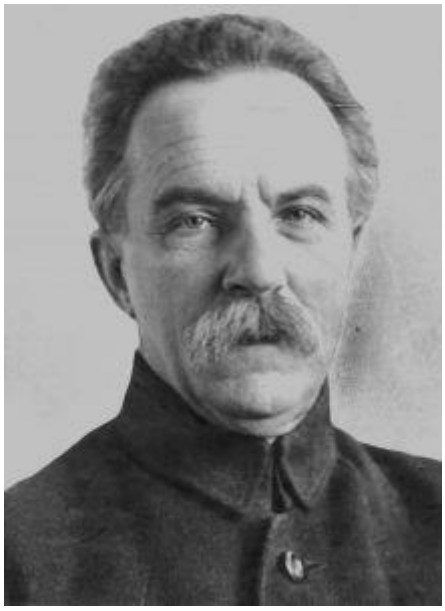
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АГРОХИМИИИМЕНИ Д.Н. ПРЯНИШНИКОВА»

Материалы
56-й Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием молодых ученых,
специалистов-агрохимиков и экологов,
посвященной 150-летию со дня рождения
академика Константина Каэтановича Гедройца

«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ АГРОХИМИИ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ И АГРОЭКОЛОГИИ»

(28 ноября 2022 г.)



Москва 2023

УДК 631
ББК 40.4

Под редакцией академика РАН
Завалина А.А.

«Современные проблемы агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии» Материалы 56-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, посвященной 150-летию со дня рождения академика Константина Каэтановича Гедройца (ВНИИА): / Под редакцией академика РАН Завалина А.А. – М.: ВНИИА, 2022. – 184 с.
ISBN 978-5-9238-0274-0
DOI 10/25680/VNIIA.2019.45.90.109

В сборнике представлены результаты исследований научных сотрудников и специалистов в теоретической и практической областях сельского хозяйства.
Сборник предназначен для студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантов, преподавателей, научных работников, специалистов сельскохозяйственного производства. Ответственность за содержание публикаций несет авторский коллектив. Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9238-0274-0 **УДК 631**
DOI 10/25680/vniia.2019.45.90.109 **ББК40.4**

© Коллектив авторов, 2023
© ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2023

Программный комитет:

Председатель: ***Шкуркин Сергей Иванович***, к.ю.н., директор ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Сопредседатель: ***Завалин Алексей Анатольевич***, академик РАН, д.с.-х.н., профессор, научный руководитель ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Заместитель председателя: ***Рухович Ольга Владимировна***, д.б.н., заместитель директора по научной работе ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Организационный комитет:

Леньшин Михаил Иванович, начальник научно-организационного отдела ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Мухина Мария Тимофеевна, к.б.н., зав. лабораторией испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Ламмас Мария Евгеньевна, научный сотрудник лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Ворончихина Ирина Николаевна, к.б.н., научный сотрудник научно-организационного отдела ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Перминов Алексей Васильевич, к.т.н., старший научный сотрудник научно-организационного отдела ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Научный комитет:

Шкуркин Сергей Иванович, к.ю.н., директор ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Завалин Алексей Анатольевич, академик РАН, д.с.-х.н., профессор, научный руководитель ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Рухович Ольга Владимировна, д.б.н., заместитель директора по научной работе ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Мухина Мария Тимофеевна, к.с.-х.н., зав. лабораторией испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Ламмас Мария Евгеньевна, научный сотрудник лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

Гребенникова Татьяна Владимировна, руководитель департамента маркетинга и агрохимического сервиса компании АО МХК «ЕвроХим»

Визирская Мария Михайловна, начальник отдела агрохимического сервиса компании АО МХК «ЕвроХим»

Сидоренко Дмитрий Владимирович, начальник агрономического отдела компании АО МХК «ЕвроХим»

Аймалетдинова Светлана Дмитриевна, начальник отдела развития продуктовой линейки компании АО МХК «ЕвроХим»

150TH ANNIVERSARY OF ACADEMICIAN KONSTANTIN KAETANOVICH GEDROITS

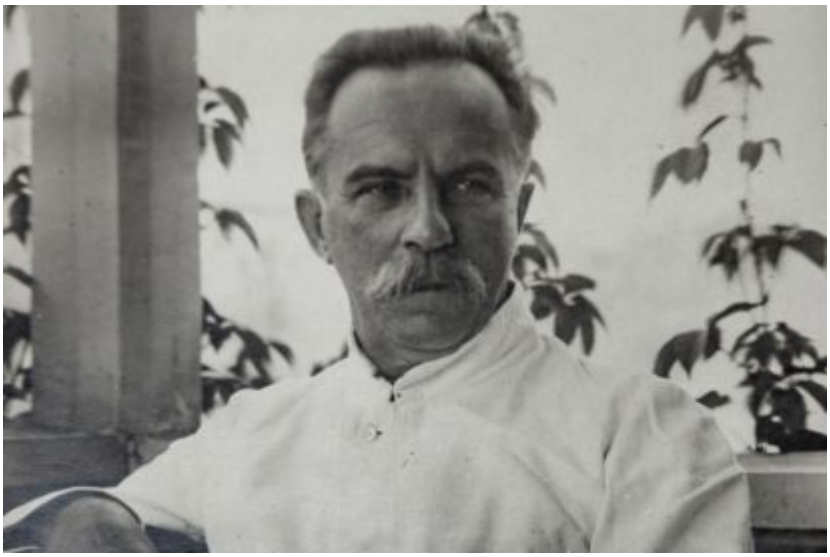
S.B. Shevtsova
RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy,
Timiryazevskaya ul. 49, 127434 Moscow, Russia
sshevtsova.kshevtsova@gmail.com

The article discusses the milestones in the life of Konstantin Kaetanovich Gedroits, his rise as a scientist, recognition and main works.

Keywords: Gedroits, soil-absorbing complex, soil solution

The work is made under supervision of L.O. Sushkova[1].

Konstantin Kaetanovich Gedroits was born in 1872 in the family of a military doctor, in 1892 he graduated from the Kiev Cadet Corps, and five years later - the St. Petersburg Forestry Institute, where he began his scientific activity under the guidance of P.S. Kossovich. In the process of studying the phosphate nutrition of plants, K.K. Gedroits widely used the pot-culture method, later on a number of his studies would be devoted to this method. Gedroits's conclusions pushed him to study soil colloids and the ability of soils to absorb. In 1906 he published an article on the variability of soil solution concentration and the content of easily soluble salts in it.



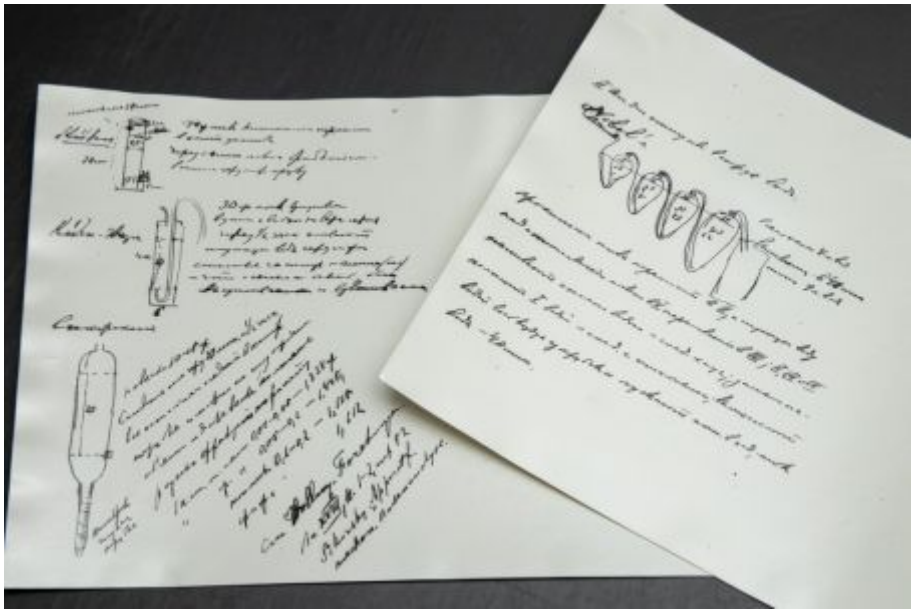
Picture 1 - Konstantin Kaetanovich Gedroits [1]

After graduation, he worked in the agricultural and chemical laboratory of the Agriculture Department, and he was editing scientific literature. Since 1918 to 1930 he was a professor at the St. Petersburg Forestry Institute, then became the head of the Soil Science Department there.

In the same time, from 1928 to 1930 Gedroits was the director of the Soil Institute of the USSR Academy of Sciences, later became the founder and head of the agrochemical department of the Nosovskaya Agricultural Experimental Station in Ukraine, he also supervised a the agrochemical laboratory in the Dolgoprudnaya Experimental station of the Moscow region. In 1928 he published the work "Solontsy, their origin, characteristic and melioration".

Along with his active pedagogical and social activities, Konstantin Kaetanovich continued to study the absorption ability of soils. Based on his research, Gedroits made the conclusion about the soil's ability to absorb dissolved and colloidal particles of mineral and organic matter, living organisms and tough suspensions.

Gedroits's soil research and experiments laid the foundations for soil colloidal chemistry.



Picture 2 - Personal records of K.K. Gedroits [1]

The "Doctrine of the absorption capacity of soils" published by Gedroits was later supplemented by himself. K.K. Gedroits's research soils unsaturated with cations were the beginning for the widespread use of liming in order to increase salty soil fertility. The knowledge gained by him in the study of salt marshes has become the most important in the development of irrigation techniques and soil melioration.

His research on the cations’ influence of certain types of fertilizers on soil properties contributed to the development of the agrochemicals industry and the zoning of mineral fertilizers application. Further research was continued by B.P. Nikolsky, I.N. Antipov-Karataev, A.N. Sokolovsky, N.I. Gorbunov, etc. [2].

In the book "Chemical analysis of Soil" published by him [3], the main methods of analyzing the qualitative composition of soils at that time were presented. Addressing the readers, Gedroits underlined that the choice of method is closely related to the nature of the soil under study. The main part of the various methods outlined in this book was personally tested by Konstantin Kaetanovich, although he questioned some of them, suggesting that followers find a way to improve them and believing that this would serve as a push for the development of something "newer, original" [4].

For more than 30 years, this book has served as an indispensable and reference guide for numerous soil and agrochemical laboratories of the USSR.

In 1924, two volumes of selected works by K.K. Gedroits were published in English in the USA, and in 1926, at the International Conference on Soil Chemistry in Holland, K.K. Gedroits's research in the field of studying the absorption capacity of soils was highlighted, which contributed to the further popularization of his works abroad – in 1927, in Germany was published a translation of his book "Chemical analysis of soils”, in 1930 – "The soil absorbing complex and absorbed cations as the basis of the genetic classification of soils", and in 1931 – "The Doctrine of the absorption capacity of soils" [5].

In his political views, Konstantin Kaetanovich was close to the Marxists. During the revolutionary period, he promoted weapons storage, illegal literature, and conducted education among workers. However, later, in the period of mass repressions of the 30s of the 20th century, Gedroits was arrested, this affected his health and in 1932 he died.

Nowadays Konstantin Kaetanovich Gedroits’s works continue to be relevant in different fields of geochemistry and agrochemistry, in particular, in the development of soil reclamation technics.

References:

1. https://novostipmr.com/ru/news/20-03-25/chelovek-kotoryy-nauchilsya-ponimat-zemlyu
2. Gedroits, K., Remezov, N. Proceedings of the Soil Institute of the USSR Academy of Sciences 1934, vol. 9 (In Russian)
3. Gedroits, K. Chemical analysis of soils. Moscow, Russia, 1923 (In Russian)
4. Remezov, N. The life and work of academician K.K. Gedroits. Selected works of K.K. Gedroits 1955, vol. I (In Russian)
5. Gedroits, K. The doctrine of the absorption capacity of soils. Moscow, Russia, 1931 (In Russian)

ВЛИЯНИЕ БИОРЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

М.Анка, И.И. Серегина
ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева
Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 47
seregina.i@inbox.ru

Изучено воздействие трех природных регуляторов роста на качество и химический состав зерна яровой пшеницы. Установлено, что обработка растений в период вегетации препаратами защитно-стимулирующий комплексный биорегулятор (ЗСК), Феровит и Харди способствовала изменению биохимического состава зерна яровой пшеницы.

Ключевые слова: биорегуляторы роста, яровая пшеница, биохимический состав зерна

Работа выполнена под руководством д. б. н. И. И. Серегиной

Исследования проводили в рамках гранта Фонда содействия инновациям (Фонд Бортника) «*Новые органоминеральные удобрения корректоры роста и развития зерновых и зернобобовых культур*».

Семена растений, в том числе злаковых, таких как пшеница, имеют сложный химический состав, включающий как органические, так и неорганические вещества. Этот химический состав имеет большое значение, так как именно от него зависят пищевая ценность, качество и свойства зерна и продуктов, получаемых в результате его переработки. Химический состав зерна, такого как пшеница, подвержен изменениям в зависимости от многих влияющих факторов, таких как тип используемого зерна, степень зрелости, применяемые макро- и микроудобрения, плодородие почвы и другие технологии, используемые в сельском хозяйстве. [1, 2].

Регуляторы роста в современном агропроизводстве широко применяются для обеспечения реализации потенциала возделываемых сельскохозяйственных культур. Для зерновых культур, например, положительное воздействие регуляторов роста отмечено в отношении содержания сырой клейковины. Ряд авторов установили, что биопрепараты на основе растительного сырья активизировали метаболизм у прорастающих семян пшеницы, способствовали накоплению протеина и клейковины и содержание крахмала в форми-

рующемся зерне нового урожая [3, 4]. Под влиянием регуляторов роста изменялось содержание неорганических и минеральных элементов в зерне пшеницы [5-8]. В стрессовых условиях биопрепараты положительно повлияли на динамику содержания аминокислот в вегетирующих растениях яровой пшеницы, а затем проявили этот же эффект на признаках урожайности и качества зерна.[9]

Следует отметить, что проблема воздействия регуляторов роста еще изучена недостаточно, особенно в части воздействия этих препаратов на химический состав зерна. По данным, приведенным в изученной литературе, можно отметить, что воздействие регуляторов роста может носить вариативный характер.

В связи с этим была поставлена цель – исследовать воздействие новых биорегуляторов роста на показатели качества зерна яровой пшеницы сорта Дарья.

Материалы и методы. Объектом исследования была яровая мягкая пшеница [*Triticum aestivum L.*] сорта Дарья. Растения выращивали на выровненном агрофоне полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Растения выращивали в условиях микрополевого опыта по общепринятым методикам [10]. Почва опытного участка урбанозем типичный среднесглинистый. Общая площадь опытной делянки 1,44 м^2.

Регуляторы роста применяли путем фолиарной обработки вегетирующих растений в фазы кущения и выхода в трубку. Обрабатывали растения препаратами ЗСК (кафедра химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева), Феровит "НЭСТ М", Харди "НЭСТ М", а также смесью препаратов Харди+Феровит (1:1). После уборки урожая определяли показатели качества зерна с использованием ближней инфракрасной спектроскопии (БИК-анализ). Статистическую обработку проводили в программе Excel.

Результаты исследования. В исследованиях определяли следующие показатели зерна: массовая доля воды, содержание сырой золы, сырого жира, сырой клетчатки. Также определяли влияние регуляторов роста на формирование белкового комплекса зерна пшеницы. Для этого оценивали содержание сырого протеина и сырой клейковины, а также индекс деформации клейковины (ИДК) зерна.

Было выявлено, что содержание массовой доли воды во всех вариантах опыта существенно от контроля не отличалась. В тоже время содержание сырой золы зависело от применяемых препаратов. Так при использовании препаратов Феровит и Харди выявлен достоверное увеличение содержание сы-

рой золы. Поскольку зола представляет собой преимущественно минеральный компонент зерна, то можно предположить, что данные биопрепараты существенно повышали размеры поглощения элементов минерального питания и их накопление в зерне пшеницы.

Оценка формирования белкового комплекса зерна пшеницы показала вариабельное воздействие регуляторов роста: ЗСК и Феровит способствовали достоверному повышению содержания сырого протеина, тогда как препарат Харди и смесь с его участием вызвали понижение этого показателя. В отношении клейковины отмечаем достоверное повышение этого показателя под воздействием ЗСК и смеси Феровит + Харди. Отдельно же препараты Феровит и Харди достоверно снизили содержание клейковины в зерне. По содержанию сырого протеина и сырой клейковины, а также по величине ИДК зерно, полученное при выращивании с фолиарной обработкой ЗСК и смесью Феровит+Харди можно отнести к 3 классу [ГОСТ 9353-2016] по техническим требованиям по качеству зерна яровой пшеницы. В других вариантах полученное зерно можно отнести к 4 классу по техническим требованиям. Показатели жирового и углеводного комплекса значительно не изменялись по вариантам опыта по сравнению с контролем.

Выводы. Таким образом, можно сделать вывод, что применение регуляторов роста ЗСК, а также смесь Феровит+Харди способствуют улучшению качества белкового комплекса за счет повышения содержания сырого протеина и сырой клейковины, вероятно, в результате активизации процессов поступления азота в растения. Это позволяет отнести полученное зерно к 3 классу по техническим характеристикам и использовать зерно в хлебопекарной промышленности.

Литература:

1. Серегина И.И. Влияние доз азота и обработки семян цинком на продуктивность яровой пшеницы при различной водообеспеченности / И.И. Серегина, Н.Т. Ниловская, Л.В. Обуховская, И.В. Верниченко // Агрохимия. 2005. № 6. С. 54-58.
2. Шумилин А.О. Эффективность действия селенсодержащих соединений на урожайность и некоторые показатели качества зерна яровой пшеницы (TRITICUM AESTIVUM L.) сорта Злата / А.О. Шумилин, И.И. Серегина, А.А. Хрунов, С.Л. Белецкий, П.А. Полубояринов // Проблемы агрохимии и экологии. 2016. № 1. С. 24-28.

3. Калюта, Е.В. Влияние препаратов, полученных из карбоксиметилированного растительного сырья на ростовые процессы, урожайность и биохимические показатели зерна пшеницы / Е.В. Калюта, М.И. Мальцев, В.И. Маркин и др. // Химия растительного сырья. - 2021. - №2. - С. 361-368.

4. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян регуляторами роста / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 3 (23). - С. 14-19.

5. Матвеева, Н.В. Влияние микроудобрения и регуляторов на элементный состав зерна яровой пшеницы / Н.В. Матвеева, И.В. Грехова, Т.В. Котова // Аграрный вестник Урала. – 2013. - № 5 (111). – С. 7-8.

6. Труфанова, А.А. Действие удобрений при некорневых подкормках и внутрипочвенном внесении на урожайность яровой пшеницы и химический состав зерна / А.А. Труфанова, О.А. Сорокина // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1. - С. 108-113.

7. Шатилова Т.И. Действие препаратов – фиторегуляторов на формирование качества зерновых культур / Т.И. Шатилова, И.С. Витол, Я.П. Герчиу, С.Л. Белопухов, В.Т. Семко // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 12. С. 47-48.

8. Белопухов С.Л. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую активность посевов ячменя / С.Л. Белопухов, П.Д. Бугаев, М.Е. Ламмас, И.С. Прохоров // Агрохимический вестник. 2013. № 5. С. 19-21.

9. Лысенко, Н.Н. Влияние фунгицида Амистар Экстра и регулятора роста Бином на болезни листового аппарата и физиолого-биохимические показатели яровой пшеницы / Н.Н. Лысенко, Е.Г. Прудникова // Вестник аграрной науки. - 2018. - №1(70). - С. 8-13.

10. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрохимические методы исследований. М.: Изд-во РГАУ-МСХА. 2015. 309 с.

РАЗВИТИЕ СИМБИОТИЧЕСКОГО АППАРАТА ГОРОХА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ N-УДОБРЕНИЯ И БИОПРЕПАРАТА РИЗОТОРФИН

М.А. Алёшин
ФГБОУ ВО «Пермский ГАТУ»
614000, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 23
Matvei0704@mail.ru

Представлены результаты полевого 2-х факторного эксперимента по установлению сортовой отзывчивости гороха посевного (A_0 – Красноуфимский, A_1 – Вельвет) на дозы азота (B_0 – N0, B_1 – N15, B_2 – N30, B_3 – N45) при инокуляции семян перед посевом биопрепаратом Ризоторфин. В 4 срока произведён учёт количества и массы клубеньков на корневой системе растений, установлена физиологическая активность (окрашивание) клубеньков.

Ключевые слова: симбиотический аппарат, горох посевной, сортовые особенности, Ризоторфин, азотное удобрение.

Селекция морфоформы гороха с листьями усатого типа обозначила перестройку архитектоники листового аппарата и стала одной из основных причин стремительного прогресса селекции культуры. Видоизменение листьев в усы не только способствовало решению проблемы устойчивости агроценоза к полеганию, но и существенно изменило физиологический статус растений гороха. Принадлежность сортов гороха посевного к безлисточковому морфотипу, определяет формирование ими не только морфологически, но и функционально отличающихся симбиотических систем [1, 2].

Для более детального понимания взаимосвязи между продуктивностью растений и фиксацией азота, а также установления интенсивности нодуляции и длительности сохранения способности к активной азотфиксации, при внесении N-удобрения и бактериального препарата Ризоторфин, были рассмотрены параметры корневой системы и симбиотического аппарата на её поверхности.

Методика. Для этого на опытном поле Пермского государственного аграрно-технологического университета был заложен полевой эксперимент с двумя сортами гороха посевного (A_0 – Красноуфимский, A_1 – Вельвет) и следующих дозировок N-удобрения, кг д.в./га: B_0 – N0, B_1 – N15, B_2 – N30, B_3 – N45. Повторность в опыте 4-х кратная. Постановка опыта проводилась методом расщепленных делянок. Общая площадь делянки – 112,5 м^2, учётная – 33

м^2. Сорта гороха отличались направлением использования: Красноуфимский (зернового), Вельвет (кормового). В качестве азотного удобрения в опыте использовалась аммонийная селитра (34,4% д.в.). Уборка растений проводилась в 4 срока. Определение интенсивности развития симбиотического аппарата на корневой системе гороха проводили согласно [3]. Почва для закладки опыта дерново-мелкоподзолистая среднесуглинистая с низким содержанием гумуса (2,74%), слабокислой реакцией среды (pH_{KCl} 5,2…5,5). Сумма обменных оснований и ёмкость катионного обмена высокая. Обеспеченность подвижными формами фосфора и калия – высокая и очень высокая.

Результаты. Сортовая отзывчивость растений посевного гороха на дозы N-удобрения, посредством интенсивности формирования и сохранения физиологической активности симбиотического аппарата представлена на рисунках 1-2.

Оценка развития ризобиального симбиотического аппарата формируемого на корневой системе у бобовых культур, отражает условия минерального питания и физиологическое состояние растений. От развития клубеньковых бактерии во многом зависит азотфиксирующая способность и развитие зернобобовых культур. Наиболее информативными параметрами для оценки влияния азотного удобрения, является общее количество активных коневых вздутий (клубеньков) и их масса в пересчёте на 1 растение (рис. 1).

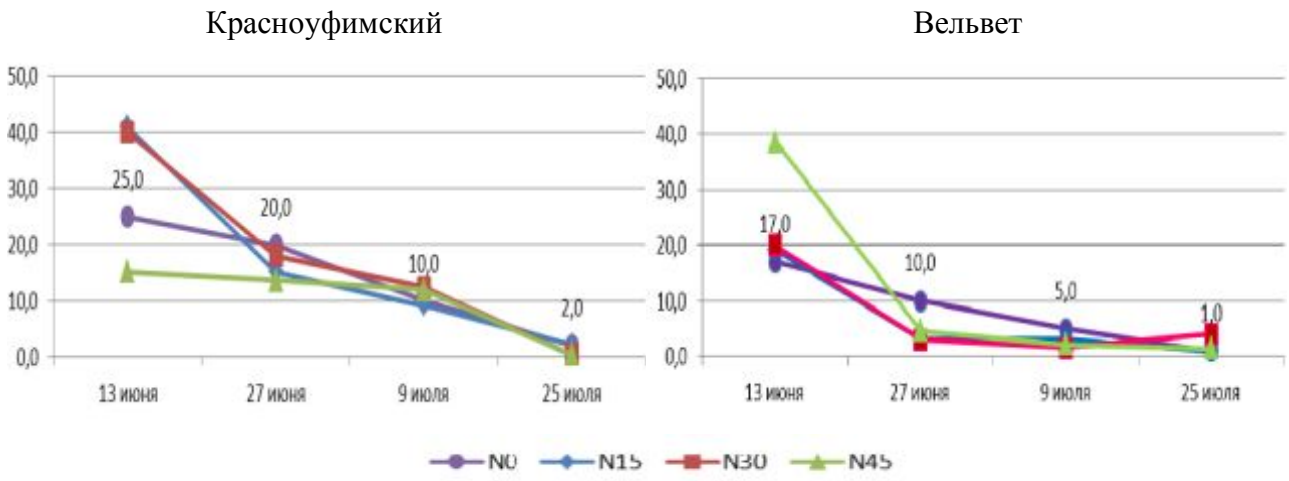


Рисунок 1. Влияние N-удобрения и инокуляции семян Ризоторфином на количество клубеньков (шт.) на корневой системе гороха

Количество клубеньков, не зависимо от сорта, достигало максимума в фазу бутонизации – начала цветения. К фазе полной спелости зерна количество клубеньков значительно уменьшилось или исчезли вовсе.

Данное явление связано с прекращением вегетативного развития, активного функционирования и последующим отмиранием корневых систем; со снижением ассимилирующей способности листового аппарата и оттока питательных веществ к корням, «старением» растения.

Менее длительный период функционирования ризобиального симбиотического аппарата и способность к последующей нодуляции зафиксировано у сорта Вельвет уже в третьей декаде июня, при этом разницы во влиянии доз азота, отмечено не было. На сорте Красноуфимский, начиная с 27 июня, значения на варианте N_{15} и N_{30} соответствовали или не существенно отличались от контроля. В свою очередь, на варианте N_{45} наблюдалось значительное ингибирование формирования клубеньковых вздутий, даже на начальных этапах развития растений, что указывает на значительные различия между сортами на использование азота минеральных удобрений.

Наличие прямой коррелятивной связи между величиной и активностью симбиотического аппарата, а также уровнем урожая и его качеством было установлено [4]. Эти выводы подтверждены многочисленными последующими исследованиями с разными бобовыми культурами в различных экологических условиях. Интенсивность функционирования симбиотического аппарата бобовых культур зависит не только от количества корневых вздутий, но и их биометрических размеров, а также массы (рис. 2).

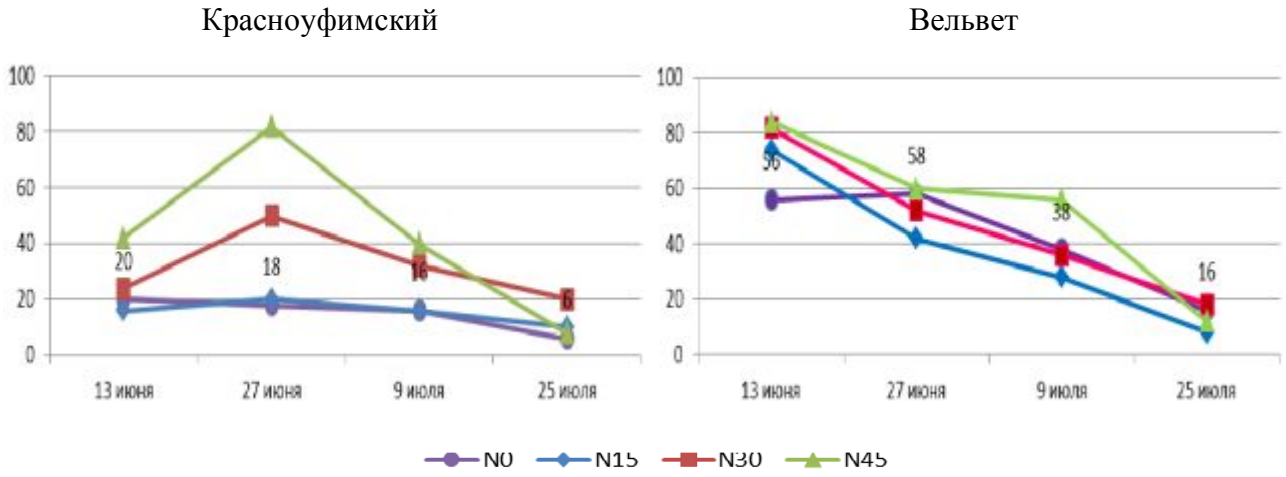


Рисунок 2. Влияние N-удобрения и инокуляции семян Ризоторфином на массу клубеньков (мг) корневой системы гороха

На сорте Красноуфимский существенные различия в массе клубеньков на корневой системе отмечены 27 июня и 9 июля, за счёт внесения азота в дозах 30 и 45 кг/га. На последующем этапе развития, чётких различий отмечено не было. Существенное влияние на массивность симбиотического аппарата у сорта Вельвет оказали все изучаемые дозы азота (N_{15-45}) только на начальных этапах развития (13 июня).

Корневые клубеньки отдельных бобовых культур имеют совершенно разную конфигурацию и размеры. Точно установлены видовые различия относительно места их прикрепления к корневой системе. Так у посевного гороха, они имеют округлую и вытянутую форму, основная масса клубеньков, расположенная на главных боковых корнях, может принимать весьма «причудливые» формы. Формирование мелких и неактивных клубеньков на корнях происходит в случае, когда недополучено достаточное количество углеводов, накапливаемых в процессе фотосинтеза [5].

Согласно данных [3], важным критерием, указывающим на физиологическую активность корневых клубеньков, относительно фиксации атмосферного азота, является интенсивность цвета и характер их окраски. Данные параметры связаны с заполнением цитоплазмы клеток определённой зоны клубенькового вздутия белком леггемоглобином, что придаёт им розовый оттенок. Количество розовых клубеньков достигает пика в период бутонизации – начало цветения [6]. В процессе жизнедеятельности происходит снижение количества данного соединения в составе бактероидов и следующее за ним обесцвечивание ткани (рис. 3, 4).

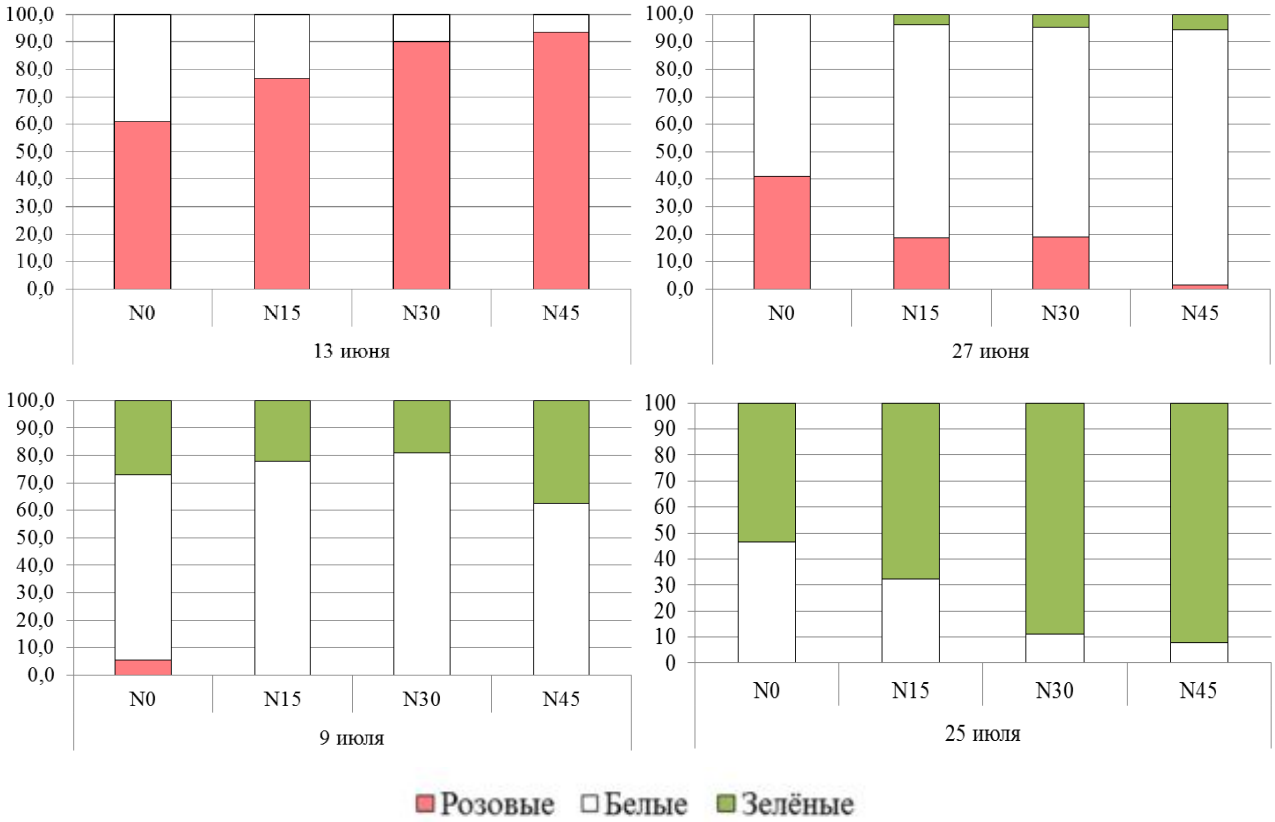


Рисунок 3. Влияние N-удобрения и инокуляции семян Ризоторфином на физиологическую активность (окрашивание) клубеньков на корневой системе гороха (сорт Красноуфимский)

Внесение азота способствовало увеличению доли равномерно окрашенных розовых клубеньков на срезе на начальном этапе развития. Однако в последующем, в вариантах с внесением азота, наблюдалось более быстрое обесцвечивание бактероидной ткани. На данных вариантах зафиксировано отмирание и прекращение функционирования клубеньков уже через 1,5 месяца после посева. В период с 27 июня по 9 июля происходило последующее угасание активности симбиотического аппарата, доля обесцвеченных клубеньков по вариантам составила 62,5…80,9%. На последующем этапе развития, при внесении минерального азота удобрений в дозах 30 и 45 кг/га, происходило более быстрое отмирание клубеньковых образований.

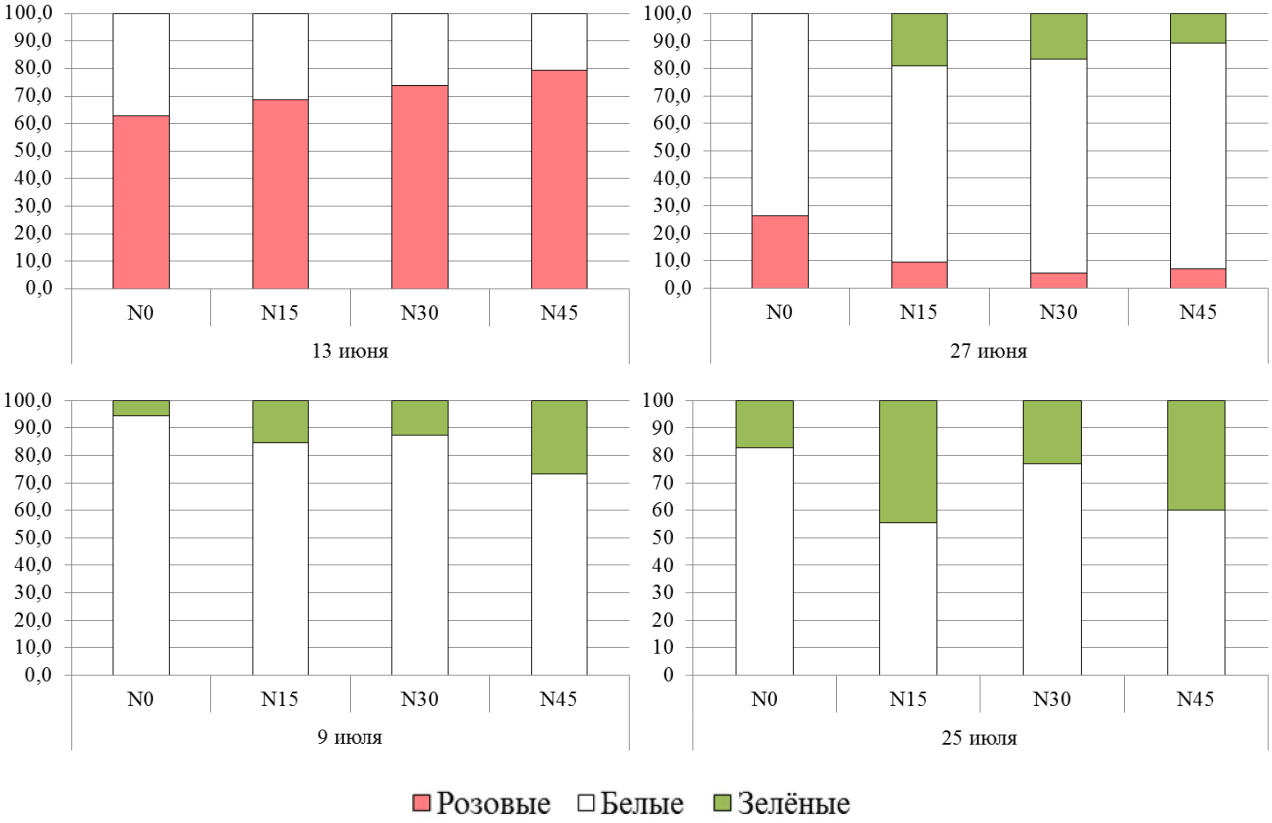


Рисунок 4. Влияние N-удобрения и инокуляции семян Ризоторфином на физиологическую активность (окрашивание) клубеньков на корневой системе гороха (сорт Вельвет)

На начальном этапе развития (13 июня) внесение азота способствовало увеличению доли равномерно окрашенных розовых клубеньков, что указывало на высокую их активность. Однако в последующем, в вариантах с внесением азота, наблюдалось более быстрое обесцвечивание бактероидной ткани. Также как и в случае с другим сортом, на данных вариантах зафиксировано прекращение функционирования значительной части клубеньков (73,7…94,4%) уже через 1,5 месяца после посева. Не смотря на это, полное

отмирание клубеньков не произошло вплоть до уборки растений на зелёный корм.

Заключение. К моменту появления 5-6 листа, на корневой системе 1 растения гороха, не зависимо от его сортовой принадлежности, отмечалось наличие до 40 шт. клубеньков. Более выполненные клубеньки располагались на центральном корне. Единичные клубеньки с ровной, не сморщенной поверхностью, правильной и слегка удлинённой формы также располагались на скелетных корнях 1-2 порядка. При недостаточном количестве осадков и повышенной для условий Предуралья температуре, прекращение функционирования и последующее отмирание клубеньков зафиксировано уже через 8 недель после посева.

Внесение N-удобрения (N15-45) не оттягивало времени появления клубеньков на корневой системе растений и не ограничивало их физиологической активности. За счёт привнесения N-удобрения происходило увеличение активности клубеньков на начальном этапе развития. Существенное влияние на массивность симбиотического аппарата у сорта Вельвет, на начальных этапах развития, оказали все изучаемые дозы азотного удобрения (N15-45). Внесение N45 на сорте Красноуфимский обуславливало снижение количества клубеньков во второй и последующие месяцы развития растений, что указывает на значительные различия между сортами относительно влияния на них N-удобрения и использования азота. Сохранность части симбиотического аппарата и его активное функционирование на более поздних этапах развития гороха, указывает на наличие стимулирующего влияния со стороны «стартовых доз» N-удобрения.

Внесение связанного азота с удобрением способствовало увеличению доли равномерно окрашенных розовых клубеньков на срезе на начальном этапе развития гороха. Однако в последующем, наблюдалось более быстрое обесцвечивание бактероидной ткани. К фазе зелёных (плоских) бобов количество клубеньков значительно уменьшилось или исчезли вовсе. Это связано со снижением ассимилирующей способности листового аппарата и оттока питательных веществ к корням, прекращением функционирования корневых систем, появлением в растении более сильных аттрагирующих центров в виде созревающих семян.

Литература:

1. Бугрей И.В., Авдеенко А.П. Продуктивность и причины полегания сортов гороха с разными морфотипами листа // Современные проблемы науки и образования, 2012. №1. С. 287.

2. Моисеенко Ю.В., Кузмичева Ю.В., Петрова С.Н., Парахин Н.В. Роль сорта в увеличении производства высокобелкового зерна // Вестник ОрёлГАУ, 2011. №5. С. 108-111.

3. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. – М.: Агропромиздат, 1991. 300 с.

4. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. – М.: Россельхозиздат, 1983. 256 с.

5. Посыпанов Г.С. Кобозева Т.П., Тазин И.И. [и др.] Современные методы определения количества фиксированного азота воздуха в полевых условиях // Известия ТСХА, 2006. Выпуск 2. С. 129-134.

6. Кадермас И.Г. Формирование фотосинтетического и симбиотического аппаратов растений и их вклад в повышение продуктивности агроценозов гороха посевного (Pisum sativum L.): автореф. ... канд. биол. наук, 2014. 20 с.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ПОЛУЧЕНИЕ ХОРОШЕГО КАЧЕСТВА СЫРЬЯ В УСЛОВИЯХ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА

Д.М. Ахметжанов, И.И. Серегина
ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева
Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 47
dany.almazov@mail.ru

В модельных опытах в почвенной культуре изучено влияние различных форм азотно-цинковых удобрений на урожайность и показатели качества яровой пшеницы сорта Эстер в условиях окислительного стресса. Выявлены оптимальные сочетания азотных удобрений и цинка как в оптимальных условиях выращивания пшеницы, так в условиях краткосрочного дефицита влаги в почве.

Ключевые слова: азотно-цинковые удобрения, яровая пшеница, качество зерна.

Работа выполнена под руководством д. б. н. И. И. Серегиной

Ведущей задачей современного сельского хозяйства является обеспечение наиболее благоприятной продовольственной ситуации в стране. По

данным Росстата в России в последние годы наблюдается тенденция возрастания посевных площадей, занимаемых зерновыми культурами. Ведущую роль среди всех зерновых культур в структуре посевных площадей России играет пшеница (озимая и яровая) [3].

В последние десятилетия было установлено, что окислительный стресс, вызванный различными негативными факторами окружающей среды, ограничивает формирование высокой урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе зерновых. Окислительный стресс, вызванный недостатком или полным краткосрочным отсутствием влаги в критический период роста растений, привлекает особое внимание современных исследователей [5, 6].

Для того, чтобы снизить пагубное воздействие стрессовых условий на формирование урожайности применяют минеральные удобрения. Стоит отметить, что интенсификация именно азотного питания приводит к получению высоких урожаев приемлемого качества. Однако на сегодняшний день известно, что не малую роль в этом играют и микроэлементы, в частности, цинк, который входит в состав ферментов, улучшающих стрессоустойчивость растений [4].

Многофакторная роль цинка в жизнедеятельности растений и его тесная связь применения с продуктивностью сельскохозяйственных культур подтверждена многочисленными исследованиями. Однако в настоящее время остаётся актуальной разработка и совершенствование научных основ рационального экономически эффективного и экологически безопасного применения комплексных цинказотных удобрений, обеспечивающих получение высоких урожаев культур в зависимости от условий водообеспечения.

Несмотря на многоплановые исследования по изучению действия цинка на продуктивность различных культур, недостаточно изученным остаётся вопрос поиска новых форм комплексных удобрений, содержащих в своем составе цинка, на процессы формирования урожайности и качество зерна яровой пшеницы в условиях окислительного стресса, вызванного засухой.

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение влияния новых форм комплексных цинказотных удобрений на урожайность и устойчивость к засухе яровой пшеницы сорта Эстер.

Материалы и методы. Для решения поставленных задач был проведён вегетационный опыт в условиях почвенной культуры в вегетационном домике РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева. Закладка и проведение исследований осуществлялось в соответствии с общепринятыми методиками [2]. Растения выращивали в сосудах Митчерлиха вместимостью 6 кг абсолютно су-

хой почвы. Агрохимические показатели почвы определяли по общепринятым методикам. Посев проводили по 30 шт. в каждый сосуд семян яровой пшеницы сорта Эстер, перед посевом протравленных фунгицидом Максим +. В фазу кущения было проведено прореживание до 15 растений в сосуде.

В экспериментах создавали различные условия водообеспечения [4]. Повторность опыта 4-х кратная. После уборки урожая определяли содержание белка и сырой клейковины в зерне пшеницы с использованием прибора SpectraStar XL 2500XL-R. Отбор проб и подготовка к БИК анализу проводили в соответствии с ГОСТ 32040-2012.

Результаты исследований. Результаты исследований показали, что применение новых комплексных цинказотных удобрений способствовало снижению влияния стрессовых условий на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Эстер.

Оценка показателей качества зерна в условиях засухи показала, что содержание белка и сырой клейковины зависело от формы азотного удобрения, входящего в состав комплексного удобрения, и условий водообеспечения. Выявлено, что в условиях оптимального полива наиболее эффективным вариантом оказалось применение мочевины с цинком и сульфата аммония с цинком.

Одним из важнейших показателей качества зерна яровой пшеницы является содержание в нём белка. В условиях засухи наибольшее содержание белка в зерне яровой пшеницы наблюдается в вариантах с применением сульфата аммония, как с цинком, так и без него (рис. 1). Это обусловлено способностью сульфата аммония задерживать влагу в почве, потому что в данном случае особую роль в увеличении содержания белка в зерне сыграла именно форма азотного удобрения. Однако, в варианте цинкаммония наблюдаются самые высокие значения по этому показателю. Подтверждено стимулирующее действие этого удобрения по сравнению с контрольным вариантом, где применяли сульфат аммония.

Не менее важным показателем качества зерна яровой пшеницы является содержание сырой клейковины. Качество белкового комплекса эндосперма пшеницы – это его способность образовывать клейковину с повышенной эластичностью [1].

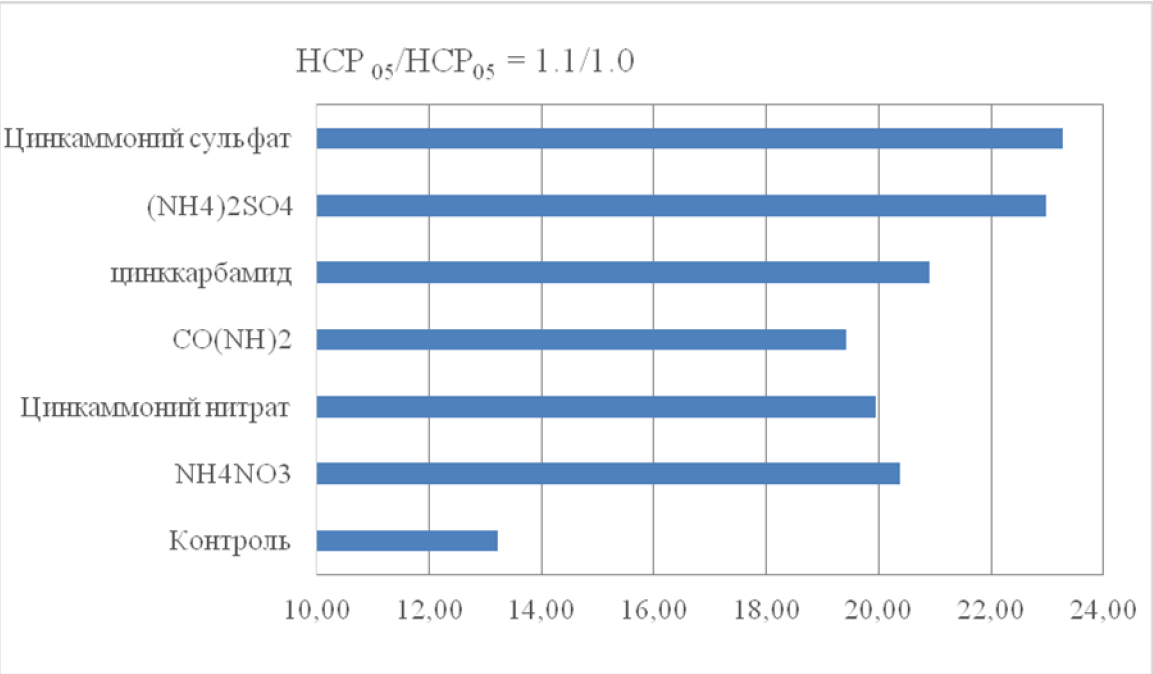


Рисунок 1 - Влияние комплексных цинказотных удобрений на содержание белка в зерне в условиях засухи

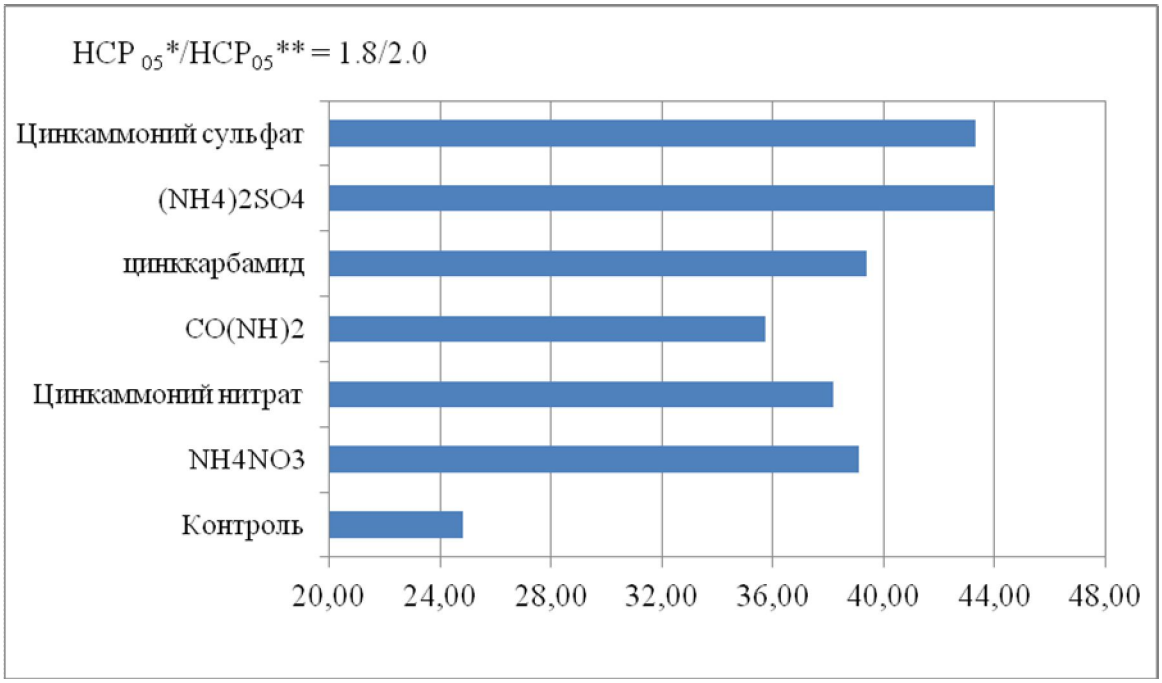


Рисунок 2 - Влияние комплексных цинказотных удобрений на содержание сырой клейковины в зерне яровой пшеницы в условиях засухи

В условиях окислительного стресса, вызванного засухой применение цинкаммония, способствовало наибольшему увеличению содержания сырой клейковины. В данном варианте абсолютное содержание сырой клейковины возросло на 18,5% по сравнению с контролем без цинказотных удобрений (рисунок 2). Сделано предположение, что применение цинказотных удобре-

ний оказывает стабилизирующее действие на эффективность поглощения растениями азота и обеспечивает высокий уровень синтетических реакций азотного обмена, что приводит к улучшению качества зерна и позволяет использовать его для продовольственных целей или в качестве улучшителя зерна более худшего качества.

Выводы. 1. Оценка показателей качества зерна в условиях засухи показала, что содержание белка и сырой клейковины зависело от формы комплексного удобрения и условий водообеспечения. Выявлено, что в условиях оптимального полива наиболее эффективным вариантом оказалось применение цинккарбамида и цинкаммония. 2. В условиях окислительного стресса, вызванного засухой применение цинкаммония, способствовало наибольшему увеличению содержания белка и сырой клейковины. В данном варианте абсолютное содержание сырой клейковины возросло на 18,5% по сравнению с контролем без азотно-цинковых удобрений.

Литература:

1. Ахтариева М. К. Роль наследственности и среды в формировании агрегирующей способности белкового комплекса зерна яровой мягкой пшеницы// Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2013. Т. 25. № 24 (167). С. 72-76.

2. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрохимические методы исследований. М.: Изд-во РГАУ-МСХА. 2015. 309 с.

3. Лайкам К. Э. и др. Росстат. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат. сб./Росстат.М. 2021. 100 с.

4. Серегина И. И., Белопухов С. Л. Защитно-стимулирующая роль микроэлементов и регуляторов роста в растениеводстве. Монография, 2021. 184 с.

5. Серегина И.И., Ниловская Н.Т., Обуховская Л.В., Верниченко И.В. Влияние доз азота и обработки семян цинком на продуктивность яровой пшеницы при различной водообеспеченности // Агрохимия. 2005. № 6. С. 54-58.

6. Серегина И.И., Ниловская Н.Т., Обуховская Л.В., Осипова Л.В. Влияние предпосевной обработки семян цинком на проростки яровой пшеницы в условиях водного стресса // Агрохимия. 2005. № 8. С. 34-38.

УДК 631.8.022.3

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ УДОБРЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ОСНОВНОГО ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Е.А. Болтунов, С.В. Шерстобитов, А.А. Менщикова
ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья
625003, Российская Федерация, город Тюмень, улица Республики, 7
boltunov.ea.b23@ati.gausz.ru

Впервые в условиях Тюменской области применили водорастворимые удобрения в качестве основного внесения под яровую пшеницу с применением спутниковых навигационных систем. Водорастворимые удобрения применяли Aqualis»13-40-13 и 18-18-18 компании ЕвроХим, урожайность выше контроля 0,08-0,26 т/га.

Ключевые слова: водорастворимые удобрения, чернозём выщелоченный, яровая пшеница, урожайность, точное земледелие, дифференцированное внесение, ЕвроХим

Водорастворимые удобрения - это сбалансированное количество питательных веществ, которое обеспечивает хорошее развитие растений, высокий урожай и улучшения качества зерна. Эти удобрения только набираю обороты на мировом рынке. Высокая популярность таких растворов объясняется тем, что с ними легко работать. В отличие от гранулированных удобрений, при соблюдении дозировки, прописанной в инструкции, уменьшается риск «сжечь» проростки [1].

Также эти удобрения легче усваиваются растениями и действуют мгновенно, вследствие чего особенно эффективны при срочной корректировке питания [6].

Питание культур в течение вегетации обеспечивается за счет фертигации и листовых подкормок. Оба этих способа предполагают использование специализированных водорастворимых удобрений. Такие удобрения должны соответствовать следующим параметрам. К ним относятся: отсутствие Cl и Na, высокая растворимость и отсутствие осадка, высокая чистота – отсутствие балластовых веществ, благоприятные химические характеристики, в том числе pH в диапазоне 5,3-6,5, выверенный состав, обеспечивающий максимальную доступность для растений, хелатированные микроэлементы в соста-

ве. Всем этим требованиям отвечают водорастворимые NPK удобрения «Aqualis» от ЕвроХим [7].

ЕвроХим «Aqualis» 13:40:13+МЭ – водорастворимое NPK удобрение с повышенным содержанием фосфора. Благодаря сбалансированному соотношению питательных элементов, подходит для использования на всех культурах. На начальных этапах роста специальная формула стимулирует рост и развитие корневой системы, повышает уровень поступление питательных веществ. Также на стадии бутонизации и цветения ускоряет образование и формирование репродуктивных органов, повышает товарные качества получаемой сельскохозяйственной продукции [6].

Благодаря высокой растворимости, его используют в качестве удобрения для капельного полива, листовой (внекорневой) подкормки, закрытого и открытого грунта.

ЕвроХим «Aqualis» УНИВЕРСАЛ 18:18:18+3MgO+МЭ водорастворимая марка разработана для обеспечения культур необходимыми элементами питания в процессе вегетации, поддержания активного роста и планомерного развития. Более эффективно в периоды, когда растения испытывают стресс (засуха, переувлажнение, повреждение болезнями и вредителями и др.) [6].

Наибольший эффект от применения марки УНИВЕРСАЛ в системах фертигации открытого грунта достигается на почвах с низким содержанием доступных питательных веществ (песчаные, тяжелые, кислые и щелочные грунты).

Благодаря современным технологиям все отрасли промышленности стремятся к оптимизации процессов производства. Каждое хозяйство хочет получить при минимальных затратах максимальную выгоду. В сельскохозяйственной промышленности инструментом повышения эффективности всех этапов производства является внедрение цифровых технологий, один из элементов точного земледелие [3].

Важнейший элементом системы точного земледелия является использование специальных сканеров и сенсоров для оценки состояния посевов, последующего дифференцированного внесения удобрений и средств защиты растений в зависимости от состояния культурных растений, наличия сорняков на отдельных участках поля.

Дифференцированное внесение основано на предварительной подготовке карты-задания с индивидуальными нормами внесения на различных участках поля в зависимости от содержания доступных форм элементов питания. При этом снижаются потери удобрений и повышается их эффектив-

ность. Для сельскохозяйственных культур, на каждом участке поля, создаются оптимальные условия, что позволяет получить высокую урожайность и качественную продукцию [4].

В 2021 году в учебно-опытном хозяйстве ГАУ Северного Зауралья в первые были применены водорастворимые удобрения от ЕвроХима, такие как 13:40:13 и 18:18:18.

Почвы опытного поля представлены чернозёмом выщелоченным, среднемощным, среднегумусным, тяжелосуглинистым по Льву Николаевичу Каретину [8]. Содержание гумуса в пахотном слое (0-30 см) варьирует от 7,65 до 9,05 %. Высокая сумма обменных оснований в пахотном слое 31,4-34,0 и гидролитическая кислотность 3,5-3,8 мг-экв/100 г почвы. Плотность сложения пахотного слоя чернозема выщелоченного 1,07-1,25 г/см^3. Степень насыщенности основаниями варьирует по профилю в пределах 89–95 %. Чернозёмы выщелоченные обладают высокими запасами питательных элементов для растений, которые находятся в труднодоступной форме, и благоприятными водно-физическими свойствами [9,10].

В опыте использовали 5 элементарных участков, один из которых был контроль. В контрольный участок внесли во время посева 100 л/га КАС-28, приготовленный в растворном узле во 2 и 3 вариантах мы внесли водорастворимое удобрение 13:40:13, но с разным количеством. Во 2 варианте внесли 10 % раствор с нормой 100 л/га, а в 3 варианте внесли 10 % раствор с нормой 150 л/га. В 4 и 5 варианте вносим водорастворимое удобрение 18:18:18 с такой же дозировкой и концентрацией, что и в предыдущих вариантах.

Внесение жидких комплексных удобрений требует высокотехнологического оборудования. Переоборудованные сеялки (СЗП-3,6) для внесения жидких удобрений, а также систему спутниковой навигации (Агронавигатор).

В опыте использовался среднеранний сорт мягкой пшеницы Новосибирская 31. Основная особенность этого сорта в том, что содержание белка до 20 %, а клейковины - до 40 % [11,12].

По данным рисунка 1, наибольшую урожайность получили во втором и третьем вариантах (участки 14 и 15). Наибольшую урожайность показал третий вариант, на котором вносилось удобрение 13:40:13 в дозе 150 л/га, урожайность составила 1,34 т/га, что выше контроля на 0,26 т/га, во втором варианте, на котором также вносилось удобрение 13:40:13, но в дозе 100 л/га, урожайность выше контрольного участка на 0,24 т/га и составила 1,32 т/га.

Прибавка относительно контрольного варианта с применением 13:40:13 составила 23-24 %.

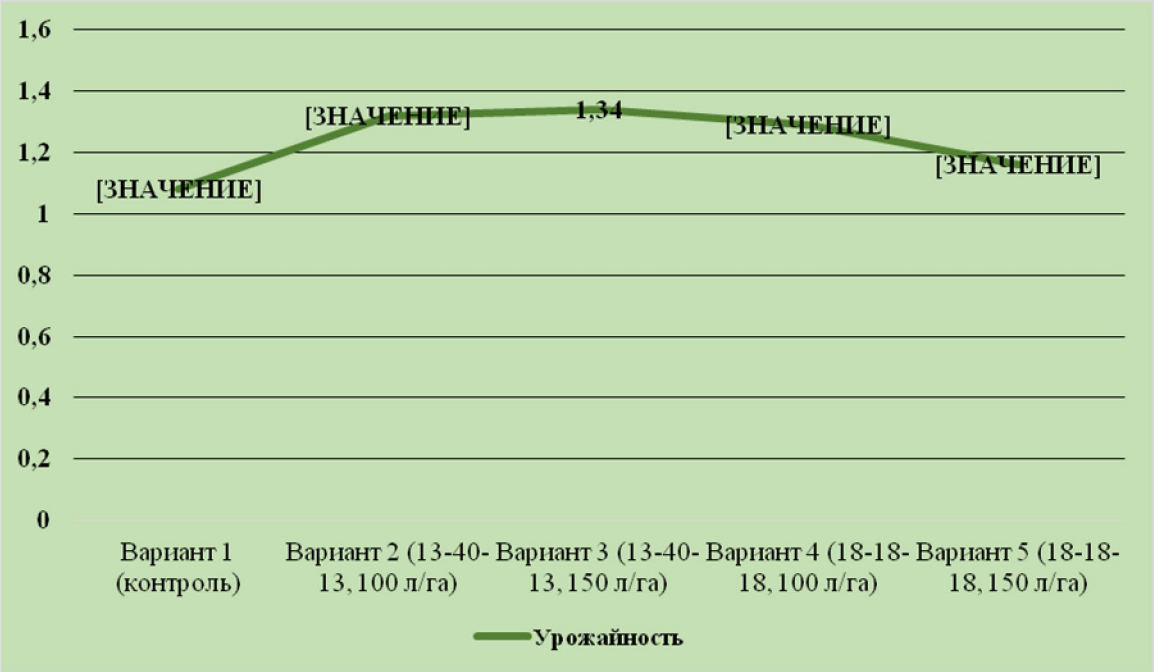


Рисунок 1-Урожайность яровой пшеницы, т/га 2021 г.

Внесение «Aqualis» марки 18:18:18 в дозе 100 л/га положительно повлияло на урожайность яровой пшеницы, прибавка относительно контроля 0,21 т/га или 19,8 %, однако с увеличением нормы до 150 л/га эффективность данного удобрения снижается до контроля 1,16 т/га.

В таблице 1, внесение водорастворимого удобрения марки Aqualis 13-40-13 в дозах 100 и 150 л/га позволило получить зерно 3-го класса со следующими характеристиками: натура зерна 762-773 г/л (выше контроля на 26-37); стекловидность 59,5-63,0 % (выше контроля на 25,5-29,0); количество клейковины 40,0-41,1 % с качеством 93-100 ИДК (ниже контроля на 3,9-5,0 %); содержания белка 10,1-15,4 %, данный показатель выше на варианте с нормой внесения 150 л/га – 15,4 %.

Внесение водорастворимого удобрения марки Aqualis 18-18-18 в дозах 100 и 150 л/га позволило получить зерно 2-3-го класса со следующими характеристиками: натура зерна 768-774 г/л (выше контроля на 36-38); стекловидность 59,5-65,5 % (выше контроля на 25,5-31,5); количество клейковины 41,4-44,9 % с качеством 72-80 ИДК (на уровне контроля); содержания белка 9,3 % (ниже контроля на 1,3%).

Таблица 1- Качество зерна яровой пшеницы Новосибирская 31 (Тюменский район), 2021 г.

Вариант	Натура зерна, г/л	Стекловидность, %	Количество клейковины, %	Качество клейковины, ИДК	Белок, %
Вариант 1 (контроль)	736	34,0	45,0	75	10,6
Вариант 2 (13-40-13, 100 л/га)	773	59,5	40,0	93	10,1
Вариант 3 (13-40-13, 150 л/га)	762	63,0	41,1	100	15,4
Вариант 4 (18-18-18, 100 л/га)	774	65,5	41,4	72	9,3
Вариант 5 (18-18-18, 150 л/га)	768	59,5	44,9	80	9,3

Таким образом, результаты опытов показали, что наибольшую урожайность 1,32 и 1,34 т/га получил при внесении удобрений марки «Aqualis»13-40-13 компании Еврохим. А также внесение водорастворимых удобрений марки «Aqualis» 13-40-13 и 18-18-18 позволило получить зерно 2 и 3 классов в остро засушливый год. Водорастворимые удобрения можно применять не только в качестве листовых подкормок, но и в основное внесение удобрений.

Литература:

1.Визирская М.М., Шерстобитов С.В. Влияние листовых подкормок на урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Северного Зауралья// Плодородие. - 2021. - № 6 (123). - С. 46-50.

2.Болтунов Е.А., Шерстобитов С.В. Перспективы применения водорастворимых удобрений в качестве основного способа внесения под яровую пшеницу// Сборник трудов LVI Студенческой научно-практической конференции «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе». - 2021. - С. 80-84.

3.Долинин Ю.П., Медведева Е.Н.Использование бортового навигационного комплекса "Агронавигатор плюс" для точного земледелия в условиях АО "Хмелевицы" Нижегородской области//Актуальные направления развития техники и технологий в России и за рубежом – реалии, возможности, пер-

спективы. 2019. С. 126-128.

4.Динамика NPK при дифференцированном внесении минеральных удобрений в режиме off-line / Д. В. Чикишев, Н. В. Абрамов, Н. С. Ларина, С. В. Шерстобитов // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 10. – С. 61-66.

5.Информационные технологии в системе точного земледелия / А. В. Акинчин, Л. В. Левшаков, С. А. Линков [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 9. – С. 16-21.

6.Официальный сайт компании «ЕвроХим» [Электронный ресурс] Режим доступа: URL: https://www.eurochemgroup.com/ru/

7.Удобрения Еврохим богатый выбор, высокое качество, доступные цены// АгроФорум. - 2020. - № 4. - С. 42-45.

8. Каретин Л.Н. Почвы Тюменской области. Новосибирск: Наука, 1990. 285 с.

9.Шерстобитов С.В. Дифференцированное внесение азотных удобрений с использованием систем спутниковой навигации// Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.04. - Агрохимия / Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова РАСХН. Москва, 2015.

10.Еремин Д.И., Ахтямова А.А. К вопросу стабилизации гумусного состояния пахотных чернозёмов за счёт запашки соломы зерновых // Вестник КрасГАУ. – 2017. - № 4 (127). - С. 18-24.

11. Перспективы развития селекции сельскохозяйственных культур в Сибири / И. Е. Лихенко, Е. А. Салина, Г. В. Артемова, В. В. Советов // Адаптивность сельскохозяйственных культур в экстремальных условиях Центрально- и Восточно-Азиатского макрорегиона : материалы симпозиума с международным участием, Красноярск, 17–18 августа 2017 года. – Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2018. – С. 25-34.

12. Лихненко, И. Е. Проблемы сортового разнообразия в современном растениеводстве / И. Е. Лихненко // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 3. – С. 66-71.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ХЕЛАТОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЙ АППАРАТ КУКУРУЗЫ ПРИ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Р.А. Боровик, А.С. Шкуркина

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А, elgen@mail.ru.

Заложен вегетационный опыт в фитотроне с обработкой кукурузы по листу водными растворами ЭДТА La, Y, Er и Ho, в двух концентрациях на фоне воздействия низких температур. Изучена взаимосвязь обработок, с параметрами протекания фотосинтеза, определёнными методом PAM-флуориметрии.

Ключевые слова: редкоземельные элементы, кукуруза, низкотемпературный стресс.

Экологический стресс является одним из факторов, лимитирующих способность культурных растений достигать своей потенциальной урожайности. Этот аспект представляется наиболее актуальным в многих регионах России, где случаются весенние заморозки, угнетающие рост молодых растений, оказывая негативное влияние на их фотосинтетический аппарат. Одним из инновационных способов повышения устойчивости культурных растений может стать использование редкоземельных элементов (РЗЭ). В условиях стресса в клетках растений образуются активные формы кислорода, которые повреждают мембранные органеллы, в том числе хлоропласты. Ряд исследователей отмечают у некоторых РЗЭ способность снижать концентрацию активных форм кислорода. В исследованиях Hong et al. [1] показана способность РЗЭ повышать активность антиоксидантных ферментов. Также РЗЭ могут непосредственно взаимодействовать с активными формами кислорода, восстанавливая свободные радикалы до молекулярной формы [2–4].

Целью исследования являлось изучение влияния листовой обработки молодых растений кукурузы растворами хелатов РЗЭ на работу и устойчивость её фотосинтетического аппарата.

Материалы и методы. Вегетационный опыт в фитотроне проводился на базе лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и

пестицидов ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова. Испытуемая культура – кукуруза (*Zea mays* L.) сорта «Хони Бэнтам».

Опыт заложен в пластиковых сосудах Митчерлиха объёмом 0,75 л. Субстрат был приготовлен из нейтрализованного незаправленного верхового торфа, кварцевого песка и агроперлита в соотношении компонентов 1:1:1. В субстрат в растворённой форме внесли минеральное удобрение ФЕРТИКА УНИВЕРСАЛ-2 (NPK 12:8:14+МИКРО) в дозировке 1,5 г физической массы на 1 кг воздушно-сухого субстрата. Масса субстрата в сосуде составляла 350 г в пересчёте на сухое вещество. В течение всего опыта влажность субстрата поддерживалась на уровне 70-80% от полной полевой влагоёмкости путём полива дистиллированной водой. Семена кукурузы равномерно высаживали в сосуды по 12 шт. на глубину 3-4 см. После появления всходов растения прореживались в каждом сосуде до пяти крупных и здоровых всходов. Температурный режим в фитотроне представлен в таблице 1. Цикл день/ночь составлял 9/15 часов. Схема опыта представлена в таблице 2.

Таблица 1 – Температурный режим вегетационного опыта

Период, дни	Температура (день/ночь)
1-10	Равномерное повышение с +12/+10°С до +25/+23°С
11-24	+25/+23°С (экспозиция оптимальными температурами)
25-30	+10/+6°С (низкотемпературный стресс)

Таблица 2 – Схема вегетационного опыта

Вариант	Действующее вещество	Концентрация*, мг/л	Количество обработок
Контроль	–	–	2
La-0,001	ЭДТА лантана	0,001	2
La-5	ЭДТА лантана	5,0	2
Y-1	ЭДТА иттрия	1,0	2
Y-5	ЭДТА иттрия	5,0	2
Er-0,1	ЭДТА эрбия	0,1	2
Er-5	ЭДТА эрбия	5,0	2
Ho-1	ЭДТА гольмия	1,0	2
Ho-5	ЭДТА гольмия	5,0	2

- *в пересчёте на элемент.*

Опрыскивание растений проводилось до полного смачивания через 5 дней после появления всходов и за три дня до экспозиции низкими температурами. В течение опыта ежедневно проводилась ротация сосудов, а еженедельно – полная рандомизация.

Для оценки влияния хелатов редкоземельных элементов на устойчивость фотоситетического аппарата кукурузы к низкотемпературному стрессу были определены параметры протекания фотосинтеза методом PAM-

флуориметрии: Y(II) – эффективный выход флуоресценции, соответствующий доле световой энергии, расходующейся на протекание фотохимических процессов в фотосистеме II, Y(NPQ) – нефотохимическое регулируемое тушение флуоресценции – доля нефотохимических потерь световой энергии, связанная с работой защитного механизма отвода избыточной солнечной энергии в хлоропластах, Y(NO) – нефотохимическое нерегулируемое тушение флуоресценции – доля нефотохимических потерь световой энергии, связанная с иными небиохимическими механизмами [5]. Измерение и расчёт параметров проводили флуориметром Junior-PAM с приложением WinControl-3.29 при естественном внешнем освещении в режиме «Act.-Yield». Измерение флуорисценции проводилось в серединной части адаксиальной стороны третьего листа. Математическая обработка данных проводилась в приложении MS Excel 2019.

Результаты и обсуждение. Непосредственно перед понижением температуры до стрессового уровня (1-е измерение) параметр Y(II) снижался на фоне обработки ЭДТА Ho (табл. 3). При этом в дозировке 5 мг Ho/л снижение было статистическим значимым – на 28% ниже контроля.

После пяти дней воздействия на растения холодом (2-е измерение) значение эффективного выхода флуоресценции выросло на всех вариантах опыта, что говорит о росте доли солнечной энергии, идущей на синтез углеводов. По-видимому, это повышение связано с активацией антистрессовых механизмов в ответ на понижение температуры. При этом наибольшее приращение эффективного выхода флуоресценции наблюдалось на фоне обработки ЭДТА Ho в обеих концентрациях: на 0,243 при 1 мг Ho/л и на 0,276 при 5 мг Ho/л. Аналогичное, но меньшее приращение параметра Y(II) отмечено на фоне обработки ЭДТА La в концентрации 0,001 мг La/л на 0,196 и на фоне обработок ЭДТА Y и Er в обеих концентрациях на 0,198-0,210.

Параметр Y(NPQ) связан прежде всего с работой защитных механизмов, отводящих избыточную световую энергию из хлоропластов. Перед понижением температур на фоне фолиарного применения ЭДТА Ho 5 мг Ho/л отмечено существенное увеличение этого параметра. На фоне других обработок, за исключением обработки ЭДТА La, отмечается некоторое снижение значения параметра Y(NPQ) по отношению к контролю при первом измерении. При втором измерении не обнаруживается закономерности в распределении значений параметра Y(NPQ). Воздействие холода привело к понижению нефотохимического регулируемого тушения флуоресценции на всех вариантах, что является закономерным следствием снижения скорости биохимических реакций и активности центров отвода избыточной солнечной энергии.

Таблица 3 – Результаты измерения параметров протекания фотосинтеза у молодых растений кукурузы

Эффективный выход флуоресценции — Y(II) (1 измерение).			
Вариант	1 измерение*	2 измерение*	Разница между измерениями*
Контроль	0,276±0,022	0,454±0,029	0,178±0,039
La0,001	0,250±0,011	0,446±0,021	0,196±0,031
La5	0,273±0,028	0,433±0,048	0,160±0,042
Y1	0,254±0,037	0,464±0,038	0,210±0,027
Y5	0,267±0,024	0,464±0,052	0,198±0,036
Er0,1	0,288±0,033	0,491±0,016	0,203±0,039
Er5	0,258±0,017	0,473±0,049	0,215±0,052
Ho1	0,249±0,033	0,492±0,037	0,243±0,058
Ho5	**0,205±0,022****	0,482±0,007	**0,276±0,025****
НСР$_{0,05}$	0,045	0,061	0,068
Нефотохимическое регулируемое тушение флуоресценции — Y(NPQ)			
Контроль	0,394±0,024	0,303±0,038	-0,091±0,030
La0,001	0,413±0,027	0,296±0,022	-0,118±0,019
La5	0,391±0,044	0,302±0,027	-0,089±0,049
Y1	0,350±0,047	0,243±0,090	-0,107±0,044
Y5	0,347±0,043	0,252±0,024	-0,095±0,036
Er0,1	0,351±0,027	0,269±0,011	-0,082±0,019
Er5	**0,312±0,013****	0,312±0,043	**0,000±0,038****
Ho1	**0,267±0,020****	**0,212±0,032****	-0,056±0,012
Ho5	**0,455±0,013****	0,279±0,026	**-0,176±0,035****
НСР$_{0,05}$	0,053	0,069	0,056
Нефотохимическое нерегулируемое тушение флуоресценции — Y(NO)			
Контроль	0,330±0,019	0,244±0,009	-0,087±0,010
La0,001	0,337±0,016	0,258±0,037	-0,079±0,022
La5	0,337±0,034	0,265±0,027	-0,071±0,007
Y1	**0,396±0,019****	0,293±0,075	-0,103±0,060
Y5	**0,386±0,067****	0,284±0,062	-0,102±0,006
Er0,1	0,362±0,014	0,241±0,023	-0,121±0,037
Er5	**0,430±0,028****	0,214±0,008	**-0,215±0,035****
Ho1	**0,484±0,029****	0,296±0,034	**-0,188±0,061****
Ho5	0,340±0,011	0,240±0,019	-0,100±0,022
НСР$_{0,05}$	0,052	0,066	0,059

** – среднее по варианту ± стандартное отклонение; ** – варианты, имеющие статистически значимую разницу с контролем при уровне 0,05.*

Однако на фоне обработок растений ЭДТА Er понижение параметра Y(NPQ) было менее выраженным, а в некоторых случаях даже отсутствовало. На варианте с обработкой растений раствором концентрацией 5 мг Er/л понижение параметра Y(NPQ) в среднем равнялось нулю. Вероятно, Er снижает воздействие холода на защитные механизмы хлоропластов и оказывает некоторое положительное влияние на фотосинтетический аппарат. Обработка растений раствором ЭДТА Ho в концентрации 5 мг Ho/л наоборот привела к значимому понижению нефотохимического регулируемого тушения флуоресценции на 0,085.

Нефотохимическое нерегулируемое тушение флуоресценции связано с другими параметрами через соотношение Y(NO) = 1 – Y(II) – Y(NPQ). Поэтому его динамика при более-менее равномерном значении параметра Y(II) в пределах опыта зеркально отражает динамику параметра Y(NPQ). Поскольку Y(NO) связан с физическим рассеиванием световой энергии вклад физиологических процессов в его изменение является косвенным.

Выводы. Прослеживается действие от применения изучаемых хелатов РЗЭ на работу фотосинтетического аппарата. Некоторое повышение эффективного выхода флуоресценции отмечается практически на всех вариантах, а на вариантах с применением ЭДТА Ho оно оказывается наибольшим. Также отмечена способность ЭДТА Er в обеих дозировках стимулировать работу систем отвода избыточной световой энергии в хлоропластах на фоне пониженной температуры. Полученные результаты в целом свидетельствуют о способности РЗЭ оказывать положительное влияние на устойчивость фотосинтетического аппарата у молодых растений кукурузы к краткосрочному низкотемпературному стрессу.

Литература:

1.Hong, F.H. Wei Z.G., Zhao G.W. Effect of lanthanum on aged seed germination of rice. // Biological Trace Element Research. 2000a. Vol. 75. P. 205-213.

2.Kotelnikova A., Rogova O., Stolbova V. Lanthanides in the Soil: Routes of Entry, Content, Effect on Plants, and Genotoxicity (a Review) // Eurasian Soil Science. 2021. Vol. 54. P. 117-134.

3.Pang X., Li D., Peng A. Application of Rare Earth Elements in the agriculture of China and its environmental behavior in soil // Environmental Science and Pollution Research International. 2002. Vol. 9. № 2. P. 143-148.

4.Wang J.S., Guo C.R., Cheng Y.X. Mechanism of cerium ion clearing superoxide radical // Journal of Chinese Rare Earth Society. 1997a. Vol. 15. № 2. P. 151-154.

5.Schreiber U. Pulse-Amplitude-Modulation (PAM) Fluorometry and Saturation Pulse Method: An Overview // Chlorophyll a Fluorescence: A Signature of Photosynthesis. 2004. Vol. 19. P. 279-319.

ПРОДУКТИВНОСТЬ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БИОЛОГИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ.

Е.С. Бородина, П.С. Семешкина

Калужский НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»
249142, Россия, Калужская область, Перемышльский район, с. Калужская опытная сельскохозяйственная станция, ул. Центральная, д.2
ekaterinapeliy@yandex.ru

В статье представлены результаты исследований пятипольных севооборотов с разнокомпонентным насыщением бобовыми культурами (30, 40, 60%) за 2022 год. Особое внимание уделено изучению действия минеральных удобрений на продуктивность культур и изменение биологической активности почвы.

Ключевые слова: севооборот, удобрения, бобовые культуры, микробиота почвы, урожайность.

Основным свойством почвы, безусловно, является плодородие, которое характеризуется способностью обеспечивать растения необходимыми питательными веществами и минералами, а также способствовать оптимизации воздушного и водного режимов. Вопрос сохранения почвенных ресурсов, снижения негативных процессов, влияющих на её деградацию, является основной задачей и главной составной частью системы ресурсосбережения в земледелии. Исследования биологической активности почвы в условиях севооборота культур при применении удобрений дают возможность понимать взаимоотношение компонентов экосистемы и раскрывать её потенциальные возможности для восстановления нарушенного равновесия [1–4]. Плодородие почвы определяет множество показателей, таких как содержание гумуса, ферментативная активность, целлюлозоразлагающая способность, интенсив-

ность дыхания почвы, состав микрофлоры и т. д. [5–7]. Применение бобового компонента в структуре севооборотов положительно влияет на изменение почвенных показателей [8].

Материалы и методы. Место проведения исследований: Калужская область, Перемышльский район, Калужский НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», стационар отдела технологии производства продукции растениеводства, поле № 1д.

Характеристика почвы. Почва опытного участка серая лесная среднесуглинистая на лессовидном суглинке, глубина залегания грунтовых вод свыше 5м со следующими показателями на момент закладки опыта: pH = 4,9…5,0, N л.г. – 5,8…6,3, усвояемых форм P_2O_5 и K_2O – 13,4…15,6 и 10,1…11,3 мг/100 г почвы, содержание гумуса 1,8%.

Метод исследований: полевой опыт. Исследования проведены в соответствии с общепринятыми методиками, согласно требованиям методических пособий и ГОСТ-ов для данного региона [9] в 2-х факторном многолетнем полевом опыте: площадь делянки – 220 м^2, повторность – 3-х кратная, расположение – ярусное.

Культуры выращивали по общепринятым технологиям для данного региона.

Посев зерновых и зернобобовых культур проведен рядовым способом сеялкой СФС–2, картофель – сажалкой, СН–4Б. Удобрения внесены согласно схеме опыта.

Фактор А – севообороты с различной степенью насыщения бобовыми культурами (30, 40, 60%): 1 – севооборот (зернопропашной, с 30% насыщением зернобобовыми культурами): горох ($N_{40}P_{65}K_{17}$) – картофель ($N_{30}P_{30}K_{131}$) – ячмень ($N_{27}P_{33}K_{65}$) – вико-овсяная смесь ($N_{46}P_0K_{122}$) – пшеница яровая ($N_{22}P_{20}K_{47}$), озимая ($N_{70}P_{80}K_{100}$); 2 – севооборот (зернопропашной, 40% бобовых и зернобобовых культур): горох ($N_{40}P_{65}K_{17}$) – картофель ($N_{30}P_{30}K_{131}$) – ячмень с подсевом клевера ($N_{58}P_{33}K_{112}$) – клевер 1 г.п. ($N_0P_0K_0$) – пшеница яровая ($N_{22}P_{20}K_{47}$), озимая ($N_{20}P_{80}K_{100}$); 3 – севооборот (зернотравяной, с 60% насыщением бобовыми и зернобобовыми культурами): горох ($N_{40}P_{65}K_{17}$) – пшеница яровая ($N_{57}P_{56}K_{154}$) с подсевом клевера – клевер 1 г.п. ($N_0P_0K_0$) – клевер 2 г.п. ($N_0P_0K_0$) – пшеница яровая ($N_{22}P_{20}K_{47}$), озимая ($N_{10}P_{80}K_{100}$).

Фактор В – внесение минеральных удобрений в дозах, рассчитанных методом баланса на вынос. Удобрения внесены на половине делянки и сравниваются с вариантом без удобрений.

Температурный режим за период май-август в 2022 году характеризовался нетипичными показателями температур (табл. 1).

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационного периода 2022 г. (по данным метеостанции)

Месяц	Температура воздуха, °С		Осадки, мм		ГТК
	средняя за месяц	средне многолетнее	сумма за месяц	средне многолетнее	
Май	10,3	12,2	72	54	0,23
Июнь	18,5	16,1	75	69	1,35
Июль	19,1	17,9	84	92	1,42
Август	20,9	15,3	20	75	0,31
Средняя за вегетацию	17,2	15,4	251	290	0,83

Среднесуточная температура воздуха за май-август составила 17,2°С, что на 1,8°С выше среднемноголетних показателей. Превышение среднесуточных температур над климатической нормой наблюдалось с июня по август. Наибольшая положительная температурная динамика отмечена в августе (+5,6°С), а наименьшее превышение нормы – в июле (+1,2°С).

Режим атмосферных осадков за май-август в 2022 году характеризуется заметным их дефицитом в конце июля начале августа при высоких среднесуточных температурах, в период ответственный за конечное формирование урожайности яровой пшеницы и качества зерна. Сумма осадков за май-август составила 251 мм или 87% нормы. Наибольшее количество осадков выпало в июле (84 мм или 91%), а наименьшее – в августе (20 мм или 27% нормы).

Гидротермический коэффициент увлажнения равен 0,83, что характерно для зоны засушливого земледелия.

Результаты исследований. Биологическая активность почвы, определяемая по работе почвенной целлюлозоразлагающей микробиоты, в среднем по фонам и севооборотам составила 53,0% и была выше на фоне без внесения удобрений в севообороте с 40% насыщением бобовыми культурами – 57,6% (табл. 2).

Продуктивность культур в среднем была выше при внесении минеральных удобрений. С увеличением степени насыщенности севооборотов бобовыми продуктивность возрастала при возделывании на естественном фоне плодородия, а прибавка от минеральных удобрений наибольшей была отмечена в севообороте с 30% насыщением бобовыми культурами. Валовая энергетическая продуктивность на одно поле севооборота в среднем по севообо-

ротам без внесения удобрений составила 49,6 ГДж/га с пшеницей озимой и 46,5 ГДж/га с пшеницей яровой (табл. 3).

Таблица 2 – Биологическая активность почвы, %

Культура	Фон		Среднее по фонам
	контроль	удобрения	
Вика-овсяная смесь	51,9	49,6	50,8
Пшеница озимая	58,6	51,5	55,1
Пшеница яровая	45,7	66,4	56,1
Горох	46,7	52,5	49,6
Ячмень	63,7	44,7	54,2
среднее по культурам	53,3	52,9	53,1
Клевер 1 г.п.	60,6	52,8	56,7
Пшеница озимая	54,6	60,5	57,6
Пшеница яровая	63,7	51,9	57,8
Горох	46,2	37,5	41,9
Ячмень с подсевом клевера	62,7	48,4	55,6
среднее по культурам	57,6	50,2	53,9
Клевер 2 г.п.	55,7	46,6	51,2
Пшеница озимая	67,6	64,0	65,8
Пшеница яровая	41,7	46,0	43,9
Горох	51,1	45,5	48,3
Пшеница яровая с подсевом клевера	40,8	48,0	44,4
Клевер 1 г.п.	58,6	56,6	57,6
среднее по культурам	52,6	51,1	51,9
среднее по севооборотам	54,5	51,4	53,0

Внесение минеральных удобрений способствовало ее увеличению на 38,3% (с 46,5 ГДж/га до 64,3 ГДж/га с пшеницей яровой). Наиболее продуктивным без внесения удобрений был севооборот с 40% насыщением бобовыми культурами – 51,3 ГДж/га, а на фоне внесения минеральных удобрений наибольший сбор валовой энергии получен в севообороте с 30% насыщением бобовыми культурами – 76,8 ГДж/га. При этом наибольшая прибавка к неудобренному фону – 28,6 ГДж/га получена в севообороте с 30% бобовых культур в структуре. В севообороте с 40% и 60% насыщением бобовыми продуктивность севооборота увеличилась, соответственно, на 15,2 и 5,0 ГДж/га или 29,6 и 10,1%.

Таблица 3 – Продуктивность культур короткоротационных севооборотов и сбор валовой энергии

Культура	Контроль		Удобрения	
	ц/га	ВЭ, ГДж/га	ц/га	ВЭ, ГДж/га
30%				
Вика-овсяная смесь	193,5	77,4	266,2	106,5
Пшеница озимая	22,9	34,4	55,2	82,8
Пшеница яровая	16,2	24,3	30,7	46,1
Горох	22,5	38,3	27,2	46,2
Картофель	135,2	54,1	257,8	103,1
Ячмень	23,0	36,8	28,5	45,6
среднее по севообороту		48,2/46,2*		76,8/69,5*
40%				
Клевер 1 г.п.	232,4	69,7	231,3	69,4
Пшеница озимая	47,4	71,1	40,2	60,3
Пшеница яровая	20,2	30,3	34,6	51,9
Горох	19,9	33,8	28,2	47,9
Картофель	129,0	51,6	267,9	107,2
Ячмень + клевер	18,8	30,1	29,9	47,8
среднее по севообороту		51,3/43,1*		66,5/64,8*
60%				
Клевер 2 г.п.	254,4	76,3	316,6	95,0
Пшеница озимая	24,6	36,9	21,3	32,0
Пшеница яровая	27,1	40,7	34,8	52,2
Горох	19,4	33,0	26,3	44,7
Пшеница яр. + клевер	18,0	27,0	30,1	45,2
Клевер 1 г.п.	246,1	73,8	184,1	55,2
среднее по севообороту		49,4/50,2*		54,4/58,5*
среднее по севооборотам		49,6/46,5*		65,9/64,3*

Примечание: * над чертой с озимой пшеницей, под чертой с яровой пшеницей.

Выводы. Наибольшая продуктивность севооборотов в 2022 году отмечена при внесении минеральных удобрений, однако их использование привело к снижению эффективности увеличения бобового компонента. Также заметно повышение сбора валовой энергии за счет увеличения бобового компонента в севообороте без применения удобрений, прибавка данного показателя составила 8,7%. Оптимальное соотношение бобового компонента в системе севооборота по работе почвенной целлюлозоразлагающей микробиоты было получено в варианте с 40% насыщением бобовыми культурами в среднем по фонам и составило 53,9%.

Литература:

1. Захаров А.И, Шарипова Р.Б. Агроклиматический потенциал и основные проблемы влияния климатических изменений на производство сельскохозяйственных культур Ульяновской области Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. №1 С. 25–30.

2. Казаков Г.И., Корчагин В.А. Почвозащитная обработка почвы в Среднем Поволжье // Земледелие. 2009. №1. С. 26- 28.

3. Кирдин В.Ф. Воспроизводство плодородия и минимализация обработки почвы в Нечерноземной зоне // Земледелие. 2007. №2. С. 21- 22.

4. Шакиров Р.С. Биологические факторы интенсификации земледелия // Земледелие. 2007. №10. С. 8- 9.

5. Куликова А.Х., Никитин С.Н. и соавт. Влияние удобрений на содержание и баланс гумуса в черноземе выщелоченном при возделывании культур в зернопаровом севообороте // Агрохимия. 2017. №12. С. 7- 15.

6. Никитин С.Н., Куликова А.В. и соавт. Влияние удобрений на урожайность и биоэнергетическую эффективность технологий возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. №4. С. 45- 51.

7. Бурлуцкий В.А., Пэлий А.Ф. Влияние агроклиматических условий на продуктивность озимой пшеницы в условиях Мещовского Ополья // Инновационные разработки для развития отраслей сельского хозяйства региона. Калуга: ФГБНУ Калужский НИИСХ, 19 апреля 2019. С. 242-245.

8. Бородина Е.С., Семешкина П.С. Продуктивность культур в пятипольных севооборотах с различным насыщением бобовыми в зависимости от уровня внесения удобрений // Научные труды по агрономии. 2021. №1-2. С. 5-11.

9. Доспехов Б.А. «Методика полевого опыта». Агропромиздат, М, 1985, 351 С.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПСУЛИРОВАННОГО КАРБАМИДА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ

М.А. Волкова[1], В.М. Лапушкин[1,2], А.А. Лапушкина[1,2]
[1]*ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,*
[2]*ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова.*
e-mail:, marina.volkova.2012@mail.ru, lapushkin@rgau-msha.ru, noi-sia4u@yandex.ru

Карбамид пролонгированного действия является одним из перспективных и востребованных агрохимических продуктов на мировом рынке удобрений. Однако стоимость данного продукта высока из-за довольно сложной технологии производства и высоких цен на материалы покрытия. Наши исследования направлены на изучение новой формы длительно действующего карбамида, разработанного и предложенного научно-исследовательским институтом по удобрениям и инсектофунгицидам им. Я.В. Самойлова. Изучено влияние карбамида с покрытием монокальцийфосфатом и карбамида с ингибиторами уреазы и нитрификации на урожай яровой пшеницы сорта Любава.

Ключевые слова: азотные удобрения, мочевина, карбамид, удобрения пролонгированного действия, удобрения с ингибитором нитрификации, яровая пшеница, урожай, коэффициент и пользования из удобрений

На сегодняшний день в структуре мирового потребления минеральных удобрений основной удельный вес занимают азотные удобрения (56%). Ежегодно спрос на азотные удобрения повышается в среднем на 3% [1,2].

Несмотря на увеличение количества потребляемых азотных удобрений проблема баланса азота в земледелии остается открыта. Причины данной проблемы обуславливаются высокими потерями азота из удобрений, которые, как известно, составляют 15-25% в виде газообразных продуктов, и до 30% – за счет вымывания нитратной формы азота [3,4,5].

С 60-х годов и по настоящее время ведется разработка и внедрение азотных удобрений пролонгированного действия с различными видами покрытий и с добавлением ингибиторов нитрификации. У каждой из этих групп азотных длительно действующих удобрений имеются свои достоинства и недостатки [5,6].

Перспективность применения капсулированных азотных удобрений и удобрений с добавлением ингибиторов нитрификации заключается в их повышенной эффективности в сравнении с быстродействующими азотными формами благодаря низкому % потерь азота.

Однако систематическое применение ингибиторов нитрификации может существенно изменить видовой состав и снизить численность почвенных микроорганизмов, а сами нитрифицирующие организмы со временем могут адаптироваться к действующему веществу препарата. Кроме того, ингибиторы нитрификации, в особенности химического происхождения, являются достаточно дорогостоящими продуктами [7].

Удобрения с покрытиями гранул также не нашли широкого применения в сельскохозяйственном производстве ввиду их высокой стоимости и сложной технологии производства.

Одним из перспективных агрохимических продуктов на мировом рынке удобрений является капсулированный карбамид. Наиболее известными выпускаемыми удобрениями пролонгированного действия с покрытием на основе карбамида являются мочевина с серным и с полимерным покрытием. Но как показывает практика мочевина с серным покрытием малоэффективна из-за неравномерного высвобождения азота из серной капсулы [5,8]. Стоимость полимерных материалов для производства полимочевины зачастую во много раз превышает стоимость питательного компонента. Помимо этого, некоторые полимеры, используемые в качестве покрытия гранул, трудно разлагаются, накапливаются в почве и могут быть токсичными, что с экологической точки зрения не безопасно [9].

Научно-исследовательским институтом по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова было предложено применять в качестве покрытий гранул мочевины монокальцийфосфат [10]. В отличие от полимерных материалов данное вещество само по себе является удобрением, поэтому проблем, связанных с его разложением и экологической безопасностью не возникает. Другим важным преимуществом данного покрытия является его доступность и возможность получения непосредственно на предприятиях по производству минеральных удобрений.

Скорость высвобождения азота мочевины в данном случае регулируется толщиной покрытия. Однако оптимальная толщина покрытия еще не установлена.

В связи с вышесказанным, целью нашей работы являлось изучение влияние карбамида капсулированного монокальцийфосфатом с различной

толщиной покрытия и карбамида с добавлением ингибиторов нитрификации и уреазной активности на формирование урожая яровой пшеницы.

В 2022 году на кафедре агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева был проведен вегетационный опыт с яровой пшеницей сорта Любава. Данный сорт пшеницы районирован для Нечерноземной зоны, выведен в ФГБНУ «ФИЦ Немчиновка» и введен в реестр в 2012 году.

Для закладки опыта использовался пахотный горизонт (0-20) дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, которую отбирали на территории дендрологического сада имени Р.И.Шредера. Почва характеризовалась следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса низкое – 3,96%, pH солевой вытяжки – сильнокислая (pH_{KCl}=4,0), гидролитическая кислотность – высокая (5,49 мг-экв/100 г), сумма поглощенных оснований – низкая (5,6 мг-экв/100 г), емкость катионного обмена составляла 11,1 мг-экв/100 г, степень насыщенности основаниями средняя – 51%. Содержание щелочно-гидролизуемого азота по Корнфилду - низкое (89 мг/кг), подвижного фосфора по Кирсанову – среднее (55 мг/кг), обменного калия по Кирсанову повышенное – (168 мг/кг). Известкование почвы не проводили.

Растения выращивали в сосудах Митчерлиха, размером 20х20 см с массой абсолютно сухой почвы 5 кг. Опыт проводили в 4-х кратной повторности. Схема опыта включала в себя 6 вариантов: 1. РК-фон; 2. Фон+Nm (вариант сравнения); 3. Фон+ Nm 50 мкм; 4. Фон+ Nm 100 мкм; 5. Фон+ Nm + ингибитор уреазы; 6. Фон+ Nm +ингибитор нитрификации. Дозы удобрений устанавливались в соответствии с рекомендациями Журбицкого из расчета 150 мг/кг почвы N, 100 мг/кг – P, 100 мг/кг – K.

В качестве ингибитора фермента уреазы применяли препарат Limus, в качестве ингибитора нитрификации – препарат Vibelsol. Препараты вносили вместе с мочевиной в количестве: 0,3% действующего вещества от дозы азота – для ингибитора уреазы; 1,6% действующего вещества от дозы азота – для ингибитора нитрификации.

Содержание азота, фосфора и калия в зерне и соломе определяли по общепринятым методикам. Статистическую обработку экспериментального материала выполняли с помощью программ STATISTICA и MS Excel.

Результаты исследования показали, что применение как капсулированного карбамида, так и карбамида с ингибиторами уреазы и нитрификации оказали существенное влияние на биометрические показатели и формирование урожая яровой пшеницы. Наиболее выраженное влияние на длину расте-

ний, массу колосьев и соломы оказала мочевина, применяемая вместе с ингибиторами, и капсулированная форма карбамида с толщиной покрытия 50 мкм. Средняя длина растений в данных вариантах опыта была выше на 9,5%-15,5%, масса колосьев – на 10,6-19,6%, масса соломы – на 15,7-18,3% в сравнении с вариантом, где вносилась некапсулированная мочевина. При этом, в варианте, где применяли карбамид с толщиной покрытия 100 мкм данные показатели были несколько ниже, чем в вариантах с другими формами медленнодействующих удобрений, но выше, чем в варианте с быстродействующей мочевиной. По-видимому, это обуславливается более растянутым периодом высвобождения азота из капсулы.

Максимальное количество зерен в колосе отмечалось в варианте, где в почву вносили мочевину с ингибитором уреазной активности и составляло 36 шт. против 32 шт. в варианте с мочевиной без покрытия. Отношение побочной продукции к основной во всех вариантах с применением различных медленнодействующих форм карбамида было оптимальным.

Кроме того, все изучаемые формы удобрений пролонгированного действия способствовали увеличению урожая зерна пшеницы. При этом, капсулированная мочевина с толщиной покрытия 100 мкм и мочевина с ингибиторами уреазы и нитрификации обеспечили получение достоверных прибавок урожая зерна в сравнении быстрорастворимой формой карбамида. Так, в варианте с применением капсулированной мочевины с толщиной покрытия 100 мкм масса зерна пшеницы была выше на 8,3% чем в варианте, где вносили некапсулированную форму, внесение карбамида с ингибитором уреазы обеспечило прибавку урожая зерна в 12,2%, а с ингибитором нитрификации – 10,7%. Стоит также отметить, что наиболее выполненное зерно пшеницы было получено в вариантах, где применяли капсулированный карбамид с толщиной покрытия 100 мкм и карбамид с ингибитором нитрификации. Масса 1000 зёрен в этих вариантах составляла 42,6 г и 42,5 г соответственно, против 40,0 г в варианте сравнения (мочевина без покрытия).

Ингибитор нитрификации и покрытие мочевины монокальцийфосфатом способствовали увеличению потребления азота растениями пшеницы и, как следствие, повышению коэффициента использования азота из удобрений. При применении карбамида с ингибитором нитрификации коэффициент использования азота удобрения составил 72%, что на 16% выше, чем в варианте с некапсулированной мочевиной, где КИУ был равен 56%. У капсулированной формы мочевины, величина потребления азота находилась в прямой зависимости от толщины покрытия гранул. В варианте с внесением карбамида

с толщиной покрытия 50 мкм коэффициент использования азота удобрений составил 68%, а при толщине покрытия гранул 100 мкм – достигал 75%.

Подводя итоги, стоит отметить, что капсулированная мочевина с покрытием гранул монокальцийфосфатом не уступает другим формам медленнодействующих удобрений, обеспечивает получение не только высокого урожая зерна пшеницы, но качественного семенного материала. А также позволяет более равномерно обеспечить растения пшеницы азотом и повысить коэффициент его использования из карбамида.

Литература:

1. IFA Market Intelligence Service. World Outlook for Fertilizer Demand, Nitrogen, Phosphates and Potash from 2021 to 2022. Public Summary, IFA Strategic Forum, 15-17 November 2021.
2. Рынок минеральных удобрений: азотные удобрения. Итоги 2021, Каталог маркетинговых исследований, ID-Marketing Исследовательская компания, 2022 г.
3. Муравин Э.А., Ромодина Л.В., Литвинский В.А. Агрохимия: учебник для студ. учреждений высш. образования / Э.А. Муравин, Л.В. Ромодина, В.А. Литвинский. –М.: Издательский центр «Академия», 2013. - 304 с.
4. Производство минеральных удобрений / А. С. Малявин, С. В. Миносьянц, К. В. Аксенчик, В. М. Лапушкин // Энциклопедия технологий 2.0 : Химический комплекс. – Москва, Санкт-Петербург: Научно-исследовательский институт "Центр экологической промышленной политики", 2022. – С. 11-88. – EDN GOVKBI.
5. Мухина М.Т., Боровик Р.А., Коршунов А.А. Удобрения пролонгированного действия: основные этапы и направления развития / М.Т. Мухина, Р.А. Боровик, А.А. Коршунов // Плодородие. – 2021. – №4. – С. 77–82.
6. Смирнов П.М., Ягодин Б.А., Муравин Э.А. и др. Ингибиторы нитрификации и эффективность азотных удобрений: учебное пособие / П.М. Смирнов, Б.А. Ягодин, Э.А. Муравин и др. – М.: ТСХА, 1987 – 66 с.
7. Биау Ф. Бабатунде Ебенезер Епифан. Влияние систематического применения ингибиторов нитрификации на наколпение нитратов в растениях и баланс меченого азота удобрений в прямом действии и последействии // Дис. канд. биол. наук – Москва. – 1998. – с. 169
8. Липин А.Г., Небукин В.О., Липин А.А. Капсулирование гранул в полимерные оболочки как метод создания минеральных удобрений с регулируемой скоростью высвобождения питательных веществ / А.Г. Липин, В.О.

Небукин, А.А. Липин // «Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение»– 2017. – №3 (51). – С. 86–91.

9. Vejan P., Khadiran T., Abdullah R., Ahmad N. Controlled release fertilizer: A review on developments, applications and potential in agriculture / P. Vejan, T. Khadiran, R. Abdullah, N. Ahmad // Journal of Controlled Release/ - 2021/ - 339/ - p. 321-334.

10. Пат. 2776275 C1, Российская Федерация, СПК C05G 3/40. Способ получения удобрений с замедленным и контролируемым высвобождением питательных веществ / А.М. Норов, Д.А. Пагалешкин, П.С. Федотов, В.В. Соколов, И.М. Кочетова, Е.А. Рыбин, С.П. Торшин, В.М. Лапушкин; заявитель и патентообладатель Акционерное общество «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова» (АО «НИУИФ»). - № 2021126117; заявлено 02.09.2021, опубликовано 15.07.2022.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛИСТОВЫХ ПОДКОРМОК МИКРОЭЛЕМЕНТНЫМ УДОБРЕНИЕМ МЕГАМИКС-ПРОФИ В ПОВЫШЕНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

Д. М. Воронин
ООО НПФ Мегамикс
606440, Нижегородская обл., г. Бор, территория Владимирово-Пром, 7
E-mail: megamix52@yandex.ru

Приведена оценка приемов повышения продуктивности озимой пшеницы в условиях Ростовской области за 2020-2021 гг. на основе биометрических показателей, урожайности и технологических качеств зерна на разных уровнях минерального питания. Наивысшие показатели отмечены в вариантах с двукратной обработкой вегетирующих растений в фазе кущения препаратом Мегамикс Профи.

Ключевые слова: удобрение Мегамикс, озимая пшеница, урожайность, качество зерна, минеральные удобрения, микроэлементы

Экологизация сельскохозяйственного производства продуктов питания, требует освоение новых альтернативных экономически выгодных систем удобрения с минимально возможным уровнем техногенного загрязнения окружающей среды. Так средняя урожайность зерновых культур в России за последние 112 лет увеличилась примерно в 3,5-4 раза, с 7-8 ц/га в начале XX в. [1] до 26-29 ц/га в 2016-20х гг. [2]. При этом стоимость дизельного топлива увеличилась за последние 22 года более чем в 7 раз, с 7,5 руб./л в 2000 г [3], до 54,46 руб/л [4]. Стоимость основных удобрений за последние

13 лет увеличилась в 2-3 раза, с 4-5,5 тыс.руб./т азотных удобрений, с 7,5-15 тыс.руб./т калийных удобрений в 2009 г. до 22-36,5 тыс. руб/т азотных удобрений, 32-42,8 тыс.руб/т калийных удобрений в 2022 г. [5]. Стоимость прочих средств производства, семена, техника, трудовые ресурсы и т.д. также выросла в разы за последние десятилетия.

В связи с необходимостью разработки ресурсосберегающих и экономически целесообразных приемов повышения продуктивности зерновых культур, важное место занимает применение микроэлементов нового поколения. Микроэлементам как фактору, оказывающему существенное влияние на рост и развитие растений, формирование качества зерна уделяется большое значение. Как показывают результаты агроэкологического мониторинга, нуждаемость пахотных почв нашей страны в микроудобрениях проявляется более чем на половине площадей пашни. Внесение микроудобрений на таких почвах обеспечивает значительное повышение урожайности зерновых культур.

Одним из наиболее мобильных инструментов интенсификации и управления развитием зерновых культур в растениеводстве является использование листовых обработок посева растворами микроэлементов в ходе вегетации. Некорневые подкормки способствуют оптимизации питания растений. В связи с этим необходимо разработать технологию наиболее эффективного применения некорневых подкормок. Особенно это актуально для удобрений на основе микроэлементов, таких как МЕГАМИКС, которые при небольшой дозе способны оказать значительное влияние на урожайность агрокультур.

Современные интенсивные технологии растениеводства невозможны без опрыскивания агрокультур различными пестицидами и проведения листовых подкормок. А их отдельное внесение осложнено, с одной стороны из-за ограниченности ресурсов техники и людей в хозяйствах, а с другой – непродолжительности фаз развития агрокультур, оптимальных для проведения обработок. Да и для самой почвы многократные проходы техники вредны. Опрыскивание агрокультур, несмотря на зависимость от погодных условий, один из наиболее динамичных и пластичных агроприёмов. Можно корректировать количество обработок, расход рабочего раствора, в зависимости от погодных условий, возможностей техники и желаемого эффекта, дозировки или состав препаратов в случае пропуска оптимальных сроков внесения.

Широкое применение листовых подкормок связано с комплексом положительных эффектов, оказываемых на культуру. В ранние фазы развития некорневые подкормки, наряду с корневым питанием, способствуют формированию большего потенциала урожайности агрокультуры. В более поздние фазы развития опрыскивание растений удобрениями позволяет воздействовать на формирование качества продукции. Листовые подкормки в значительной степени снижают негативное воздействие стрессовых факторов, временно дополняя корневое питание, обеспечивают воздействия на отдельные процессы роста и развития культуры [6].

Одним из наиболее известных подобных агроприёмов является некорневая подкормка зерновых культур в конце вегетации азотными удобрениями с целью увеличения содержания белка и клейковины [7, С.250, 270].

На эффективность некорневых подкормок может оказывать влияние климатические условия – осадки зимой и ранней весной и засуха до уборки. Таким образом, применение подкормок агроценозов во время вегетации – один из важнейших факторов повышения урожайности всех сельскохозяйственных культур.

Целью наших исследований являлось изучение эффективности включения микроэлементов в систему удобрения озимой пшеницы.

В задачу исследований входило изучение влияния некорневой подкормки микроэлементным удобрением Мегамикс -Профи на урожайность и структуру урожая озимой пшеницы и оценку качества зерна.

Исследования проводились на базе семеноводческого хозяйства Неклиновского района, Ростовской области ООО «50 лет Октября». Природные условия территории Ростовской области отличаются большой неравномерностью распределения влаги и сильной её изменчивостью по годам. Почва экспериментального поля представлена чернозёмами обыкновенными (северо-приазовскими). Почва характеризуется: pH водн. 7,5-7,8, сумма солей - 0,064%, содержание нитратного азота -26,7 мг/кг, аммонийного 7,6 мг/кг, подвижного фосфора 52,5 мг/кг, обменного калия -370,0 мг/кг, гумуса 3,2%. Результаты физико-химических анализов почвенных образцов указывают на то, что водородный показатель смещён в сторону щёлочности (7,3–7,8). Судя по величине pH водной вытяжки (менее 0,1%), засоления почв не происходит.

Микроудобрительная смесь «Мегамикс» выпускается в виде водного раствора солей микро- и макроэлементов. Микроэлементы содержатся в хелатной и минеральной форме. Применение таких агрохимикатов в определённой степени должно снижать проблему дефицита питательных веществ и прежде всего микроэлементов. Мегамикс марка Профи - удобрение с высоким содержанием микроэлементов, для предпосевной обработки семян и некорневых подкормок, содержит (г/л) : B –1,7, Cu – 12, Zn –11, Mn –2,5, Fe – 2,0, Mo – 1,7, Co – 0,5, Se – 0,06, N – 2,5, S – 25, Mg – 17. Удобрения МЕГАМИКС характеризуются весьма широкой зоной биологического действия и содержат в своем составе большой набор микроэлементов.

Опыт заложен в 3- кратной повторности. Объектом исследований была озимая пшеница. В хозяйстве уже более 5 лет применяются удобрения МЕГАМИКС, как для инкрустации семян, так и для листовых подкормок в максимальных дозировках. Практическая значимость применения удобрений МЕГАМИКС заключается в возможности оперативного перераспределения листовых подкормок в зависимости от условий увлажнения в каждом конкретном случае для оптимизации затрат.

Схема опыта была приближенной к производственной технологии и состояла из 4-х вариантов:

1) Контроль без/удобрений;

2) Некорневая подкормка МЕГАМИКС – Профи в дозе 2 л/га в фазу кущения;

3) Некорневая подкормка МЕГАМИКС-Профи в дозе 1 л/га в фазу кущения + МЕГАМИКС-Профи в дозе 1 л/га в фазу флагового листа;

4) Некорневая подкормка МЕГАМИКС-Профи в дозе 2 л/га в фазу флагового листа.

Предшественником была кукуруза на зерно. Полученные экспериментальные данные показывают, что включение микроэлементов в систему удобрения озимой пшеницы оказывает положительное влияние на минеральное питание растений, количество и качество урожая. Некорневая подкормка посевов озимой пшеницы микроэлементным удобрением Мегамикс способствует улучшению питания растений азотом, фосфором и калием, тем самым создавая предпосылки для формирования высокопродуктивного агроценоза.

В первый год исследований (2020-21 гг) выявлено, что некорневые подкормки удобрением МЕГАМИКС-Профи способствуют увеличению продуктивности посева, получена прибавка урожайности во всех вариантах опыта, как по биологической, так и по производственной урожайности (табл. 1).

Таблица - 1 Урожайность озимой пшеницы

Вариант		Кол-во продуктивных стеблей, шт/ м^2	Содержание клейковины		Урожайность, ц/га	
			%	ИДК	биологическая	фактическая
1.Контроль	среднее	400,0	25,11	91,67	77,3	50,9
2.Мегамикс-Профи 2 л/га ф. кущение	среднее	429,3	24,23	88,33	79,4	51,6
	% ± к контролю	7,3%	-3,5%	-3,6%	2,7 %	1,4 %
3.Мегамикс-Профи 1 л/га ф. кущение +1 л/га ф. флаг. лист	среднее	450,7	25,15	93,00	84,9	53,0
	% ± к контролю	12,7%	0,1%	1,5%	9,8 %	4,2 %
4.Мегамикс-Профи 2 л/га ф. флаг. лист	среднее	412,0	24,01	87,00	79,5	54,8
	% ±к контролю	3,0%	-4,4%	-5,1%	2,8 %	7,6 %

Данные таблицы 1 показывают, что наилучшие результаты биологической урожайности получены в варианте с дробным внесением удобрений МЕГАМИКС-Профи, в то время как производственные данные показали лучший вариант с однократной подкормкой в фазу флаг. лист (рис. 1).

В типичных условиях умеренной засухи в середине и конце вегетации озимой пшеницы NPK- удобрения проявляют наибольшую эффективность в начальные периоды вегетации, в том числе в весенний период, пока есть запасы влаги в почве. В дальнейшем наблюдается реутилизация элементов питания, выраженная в абортировании боковых стеблей в фазе 2-4 междоузлия. Ожидания максимального эффекта от листовых подкормок были связаны с максимальной эффективностью основных удобрений в весенний период. Однако, условия года по увлажнению оказались нетипичными – были значительные осадки не только весной, но и летом 2021 г., уровень осадков в пе-

риод вегетации был значительно выше среднего многолетнего, как в зимне-весенний период, так и в период налива зерна (рис. 2).

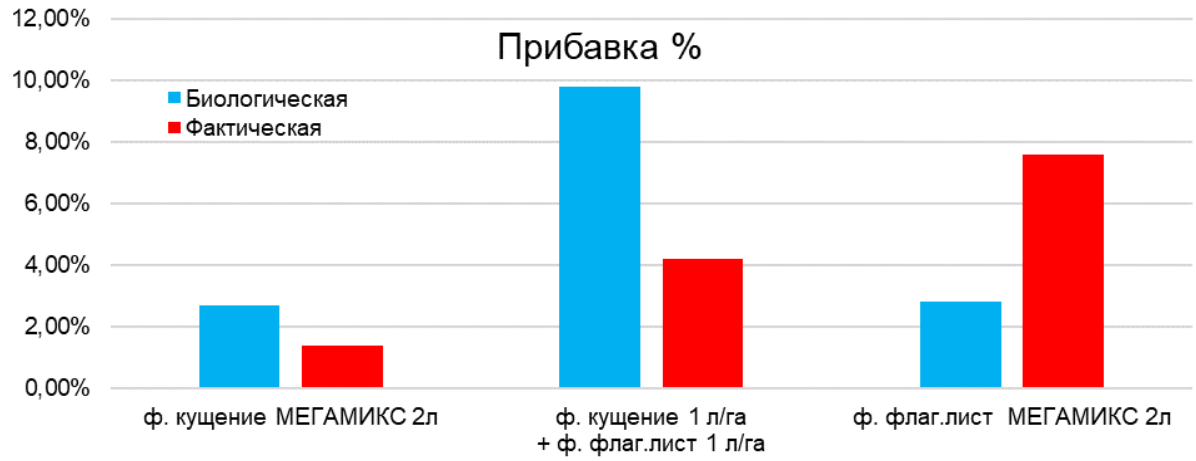


Рис. 1. Прибавка урожайности биологическая и производственная

Рис. 2. Температура и осадки в период проведения опыта

Небольшое повышение температуры в период налива зерна на фоне нетипичных выпавших осадков оказало положительный эффект на развитие культуры, её питание, в т. ч. на эффект второй листовой подкормки.

Расчет экономической эффективности применения микроэлементного удобрения МЕГАМИКС показал, что получена значительная дополнительная прибыль. Наилучшие показатели отмечены в варианте с максимальной дозой Мегамикс (4 вар.)

Таблица 2 - Экономическая эффективность

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Затраты на удобрения, руб/га	Доп. прибыль, руб/га
1.Контроль	50,9	-	-	-
2.Мегамикс-Профи 2 л/га ф. кущение	51,6	0,7	730	1020
3.Мегамикс-Профи 1 л/га ф. кущение +1 л/га ф. флаг. лист	53,0	2,1	730	4520
4.Мегамикс-Профи 2 л/га ф. флаг. лист	54,8	3,9	730	9020

Таким образом, полученные результаты показывают, что листовые подкормки МЕГАМИКС увеличивают урожайность озимой пшеницы. Прибавка сформирована в основном количеством продуктивных колосьев.

Литература:

1. Урожаи и урожайность зерновых России за 100 лет. https://burckina-faso.livejournal.com/973587.html

2. Лайкам К.Э. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат.сб./Росстат – С 29 М., 2021. – 100 с. С-54.

3. Статистика и показатели региональные и федеральные. Цены на бензин по данным Росстат. https://rosinfostat.ru/tseny-na-benzin/

4. Росстат. О динамике цен на бензин автомобильный и ресурсах нефтепродуктов в июле 2022 года. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/140_24-08-2022.html

5. Росстат. Средние цены производителей на минеральные удобрения. https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/39HzoPny/bd_1904007.htm

6. Бурунов А.Н. Совершенствование технологии возделывания полевых культур на основе применения стимулирующих препаратов и микроудобри-

тельных смесей в лесостепи Среднего Поволжья: автореф… дис. д. с.-х.. наук. – Кинель: 2022. – 42 с. С 14

7. Шпаар Д. Зерновые культуры. (Выращивание, уборка, доработка и использование)/ Под общей редакцией Д. Шпаара. – М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2008 – XXX с.

ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЕДЬКИ ДАЙКОН ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БИОРЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

Е.И. Гальченко, И.И. Серегина, О.В. Елисеева
ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева
Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 47, seregina.i@inbox.ru

В полевых условиях изучено влияние различных регуляторов роста Эпин, Циркон и Никфан на роста, развитие и урожайность растений редьки Дайкон.

Ключевые слова: регуляторы роста, редька Дайкон.

Работа выполнена под руководством д. б. н. И. И. Серегиной

Овощи имеют большое значение в питание человека. Они богаты минеральными веществами и щелочными солями, способствуют нейтрализации излишних кислот, образующихся при использовании белковых продуктов. Поэтому существует необходимость грамотно сочетать растительную и мясную пищу. Многие овощи имеют диетическое и лечебное значение.

Редька считается лечебным растением, полезным при простуде, заболеваниях желчного пузыря, печени, кишечника. Не противопоказан и людям преклонного возраста, т.к. не содержит остро-горьких редечных масел, отрицательно влияющих на сердечную деятельность [1].

В настоящее время существенную роль в формировании продуктивности растений играют регуляторы роста, которые стали важным элементом современных технологий производства сельскохозяйственной продукции. Среди известных регуляторов роста особое внимание уделяется Эпину, Циркону и новому препарату – Никфану, росторегулирующее действие которых привлекло внимание исследователей многих стран. Регуляторы роста растений – химические вещества, влияющие на процессы роста и развития растений. Известно большое количество различных препаратов – фитогормонов, направ-

ленных на активизацию и поддержание жизненных процессов в растениях. Характерными функциями этой категории веществ являются стимуляция роста или корнеобразования, регуляция жизненных процессов в клетках растений, адаптация к неблагоприятным условиям внешней среды и защита от болезней путем повышения иммунитета растений. Биорегуляторы повышают устойчивость растений к неблагоприятным внешним воздействиям [2,3].

Целью проведенных исследований являлось изучение влияния регуляторов роста на рост и урожайность растений редьки Дайкон.

Методы и объекты исследования. Объектом исследования являлся сорт редьки ТСХА Р (тетраплоидный сорт Рекс).

Редьку выращивали в условиях мелкоделяночного опыта на овощной опытной станции имени В.И. Эдельштейна РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Общая площадь делянок составляла 10 м^2. Повторность опыта четырехкратная.

В исследованиях использовали регуляторы роста, изготовленных на основе природных компонентов - Никфан, Циркон, Эпин. Концентрация препаратов - 0,1 см^3/1 дм^3 воды. Контролем являлись варианты, где растения обрабатывались водой.

Для оценки агрохимической характеристики почвы использовали общепринятые методики [4].

Результаты исследований. Исследования показали, что обработка семян Цирконом не оказывает существенного влияния на диаметр корнеплода, но наблюдалось уменьшение диаметра примерно на 10 % при опрыскивания вегетирующих растений. Длина наибольшего листа во всех вариантах не изменилась в сравнении с контрольным вариантом. Применение Эпина и Циркона не оказало существенных положительных воздействий на морфологические показатели растений редьки. В тех же услвоиях применение различных способов обработки растений регулятором роста Никфан, в отличие от других, положительно влияет на морфологические показатели растений редьки.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что при двойной обработке и опрыскивании вегетирующих растений Никфаном отмечено увеличение урожайности в 1,4 и 1,1 раза соответственно, однако количество стандартных корнеплодов остается неизменным по сравнению с контрольным вариантом.

Установлено, что при применении предпосевной обработки семян Никфаном была получена максимальная прибавка урожая корнеплодов. Урожайность составила 14,7 кг/м^2 против 9,2 кг/м^2 в контрольном варианте.

Существует вероятность, что в данном варианте возрастание урожайности редьки определяется увеличением длины наибольшего листа, длины и диаметра корнеплодов в 1,2 и 1,1 раза соответственно.

Применение циркона способствует росту урожайности во всех вариантах редьки в 1,1 раза, что, по-видимому, обусловлено ростом массы корнеплодов.

Использование Эпина не привело к достоверному росту урожайности корнеплодов.

Таким образом, можно сделать вывод, что регуляторы роста Никфан и Циркон положительно влияют на формирование урожайности данной культуры.

В результатах наших исследований выявлено, что применение предпосевной обработки семян Никфаном и Цирконом, а также двойная обработка Эпином способствуют возрастанию содержания аскорбиновой кислоты.

Кроме того, отмечено увеличение содержания сухого растворимого вещества в корнеплодах при применении регуляторов роста различными способами примерно в 1,2 раза.

Нарушение углеводного обмена в организме человека приводит к таким заболеваниям как сахарный диабет, гипогликемия, глюкозурия. В связи с этим содержание сахарозы в овощной продукции является важнейшим показателем качества.

Согласно полученным данным, можно сделать вывод, что Циркон не оказал существенного влияния на содержание сахарозы во всех вариантах опыта. Применение Эпина и Никфана, независимо от способа обработки, привело к росту содержания сахарозы почти в 1,5 раза.

Таким образом, выявлено, что применение различных регуляторов роста помимо улучшения условий произрастания растений повышается качество продукции и пищевую ценность корнеплодов редьки.

Выводы. Установлено, что применение различных способов обработки растений редьки регулятором роста Никфан, в отличие от других, положительно влияет на морфологические показатели данной культуры. Максимально эффективное воздействие отмечено при предпосевной обработке семян.

Выявлено положительное влияние регуляторов роста Циркон и Никфан на формирование урожайности культуры, которое обуславливается воздействием на ассимиляционную поверхность и морфологические показатели растений редьки.

Показано, что применение различных регуляторов роста помимо улучшения условий произрастания растений возрастает качество получаемой продукции. Возросло содержание сахаров, витаминов С и сухого растворимого вещества.

Литература:

1. Бунин М.С., Кононков П.Ф. Эти гигантские дайконы. // Приусадебное хозяйство. 1990.№3. С. 24-28

2. Матевосян Г.Л., Кудашов А.А., Езаов А.К., Сотник В.Г., Павлюшин В.А. Эффективность различных сроков применения микробиологических препаратов и регуляторов роста при выращивании томата в защищенном грунте. – Агрохимия. 2001. №2 С. 61-65.

3. Серегина И.И., Елисеев А.Ф. Продуктивность редьки при применении циркона // В сборнике: ДОКЛАДЫ ТСХА. Выпуск 280. 2008. С. 233-236.

4. Кидин В.В., Дерюгин И.П., Кобзаренко В.И. и др. Практикум по агрохимии. Под ред. В.В. Кидина. М.: КолосС, 2008. – 599 с.

УДК 631.82:631.828.2

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ В АГРОЦЕНОЗАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Т.В. Гребенникова

Руководитель департамента маркетинга АО «МХК «ЕвроХим»,
г. Москва, E-mail: tatyana.grebennikova@eurochem.ru

В статье представлены результаты сравнительной оценки эффективности различных форм серосодержащих удобрений в посевах яровой пшеницы. Установлена высокая эффективность совместного применения КАС с сульфатом аммония и микронизированной серы.

Ключевые слова: микронизированная сера, урожайность, яровая пшеница, сера, плодородие почвы

Цель работы состояла в оценке эффективности микронизированной серы (MST) состава 5-0-0-38. В задачи исследований входила оценка эффективности различных дозировок MST в баковой смеси с КАС-32; сравнение эффективности смесей с MST и сульфатом аммония в равных дозировках в пере-

счете на д.в. серы; выявление динамики перехода элементарной серы в доступную сульфатную форму в почве.

Исследования выполнялись в севообороте экспериментальной базы ФИЦ «Немчиновка» (Новомосковский городской административный округ, д. Соколово). Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая, средне - окультуренная. По содержанию гумуса почва характеризовалась низким содержанием подвижной серы, слабогумусированная, по уровню кислотности – близкая к нейтральной реакция среды, высокообеспеченная по содержанию подвижным фосфором и среднеобеспеченная обменным калием.

Схема опыта

№ п/п	Варианты опыта	N д.в. кг	S д.в. кг	Кол-во удобрений в физической массе, кг/га			
				селитра	КАС-32	сульфат аммония*	MST
1	Контроль (аммиачная селитра)	60	–	176			
2	Контроль (КАС-32)	60	–		188		
3	КАС-32+сульфат аммония 1	60	10		160	42	
4	КАС-32+сульфат аммония 2	60	20		133	83	
5	КАС-32+сульфат аммония 3	60	30		105	125	
6	КАС-32+MST 1	60	10		183		29
7	КАС-32+MST 2	60	20		178		59
8	КАС-32+MST 3	60	30		174		88
9	КАС+MST (28-0-0-5)	60	12		182		35
10	MST 1	–	10				29
11	MST 2	–	20				59
12	MST 3	–	30				88

В опытах возделывали яровую пшеницу сорт Радмира. Агротехника возделывания яровой пшеницы общепринятая для Центрального региона Нечерноземной зоны. Предшественником была озимая пшеница. Норма высева 5 млн. всхожих зерен на га. Делянки в опыте размещены в 4 яруса, рендомизированно. Повторность опыта 4-х кратная. Общая площадь делянки – 72 м^2 (6 м × 12 м), учетная – 24 м^2 (2 м × 12 м). Фенологические наблюдения, структура урожая и урожайность выполнена в соответствии с Методикой Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989). Массу 1000 зерен определяли по ГОСТ 12042-66, натуру зерна по ГОСТ 10840-64., содержание азота в зерне определяли на инфракрасном спектрометре NIRS DA 1650, с последующим пересчетом на белок умножением на коэффициент 5,7.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена по Б.А. Доспехову (1985).

Обсуждение результатов: Перед закладкой опыта на всех вариантах содержание нитратного азота составляло 8,9 мг/кг почвы, аммонийного азота - 5,9 мг/кг почвы, подвижного фосфора -165 мг/кг, обменного калия - 144 мг/кг, серы - 40 мг/кг почвы, гумуса -1,85%. Кислотность почвенного раствора - 5,6 ед.рН.

В фазу кущения яровой пшеницы наблюдалось снижение запасов серы в почве на 1 мг/кг почвы во всех вариантах опыта, в период от фазы кущения до выхода в трубку и до колошения наблюдалось дальнейшее снижение на 1-2 мг/кг почвы. Перед уборкой урожая наименьшее количество серы в пахотном слое почвы содержалось в 1-ом и 2-ом варианте - 36 -37 мг/кг почвы. Наибольшее количество серы 42 мг/кг почвы было получено в 8-ом варианте (КАС-32+MST-3), 9-ом (КАС+MST (28-0-0-5)) и 12-ом варианте (MST-3) (табл. 1).

Таблица 1. Содержание в почве SO_4 в посевах яровой пшеницы, мг/кг

№	Варианты	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Коло шение	Полная спелость
1	Контроль (аммиачная селитра)	41	40	39	38	36
2	Контроль (КАС-32)	41	40	39	38	37
3	КАС-32+сульфат аммония 1	44	43	42	41	40
4	КАС-32+сульфат аммония 2	45	44	43	42	41
5	КАС-32+сульфат аммония 3	45	44	43	42	41
6	КАС-32+MST 1	45	44	43	41	40
7	КАС-32+MST 2	46	45	44	42	41
8	КАС-32+MST 3	46	45	44	43	42
9	КАС+MST (28-0-0-5)	46	45	44	43	42
10	MST 1	45	44	43	41	40
11	MST 2	46	45	44	42	41
12	MST 3	46	45	44	43	42

Исследование динамики содержания нитратного азота показало, что в фазу кущения во всех вариантах наблюдалось его снижение в пахотном слое на 0,7-0,9 мг/кг почвы. В фазу кущения до выхода в трубку шло снижение нитратного азота на 0,9-1,3 мг/кг почвы. В период от выхода в трубку до колошения снижение нитратного азота составило 0,9-1,2 мг/кг почвы, а к фазе полной спелости запасы нитратного азота снизились от 0.7 до 0,9 мг/кг почвы. В ре-

зультате, перед уборкой наименьшее количество нитратного азота содержалось в 1-ом варианте - 5,2 мг/кг почвы, в 10-ом варианте (MST-1) на 0,1 мг/кг почвы больше, во 2-ом, 11-ом и 12-ом вариантах на 0,2 мг/кг почвы больше, а в 3-ем и 4-ом варианте на 0,3 мг/кг почвы больше. Наибольшее количество нитратного азота было в 8-ом и 9-ом вариантах - 5,8 мг/кг почвы, то есть, на 0,6 мг/кг почвы больше, чем в контрольном первом варианте (табл. 2).

Таблица 2. Динамика содержания нитратного азота в почве

№	Варианты	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Коло шение	Полная спелость
1	Контроль (аммиачная селитра)	9,4	8,6	7,3	6,1	5,2
2	Контроль (КАС-32)	9,4	8,6	7,3	6,2	5,4
3	КАС-32+сульфат аммония 1	9,4	8,6	7,3	6,3	5,5
4	КАС-32+сульфат аммония 2	9,2	8,5	7,3	6,3	5,5
5	КАС-32+сульфат аммония 3	9,2	8,5	7,3	6,4	5,7
6	КАС-32+MST 1	9,2	8,5	7,3	6,4	5,6
7	КАС-32+MST 2	9,0	8,3	7,3	6,4	5,7
8	КАС-32+MST 3	9,1	8,2	7,3	6,5	5,8
9	КАС+MST (28-0-0-5)	9,1	8,2	7,3	6,5	5,8
10	MST 1	8,9	8,0	7,1	6,2	5,3
11	MST 2	8,9	8,0	7,1	6,2	5,4
12	MST 3	8,9	8,0	7,1	6,2	5,4

Динамика содержания аммонийного азота показала, что в фазу кущения пшеницы наблюдалось снижение аммонийного азота в пахотном слое в 1-9 вариантах на 0,9 мг/кг почвы, в 10-12-ом вариантах с MST - на 0,8 мг/кг. В период от колошения до полной спелости запасы аммонийного азота почвы снизились от 0,4 до 1,0 мг/кг почвы, наибольшее количество было в 5-ом варианте (КАС-32+сульфат аммония 3) и 9-ом варианте (КАС+MST (28-0-0-5)) и составляло 2,8 мг/кг почвы, то есть, оказалось на 0,6 мг/кг почвы больше, чем на контрольном первом варианте (табл.3).

Содержание азота в зерне оказалось наименьшим в 10-ом варианте (MST 1) и 11-ом варианте (MST 2) и составляло 1,88 мг/кг, а наибольшим в 5-ом вар. (КАС-32+сульфат аммония 3)- 2,28 мг/кг. Аналогичная закономерность выявлена в отношении содержания фосфора в зерне (табл. 4).

Содержание серы в зерне оказалось наименьшим в 1-ом варианте и составляло 0,137 мг/кг, а максимальное количество выявлено в 5-ом вар. (КАС-32+сульфат аммония 3) - 0,179 мг/кг. Оценка содержания сульфатов (SO_4) в зерне яровой пшеницы показала, что наименьшее их количество определя-

лось в 12-ом вар. (MST 3) и составляло 0,426 мг/кг, а наибольшее в 1-ом вар. (аммиачная селитра) - 0,711 мг/кг.

Таблица 3. Содержание NH_4 в почве в посевах яровой пшеницы

№	Варианты	Всходы	Кущение	Выход в трубку	Коло шение	Полная спелость
1	Контроль (аммиачная селитра)	6,2	5,3	4,3	3,2	2,2
2	Контроль (КАС-32)	6,2	5,3	4,3	3,2	2,3
3	КАС-32+сульфат аммония 1	6,2	5,3	4,3	3,2	2,5
4	КАС-32+сульфат аммония 2	6,2	5,3	4,3	3,2	2,6
5	КАС-32+сульфат аммония 3	6,2	5,3	4,3	3,2	2,7
6	КАС-32+MST 1	6,2	5,3	4,3	3,2	2,6
7	КАС-32+MST 2	6,2	5,3	4,3	3,2	2,7
8	КАС-32+MST 3	6,2	5,3	4,3	3,2	2,7
9	КАС+MST (28-0-0-5)	6,2	5,3	4,3	3,2	2,8
10	MST 1	5,9	5,1	4,2	3,2	2,4
11	MST 2	5,9	5,1	4,2	3,2	2,4
12	MST 3	5,9	5,1	4,2	3,2	2,5

Таблица 4. Содержание N, P_2O_5, K_2O и S в зерне яровой пшеницы

Вариант	N	P_2O_5	K_2O	S (сера).	S (SO_4)
	%			мг/кг	
1	2,04	0,89	0,51	0,137	0,711
2	2,07	1,06	0,52	0,139	0,639
3	2,15	1,01	0,52	0,165	0,600
4	2,20	0,92	0,52	0,176	0,528
5	2,28	1,12	0,52	0,179	0,537
6	2,00	0,92	0,52	0,156	0,468
7	2,05	0,90	0,52	0,153	0,459
8	2,09	0,95	0,52	0,159	0,477
9	2,12	0,90	0,50	0,153	0,459
10	1,88	0,95	0,50	0,155	0,465
11	1,88	0,89	0,52	0,157	0,432
12	1,91	0,89	0,50	0,162	0,426

Содержание серы в почве перед уборкой оказалось наименьшим 1-ом варианте и составляло 39 мг/кг, наибольшее - 44 мг/кг отмечалось в 4-ом ва-

рианте (КАС-32+сульфат аммония 2) и 5-ом вариантах (КАС-32+сульфат аммония 3).

Таблица 5. Содержание N, P_2O_5, K_2O и S в почве перед уборкой

№	Варианты	NO_3	NH_4	P_2O_5	K_2O	SO_4
1	Контроль (аммиачная селитра)	5,2	2,2	143	120	39
2	Контроль (КАС-32)	5,4	2,3	144	122	40
3	КАС-32+сульфат аммония 1	5,5	2,5	147	123	43
4	КАС-32+сульфат аммония 2	5,5	2,6	148	125	44
5	КАС-32+сульфат аммония 3	5,7	2,7	149	126	44
6	КАС-32+MST 1	5,6	2,6	151	124	40
7	КАС-32+MST 2	5,7	2,7	149	125	41
8	КАС-32+MST 3	5,8	2,7	147	128	42
9	КАС+MST (28-0-0-5)	5,8	2,8	144	128	42
10	MST 1	5,3	2,4	143	123	40
11	MST 2	5,4	2,4	145	123	41
12	MST 3	5,4	2,5	146	124	42

Сноповой анализ структуры урожая показал, что урожайность яровой пшеницы зависит в большей мере от количества продуктивных стеблей и массы получаемого зерна с одного колоса, и находится в прямой зависимости от числа зерен в колосе (r = 0,94). Улучшение азотного и серного минерального питания растений, повышали густоту стояния растений, увеличивало число выполненных зерен в колосе, масса зерна с колоса достоверно увеличивалась на 0,16-0,36 г, масса 1000 зерен более чем на 2 г относительно контроля. Число продуктивных стеблей оказалось наименьшим в 1-ом контрольном варианте и равнялось 308 шт./м^2,а максимальное количество 376 шт./м^2 установлено в 9-ом варианте КАС+MST (28-0-0-5).

Использование КАС-32 как отдельно, так и в сочетании с сульфатом аммония обусловило формирование максимальной массы 1000 зёрен - 44,2 г и 43,6 г соответственно. Аналогичная закономерность выявлена в отношении формирования числа зёрен в колосе, наибольшая величина формировалась в 3-ем варианте КАС-32+сульфат аммония (1 доза) - 32,3 штуки. Однако масса зерна с колоса оказалось наибольшей при использовании КАС-32+MST-1 и составляла 1,35 грамма (табл. 6).

Урожайность яровой пшеницы оказалась наименьшей в 1-ом контрольном варианте - 314,6 г/м^2, применение КАС-32+MST (28-0-0-5) обусловило получение наибольшего урожая зерна- 486,4 г/м^2, что на 171,8 г/м^2, или на 55% больше, чем в 1-ом контрольном варианте (табл. 7).

Таблица 6. Структура урожая яровой пшеницы

Вариант	Доза, кг/га		Количество			Масса, г	
	N	S	растений, шт/м^2	продуктивных стеблей, шт/м^2	зёрен в колосе, шт.	зерна с колоса	1000 зерен
Контроль (NH_4NO_3)	60	–	237	308	25,9	1,02	39,4
Контроль (КАС-32)	60	–	262	340	29,1	1,29	44,2
КАС-32+сульфат аммония (1 доза)	60	10	280	364	32,3	1,34	41,4
КАС-32+сульфат аммония (2 доза)	60	20	271	352	26,5	1,11	42,0
КАС-32+сульфат аммония (3 доза)	60	30	280	364	27,1	1,18	43,6
КАС-32+MST 1	60	10	259	337	32,2	1,35	42,0
КАС-32+MST 2	60	20	236	337	28,2	1,21	42,8
КАС-32+MST 3	60	30	260	338	29,8	1,23	41,2
КАС+MST (28-0-0-5)	60	12	289	376	26,2	1,10	41,8
MST 1	–	10	260	338	27,1	1,12	41,4
MST 2	–	20	269	350	29,9	1,25	41,8
MST 3	–	30	256	333	30,3	1,27	42,0
$НСР_{05}$				8			0,04

Таблица 7. Урожайность яровой пшеницы сорт Радмира, г/м^2

№ п/п	Вариант	Урожайность, г/м^2	Прибавка к контролю	
			г/м^2	%
1	Контроль (NH_4NO_3)	314,6	–	–
2	Контроль (КАС-32)	437,9	123,3	39
3	КАС-32+сульфат аммония (1 доза)	411,8	97,2	31
4	КАС-32+сульфат аммония (2 доза)	392,2	77,6	25
5	КАС-32+сульфат аммония (3 доза)	429,5	114,9	37
6	КАС-32+MST 1	456,2	141,6	45
7	КАС-32+MST 2	370,4	55,8	18
8	КАС-32+MST 3	414,9	100,3	32
9	КАС+MST (28-0-0-5)	486,4	171,8	55
10	MST 1	379,2	64,6	21
11	MST 2	436,8	122,2	39
12	MST 3	423,5	108,9	35
$НСР_{05}$, г/м^2		8,4		

При анализе качества зерна установлено, что стекловидность колебалась от 62% в 1-ом варианте с аммиачной селитрой до 67% в 9-ом варианте (КАС+MST 28-0-0-5). Согласно этим данным, полученное зерно можно отнести к сильным пшеницам 1 класса.

Содержание белка в зерне изменялось от 14,2% в 10-ом варианте (MST 1) и 11-ом вариантах (MST 2) до 14,9% в 9-ом варианте (КАС+MST 28-0-0-5). По данным выполненного анализа на качество во всех удобренных вариантах получено зерно яровой пшеницы 1 или 2 класса.

Содержание сырой клейковины в зерне по вариантам опыта составляло от 28,5% в 10-ом варианте (MST 1) до 29,7% в 9-ом варианте (КАС+MST 28-0-0-5), что соответствует 1 классу сильных пшениц. Показатель ИДК по вариантам составлял от 86 ед. в 9-ом варианте до 92 ед. в 10-ом варианте.

Экономическая оценка эффективности различных форм серосодержащих удобрений показала, что наименьшая стоимость валовой продукции получена в 1-ом варианте с аммиачной селитрой - 31460 руб/га, а наибольшая в 9-ом варианте (КАС+MST (28-0-0-5) - 48640 руб/га. В этом же варианте получены наибольшие затраты - 24300 руб/га. Наименьшая себестоимость продукции получена в 9-ом варианте (КАС+MST (28-0-0-5) - 4995 руб/т, наибольшая установлена в 1-ом контрольном варианте с аммиачной селитрой - 7374 руб/т.

Наименьшая прибыль установлена на первом контрольном варианте с аммиачной селитрой и равнялась 8260 руб/га. Наибольшая прибыль 24340 руб/га. установлена на девятом варианте (КАС+MST (28-0-0-5). Применение только аммиачной селитры обусловило получение наименьшей рентабельности - 35,6 %, а использование КАС+MST (28-0-0-5) -наибольшей - 100,2 %.

Заключение : Проведённые исследования с новыми продуктами компании МХК Еврохим показали, что наибольшая агротехническая и экономическая эффективность получена при внесение КАС 32+MST (микронизированная сера) (28-0-0-5), рентабельность от применения которой составила 100,2 %.

Литература:

1. Федосеев А.П. Погода и эффективность удобрений. Л.: Гидрометиздат. 1985. 144 с.
2. Гармаш Н.Ю., Политыко П.М., Гармаш Г.А., Новиков С.Ю., Соломатин А.В. Листовые обработки в интенсивных технологиях растениеводства//Агрохимический вестник. 2020. №5. С. 38.
3. Гамзиков Г.П. Принципы почвенной диагностики азотного питания полевых культур и применения азотных удобрений//Совершенствование методов

почвенно-растительной диагностики азотного питания растений и технологий применения удобрений на их основе. М.: ВНИПТИХИМ. 2000. С. 33-45.
4. Жученко А.А. Сельское хозяйство 21 века//Агрохимический вестник. 1998. № 3. С. 2-6.
5. Уланова Е.С. Агрометеорологические условия и продуктивность сельского хозяйства Нечерноземной зоны РСФСР. Л.: Гидрометиоздат. 1978. 160 с.
6. Милащенко Н.З. Системный подход к воспроизводству плодородия почв – основа успехов в повышении продуктивности земледелия // Бюллетень ВИУА. 2001. №115. С. 108-109.
7. Сычев В.Г, Алметов Н.С., Козырев А.С. Эффективность средств химизации на посевах яровой пшеницы в условиях Волго-Вятского региона. М: ВНИИА. 2009.160 с.

МУЧНИСТАЯ РОСА ВИШНИ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Л.А.Гусейнова
Научно-Исследовательский Институт Защиты растений и Технических культур, Азербайджан, г. Гянджа, ул. А.Алиева 50
E-mail:fitopatoloq.Lale@mail.ru

Основной целью наших исследований в 2021-2022 годах было изучение мучнистой росы вишни (Podosphaera tridactyla DB. f. cerasi Jacz.) в условиях западни части Азербайджана и разработка методов борьбы с ним.

Ключевые слова: вишня, мучнистая роса, интенсивность развития, меры борьбы

Среди косточковых плодовых культур в Азербайджане основной является вишня (*Cerasus* Juss.), которая в общей площади плодовых насаждений занимает более 90% (рис. 1).

Одной из существенных причин, снижающих урожайность вишневых деревьев, является поражение болезнями. Одной из основных болезней листового аппарата вишневых деревьев является мучнистая роса (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.). При сильном поражении значительно снижаются урожайность и морозоустойчивость вишневых деревьев, а также нарушаются физиологические процессы (фотосинтез, транспирация, обмен веществ и т.д.).

Рисунок 1 - Вишневое дерево сорт «Щедрая»

Мучнистая роса вишни (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.) проявляется в виде белого паутинного налета на листьях, черешках, цветках (рис. 2). Постепенно он приобретает желтоватый оттенок. Из пораженных цветков плоды не образуются. Активно болезнь протекает в жаркую засушливую погоду. Мучнистая роса особенно распространяется в первой половине лета.

Как уже было отмечено, мучнистая роса поражает молодые побеги, листья, соцветия, а иногда и плоды. Рано весной молодые листья, побеги, а позже соцветия покрываются плотным белым налетом. Молодые листья засыхают без развития, а развитые листья покрываются белым налетом, скручиваются и постепенно опадают (рис. 3).

Через определенное время ткань пораженного мучнистой росой листа становится ломкой и рвется в разных местах, а затем осыпаются (рис. 4). Побеги отстают в росте, а их верхушки усыхают (рис. 5). Болезнь особенно опасна для молодых вишневых деревьев, которые из-за нее перестают расти.

Все мучнисто росяные грибы образуют на поверхности поражаемых ими органов белый налет, и это считается одним из основных признаков при их диагностике. В таком случае, возникает вопрос: что такое налет? Налет – тип болезни, который характеризуется наличием поверхности пораженных органов мицелия и спороношения (органов размножения) грибов и грибоподобных патогенов. Налеты вызываются грибами, по типу питания принадлежащими к микотрофным или гемибиотрофным организмам [1].

Рисунок 2 - Мучнистая роса на листьях вишни

Рисунок 3 - Скручивание листьев от мучнистой росы

Рисунок 4 - Осыпающиеся ткани листа

Рисунок 5 - Усыхание верхушки побега

Складывающаяся фитопатологическая ситуация предполагает использование химического метода защиты как одного из самых эффективных. Оптимизация фитосанитарного состояния агрофитоценозов – основополагающая задача современных интегрированных систем защиты от вредных организмов [4, 5, 6].

По мнению многих исследователей, фунгицидную обработку необходимо проводить при появлении первых признаков болезни, однако это не всегда оправдывается. В связи с этим, целью наших исследований было установление наиболее оптимальных сроков применения фунгицидов против мучнистой росы в зависимости от устойчивости сорта, уровня развития болезни и фунгицида.

Цель исследовательской работы заключалась в изучении особенности распространения, развития и вредоносности мучнистой росы вишни (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.), а также разработка мер защиты от нее в условиях западной части Азербайджана.

Материалы и методы исследований. В статье представлены результаты исследований за 2021-2022 гг. по изучению распространенности, интенсивности развития и вредоносности мучнистой росы вишни (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.) в условиях западной части (Гянджа-Казахская географическая зона) Азербайджана. Полевые обследования проводили в 2021-2022 гг. в основных хозяйствах, занимающихся возделыванием вишни в западной части республики по общепринятым методикам [1, 2, 3]. Определены физиологические, биохимические и патогенные свойства *Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz., изолированных из пораженных органов вишни.

Для разработки системы защитных мероприятий изучали эффективность агротехнических и химических мероприятий.

Оценку степени поражения растений проводили по следующим показателям:

0 балл – пораженные листья и побеги на дереве отсутствуют;

1 балл – поражено от 5 до 10% общего количества листьев и побегов, у большинства побегов поражены лишь верхушки;

2 балла – поражено от 11 до 25% общего количества листьев и побегов, побеги годичного прироста до ¼ длины покрыты мицелиальным налетом гриба;

3 балла – поражено от 26 до 50% общего количества листьев и побегов, мицелиальный налет покрывает до половины длины большинства побегов годичного прироста;

4 балла – поражено свыше 50% общего количества листьев и побегов, побеги сильно угнетены, наблюдается усыхание верхушек.

Проводили обследование 10 деревьев каждого сорта по диагонали сада. Просматривали 500 листьев (по 50 с каждого дерева), 100 побегов (по 10 с каждого дерева).

Исследования по определению эффективности фунгицидов из различных химических групп в зависимости от сроков и кратности обработок (одно – и двукратно) проведены на опытном поле расположенным на Геранбойском районе (западная часть страны) в 2021-2022 гг.

Степень поражения растений культуры мучнистой росой определяли путем проведения учетов в динамике по стандартным методикам, предложенным А.Е.Чумаковым [3]. Статистический анализ полученных результатов был проведен в соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова [2].

Результаты исследований и их обсуждение. Агрометеорологические условия в годы проведения исследований отмечались по количеству выпавших осадков и температурному режиму, что позволило в полной мере оценить вредоносность мучнистой росы в агроценозе вишни. В это время наблюдалось широкое распространение болезни в связи с чередованием жаркой и сухой погоды с повышенной влажностью.

В 2021 году результаты лабораторных исследований показали, что возбудитель болезни гриб *Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz. образует белую, паутинистую и плохо заметную грибницу. Конидии гриба цилиндрические или бочковидные, 18,9-25,2x8,4-12,6 мкм. Клейстотеции многочисленные, темно – коричневые, шаровидные, 60-90 мкм в диаметре. Сумка широко

эллипсоидальная, 56,7-81,5х54,6-72,0 мкм. В сумке 6-8 спор, они цилиндрические, неравнобокие, 21-33х10,5-16,8 мкм.

Возбудитель болезни гриб *Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz. зимует мицелием в плодовых и ростовых почках. Развивающиеся на пораженных органах конидии разносятся ветром (анемохория) и вызывают новые заражения. Условие, способствующее развитию болезни, сухая жаркая погода с периодической росой.

Эффективный комплекс обработок против мучнистой росы вишни (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.) может быть разработан при учете биологического цикла патогена, климатических условий региона и степени устойчивости сортов вишни. Она должна включать своевременное проведение агротехнических мероприятий, использование минимума химических средств защиты. Подбор препаратов необходимо вести с учетом их экологической безопасности как для плодовой продукции, так и для окружающей среды [7,8,9].

Эффективность борьбы с болезнями с помощью фунгицидов зависит не только от чувствительности возбудителей болезней к препарату, но и от того, какое влияние оказывает его действующее вещество на вишневые деревья [10].

Таблица 1 - Биологическая эффективность фунгицидов, применяемых против мучнистой росы вишни (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.)

Фунгициды, применяемые против мучнистой росы	Норма расхода, л/га, кг/га	2021 г.		2022 г.	
		R, %	БЭ, %	R, %	БЭ, %
Топсин М, КС (500 г/л тиофанат - метил)	1,0-2,0 л/га	17,7	77,3	17,1	78,1
Скор, КЭ (250 г/л дифеноконазол)	0,2 л/га	20,9	73,2	20,1	74,2
Топаз, КЭ (100 г/л пенконазол)	0,4 л/га	33,8	57,0	30,0	62,0
Тиовит Джет, ВДГ (800 г/кг сера)	5,0 кг/га	22,8	71,0	22,1	72,0
Контроль (без химической обработки)	-	77,9	-	78,0	-

Примечание: **R** – интенсивность развития болезни, %; **БЭ** – биологическая эффективность фунгицида, %

С этой целью, в борьбе с мучнистой росой вишни были испытаны следующие препараты: Топсин М, КС (500 г/л тиофанат - метил) – все плодоносящие деревья дважды за сезон подвергают опрыскиванию. Лучшим периодом считается ранняя весна до начала появления бутонов и окончание цвете-

ния, когда появляется молодая завязь; Топаз, КЭ (100 г/л пенконазол) – опрыскивание в период вегетации; Тиовит – Джет, ВДГ (800 г/кг сера) – опрыскивание в период вегетации; Скор, КЭ (250 г/л дифенконазол) – опрыскивание в период вегетации до и после цветения с интервалом не более 14 дней.

Анализ результатов двулетних исследований показал, что фунгицид Топсин М, примененный в насаждениях вишни, способствовал снижению развития мучнистой росы на листьях с биологической эффективностью в пределах 77,3-78,1%.

Выводы. Сведения о распространенности мучнистой росы вишни (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.) в бывшем СССР почти отсутствуют, так как болезнь не имеет столь большого экономического значения. В Азербайджане болезнь распространена главным образом в западной зоне страны. Поражение некоторых сортов болезнью достигает иногда 100%.

По своей вредоносности мучнистая роса (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.) относится к числу наиболее опасных заболеваний вишни. Болезнь поражает главным образом вегетативные органы – листья и побеги. Пораженные листья недоразвиваются, скручиваются и преждевременно опадают. Больные побеги отстают в росте, искривляются, их верхушки часто засыхают. Заболевание приводит к ослаблению фотосинтеза, на сильно пораженных деревьях плоды мельчают, крона становится кустистой. Зимостойкость таких деревьев резко снижается.

Система защиты вишневых деревьев от болезней должна основываться на комплексе ряда мероприятий, среди которых важное значение отводится фитосанитарному мониторингу, подбору устойчивых сортов и применению эффективных и малоопасных средств защиты.

Результаты исследований, проведенных в 2021-2022 гг. показали, что мучнистой росой (*Podosphaera tridactyla* DB. f. *cerasi* Jacz.) в большей степени поражается сорт вишни «Щедрая», в меньшей степени сорт «Анадолу».

Полевыми исследованиями установлено, что наилучшие результаты против болезни при химических опрыскиваниях показывают препараты Топсин М и Скор. Таким образом, биологическая эффективность указанных препаратов на второй год составила 78,1-74,2% соответственно.

Литература:

1. Белошапкина О.О. Фитопатология. М.: «ИНФРА-М», 2017, 6-108 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: «Агропромиздат», 1985, 122 с.

3. Чумаков А.Е., Минкевич И.И., Власов Ю.И., Гаврилова Е.А. Основные методы фитопатологических исследований. М.: «Колос», 1974, 190 с.

4. Миренков Ю.А. и др. Интегрированная защита растений. Минск, ИВЦ Минфина, 2008, 81 с.

5. Чулкина В.А. Агротехнический метод защиты растений. – Новосибирск: «ЮКЭА», 2000, 41 с.

6. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экономическая безопасность. М.: «Колос», 2012, 74 с.

7. Гулиев Ф.А., Гусейнова Л.А. Цитоспорозное усыхание вишни в условиях западной части Азербайджана//Национальный Научный Центр «Институт Виноградарства и виноделия им. В.Е.Таирова, научный сборник «Виноградарства и виноделия», выпуск 58, Одесса, 2021, 51-58 с.

8. Федоренко В.Ф., Мишуров Н.П., Коноваленко Л.Ю. Современные технологии пестицидов и агрохимикатов биологического происхождения. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018, 91 с.

9. Белошапкина О.О., Шкаликов В.А., Букреев Д.Д. и др. Защита растений от болезней. М.: «Колос», 2010, 128 с.

10.Голышин Н.М. Фунгициды. М.: «Колос», 1993, 39 с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕСТ-МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФОСФАТОВ В ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

М.В. Ерсак

ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49

mersak08@gmail.com

Обсуждаются вопросы возможности применения полуколичественного метода определения фосфора в виде фосфат-анионов для оперативного отслеживания потребления растениями фосфора как одного из основных питательных элементов при выращивании сельскохозяйственных культур. Ставится вопрос об использовании полученных данных для компьютерных программ, регулирующих внесение удобрений в различные периоды вегетации растений. Анализируется мировой опыт цифровизации сельского хозяйства.

Ключевые слова: определение фосфатов, внесение удобрений, цифровизация сельского хозяйства.

Работа выполнена под руководством к.т.н., доцента кафедры химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева Н.Л. Багнавец.

Чтобы получать хорошие урожаи сельскохозяйственных культур, важно поддерживать уровень питательных элементов в почве, по которому следует судить о необходимости внесения удобрений. Например, в период вегетации растений нужно контролировать потребление фосфора по его содержанию в почве в виде фосфат-анионов. С этой целью можно использовать простой полуколичественный тест-метод, в котором фосфаты определяют в виде восстановленной фосфорно-молибденовой кислоты. Данные, полученные с его помощью, позволят регулировать подкормки на различных этапах роста растений [1]. Но чтобы это сделать максимально верно и избежать неточностей (т.к. в подобных тестах возможны некоторые погрешности), стоит обращаться к инновационным разработкам в области агропромышленного комплекса (АПК).

Сельское хозяйство – это такая отрасль, где маленькая ошибка может привести к существенному снижению урожая и принести огромный ущерб. Цифровизация же позволяет программировать (прогнозировать) величину урожая, четко контролировать нормы внесения удобрений и воды, снижает затраты на средства защиты растений, электричество, газо-смазочные материалы, а также оперативно проводить мониторинг полей, уменьшать хищения, оперативно продавать продукцию. Возможности IT-технологий помогают свести риски до минимума. Самые распространенные в АПК направления цифровизации: точное сельское хозяйство (навигационные и геоинформационные системы, контроль техники, дифференцированное внесение удобрений и т. д.), использование беспилотных летательных аппаратов, специальные платформы/приложения (контроль данных, поступающих с датчиков, техники и других устройств). Рассмотрим некоторые из них, особенно те, которые касаются вопроса питания растений, поскольку мы предлагаем метод как один из источников информации для принятия решения о внесении удобрений. Обратимся к программным продуктам, которые уже успешно внедрены в АПК разных стран мира [4].

Разработка компании Samson Agro, международного датского производителя техники для распределения удобрений - NPK-сенсор - позволяет точно анализировать ингредиенты жидких удобрений. Она применяется, напри-

мер, для оценки содержания питательных веществ (азота, фосфора, калия) в навозе. Обычно это требует взятия проб почвы, которые впоследствии должны быть проанализированы химическим способом во влажном состоянии. NPK-сенсор осуществляет анализ с помощью датчиков ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Это устройство помогает соблюдать законодательные требования для точного внесения жидких органических удобрений, а также вносить необходимые нормы по потребностям растений и состоянию почвы. Данная разработка позволяет даже не прибегать к лабораторным анализам.

Еще одна разработка от компании Amazone (Германия) – EasyMix – это приложение для правильного смешивания удобрений. Известно, что многие удобрения смешивают для уменьшения количества проходов техники и снижения затрат, но все их нужно вносить по-разному, в зависимости от свойств самих элементов требуется разная ширина захвата. Программа EasyMix позволяет проверять совместимость компонентов и предлагает альтернативные варианты удобрений, которые нужно распределить, а также правильные значения настроек распределителя.

Разработка компании Rauch (Германия) – MultiRate [4] – это система пневматических разбрасывателей с электрическим приводом, которое дозирует разбрасывание удобрений, что позволяет менять нормы внесения прямо во время движения техники, так как регулируется непрерывно. Тем самым фермер избегает недостатка или избытка внесенных удобрений, то есть сокращает внесение химических веществ в почву и грунтовые воды и экономит удобрения. Так, использование денной программы позволило сократить расход удобрений примерно на 23% без потерь количества производимой растениеводческой продукции.

Израильская система интеллектуального полива CropX основана на установке датчиков в почве в различных зонах, отличающихся по характеристикам рельефа, типу почвы, влажности и пр. Датчики имеют беспроводное соединение с системой, которая собирает и анализирует данные. Полученные ею выводы информируют фермера о том, сколько орошения и удобрений необходимо на каждом участке. Также платформа помогает создавать расписание поливов, учитывая состояние почвы, погодные условия и стадию роста растений; анализирует состояние растений и предупреждает фермера об участках с потенциальными угрозами (заболеваниями или вредителями). Может следить за состоянием сразу нескольких полей. Разработка оптимизирует подачу сырья, что позволяет экономить ресурсы. Потребление воды снижается на 30% [5].

Программа «Хелатные удобрения» – инновация в области питания растений. Хелат – сложный органический комплекс, химическое соединение микроэлемента с хелатирующим (захватывающим) агентом. Такой агент прочно удерживает ионы микроэлементов в растворимом состоянии вплоть до момента поступления в растение, а затем высвобождает его, переводя в биологически доступную форму, и сам распадается на химические соединения, легко усваиваемые растениями. Комплексы эти биологически активны и близки по своей структуре к природным веществам (например, хлорофилл или витамин B_{12} по своей природе являются хелатами), поэтому безвредны и эффективны для растения. Они не связываются в почве и не вступают в сторонние реакции, в отличие от традиционных удобрений, микроэлементы из которых усваиваются лишь на 20-30%, а соли, входящие в их состав, вступают в перекрестные реакции в почве с образованием неусвояемых и иногда токсичных соединений. Хелатные же удобрения усваиваются на 90% и значительно сокращают нагрузку на почву. Именно на основе хелатов созданы препараты нового поколения. Могут использоваться в закрытом и открытом грунте. Такие удобрения возможно использовать совместно с описанными разработками.

Помимо разработок, касающихся питания растений, рассмотрим другие направления цифровизации сельского хозяйства.

Российская ферма Агротехфарм выращивает клубнику на аэропонике с 2019 года [3]. Теплицы построены в Тюмени, Екатеринбурге и Челябинске. Аэропоника — это метод подачи питательного раствора напрямую к корневым отросткам при помощи распыления, что помогает очень точно контролировать уровень питательных элементов. Теплица закрытая, в неё поддерживается определённая влажность и температура воздуха, уровень углекислого газа. Вместо солнечного света функционирует искусственное освещение, которое имитирует солнце. Процесс выращивания не зависит от погодных условий и от сезона. Контролируемые условия позволяют выращивать клубнику круглый год.

В США (Ирвингтон, Нью-Йорк) создана крупная компания Bright farms по выращиванию зелени на гидропонике. Урожай доставляется в магазины в течение суток. Продукцию выращивают в управляемых компьютером гидропонных теплицах, почти полностью полагаясь на естественный солнечный свет для получения энергии, в чем и заключается уникальность компании. Это позволяет снизить расходы на электроэнергию и выбросы углекислого газа, продавать зелень по доступным ценам. Такой способ отличается высо-

кой стабильностью и экономичностью. Важное преимущество выращивания в помещениях - высокий уровень контроля над вредителями и болезнями, т.е. отсутствие необходимости в пестицидах, гербицидах и т.п.

Вернемся к вышеупомянутому тест-методу и рассмотрим методику определения фосфатов с его помощью. Данный метод позволяет полуколичественно определять содержание фосфора с использованием россыпи, упакованной в ампулу или блистер. Определяют фосфаты колориметрически по шкале. Дополнительные растворы реагентов для этого не требуются.

Рисунок 1 - Цветовая шкала для определения фосфатов

Для определения содержания фосфора с использованием тест-метода нужно приготовить почвенную вытяжку. Для этого образец почвы высушивают в сушильном шкафу или на воздухе. На технических весах взвешивают 2 г почвы, затем добавляют 5 мл 1М раствора хлорида калия и перемешивают в течение 3-5 минут с помощью магнитной мешалки. После этого фильтруют и используют полученную почвенную вытяжку для выполнения анализа на содержание фосфатов. При необходимости проводят разбавление почвенной вытяжки до необходимой концентрации PO_4^{3-}.

При использовании данного фосфат-ионов следует учитывать влияние мешающих ионов: фторидов, силикатов, катионов железа (III). При концентрации фторидов выше 70 мг/л возможна ошибка при определении фосфатов до 5 %. Железо (III) в виде примеси до 20 мг/л незначительно влияет на интенсивность окраски (погрешность меньше 1 %). Примеси в виде силикатов до 20 мг/л могут привести к погрешности 5 % [2].

Визуально-колористическую реакцию проводили, добавляя 3 капли анализируемого раствора (почвенной вытяжки) в ячейку. Реакцию проводили в блистерной ячейке. Время, необходимое для развития окраски раствора, составляло примерно 8 минут. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации фосфат-ионов в растворе.

Если провести данный анализ на различных зонах полей и полученные результаты внести в анализирующую часть устройство какой-либо компью-

терной разработки, то мы получим точные нормы внесения удобрений для интересующих нас культур на каждой зоне в зависимости от состояния почвы и фазы роста растения.

Таким образом, сочетая в работе простые и доступные методы оценки состояния почвы с использованием цифровых технологий, агроном сможет достичь максимального урожая. При этом инновации помогаю рационально использовать природные и финансовые ресурсы и минимизировать отрицательное воздействие на экосистему.

Литература:

1. Багнавец Н.Л., Жевнеров А.В., Григорьева М.В. Использование тест-метода для контроля потребления фосфатов при выращивании культуры томата. //Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 2 (73). С. 79-86

2. N. Bagnavets, A. Zhevnerov, M. Grigoryeva and T. Pshenichkina Influence of phosphorus fertilizers of various composition on the yield of tomato crops and control of their consumption by plants. //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 937 (2021) C. 022131

3. «Как устроен бизнес по выращиванию клубники на вертикальных фермах», www.rb.ru

4. «Обзор инновационных разработок, предназначенных для внесения удобрений», www.agroinvestor.ru

5. «Стартап CropX: платформа для управления участком», www.news.myseldom.com

ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ЗАЩИТНО-СТИМУЛИРУЮЩИХ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА СТЕПЕНЬ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ

Ф.И. Зайцев, И.И. Серегина, С.Л. Белопухов
ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева
Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 47
teozaig@yandex.ru

Исследования проводили в рамках гранта Фонда содействия инновациям (Фонд Бортника) «Новые органоминеральные удобрения корректоры роста и развития зерновых и зернобобовых культур»

Современный рынок продуктов питания в мире подвергается постоянному испытанию в виде стабильно растущего спроса на них населения планеты. Потребление продуктов питания растёт по мере роста мирового сообщества, поэтому сельское хозяйство новейшего времени направлено на закономерное увеличение объемов производства с целью удовлетворения всех запросов человечества.

Однако различные природно-климатические условия накладывают ограничения на возделывание тех или иных культур, а также вносят коррективы в получение урожаев возделываемых культур [1].

Благодаря научно-техническому прогрессу современные аграрии могут применять новейшие средства оптимизации сельскохозяйственного производства для его защиты от природных негативных факторов. Это помогает поддерживать максимально возможные объемы производства и, насколько возможно, удовлетворять спрос на продукцию [2,3].

В связи с этим целью проведенных исследований являлось изучение влияния новых органоминеральных защитно-стимулирующих комплексов различной модификации на урожайность зерна яровой пшеницы сорта Эстер в различных условиях водообеспечения.

Объекты и методы исследования. Для достижения цели исследования был поставлен вегетационный опыт в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. [4] В исследованиях изучали различные защитно-стимулирующие комплексы (ЗСК), полученные из гумифицированной кост-

ры конопли технической, ЗСК вносили по 100 мл в каждый сосуд. Объектом исследования выступала яровая мягкая пшеница сорта Эстер — разновидность лютесценс. Сорт среднеспелый с вегетационным периодом от 80 до 100 дней.[5]

Моделирование действия краткосрочной засухи проводилось путем прекращения полива растений в фазу выхода в трубку и доведением почвы до 40% ПВ с последующим восстановлением оптимальной влажности.

Моделирование переувлажнения почвы проводилось так же в фазу выхода в трубку путем доведения почвы до 100% ПВ постепенным подтоплением почвы, после чего восстанавливали оптимальные условия водообеспечения.

Результаты исследования. При оценке изучаемых защитно-стимулирующих комплексов очень важным является исследование их влияния на элементы потенциальной продуктивности растения.

На рисунке 1 представлены данные о количестве зачаточных колосков и зачаточных цветков яровой пшеницы сорта Эстер при применении изучаемых защитно-стимулирующих комплексов.

На графике видно, что потенциальное количество колосков не изменялось при применении защитно-стимулирующих комплексов и скорее всего, является сортовым признаком. Что же касается количества зачаточных цветков, то здесь можно отметить достоверное увеличение их количества при применении всех изучаемых защитно-стимулирующих комплексов.

На основании данных о потенциальной продуктивности мы можем судить о степени реализации сформированных элементов продуктивности растения. На рисунке 2 представлена доля реализации элементов потенциальной продуктивности пшеницы на момент уборки опыта.

Определяя количество колосков и зерен в колосе, мы можем оценить степень реализации потенциальной урожайности. В оптимальных условиях водообеспечения можно отметить сохранение в контрольном варианте и в варианте с применением ЗСК3 потенциального количества колосков и несущественное уменьшение их количества в вариантах с применением ЗСК1 и ЗСК2. Что же касается доли реализации зачаточных цветков, то здесь можно наблюдать более существенные изменения. Из заложенных 53 цветков три четверти не реализовались в виде зерна в контрольном варианте. Применение ЗСК1 позволяло сформировать в среднем 84 зачаточных цветка, однако доля их реализации составила чуть более 20%. При применении ЗСК2 и ЗСК3 доля реализуемых зачаточных цветков повысилась до 30%.

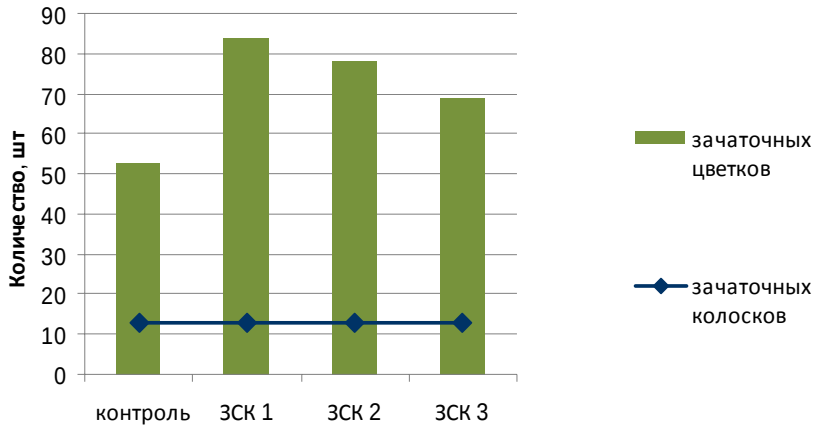


Рисунок 1 – элементы потенциальной продуктивности яровой пшеницы сорта Эстер при применении различных органоминеральных защитно-стимулирующих комплексов

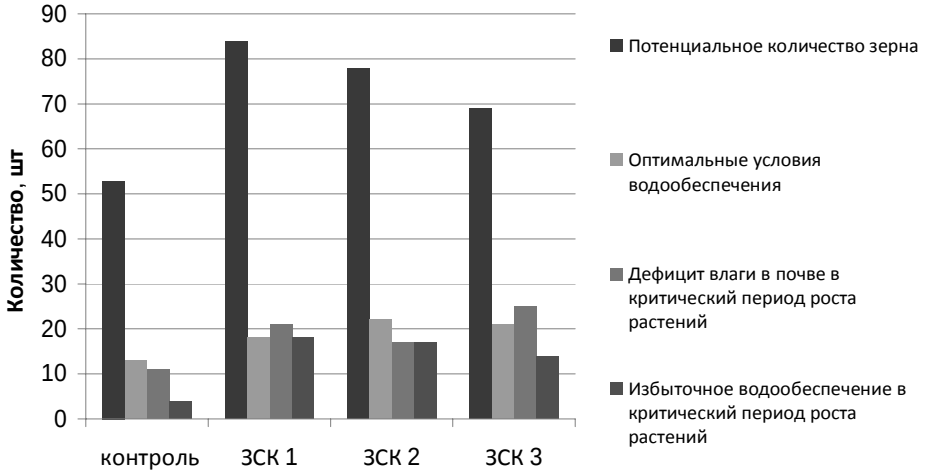


Рисунок 2 – доля реализации зачаточных цветков в зерно яровой пшеницы сорта Эстер при применении различных органоминеральных защитно-стимулирующих комплексов

Выводы. При оценке влияния защитно-стимулирующих комплексов на степень реализации элементов потенциальной продуктивности яровой пшеницы сорта Эстер при выращивании в оптимальных условиях водообеспечения наилучшие результаты показали растения, выращенные с применением ЗСК3.

Влияние засухи в критический период водопотребления на элементы потенциальной продуктивности и долю их реализации урожая у растений яровой пшеницы наилучшим образом нивелировало действие защитно-стимулирующего комплекса ЗСК2. Растения этого варианта характеризовались наибольшей долей реализации зачаточных цветков, а также достаточно большим числом зерен в колосе.

При воздействии на растения яровой пшеницы во время вегетации корневой гипоксии, вызванной переувлажнением почвы, повышение урожайности и доли реализации элементов потенциальной продуктивности обеспечил защитно-стимулирующий комплекс ЗСКЗ.

Литература:

1. Клочков А.В., Соломко О.Б., Клочкова О.С. Влияние погодных условий на урожайность сельскохозяйственных культур // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. №2. С.101-105.

2. Матвеев Д.М. Эволюция научно-технического прогресса в сельском хозяйстве // Экономика и бизнес: теория и практика. 2015. №2. С.33-38.

3. Савич В.И., Белопухов С.Л., Гришина Е.А., Серегина И.И., Никиточкин Д.Н., Алифиров М.Д., Норовсурен Ж. Агроэкологическая оценка применения гуматов с заданными свойствами. Иркутск: ООО «Мегапринт». 2017. 220 с.

4. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрохимические методы исследований. М.: Изд-во РГАУ-МСХА. 2015. 309 с.

5. Долгодворова Л. И., Пыльнев В. В., Буко О. А., Рубец В. С., Котенко Ю.Н. Селекция полевых культур на качество. Санкт-Петербург: Изд-во Лань. 2022. 256 с.

УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО СЕМЯН ГОРЧИЦЫ САРЕПТСКОЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ВОДОРАСТВОРИМОГО МИКРОУДОБРЕНИЯ

О.Д. Занозина

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

350038, Россия, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

olesya.zanozina@mail.ru

Чернозем выщелоченный Западного Предкавказья характеризуется благоприятными агрохимическими свойствами для выращивания сельскохозяйственных культур, в том числе яровой горчицы сарептской. Низкое содержание подвижных форм таких микроэлементов в почве как: бор – 0,26 мг/кг и молибден – 0,14 мг/кг указывает на необходимость проведения в фазе стеблевания некорневых подкормок на посевах горчицы сарептской для по-

лучения высоких урожаев культуры. Наибольшие значения урожайности – 2,0 т/га, масличность семян – 47,4 %, сбора масла – 0,85 т/га, и эфиромасличности семян – 0,58 % были получены при внесении водорастворимого микроудобрения, содержащие бор и молибден, в концентрации 200 мг/л.

Ключевые слова: горчица сарептская, микроудобрения, бор, молибден, урожайность, масличность семян.

Работа выполнена под руководством канд. с.-х. наук, доцента Александра Сергеевича Бушнева.

На территории Западного Предкавказья чернозем выщелоченный слабогумусный сверхмощный легкоглинистый на лёссовидных тяжелых суглинках по уровню плодородия занимает 3 место в России, так как он богат макроэлементами (NPK). В почвенном профиле больше всего обменного калия, среднее содержание подвижного фосфора и наименьшее содержание минерального азота. Однако вовлечение макроэлементов в процессы обмена веществ в растениях возможно только при наличии в почве достаточного количества микроэлементов, причем не просто их валовое содержание, а непосредственно подвижных (водорастворимых) для растений форм [1, 2, 3].

Согласно литературным данным, яровые крестоцветные окультуры тзывчивы на минеральное питание, а дополнительные подкормки бором (B) и молибденом (Mo) оказывают благоприятное воздействие, как на урожайность семян крестоцветных, так и на их качество [4].

Яровые крестоцветные культуры для образования 1 т урожая выносят из почвы 2-3,5 г молибдена и 100-250 г бора только в растворенном виде, так как такая форма доступна для поглощения корневой системой культуры [5].

Цель исследования – изучить влияние некорневых подкормок водорастворимым микроудобрением на качество и урожайность семян горчицы сарептской, выращиваемой на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья.

Опыт по изучению влияния некорневых подкормок различными дозами микроудобрения на качество и урожайность семян яровой горчицы сарептской сорта Юнона на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья проводился в 2021-2022 гг. на центральной экспериментальной базе ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК (г. Краснодар). Посев горчицы сарептской производился в I декаду мая, норма высева семян 1,7 млн шт./га. Площадь опытной делянки – 7,5 м^2. Семена высевали на глубину 2-3 см с шириной междурядий 30 см. Для некорневой обработки в фазе стеблевания горчицы сарептской использовали

водорастворимые смеси борной кислоты и молибдата аммония в соотношении 1:1, с нормой расхода рабочего раствора 300 л/га.

В опыте проводили учеты и фенологические наблюдения по методике ВНИИМК [6]. Агрохимическое обследование почвы опытного участка производилось по заранее составленному маршруту (по двум диагоналям), отборы почвенных образцов осуществлялись с помощью почвенного бура перед посевом горчицы сарептской на глубину пахотного слоя ($А_п$) 0-20 см. Были проведены следующие агрохимические анализы почвенных образцов. Гумус определяли по методу И.В. Тюрина с модификации В.Н. Симакова. Нитратный азот определялся ионометрическим методом по ГОСТ 26951-86, аммонийный азот – колориметрическим методом с реактивом Несслера. Вытяжку для определения фосфора и калия в почвенном образце готовили по методу Мачигина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26205-91). Микроэлементы (B, Mo) определяли по ГОСТ ISO 22036-2014 [7].

Анализ по определению масличности (ГОСТ 8.597-2010) и эфиромасличности (ГОСТ Р 51486-99) семян проводили с помощью ИК-спектрометра (Matrix-1) в лаборатории биохимии ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

Схема опыта включал следующие варианты:

1.Контроль, без удобрения;

2.B+Mo,100 – смесь B, Mo с концентрацией микроудобрения в растворе 100 мг/л;

3.B+Mo,200 – смесь B, Mo с концентрацией микроудобрения в растворе 200 мг/л;

4.B+Mo,300 – смесь B, Mo с концентрацией микроудобрения в растворе 300 мг/л.

Согласно агрохимическому обследованию чернозема выщелоченного содержание гумуса соответствует низкому уровню (3,4 %), фосфора – среднему (21 мг/кг), калия – повышенному (313 мг/кг), что соответствует III и IV классу агрохимической обеспеченности соответственно. Содержание минерального азота ($N\text{-}NO_3$ + $N\text{-}NH_4$) достаточное (14,2 мг/кг). Также в почвенном слое (0-20 см) наблюдалось низкое содержание микроэлементов: бор (B) – 0,26 мг/кг и молибден (Mo) – 0,14 мг/кг, что свидетельствует о необходимости проведения дополнительных подкормок растений горчицы сарептской в фазе стеблевания для получения высоких урожаев культуры. На опытном участке реакция почвенной среды в солевой вытяжке составила pH 5,2.

Применение некорневых подкормок микроудобрением на всех вариантах опыта оказывало положительное влияние на урожайность горчицы сарептской сорта Юнона по сравнению с контролем (табл. 1).

Таблица 1 - Урожайность семян горчицы сарептской в зависимости от доз некорневой подкормки микроудобрением ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2021-2022 гг.

Вариант	Урожайность, т/га		± к контролю, т/га		В среднем за 2 года	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	урожайность, т/га	± к контролю, т/га
Контроль	1,75	1,69	-	-	1,72	-
B+Mo, 100	2,00	1,96	0,25	0,27	1,98	0,26
B+Mo, 200	2,02	1,98	0,27	0,29	2,00	0,28
B+Mo, 300	1,84	1,75	0,09	0,06	1,80	0,08
$НСР_{05}$	**0,12**	**0,10**	**-**	**-**	**0,11**	**-**

В среднем за 2021-2022 гг. внесение в фазе стеблевания микроудобрения концентрациях 100 и 200 мг/л в наибольшей степени стимулировали рост урожайности (1,98-2,00 т/га), что способствовало увеличению прибавки урожая семян горчицы сарептской яровой сорта Юнона на 0,26-0,28 т/га соответственно больше по сравнению с контролем.

При дальнейшем увеличение концентрации борно-молибденового микроудобрения до 300 мл/л приводило к снижению урожайности семян культуры до 1,80 т/га. Максимальная урожайность семян горчицы сарептской яровой за два года (2,00 т/га) была получена при внесении микроудобрения с концентрацией 200 мл/л. По сравнению с вариантом без внесения микроудобрения (контроль) во всех вариантах опыта с применением водорастворимого микроудобрения масличность и эфиромасличность семян увеличивались на 0,9-1,6 % и 0,01-0,03 % соответственно, а сбор масла на 0,04-0,13 т/га (табл. 2).

Таблица 2– Масличность и эфиромасличность семян, сбор масла горчицы сарептской в зависимости от доз некорневой подкормки микроудобрением ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК, 2021-2022 гг.

Вариант	Масличность семян, %			Эфиромасличность семян, %			Сбор масла, т/га		
	2021	2022	в среднем за 2 года	2021	2022	в среднем за 2 года	2021	2022	в среднем за 2 года
Контроль	46,3	46,1	46,2	0,55	0,55	0,55	0,73	0,70	0,72
B+Mo,100	47,6	48,0	47,8	0,56	0,56	0,56	0,86	0,85	0,85
B+Mo,200	47,2	47,6	47,4	0,57	0,59	0,58	0,86	0,85	0,85
B+Mo,300	46,8	47,3	47,1	0,56	0,58	0,57	0,78	0,74	0,76
$НСР_{05}$	**0,32**	**0,35**	**0,33**	**0,02**	**0,02**	**0,02**	**0,12**	**0,10**	**0,11**

В среднем за два года исследований наибольшее увеличение масличности семян (на 1,6 %) наблюдалось в варианте с концентрацией микроудобрения 100 мг/л, а эфиромасличности семян в варианте с концентрацией 200 мг/л по сравнению с контролем. Высокая концентрация рабочего раствора микроудобрения с бором и молибденом (300 мг/л) практически не влияла на изучаемые показатели по сравнению с другими концентрациями микроудобрения в опыте: масличность семян составила 47,1 %, эфиромасличность семян 0,57 %, а сбор масла 0,76 т/га.

Следовательно, для получения высоких урожаев яровой горчицы сарептской сорта Юнона хорошего качества на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья с низким содержанием подвижных форм B и Mo необходимо соблюдать научно обоснованную систему удобрения. Некорневые подкормки в фазе стеблевания водорастворимым микроудобрением, содержащим B и Mo, с различной концентрацией раствора в разной степени положительно влияли на урожайность, сбор масла, масличность и эфиромасличность семян горчицы сарептской по сравнению с контролем. Наибольшая эффективность достигнута при внесении микроудобрения с концентрацией смеси B и Mo 100 мг/л: урожайность – 1,98 т/га, масличность семян – 47,8 %, сбор масла – 0,85 т/га и эфиромасличность семян – 0,56 %. Однако, при увеличении концентрации микроудобрения до 300 мг/л значения изучаемых показателей были наименьшими: урожайность – 1,80 т/га, масличность семян – 47,1 %, сбор масла – 0,76 т/га.

Литература:

1. Шеуджен А.Х. Агрохимия чернозема. Майкоп, 2015. – 231 с.
2. Тонконоженко Е.В. Содержание бора и молибдена в почвах Краснодарского края / Микроэлементы и микроудобрения. – Рига, 1982. С. 186-191.
3. Гайдукова Н.Г., Шабанова И.В. и соавт. Эколого-агрохимические аспекты влияния удобрения на баланс тяжелых металлов в почве и продуктивность сельскохозяйственных культур: монография. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 289 с.
4. Горбаченко О.Ф., Картамышева Е.В. и соавт. Горчица: практическое руководство по технологии возделывания в Ростовской области. – Таганрог, 2019. – 40 с.
5. Савенков В.П., Карпачев В.В. Научно-практические основы управления агротехнологиями производства ярового рапса: монография. – Липецк: Липецкий ГТУ, 2017. – 461 с.

6. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами / Под общ. редак. В.М. Лукомца. – Краснодар, 2010. С. 266-271.

7. Практикум по агрохимии / Под общ. редак. В.Г. Минеев: М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.

ДЕЙСТВИЕ НОВЫХ ФОРМ АММОФОСКИ С РАЗЛИЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ ГРАНУЛ НА УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ф.Г. Игралиев[1], В.М. Лапушкин[1,2], А.А. Лапушкина[1,2]
[1]ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева,
[2]ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
e-mail: igralieff@gmail.com

В условиях вегетационного опыта проводили исследования действия новых форм аммофоски с покрытием гранул фосфатом кальция различной толщины на урожай яровой пшеницы сорта Любава. Дополнительно проводились исследования с применение ингибитора нитрификации DMPP как со стандартной аммофоской, так и с аммофоской с покрытием гранул. Прибавка урожая составила 2-7% при использовании удобрений с покрытиями. Содержание азота в зерне пшенице повысилось на 3-13%.

Ключевые слова: яровая пшеница, аммофоска, покрытие гранул, азотные удобрения, ингибитор нитрификации, удобрения пролонгировнанного действия.

Работа выполнена под руководством профессора С.П. Торшина

С начала 80х годов и по настоящее время большое внимание уделяется технологии производства и применения удобрений пролонгированного действия, так как они более экономически эффективны и позволяют обеспечить растение элементами питания в течении всего вегетационного периода, в особенности азотом. Азот является основным элементом питания для растения, но в связи с его высокой лабильностью возникает проблема с обеспечением растения азотом в течении всего периода вегетации.

Широкое распространения в различных развитых странах получили капсулированные удобрения, основная идея которых состоит в покрытие гранул основного действующего вещества. С течением времени из гранул пу-

тем диффундированния или растворения капсулы высвобождается действующее вещество. На текущий момент известны капсулы из различных полимеров, солей жирных кислот, серы и ее производных, силикатов, а также капсулы, состоящие из различных элементов питания [2,3].

Наше исследование проводится совместно с институтом удобрений и инсектофунгицидов им. Я.В. Самойлова, которым были изготовлены и представлены образцы аммофоски с различными покрытиями гранул фосфатом кальция разной толщины [4]. Удобрения характеризуются следующими показателями:

1. Аммофоска – содержание (%) азота: фосфора: калия = 15:15:15;
2. Аммофоска с покрытием фосфатом кальция толщиной 50 мкм - содержание (%) азота: фосфора: калия = 13:20:12;
3. Аммофоска с покрытием фосфатом кальция толщиной 50 мкм - содержание (%) азота: фосфора: калия = 12:24:11.

Вегетационный опыт проводился на дерново-подзолистой, легкосуглинистой почве. По результатам агрохимического анализа, почва обладает следующими показателями: содержание гумуса – высокое– 3,96%, степень кислотности – сильнокислая, pH_{KCl}=4,0, гидролитическая кислотность – 5,49 мг-экв/100 г., сумма поглощенных оснований – 5,6 мг-экв/100 г., содержание подвижного фосфора 55 мг/кг – III класс по Кирсанову и обменного калия IV класс по Кирсанову – 168 мг/кг, соответственно. В связи с сильной кислотностью почвы проводилось известкование негашеной известью.

Объектом исследования выбрана мягкая яровая пшеница сорта Любава селекции ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Немчиновка», включенного в реестр в 2012 году и районированного для выращивания в центральном регионе.

Опыт включал 7 вариантов и проводился в 4х кратной повторности, в сосудах Митчерлиха вместимостью 5 кг воздушно-сухой почвы. В каждый сосуд высевали по 30 семян яровой пшеницы со всхожестью 95%. В фазе кущения растения прореживали.

Схема опыта:

1. PK – фосфорно-калийный фон;
2. NPK – аммофоска без покрытия;
3. $NPK_{50\ мкм}$ – аммофоска с покрытием фосфатом кальция толщиной 50 мкм;
4. $NPK_{100\ мкм}$ - аммофоска с покрытием фосфатом кальция толщиной 100 мкм;

5. NPK + инг. NO_3 – стандартная аммофоска с ингибитором нитрификации;

6. $NPK_{50\ мкм}$ + инг. NO_3 - аммофоска с покрытием фосфатом кальция толщиной 50 мкм и ингибитором нитрификации.

Все варианты были выровнены по количеству внесенных азота, фосфора и калия. В течении вегетации проводили обработку растений пропиконазолом и пенконазолом для борьбы с мучнистой росой и желтой пятнистостью.

Исходя из анализа структуры урожая можно утверждать, что все исследуемые удобрения дали существенную прибавку относительно фосфорно-калийного фона и стандартной аммофоской. Применение модифицированных удобрений относительно стандартной аммофоски увеличило урожайность на 2-7%, озерненость колоса с 31 шт до 33 шт, увеличилась масса колоса на 2,0 — 5,5%. Наибольшую эффективность оказала аммофоска с покрытием гранул фосфатом кальция толщиной 100 мкм. Хуже всего себя показала стандартная аммофоска с ингибитором нитрификации, применение которой снизило урожайность на 2,5% по сравнению с стандартной аммофоской. Сравнительную характеристику урожайности можно наблюдать на рисунке 1.

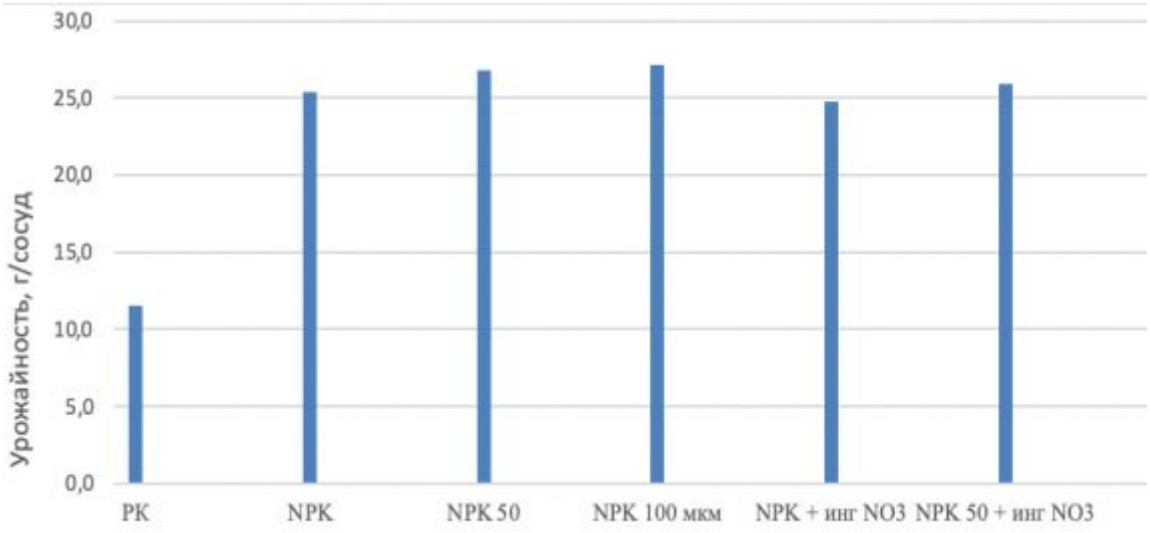


Рисунок 1 - Урожай зерна яровой пшеницы, в зависимости от формы применяемого удобрения

После анализа структуры урожайности, проводился химический анализ зерна и побочной продукции. Валовое содержание азота, фосфора и калия определялось после мокрого озоления по Кьельдалю: азот – микрометодом Кьельдаля (ГОСТ 13496.4-93), фосфор – колориметрическим методом

(ГОСТ 26657-97), калий – пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97) [5].

На основании полученных данных были определены вынос элементов питания из основной и побочной продукции, и коэффициенты использования азота из удобрений (рис. 2).

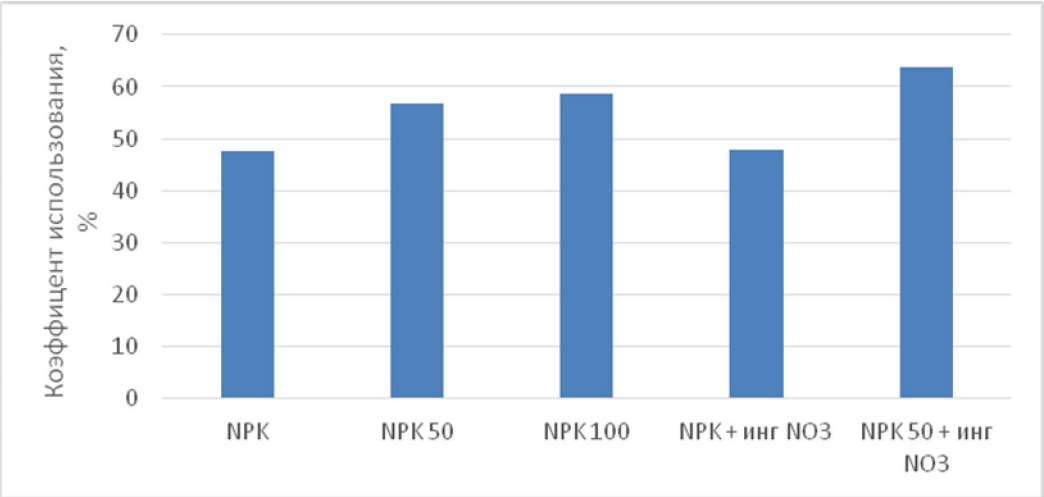


Рисунок 2 - Коэффициенты использования азота из удобрений, %

Опираясь на результаты химического анализа, можно сделать вывод, что применение исследуемых удобрений способствовало увеличению содержания азота в зерне, относительно обычной аммофоски. Процентное содержание азота увеличилось на 3,0-13,6%, а коэффициенты использования азоты выросли на 19,5-34,0%. Самым эффективным удобрением по результатам химического анализа оказалась капсулированная аммофоска с покрытием гранул фосфатом кальция толщиной 50 мкм и применением ингибитора нитрификации.

Отрицательные результаты были получены при использовании аммофоски с ингибитором нитрификации: содержание азота в зерне упало на 2,7%, а коэффициенты использования азота из удобрения остался на таком же уровне как в варианте со стандартной аммофоской.

По результатам исследования можно утверждать о большей эффективности исследуемых удобрений относительно классической аммофоски. На это указывает как повышение урожайности на так и увеличение белковости зерна и коэффициентов использования азота удобрений.

Литература:

1. Козел Е.Г. Получение капсулированных с ингибиторами форм мочевины и их влияние на активность уреазы и содержание азота в почве // Инновации и инвестиции. 2019. №10. С. 221-225.

2. Пироговская Г. «Умные» удобрения // Наука и инновации. 2020. №5 (207). С. 28-32.

3. Производство минеральных удобрений / А. С. Малявин, С. В. Миносьянц, К. В. Аксенчик, В. М. Лапушкин // Энциклопедия технологий 2.0: Химический комплекс. – Москва, Санкт-Петербург: Научно-исследовательский институт "Центр экологической промышленной политики", 2022. – С. 11-88.

4. Патент № 2776275 C1 Российская Федерация, МПК C05G 3/40. Способ получения удобрений с замедленным и контролируемым высвобождением питательных веществ: № 2021126117: заявл. 02.09.2021: опубл. 15.07.2022 / А. М. Норов, Д. А. Пагалешкин, П. С. Федотов [и др.]; заявитель Акционерное общество "Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова". – EDN FGZDKC.

5. Практикум по агрохимии (под ред. В.В.Кидина). М.: КолосС. 2008. 600 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД САХАРНУЮ СВЕКЛУ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2016-2020 гг.

И.В. Ильюшенко
ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
,127550, Москва ул. Прянишникова,31 а
ili.ari@yandex.ru

Представлен материал, который показывает эффективность применения минеральных удобрений под сахарную свеклу в субъектах федерации основных природно-климатических зонах Российской Федерации в 2016-2020 годах.

Ключевые слова: минеральные удобрения, урожайность, сахарная свекла, вклад минеральных удобрений, агрохимические свойства почвы.

На сегодняшний день сокращение применения минеральных удобрений, высокие цены на элитные сорта и средства защиты растений – все это влияет экономическую составляющую растениеводческой сельхозпродукции. В сложившихся условиях возникает необходимость в разработке системы мер, направленных на оптимизацию ценовых соотношений между продукцией сельского хозяйства и других отраслей экономики с целью обеспечения рентабельности агропромышленного производства, насыщения рынка сельскохозяйственной продукцией, сырьем и продовольствием. Определение доли участия удобрений в формировании урожайности сельскохозяйственных культур является основополагающим фактором и актуальной задачей для ученых.

В пределах одного сельхозпредприятия из-за большого различия полей по агрохимическим показателям постановка таких опытов маловероятна. В связи с этим, для получения прибавки урожая за счет применения удобрений приходится использовать косвенные методы, среди которых наибольшее распространение получили нормативные [1].

Следует отметить, что данный метод более точно отражает условия крупных регионов - области, края, республики и страны в целом. При определении эффективности применения минеральных удобрений в границах административных районов, сельскохозяйственных предприятий и тем более по отдельным полям данные нормативы не могут обеспечить необходимую точность, поскольку результаты сплошного агрохимического обследования почв свидетельствуют о высокой вариабельности агрохимических свойств почв, которые оказывают большое влияние на величину прибавки урожая от удобрений [2].

Основное производство сахарной свеклы в настоящее время сосредоточенно в восьми регионах Центрального федерального округа, в трех Южного и Северо-Кавказского, в семи Приволжского и одном Сибирского федерального округа. Эти регионы находятся в зоне распространения черноземных почв, которые как известно, характеризуются более высоким плодородием по сравнению с другими почвенными разновидностями – дерново-подзолистыми, серыми лесными и каштановыми почвами. Вместе с тем, черноземные почвы несмотря на то, что относятся к одному генетическому типу, заметно различаются по агрохимическим свойствам. Так, в Белгородской области только 30% пашни относится к средней и низкой группе обеспеченности подвижным фосфором, тогда как в Воронежской области таких площадей насчитывается 55%, в Липецкой 62%, в Тамбовской 64%, в Краснодарском крае 67%, в Ставропольском 85%. Причем в двух последних имеются почвы с очень низким содержанием P_2O_5. Вероятность размещения посевов сахарной свеклы в регионах, где значительную долю занимают площади с недостаточным содержанием подвижного фосфора высока [3].

Сахарная свекла по своим биологическим свойствам относится к культурам, которые предъявляют более высокие требования к уровню почвенного плодородия и минерального питания по сравнению с другими полевыми культурами. Вклад минеральных удобрений в формирование урожайности сахарной свеклы в лесостепной зоне составляет 26-32% и в стеной 16-20%. С каждой тонной урожая выносится из почвы в среднем по стране 4,43 кг азота,1,29 фосфора и 5,8 калия, что при урожайности 40 т/га составляет 178,52 и 232 кг/га соответственно [3].

Разработанные ВНИИА нормативы и рекомендации для сахарной свеклы дало возможность определить вклад азотных, фосфорных и калийных удобрений в формирование урожайности сахарной свеклы, возделываемой в основных природно-климатических зонах страны. [4,5].

Цель исследования - определить эффективность применения минеральных удобрений под сахарную свеклу в субъектах Российской Федерации в среднем за 2016-2020 гг.

В основу расчетов были положены статистические данные о внесении минеральных удобрений под сахарную свеклу по субъектам федерации, об урожайности и валовысборах, данные по распределению почвенных разновидностей и агрохимической характеристике почв по состоянию на 1 января 2021 г., нормативы окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожая сахарной свеклы, методика определения вклада минеральных удобрений в формировании урожайности [6-8].

Расчеты проводились по формуле:

$$П = \frac{У*В_N + У*В_P + У*В_K}{100}$$

где П - прибавка урожая от удобрений, ц/га

У - урожайность культуры, ц/га

$В_N$ –вклад азотных удобрений, %

$В_P$ – вклад фосфорных удобрений, %

$В_K$ –вклад калийных удобрений, %.

Полученный материал обрабатывался статистически при помощи корреляционно-регрессионного анализа для выявления влияния минеральных удобрений на урожайность культур. Работа охватывала все субъекты федерации, где в структуре севооборота присутствовали сахарная свекла, но не все регионы отображены в данной статье по причине отсутствия информации необходимой для проведения расчета. В таблице 1 представлена характеристика полученных выборок.

Таблица 1. Характеристика выборок

Культура	Число наблюдений	Диапазон показателей	
		Внесение удобрений, кг/га	Урожайность культур, ц/га
Сахарная свекла	19	73-367	272-532

Диапазон внесения минеральных удобрений под сахарную свеклу составлял от 73 до 367 кг/га, а урожайность варьировала от 272 до 532 ц/га.

Результаты и их обсуждение. В ходе работы установлено, влияние применения минеральных удобрений на урожайность культур во всех выборках, коэффициенты линейной корреляции для сахарной свеклы составлял r=0,59.

Максимальная урожайность в среднем за 2016-2020 г. г. по сахарной свекле 532 ц/га была получена в Ставропольском крае. Минимум зафиксирован в Нижегородской области 272 ц/га (таб.2 и 3).

Основные зоны возделывания данных сахарной свеклы — это Центральный федеральный округ с черноземами выщелоченными, типичными и

обыкновенными. Также Приволжский и Сибирский федерального округа с преобладанием выщелоченных черноземов и Южный федеральный округ с черноземами карбонатными.

В таблице 2 представлены основные регионы, где выращивается сахарная свекла.

Таблица 2. Внесение минеральных удобрений и прибавка урожая сахарной свеклы в среднем за 2016-2020 гг.

Регион	Урожай, ц/га	Внесено удобрений, кг/га			NPK	Прибавка, ц	Без удобрений, ц/га	Окупаемость, кг/га
		N	P	K				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Нижегородская область	272	132	41	31	204	20	252	10
Чувашская Республика	312	60	19	14	93	10	302	5
Ульяновская область	323	47	15	11	73	42	281	21
Республика Башкортостан	346	82	25	19	126	66	280	33
Пензенская область	380	151	47	35	233	125	255	62
Мордовия	393	144	44	33	221	49	344	24
Ростовская область	397	130	40	30	200	30	367	15
Республика Татарстан	399	164	50	38	252	53	346	26
Липецкая область	407	194	60	45	299	168	239	84
Орловская область	416	210	65	48	323	86	330	43
Тамбовская область	416	200	61	46	307	178	238	89
Воронежская область	433	169	52	39	260	149	284	74
Рязанская область	446	117	36	27	180	83	363	41
Белгородская область	447	201	62	46	309	167	280	84
Краснодарский край	461	139	43	32	214	129	332	65
Тульская область	462	185	57	43	285	92	370	46
Алтайский край	472	141	43	32	216	78	394	39
Курская область	486	239	73	55	367	151	335	75
Ставропольский край	532	198	61	46	305	64	468	32

Урожайность сахарной свеклы без удобрений была в пределах нормативных показателей или чуть выше, например, в южных регионах, в Краснодарском крае 332 ц/га и Ставропольском крае 468 ц/га. Возможно, это связано с тем, что нормативные данные были разработаны по отечественным сортам сахарной свеклы, а сейчас уже большая часть сортов заменена на гибридные сорта, более устойчивые к вредителям и дающие повышенные урожаи.

Выводы. В результате проделанной работы впервые проведено исследование по оценке вклада минеральных удобрений в среднем за 2016-2020 гг. в формирование урожайности сахарной свеклы в регионах Российской Федерации различных по своим природно-климатическим условиям. Материал исследования подтверждает, что применение минеральных удобрений оказывает влияние на урожайность сахарной свеклы. Уровень почвенного плодородия и генезис почв также способствуют повышению урожайности культур. Использования комплексных мер приводит к высоким показателям урожайности культуры и сохраняет уровень почвенного плодородия.

Литература:

1.Нормативы определения потребности в минеральных удобрениях. М., КМУ НИПТИЖ, 1985, 338 с.

2.Нормативы выноса элементов питания сельскохозяйственными культурами М.: ЦИНАО, 1991, - 65с.

3. Ильюшенко И.В. Применение азотных удобрений под сахарную свеклу при различной обеспеченности черноземов минеральным азотом и подвижным фосфором /Агрохимический вестник, 2018, с.31-33.

4.Нормативы оценки и методика прогнозирования эффективности применения минеральных удобрений под сахарную свеклу в зависимости от агрохимических свойств почв. М.: Изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2018.-188 с

5.Шафран С.А. Плодородие почвы Нечерноземной зоны и его регулирование – М, ВНИИА, 2021, 200 с.

6.https://fedstat.ru/indicator/30950
Последнее обращение 24.01.2022

7.https://fedstat.ru/indicator/31328
Последнее обращение 24.01.2022

8.https://fedstat.ru/indicator/30964
Последнее обращение 24.01.2022

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РЕТАРДАНТОВ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Е. Квитко, О.А. Щуклина
ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН
127276, Москва, ул. Ботаническая, д. 4
lera.kvitko@mail.ru, oashuklina@gmail.com

В статье описывается влияние ретарданта Рэгги на такие показатели продуктивности яровой тритикале сортов, как продуктивная кустистость, число и масса зерна с колоса, масса 1000 семян и урожайность в условиях Московской области.

Ключевые слова: яровая тритикале, ретардант Рэгги, структура урожая.

Яровая тритикале является распространенной в Центральном Нечерноземном регионе зерновой культурой. Наряду с другими злаками и их сортами, полученными методом отдаленной гибридизации, она отличается высокой устойчивостью к абиотическим условиям, а также к болезням различной природы [1-3]. Основное применение яровая тритикале имеет как фуражная культура, однако она содержит большое количество белка и в последнее время приобретает значение в хлебопекарной промышленности. Тритикале часто имеет меньшую по сравнению с рожью высоту растений, однако превышает высоту пшеницы. В связи с этим возникает проблема полегания посевов в переувлажненные годы, которая может быть решена путем применения ретардантов [4-5]. Ретарданты – вещества, блокирующие синтез гиббереллина, в результате чего происходит равномерное укорачивание длины междоузлий и уплотнения стенок стебля, сокращается длина стеблей растений и повышается устойчивость к полеганию. Однако, помимо этого, производители ретардантов утверждают, что данный приём позволяет увеличить урожайность и качество получаемой продукции за счёт лучшей кустистости и использованию поглощаемых и синтезируемых растением веществ на формирование зерна, а не вегетативной массы. В связи с этим приобретает актуальность изучение влияния ретардантов на формирование урожайности яровой тритикале.

Целью исследования являлось изучение особенностей формирования урожая яровой тритикале при применении ретарданта Рэгги в условия Московской области.

Исследование проводилось на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва) в 2018 году на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. В качестве объектов исследования выступали сорта яровой тритикале Укро, Кармен и Тимирязевская 42. Опыты заложены в 3-кратной повторности, размещение вариантов рандомизированное. Посев производился протравленными семенами в общепринятые сроки, норма высева 4 млн. всхожих семян. Обработка посевов осуществлялась препаратом Рэгги (ЗАО «Фирма Август»). В зависимости от варианта опыта обработка ретардантом проводилась либо в фазу кущения, либо в фазу выхода в трубку, либо в обе названные фазы развития.

Метеоусловия 2018 года были недостаточно благоприятными для роста и развития яровой тритикале. Температура воздуха была выше среднемноголетних данных на 2-4 градуса, кроме первой декады июня, когда она была ниже на 6-7 градусов. Режим осадков был неравномерен. Так, во второй декаде мая и третьей декаде июля осадки в два раза превышали среднемноголетние значения, при этом в августе осадки практически полностью отсутствовали. Эти условия отрицательно сказались на наливе зерна, но позволили провести уборочные работы в срок [6, 7].

При применении препарата Рэгги наблюдалось сокращение высоты на всех сортах во всех вариантах, однако только на сортах Кармен и Укро при обработке в фазу кущения и в фазы кущения и выхода в трубку была отмечена существенная разница. Длина растений была наименьшей у Тимирязевской 42 и находилась в пределах от 74,5 до 86,4 см. К моменту уборки наибольшую высоту имел сорт Кармен в 99,6 см в контрольном варианте, тогда как применение ретарданта способствовало сокращению высоты растений до 73,7 см при обработке в фазу кущения и до 80,9 см – в фазы кущения и выхода в трубку. Обработанные препаратом Рэгги растения сорта Укро были ниже контрольных на 3,8-18,8 см. Важно отметить, что на сортах Кармен и Укро наименьшая высота всегда отмечалась в варианте с применением ретарданта в фазу кущения. Использование Рэгги в фазу выхода в трубку не давало стабильного снижения высоты, так как к этому моменту у растений уже сформировались нижние междоузлия, а препарат действует только на те междоузлия, которые развиваются после обработки.

Урожайность зерновых культур рассчитывается, исходя из продуктивной кустистости, числа зерен в колоссе и их массы. В 2018 году применение Рэгги не повлияло на перечисленные показатели яровой тритикале. Однако

на сорте Кармен было отмечено стабильное снижение массы зерна с колоса во всех вариантах (рис. 1).

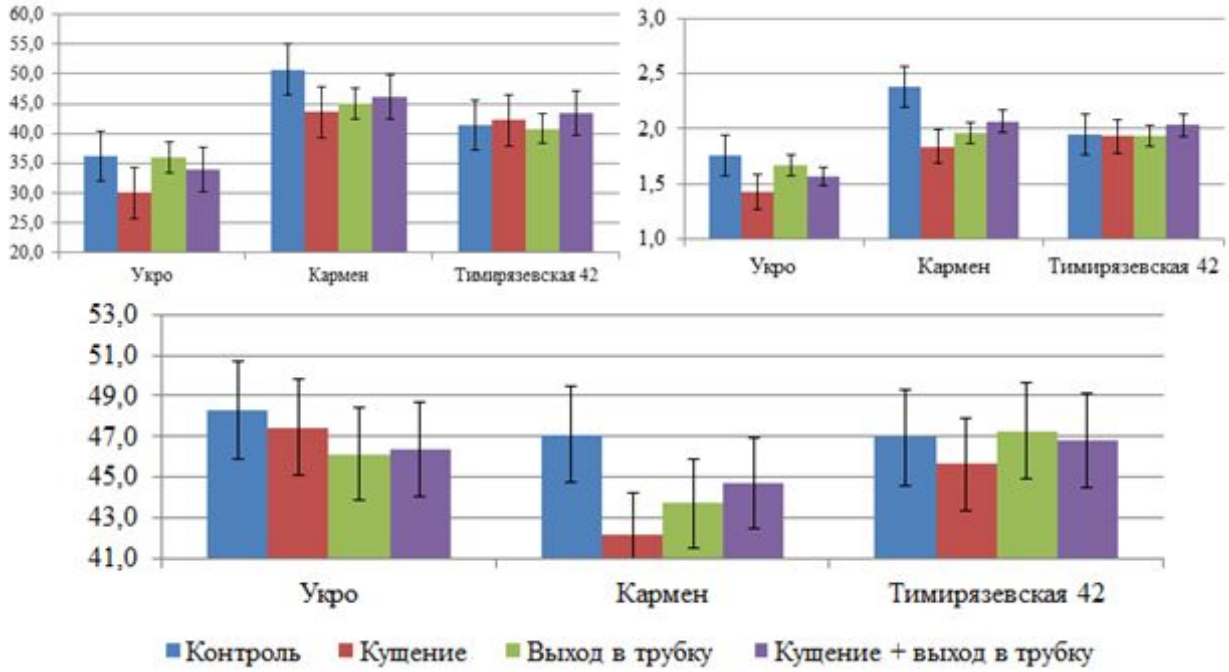


Рисунок 1 – Влияние ретарданта Рэгги на число зерен в колосе (г) (вверху слева), массу зерна с колоса (г) (вверху справа) и массу 1000 семян (г) (внизу) яровой тритикале, 2018 г.

Урожайность так же не зависела от применения ретарданта во всех вариантах. На сорте Укро данный показатель колебался от 3,8 (контроль) до 4,63 (кущение + выход в трубку) т/га, на сорте Кармен – от 4,34 (контроль) до 4,85 (выход в трубку) т/га. Сорт Тимирязевская 42 был самым высокоурожайным в исследуемом году и достигал 6,3 т/га (кущение) при наименьшей урожайность в 5,52 т/га (выход в трубку).

Таким образом, в 2018 году применение ретарданта Рэгги значительно снижало высоту растений сорта Кармен и Укро в вариантах с обработкой препаратом в фазы кущения и фазы кущения и выхода в трубку, но при этом не влияло на урожайность всех исследуемых сортов.

Литература:

1. Морфобиологические и хозяйственно ценные особенности образцов из современной коллекции трититригии (×*Trititrigia cziczinii* Tzvel.) ГБС РАН / Завгородний С.В. и [и др.] // Овощи России. 2022. №2. С. 10-14. DOI: 10.18619/2072-9146-2022-2-10-14

2. Morphophysiological features of the reaction of the cv. ×*Triticosecale* wittm. ex. camus on nitrogen fertilizers in contrasting agrometeorological conditions. / Shchuklina O. [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.Dushanbe. 2022. 1010:012109 DOI: 10.1088/1755-1315/1010/1/012109.

3. Комплексная оценка линий озимых пшенично-пырейных гибридов в питомнике конкурсного сортоиспытания / Кузьмина Н.П. [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №8. С. 67-74.

4. Применение регулятора роста на посевах яровой тритикале в разных по агрометеорологическим условиям годы / Абделаал Х.К. [и др.] // Кормопроизводство. 2019. №3. С. 23-27.

5. Тимирязевская 42 – новый сорт яровой тритикале ((×*Triticosecale* Wittm. ex. Camus*)* / Щуклина О.А [и др.] // Кормопроизводство. 2021. №8. С. 43-46.

6. Щуклина О.А., Абделаал Х.К., Квитко В.Е. Применение регуляторов роста в посевах ярового тритикале в условиях центральных районов Нечерноземной зоны // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур : Сборник статей по материалам XIV Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры ботаники и физиологии растений, Горки, 27–28 июня 2019 года. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. 2019. С. 246-250.

7. Энзекрей Е.С., Щуклина О.А., Завгородний С.В. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 // Зерновое хозяйство России. 2021. №2(74) С. 88-93. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-74-2-88-93.

ВЛИЯНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ВСХОЖЕСТЬ И РАЗВИТИЕ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ ЯРОВОЙ

И.Г. Козлов, Р.А. Боровик
ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А, elgen@mail.ru.

В статье приведены экспериментальные данные о положительном воздействии редкоземельных элементов на всхожесть и развитие яровой пшеницы на раннем этапе. Влияние предпосевной обработки семян оценивали в условиях скринингового опыта. Показан стимулирующий потенциал применения низких доз хелатов некоторых редкоземельных элементов.

Ключевые слова: редкоземельные элементы, пшеница, хелаты.

Изучение влияния биологически активных веществ на рост и развитие растений начинается с определения оптимальных концентраций при обработке семян. К редкоземельным элементам (РЗЭ) в последнее время наблюдается повышенный интерес. Исследователи выявили положительное действие низких доз РЗЭ на развитие ряда растений. В работе Feng [1] показал, что применение РЗЭ на проростках сахарной свёклы в концентрации от 0,01% до 0,1% позволяет стимулировать удлинение корней и рост надземных органов. При этом в 55% случаев отмечался прирост биомассы. В вегетационных опытах в сосудах было установлено, что добавление ЭДТА значительно усиливает десорбцию РЗЭ с поверхности почвенных частиц [2, 3]. Интерес к этим ультрамикроэлементам вызывается ещё и тем фактом, что наша страна располагает широкими возможностями по их применению [4, 5]. Целью данной работы являлось изучение воздействия низких доз хелатов РЗЭ на всхожесть и развитие яровой пшеницы на ранних этапах, а также подбор оптимальных концентраций рабочих растворов.

Методика исследований. Исследования по изучению влияния на показатели всхожести и развитие проростков, а также установлению оптимальной концентрации растворов хелатов РЗЭ для предпосевной обработки семян проводились в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и регуляторов роста растений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» в 2022 году на яровой пшенице сорта «Тризо».

В лабораторном опыте изучалось применение водных растворов гольмия (Ho), эрбия (Er), лантана (La) и иттрия (Y), в форме хелатов ЭДТА. Рабочие растворы готовились из маточных растворов с концентрацией 0,36 моль/л каждый путём последовательного разведения в дистиллированной воде.

Семена проращивали после экспозиции в испытуемом растворе в чашках Петри на фильтровальной бумаге в отсутствие освещения в климатической камере. Температура в камере поддерживалась на уровне 20°С. В каждую чашку выкладывали по 20 семян. Экспозиция обработки семян составляла 1 час.

Лабораторный опыт был заложен по следующей схеме:
1. Контроль. Обработка дистиллированной водой. 2. La хелат ЭДТА 0,01*; 3. La хелат ЭДТА 0,1*; 4. La хелат ЭДТА 1*; 5. La хелат ЭДТА 10*;6. Y хелат ЭДТА 0,01*; 7. Y хелат ЭДТА 0,1*; 8. Y хелат ЭДТА 1*; 9. Y хелат ЭДТА 10*; 10. Er хелат ЭДТА 0,01*;11. Er хелат ЭДТА 0,1*;12. Er хелат ЭДТА 1*; 13. Er хелат ЭДТА 10*;14. Ho хелат ЭДТА 0,01*; 15. Ho хелат ЭДТА 0,1*;16. Ho хелат ЭДТА 1*; 17. Ho хелат ЭДТА 10*
* мкмоль/л

Показатели всхожести (энергия прорастания и лабораторная всхожесть) определяли согласно ГОСТ 12038-84. У проростков проводили измерение длины ростка и корня, а также определяли сырую массу ростков и корней.

Результаты исследований и их обсуждение. Опытные семена имели высокие показатели всхожести (табл. 1): значения энергии прорастания и лабораторной всхожести в контроле составили 98,3%, поэтому обработка семян пшеницы яровой хелатами La и Y не показали достоверного влияния на их всхожесть. ЭДТА Er в концентрациях (0,01-1 мкмоль/л) незначительно понизил жизнеспособность семян: энергия прорастания и лабораторная всхожесть снизились до 88,3-93,3%. Обработка семян растворами ЭДТА Ho привела к выраженному ухудшению всхожести семян при использовании всех концентраций. Наиболее сильное снижение отмечено на варианте с применением рабочего раствора ЭДТА Ho 0,016 мг Ho/л (1 мкмоль/л), где значение энергии прорастания составило 67,7%, а лабораторной всхожести – 73,3%.

Обработка семян растворами хелатов всех элементов в целом оказала положительное влияние на развитие корневой системы проростков пшеницы. Длина корней на большинстве вариантов в среднем превышала значения в контроле на 1-3 см, за исключением вариантов с применением раствора ЭДТА La в концентрации 1 мкмоль/л и ЭДТА Er 0,002 в концентрации 0,01 мкмоль/л. Наибольшие значения линейного прироста корней отмечены на вариантах с применением максимальной дозы ЭДТА Y и всех концентраций ЭДТА Er и Ho.

Таблица 1 – Влияние РЗЭ на биометрические показатели ростков пшеницы

Вариант	Концентрация	Энергия прорастания*	Лабораторная всхожесть*	Длина корней**	Длина ростков**	Масса корней**	Масса ростков**
	мкмоль/л	%	%	см	см	г	г
К	0	98,3	98,3	12,8±1,9	7,8±1,4	0,88±0,19	0,72±0,05
La	0,01	100,0	100,0	14,1±2,0	8,4±1,1	1,02±0,13	0,73±0,05
La	0,1	100,0	100,0	13,9±3,2	9,0±1,3	1,09±0,08	0,73±0,04
La	1	95,0	93,3	**12,0±2,7**	8,0±1,9	1,15±0,06	0,71±0,02
La	10	98,3	98,3	13,5±3,1	8,9±1,3	1,02±0,09	**0,67±0,01**
Y	0,01	98,3	98,3	13,6±1,6	9,3±2,1	1,11±0,11	0,75±0,04
Y	0,1	95,0	95,0	14,0±2,2	8,5±1,0	1,07±0,20	**0,69±0,11**
Y	1	100,0	100,0	13,8±3,6	9,4±1,6	1,03±0,16	0,83±0,07
Y	10	98,3	98,3	15,0±2,8	9,4±1,5	1,10±0,17	0,78±0,03
Er	0,01	88,3	91,7	11,5±5,2	7,1±3,0	1,07±0,08	**0,85±0,06**
Er	0,1	88,3	93,3	14,9±2,8	7,4±1,9	**0,93±0,09**	0,71±0,04
Er	1	93,3	98,3	14,9±2,7	8,1±2,1	1,32±0,20	0,79±0,03
Er	10	98,2	98,2	15,3±1,8	**6,8±1,7**	1,05±0,06	0,74±0,04
Ho	0,01	85,0	91,7	15,6±3,1	**7,0±2,3**	1,25±0,05	0,75±0,03
Ho	0,1	**61,7**	73,3	14,8±3,3	7,3±1,9	1,41±0,18	0,74±0,08
Ho	1	91,7	93,3	15,4±2,2	7,7±2,0	1,09±0,04	0,79±0,05
Ho	10	**80,0**	**86,7**	16,2±3,4	8,0±1,8	1,17±0,11	0,77±0,02

** – среднее по варианту; ** – среднее по варианту ± стандартное отклонение.*

Масса корневой системы пшеницы также показала выраженный прирост на фоне обработок семян хелатами редкоземельных элементов. При средней массе корневой системы в контроле 0,88 г применение ЭДТА La и Y дало приращение массы в среднем до 1,02-1,15 г. Максимальный прирост корневой системы отмечен на вариантах с применением ЭДТА Er концентрацией 1 мкмоль/л и ЭДТА Ho 0,1 мкмоль/л. Значения масс составили соответственно 1,32 г и 1,41 г.

Влияние хелатов редкоземельных элементов на рост вегетативных надземных органов проростков пшеницы имеет несколько иной характер. Обработка семян растворами ЭДТА La и Y привела к увеличению длины ростков в среднем на 0,3-1,7 см по отношению к контролю, где длина в среднем составляла 7,8 см. При этом применение ЭДТА Y дало несколько более выраженный эффект, чем применение ЭДТА La.

Обработка семян ЭДТА Er и Ho во всех концентрациях привела к снижению линейных размеров ростков на 0,1-0,9 см. Более низкие концентрации рабочих растворов показали более выраженный негативный эффект.

Влияние хелатов РЗЭ на массу ростков пшеницы менее выражено, чем их влияние на длину. В целом, все виды хелатов РЗЭ не привели к существенным изменения массы надземных вегетативных органов, кроме ЭДТА Y, где на фоне концентраций 0,089-0,889 мг Y/л (1-10 мкмоль/л) отмечено увеличение массы ростков до 0,78-0,82 г и низкой дозировки ЭДТА Er 0,002 мг Er/л (0,01 мкмоль/л), где масса увеличилась до 0,85 г. Значение в контроле составило 0,72 г. Также необходимо отметить, что применение хелата La в высокой дозировке привело к некоторому снижению массы ростков до 0,67 г.

Оценивая в целом проведённый скрининг, необходимо отметить разнонаправленное действие РЗЭ. Если принимать достоверное повышение представленных в таблице 1 показателей за «+», то максимальное количество 5+ получит вариант с использованием Y в дозировке 1 мкмоль/л. В вариантах этого же элемента в дозировках 0,001 и 10 мкмоль/л получили 4 достоверных результата. Поэтому в наших исследованиях ЭДТА Y оказался наиболее перспективным для дальнейших исследований. Варианты, в которых мы наблюдали по 3 положительных отклика – La в дозировке 1 мкмоль/л и Er – 10 мкмоль/л. Остальные варианты показали 1-2 положительных или отрицательные результаты.

Выводы. Оценка литературных источников и собственные данные показывают, что РЗЭ оказывают неоднозначное влияние на рост и развитие растений. Однако некоторые элементы (Y, La, Er) в низких концентрациях, несомненно, обладают ростостимулирующим потенциалом по отношению к семенам и всходам. Необходим дальнейший тщательный анализ влияния РЗЭ на рост, развитие и физиолого-биохимические показатели растений в другие фазы развития.

Литература:

1. Feng J.Z. Effects of REEs on growth and yield of sugar beet // Journal of Xinjiang Agriculture Science. 1987. Vol. 1. P. 12-17.

2. Yang L. et al. The Effect of EDTA on Rare Earth Elements Bioavailability in Soil Ecosystem // Chemosphere. 1999. Vol. 38. № 12. P. 2825-2833.

3. Zhimang G. et al. Effects of fulvic acid on bioavailability of rare earth elements and GOT enzyme activity in wheat (Triticum aestivum) // Chemosphere. 2001. Vol. 44. № 545-551.

4. Наумов А.В. Обзор мирового рынка редкоземельных металлов // Цветная Металлургия. 2008. № 2. С. 14-22.

5. Савельева И.Л. Редкоземельная Промышленность России: Современное Состояние, Ресурсные Условия Развития // География И Природные Ресурсы. Редкоземельная Промышленность России. 2011. № 1. С. 65-71.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МАГНИЕВЫХ УДОБРЕНИЙ АГРОМАГ В АГРОЦЕНОЗЕ С КАРТОФЕЛЕМ

Д.Е. Кутырева[1], А.В. Козлова[2]
[1]ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»,
127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д.31 А
e-mail: daryakutyreva75@gmail.com
[2]ООО «Русское Горно-химическое Общество»,
115093, Россия, г. Москва, ул. Павловская, д. 7, стр. 1
e-mail:AKozlova@brucite.plus

В статье представлены результаты эффективности нового вида магниевых удобрений на продуктивность и качество картофеля. Выявлено, что АгроМаг при основном внесении в почву может увеличить урожай клубней на 30%. Совместное применение АгроМаг и подкормки АгроМагАктиМакс обеспечивает еще больший прирост урожая картофеля. Отмечено, что линейка удобрений АгроМаг обеспечивает улучшение качества клубней картофеля.

Ключевые слова: картофель, плодородие почв, магний, качество клубней.

Полевые исследования по установлению влияния магниевых удобрений АгроМаг, производства ООО «Вязьма-Брусит» на продуктивность и качество картофеля проводили с сортом картофеля - Жуковский ранний. Посадку картофеля проводили в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75 х 30 см, густота стояния растений - 44 000 штук/га.

Состав АгроМаг Гранулированный - 60% MgO. Химический состав АгроМагАктиМакс - жидкое магниевое комплексное удобрение, произведенное из минерального сырья - брусита [$Mg(OH)_2$] представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Химические и физические свойства АгроМагАктиМакс

Наименование показателя	Спецификация	Стандартные
Mg, %, не менее	20,9	21,5
N,%, не менее	3,8	4
Ca, %, не более	1,2	1
Fe, %, не более	0,06	0,03
Плотность, кг/м^3	1400	1500
Температура замерзания, °С	0	0
Внешний вид продукции	Белая жидкая суспензия	

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя перед закладкой опыта (табл.2). Перед закладкой опыта и во время уборки урожая определяли агрохимические показатели пахотного слоя почвы: гумус по Тюрину (ГОСТ

26213-91); P_2O_5 и K_2O - по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011); pH_{KCL}потенциометрически (ГОСТ 26483-85); гидролитическая кислотность по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26212-91); сумма поглощенных оснований по Каппену-Гильковицу (ГОСТ 27821-88); обменные кальций и магний - ГОСТ 26487-85.

Таблица 2 - Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

pH_{KCl}	Нг	S	Сумма $N\text{-}NO_3$, $N\text{-}NH_4$	P_2O_5	K_2O	V	Гумус
	мг-экв /100 гпочвы		мг/кг почвы			%	
4,5-4,8	3,15-3,6	2,90-3,27	115,8	368-393	130-140	45,0-51,0	1,96

Учет и структуру урожая клубней картофеля проводили с каждой делянки, взвешивая фракции отдельно: мелкая фракция - клубни по поперечному диаметру меньше 25-30 мм; семенная - от 30 до 60 мм по поперечному диаметру; продовольственная - клубни по поперечному диаметру более 60 мм. Схема опыта состояла из 9 вариантов. Для сравнения эффективности АгроМага в опыте включен вариант с сульфатом магния (табл.3).

Таблица 3 - Схема полевого опыта

№ п/п	Дозы удобрений в физ.массе, кг/га или л/га	Дозы мин. удобрений кг/га д.в.
ЭБ «Коренёво» Люберецкий р-н Московской обл.		
1	Контроль без/удобрений	0
2	Фон (NPK)= 375 кг/га азофоски (16-16-16) + 400 кг/га нитроаммофоски (14-14-23)	$N_{60}P_{60}K_{60}$ +$N_{56}P_{56}K_{92}$= $N_{116}P_{116}K_{152}$ – фон
3	Фон + АгроМаг Гран. в дозе 167 кг/га	$N_{116}P_{116}K_{152}$+ Mg_{100}
4	Фон + АгроМаг Гран. в дозе 167 кг/га + АгроМагАктимакс подкормка по листу в дозе 3 л/га х 2 раза	$N_{116}P_{116}K_{152}$+ Mg_{100}
5	Фон + АгроМагАктимакс подкормка по листу в дозе 3 л/га х 2 раза	$N_{116}P_{116}K_{152}$
6	Фон + Сульфат магния Гран. в дозе 625 кг/га	$N_{116}P_{116}K_{152}$+ Mg_{100}
7	Фон + АгроМаг Гран. в дозе 334 кг/га	$N_{116}P_{116}K_{152}$+ Mg_{200}
8	Фон + АгроМаг Гран. в дозе 334 кг/га+ АгроМагАктимакс подкормка по листу в дозе 6 л/га х 2 раза	$N_{116}P_{116}K_{152}$+ Mg_{200}
9	Фон + АгроМагАктимакс подкормка по листу в дозе 6 л/га х 2 раза	$N_{116}P_{116}K_{152}$

Внесение различных форм и доз удобрений повлияло на биометрические показатели растений (табл. 4).

В варианте без удобрений сформировалось 3,5 стеблей на 1 растение, на минеральном фоном - 3,9 шт./куст, применение АгроМаг гранул. в дозе Mg_{100} повышало формирование стеблестоя до 4,1 шт/куст, а в дозе Mg_{200} - до максимального количества стеблей - 4,7-4,9 шт/куст. Некорневые опрыски-

вания АгроМагАктимакс в двух дозах 3 л/га и 6 л/га (5-ый и 9-ый вар.) не оказали влияния на увеличение количества стеблей по сравнению с минеральным фоном. Наименьшее количество клубней (10,0 шт/куст) сформировалось в варианте без удобрений, на минеральном фоне количество клубней составило 10,6 шт/куст.

Таблица 4 - Биометрические показатели растений картофеля

№ п/п	Варианты опыта	Стебли, шт./куст	Высота, см	Количество клубней, шт./куст
1	Без удобрений	3,5	33,1	10,0
2	$N_{116}P_{116}K_{152}$ - фон	3,9	47,8	10,6
3	Фон+ Mg_{100} (АгроМаг)	4,1	55,0	11,7
4	Фон+Mg_{100}+Актимакс 3 л/га	4,3	55,0	12,2
5	Фон+Актимакс 3 л/гах	3,8	48,3	12,0
6	Фон+ Mg_{100}($MgSO_4$)	4,3	53,9	12,5
7	Фон+ Mg_{200}(АгроМаг)	4,7	60,5	12,3
8	ФонMg_{200} + Актимакс 6 л/га	4,9	65,1	12,5
9	Фон+ Актимакс 6 л/га	4,0	51,3	12,3
	$НСР_{05}$	0,3	7,8	0,5

Применение АгроМаг гран. в возрастающих дозах (100 и 200 кг/га по д.в.) способствовало существенному увеличению клубнеобразования - до 11,7 и 12,3 шт. Для сравнения внесение магния сернокислого (100 кг/га по д.в.) также увеличивало клубнеобразование до 12,5 шт/куст.

Некорневые подкормки посадок картофеля АгроМагАктиМаксом в дозах 3,0 и 6,0 л/га х 2 раза (5-ый и 9-ый вар.) способствовали увеличению количества клубней до 12,0 и 12,3 шт/куст, что существенно выше минерального фона.

В вариантах совместного использования АгроМаг и АгроМакАкти-Макс в дозе 3 л/га х 2 раза (4-ый вар.) количество клубней выросло до 12,2 шт/куст, увеличение дозы удобрений в два раза (8-ой вар.) обусловило тенденцию увеличения образования клубней до12,5шт/куст.

Изменение высоты растений характеризовалось теми же закономерностями, что и формирование клубней. Применение магния в форме АгроМаг гранулированный в двух дозах способствовало увеличению высоты растений, однако максимальной - 65,1 см высота растений была в вариантах совместного применения АгроМаг и АгроМагАктимакс в повышенных дозах.

Комплексным показателем, отражающим эффективность изучаемых магниевых удобрений, является продуктивность картофеля (табл. 5).

В условиях экстремального вегетационного сезона 2021 года урожайность картофеля колебалась от 16,9 до 25,7 т/га, прибавка урожая в вариантах

с магнийсодержащими удобрениями в различных формах и дозах составила 1,9-6,6 т/га, или 9,9-34,6% к минеральному фону.

Таблица 5 - Урожайность картофеля в зависимости от форм и доз удобрений

№ п/п	Варианты опыта	Урожай, т/га	Прибавка урожая		Товарность, %
			т/га	%	
1	Без удобрений	16,9	-	-	89,9
2	$N_{116}P_{116}K_{152}$ - фон	19,1	-	-	91,0
3	Фон+ Mg_{100} (АгроМаг)	21,7	2,6	13,6	93,7
4	Фон+Mg_{100}+Актимакс 3 л/га	22,4	3,3	17,3	93,9
5	Фон+Актимакс 3 л/гах	21,0	1,9	9,9	91,8
6	Фон+ Mg_{100}($MgSO_4$)	22,1	3,0	15,7	91,8
7	Фон+ Mg_{200}(АгроМаг)	23,6	4,5	23,6	94,1
8	ФонMg_{200} + Актимакс 6 л/га	25,7	6,6	34,6	94,8
9	Фон+ Актимакс 6 л/га	21,5	2,4	12,6	93,6
$НСР_{05}$		1,5			1,3

Внесение в почву АгроМага гран. в дозах 100 и 200 кг/га по д.в. (3-ий и 7-ой вар.), а также сернокислого магния в дозе 100 кг/га по д.в. (6-ой вар.) обеспечило получение прибавки урожая клубней, соответственно - 2,6 т/га (13,6%), 4,5 т/га (23,6%) и 3,0 т/га (15,7%) к минеральному фону. Наиболее значимые прибавки урожайности получены в 4-ом и 8-ом вариантах - с совместным применением АгроМага гранулированного в почву и АгроМагАктиМакса для некорневых подкормок - 3,3т/га (17,3%) и 6,6 т/га (34,6%) относительно минерального фона.

В вариантах с двукратным некорневым опрыскиванием АгроМагАктиМакс в двух дозах (5-ый и 9-ый вар.) прибавки урожая клубней составили 1,9 т/га (9,9%) и 2,4 т/га (12,6%), соответственно.

Внесение расчетной дозы минеральных удобрений (2-ой вар.) привело к повышению урожайности и снижению сухого вещества, крахмала и витамина С при одновременном повышении концентрации нитратов в продукции. Применение Агромага гранулированного в возрастающих дозах (100 и 200 кг/га по д.в.) способствовало формированию высокого урожая и качества клубней. Содержание сухого вещества и крахмала в условиях внесения АгроМаг в дозе 100 кг/га (3-ий вар.), АгроМаг 100 кг/га + АгроМагАктиМакса в дозе 3л/га (4-ый вар.), АгроМага в дозе 200 кг/га (7-ой вар.) и АгроМаг 200 кг/га + АгроМагАктиМакс в дозе 6 л/га (8-ой вар.) находилось в интервале 16,3-16,9% и 10,5-11,2%, что на уровне, либо выше соответствующих значений минерального контроля - 15,7 и 10,0% (табл. 6).

Содержание витамина С в клубнях картофеля 4-го и 8-го вариантов - с комплексным применением АгроМаг гран. (100 и 200 кг/га по д.в.) и АгроМагАктимакс (3 и 6 л/га х 2 раза), достоверно повышалось на 1,2-1,8 мг/% по сравнению с минеральным фоном.

Таблица 6 - Биохимические показатели качества клубней картофеля

№ п/п	Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней
1	Без удобрений	16,5	10,8	19,4	193
2	$N_{116}P_{116}K_{152}$ - фон	15,7	10,0	16,5	292
3	Фон+ Mg_{100} (АгроМаг)	16,3	10,5	17,1	240
4	Фон+Mg_{100}+Актимакс 3 л/га	16,9	11,2	17,7	180
5	Фон+Актимакс 3 л/гах	16,3	10,6	16,5	202
6	Фон+ $Mg_{100}(MgSO_4)$	16,5	10,7	16,5	207
7	Фон+ Mg_{200}(АгроМаг)	16,9	11,2	17,0	164
8	ФонMg_{200} + Актимакс 6 л/га	16,7	11,0	18,3	237
9	Фон+ Актимакс 6 л/га	16,3	10,5	17,5	218
	$НСР_{05}$	1,1	0,9	1,1	

Таблица 7 - Изменение агрохимических показателей почвы

№	Варианты опыта	pH_{KCl}	Нг	S	V, %	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg
			мг-экв /100 г			мг/кг почвы			
1	Без удобрений	4,5	3,15	2,7	46,1	386	160	403	110
2	$N_{116}P_{116}K_{152}$ - фон	4,5	3,68	3,0	44,9	403	180	453	125
3	Фон+ Mg_{100} (АгроМаг)	4,7	3,40	3,3	49,3	402	179	455	175
4	Фон+Mg_{100}+Актимакс 3 л/га	4,7	3,33	3,2	49,0	427	202	489	163
5	Фон+Актимакс 3 л/гах	4,5	3,46	3,0	46,4	421	210		
6	Фон+ $Mg_{100}(MgSO_4)$	4,7	2,63	5,7	68,4	417	217	471	162
7	Фон+ Mg_{200}(АгроМаг)	4,9	2,63	5,2	66,4	429	214	447	173
8	Фон+Mg_{200}+Актимакс 6 л/га	5,0	3,15	5,2	62,3	417	204	473	182
9	Фон+ Актимакс 6 л/га	4,7	3,43	3,1	47,5	425	210		
$НСР_{05}$		0,2	0,27	0,2	4,8	35	38	33	19

Внесение магнийсодержащих и NPK в почву весной способствовало повышению продуктивности культуры, что объясняется повышением содержания доступных питательных веществ и улучшением физико-химических характеристик пахотного слоя почвы (табл. 7).Так, обменная кислотность в вариантах с внесением АгроМага гран.в дозе 100 кг/га (3-ий и 4-ый вар.) стабилизировалась на уровне 4,9 ед. pH, гидролитическая кислотность снизилась до 3,3-3,4 мг-экв/100 г, сумма обменных оснований увеличилась до 3,2 мг-экв/100 г, а степень насыщенности основаниями - до 48,5-49,0%, по срав-

нению с аналогичными значениями варианта без удобрений (1-ый вар.) и минерального фона (2-ой вар.).

Увеличение дозы АгроМага до 200 кг/га (7-ой вар.) привело к более радикальным изменениям: обменная кислотность снизилась до 5,2 и 5,7 ед. pH, гидролитическая кислотность - до 2,63 мг-экв/100 г, сумма обменных оснований повысилась до 5,2 мг-экв/100 г, а степень насыщенности основаниями - до 66,4%, что, практически, на уровне варианта с внесением магния сернокислого в той же дозе.

Некорневые подкормки АгроМагАктимакс в дозах 3 и 6 л/га двукратно (5-ый и 9-ый вар.) нивелировали подкисляющее действие минеральных удобрений и стабилизировали кислотно-основной баланс почвы на уровне показателей неудобренного контроля.

Внесение минеральных удобрений повышало содержание подвижного фосфора и обменного калия до уровня 403-429 мг/кг и 179-217 мг/кг, соответственно, что на 17-43 и 19-57 мг/кг выше неудобренного контроля.

Содержание обменного кальция и магния также увеличивалось в вариантах с внесением различных форм и доз минеральных удобрений. Так внесение NPK-удобрений общим фоном привело к повышению кальция на 21 мг/кг, а магния на 20 мг/кг, что очевидно связано с увеличением подвижности катионов ППК почвы под действием удобрений.

Внесение АгроМага гран.в дозе 100 кг/га (3-ий и 4-ый вар.) повысило содержание обменного кальция на 29-33 мг/кг, магния - на 10-17 мг/кг, относительно значений минерального фона; повышенная доза АгроМага 200 кг/га (7-ой вар.) способствовала увеличению содержания кальция и магния более существенно - на 51 и 108 мг/кг, соответственно, что выше действия $MgSO_4$, внесенного в дозе 200 кг/га (6-ой вар.).

Наиболее благоприятные параметры плодородия складывались в 7-ом ($N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{200} (АгроМаг) и 8-ом вариантах ($N_{116}P_{116}K_{152}$+ Mg_{200}(АгроМаг) + Актимакс 6 л/га х 2 раза), pH почвенной среды был на уровне 4,9-5,2 ед., гидролитическая кислотность - 2,63-3,15 мг-экв/100 г, сумма поглощенных оснований – 5,2 мг-экв/100 г, степень насыщенности - 62,3-66,4%, содержание обменного кальция 700 мг/кг, обменного магния 193-206 мг/кг почвы.

Заключение. В 2021 года прибавки урожайности картофеля в вариантах с магнийсодержащими удобрениями в различных формах и дозах составили 5,1-20,4 т/га (или 13,9-55,4 %) к минеральному фону. Внесение в почву АгроМага в дозах 100 и 200 кг/га по д.в. дало ощутимые прибавки урожая клуб-

ней, соответственно - 7,2 т/га (19,6%), 14,6 т/га (39,6%). Наиболее значимые прибавки урожайности получены в вариантах с комплексным применением АгроМага (100, 200 кг/га по д.в.) и АгроМагАктимакс (3 л/га и 6 л/га двукратно) - 16,7 т/га (45,4%) и 20,4 т/га (55,4%).

Внесение в почву АгроМага в дозах 100 и 200 кг/га по д.в. на фоне NPK-удобрений способствовало улучшению физико-химических характеристик почвы, повышало содержание подвижного фосфора, обменных калия, кальция и, особенно, магния, содержание которого увеличивалось, практически вдвое (на 98 мг/кг) относительно минерального фона и неудобренного контроля. Наиболее оптимальные параметры плодородия почвы складывались в 7-ом ($N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{200} (АгроМаг) и 8-ом вариантах ($N_{116}P_{116}K_{152}$ + Mg_{200}(АгроМаг) + Актимакс 6 л/га х 2 раза).

Добавление магнийсодержащих удобрений к расчетной дозе NPK достоверно снижало концентрацию нитратов в клубнях до 40-62 мг/кг, против 73 мг/кг в варианте минерального фона.

По комплексу хозяйственно-ценных признаков (урожайность, структура, качество продукции) выделился вариант с комплексным применением Агромага в дозе 200 кг/га по д.в. и двукратным некорневым опрыскиванием АгроМагАктимакс в дозе 6 л/га: урожайность 57,2 т/га (прибавка к фону 20,4 т/га или 55,4%), товарность 97,3%, максимальный выход семенных клубней 576,4 тыс. шт./га; максимальный выход сухого вещества (116,6 ц/га), крахмала (84,3 ц/га) и витамина С (8,1 кг/га); наивысшая кулинарная оценка товарной продукции - 30,4 балла.

Литература:

1. Андрюшина Н. А., Бацанов И. С., Будина Л. В., и др. Методика исследований по культуре картофеля. М. ВНИИКХ, 1967. 268 с.

2. Коршунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. М.: ВНИИКХ. 2001. 369 с.

3. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКХ, 1989. 142 с.

4. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле/ФГБНУ ВНИИКХ. М., 2019. 120 с.

5. Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И., Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению. М.: ВНИИКХ. Изд. 2-ое, перераб. и доп. 2008. 39 с.

6. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище (метод И.К. Мурри)/Руководство Р 4.1.1672-03. М., 2004. С. 72.

7. Федотова Л.С., Кравченко А.В. В изменяющихся климатических условиях нужны новые подходы к возделыванию картофеля// Картофель и овощи. 2011. № 2. С. 20-23.

8. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Модель эффективного управления продукционным процессом формирования урожая и качества картофеля. Монография/ ФГБНУ ВНИИКХ. – М., 2016. 47 с.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕРНЫХ ПОДКОРМОК ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ В УСЛОВИЯХ ЦЧР

В. В. Лоткова

ФГБОУ ВО «Белгородский ГАУ им. В. Я. Горина»

308503, Россия, Белгородская область, п. Майский, ул. Вавилова, д. 1

В статье приводятся данные по влиянию подкормок озимой пшеницы серосодержащими препаратами на состояние почвенного плодородия и качество зерна. В исследовании фигурируют две формы серы – сульфаты и молекулярная, которые достоверно отличаются по результативности.

Ключевые слова: сера, удобрение, плодородие, озимая пшеница, урожайность

Работа выполнена под руководством д. с.-х. н. В. Б. Азарова

В структуре посевных площадей Российской Федерации озимая пшеница занимает значительную долю. Ценное сырье, универсальное по своему назначению не перестает быть востребованным со времен наших предков [4, 7].

Почвенно-климатические условия превалирующего большинства регионов страны позволяют возделывать эту культуру [2]. Ее сравнительным преимуществом является рациональное использование влаги, выпадающей в виде осадков. Так если яровые культуры вегетируют с весны по конец лета-начало осени, то озимая пшеница, нуждаясь в фазе яровизации, способна закалиться до холодов и перейти в пассивное состояние, сохраняя свои свойства до наступления тепла. При выходе из зимы культура получает достаточное количество влаги, чтобы возобновить вегетацию [1, 5].

Весенний апрельский период для земледелов знаменуется проведением первых подкормок озимой пшеницы. Традиционным удобрением для этих целей является аммиачная селитра, содержащая аммонийную и нитратную формы азота, усваивающие достаточно легко, особенно при высокой влажности почвы. Фосфорное и калийное питание, как правило, дается при посеве осенью [3].

Однако, не стоит недооценивать роль микроэлементов, которые могут повысить эффективность трех основных элементов. Так, сера, способствует повышению урожайности культуры, его качеству и даже в некоторой степени влияет на показатели почвенного плодородия.

Дефицит серы в пшенице проявляется рано весной, до того, как этот элемент будет минерализован из органического вещества почвы, и до того, как корни пшеницы смогут прорасти глубже для использования доступных накоплений сульфатов [6].

При сотрудничестве с АО «МХК ЕВРОХИМ» на территории юго-запада Белгородской области был заложен опыт по оценке эффективности удобрения посевов озимой пшеницы серосодержащими препаратами разработки партнеров. Стоит отметить, что испытуемые препараты вносились в виде смеси с КАС-32, что способствовало осуществлять подкормки серой в комплексе с азотом.

Таблица 1 – Схема опыта

№	Вариант опыта	Дозировка, кг д. в. N (S)	Дозировка (дробно), в кг
1	Без подкормок (только 1я по-кдокрмка)	-	-
2	КАС-32	45	2я подкормка - 150 кг/га
3	Контроль с серой	0 (9 S)	2я подкормка - 59 кг/га
4	КАС-32+ NS1	45 (15 S)	2я подкормка – 258 кг/га [100 кг/га +63 кг/га+ 95 кг/га вода]
5	КАС-32+ NS2	45 (9 S)	2я подкормка - 210 кг/га [115 кг/га +39 кг/га+ 56 кг/га вода]
6	КАС-32+ MS1	45 (15 S)	2я подкормка – 173 кг/га [134 кг/га +39 кг/га]
7	КАС-32+ MS2	45 (9 S)	2я подкормка - 161 кг/га [137 кг/га +24 кг/га]

Для формирования четкой картины были поставлены задачи:

- изучить влияние водорастворимых серосодержащих удобрений производства АО «МХК «ЕВРОХИМ» на урожайность озимой пшеницы;

- оценить качество полученного урожая и сделать соответствующие выводы.

В качестве объекта исследования был определен сорт озимой пшеницы Майская Юбилейная.

Параметры опытного участка, следующие: почва участка - чернозём типичный, рельеф - водораздельное плато с незначительным понижением с уклоном 1-2^0 в западном направлении.

Площадь элементарной делянки - 100 м^2 (4 х 25 м), четырехкратная повторность.

Опыт включает программу изучения молекулярную форму серы (шифр препарата NS) и инновационное удобрение сульфатной формы (шифр препарата MS).

Отбор обор растительных образцов проводился спустя неделю после каждого внесения подкормок. В данной статье приведем данные, которые были получены по результатам лабораторного анализа урожая озимой пшеницы, то есть заключительный отбор образцов на опыте.

В таблицах 2-3 приведены результаты учета урожайности озимой пшеницы и качества зерна. Из таблицы 2 видно, что наилучшим вариантом оказалось применение препарата NS, где содержится молекулярная формуляция серы в комплексе в карбамидно-аммиачной смесью. При этом получено 52-57 ц/га зерна, что вполне удовлетворяет средней урожайности озимой пшеницы. Препарат MS продемонстрировал результат несколько ниже, относительно подкормки только КАС-32. Причем на вариантах с высоким показателем урожайности наблюдается соответствующее качество зерна. Соотношение массы зерна к массе соломы больше, соответственно, в отобранных образцах с делянок с большей урожайность. Так же зерновки отличаются выполненностью, а соцветия – крупноколосостью.

Подводя итог, стоит сделать замечание рекомендательного характера. Для повышения эффективности азотных подкормок по вегетации озимой пшеницы производителям следует включать в «рацион питания» культуры серосодержащие препараты. Заметим, что молекулярная форма серы за счет лучшей усвояемости более эффективна по сравнению с сульфатной модификацией. В качестве азотного удобрения неплохо заявила себя КАС-32, повторимся, в совокупности с препаратом серы. Такие условия благоприятствуют хорошим урожаям зерна высокого качества.

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы

Вариант	Повторение	Урожайность, ц/га		Длина соломины, см			Длина колоса, см	Кол-во зерен в колосе, шт		Масса 1000 зерен		Соотношение зерно:солома	
Без подкормок (только 1я подкдокрмка)	1	42,1	42,0	77	77	7,5	7,7	41	44	45	44	1:1,2	1:1,2
	2	38,6		79		7,9		44		47		1:1,2	
	3	43,4		74		7,4		45		40		1:1,3	
	4	44,0		76		7,9		44		41		1:1,3	
КАС-32	1	51,2	50,4	82	83	8,3	8,4	48	47	45	46	1:1,2	1:1,1
	2	54,3		84		8,8		47		47		1:1,1	
	3	47,9		88		8,0		46		48		1:1,2	
	4	48,4		79		8,6		46		48		1:1,0	
Контроль с серой	1	40,2	39,7	75	74	7,9	7,6	40	40	42	43	1:1,3	1:1,3
	2	38,9		71		7,4		39		41		1:1,3	
	3	37,8		76		7,4		41		44		1:1,4	
	4	42,0		74		7,5		40		43		1:1,3	
КАС-32+ NS1	1	55,1	52,3	88	85	9,2	9,0	49	49	50	49	1:0,9	1:1
	2	50,4		85		8,9		47		47		1:1,0	
	3	53,3		86		8,8		51		49		1:1,0	
	4	50,4		82		9,0		50		50		1:1,0	
КАС-32+ NS2	1	57,5	57,0	79	88	9,3	9,3	54	53	51	52	1:0,9	1:0,9
	2	56,9		89		9,4		50		52		1:0,9	
	3	55,5		92		9,0		52		52		1:0,8	
	4	58,2		90		9,5		53		52		1:1,0	
КАС-32+ MS1	1	48,4	46,3	77	79	8,5	8,5	46	46	46	46	1:1,2	1:1,1
	2	46,3		78		8,3		45		44		1:1,2	
	3	45,9		82		8,6		45		45		1:1,1	
	4	44,6		79		8,6		47		47		1:1,1	
КАС-32+ MS2	1	47,5	47,8	83	81	8,8	8,6	48	48	47	47	1:1,2	1:1,1
	2	44,9		80		8,9		47		46		1:1,0	
	3	48,8		84		7,8		49		48		1:1,0	
	4	50,1		78		8,8		49		45		1:1,1	
$НСР_{05}$		3,2		4			1,9	3		2		-	

Таблица 3 – Содержание питательных элементов в зерне озимой пшеницы, % абсолютно сухой массы (1 и 3 повторения)

№	вариант	Повто-рение	Влажность, %	Белок	Азот	Фосфор	Калий	Сера
1	Без подкормок (только 1я по-кдокрмка)	1	17,1	17,0	2,98	0,33	0,88	0,08
		3	16,4	14,9	2,62	0,38	0,91	0,09
2	КАС-32	1	15,6	16,4	2,88	0,40	0,98	0,08
		3	16,4	15,9	2,79	0,42	1,01	0,11
3	Контроль с серой	1	16,7	16,6	2,92	0,41	0,87	0,13
		3	15,6	15,8	2,76	0,40	0,96	0,12
4	КАС-32+ NS1	1	16,0	14,6	2,55	0,32	0,89	0,13
		3	17,7	15,5	2,72	0,41	1,00	0,14
5	КАС-32+ NS2	1	15,7	15,9	2,80	0,40	0,86	0,14
		3	17,9	15,6	2,73	0,39	0,94	0,13
6	КАС-32+ MS1	1	17,1	16,0	2,81	0,36	0,87	0,11
		3	15,6	15,4	2,71	0,35	0,91	0,10
7	КАС-32+ MS2	1	18,6	15,7	2,75	0,42	1,00	0,12
		3	18,0	15,6	2,73	0,36	0,97	0,09

Литература:

1. Азаров В.Б. Агроэкологический мониторинг земель сельскохозяйственного назначения// Автореферат доктора. с-х. наук. - Курск. - 2004.- 46 с.

2. Воронов, С. И. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от листового внесения КАС и регуляторов роста / С. И. Воронов, Ю. Н. Плескачев, Г. В. Черноморов // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 1(41). – С. 19-22. – DOI 10.15217/issn2079-0996.2020.1.19. – EDN RZUXCM.

3. Лукин С.В. Экологические основы земледелия /С.В. Лукин. - Белгород .- 2006.-288 с.

4. Лоткова, В. В. Пути повышения эффективности фотосинтеза / В. В. Лоткова, И. И. Василенко // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: Материалы Международной студенческой научной конференции. В 4-х томах, Майский, 18–19 марта 2020 года. – Майский: Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, 2020. – С. 209. – EDN KUQTFR.

4. Родионов В.Я., Трусов А.С. и др. Удобрения в современном земледелии/В.Я. Родионов. - Белгород. - 2013-122 с.

5. Аканова Н.И., Гребенникова Т.В., Визирская М.М. Агроэкологическое значение серы и потребность в серосодержащих удобрениях в земледелии России / Плодородие. - 2022. № 4 (127). - с. 83-88.

6. Аристархов А.Н. Баланс серы по регионам страны // Химия в сельском хозяйстве. - 1987.- № 9- с. 41-44.

7. Аканов Э.Н., Визирская М.М., Аканова Н.И. Агроэкологическая оценка эффективности применения тиосульфата аммония в смеси с КАС-32 // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2019.- № 5.- с. 4-7.

ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ И АГРОХИМИКАТОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ СУБСТАНЦИЙ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Е.В. Любунь[1,2], А.Н. Шумихина [1,2]
[1]ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31А
[2]Институт биохимической технологии и нанотехнологии РУДН,
117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 10, к. 2
E-mail: lyubun@vniia – pr.ru

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) широко поддерживает идею расширения интеграции фитотерапии в медицинскую практику. По данным ВОЗ во многих странах и регионах наблюдается тенденция к увеличению масштаба использования веществ растительного происхождения. Широкий спектр действия препаратов растительного происхождения связан с наличием в них ряда действующих и сопутствующих биологически активных веществ: алкалоидов, сердечных гликозидов, сапонинов, фенольных соединений, флавоноидов, дубильных веществ, антрогликозидов, кумаринов, эфирных масел, полисахаридов, пектинов, жирных масел, минеральных веществ, микроэлементов, органических кислот и др. Лекарственное растительное сырье и получаемые из него препараты лучше переносятся человеком, так как при их применении значительно реже наблюдаются побочные аллергические реакции, и они, как правило, не обладают кумулятивными свойствами. В связи с усилением техногенных загрязнений остро возникает необходимость проведения контроля качества и экологической чистоты лекарственного растительного сырья.

Лекарственное растительное сырье в Российской Федерации должно соответствовать требованиям ОФС «Лекарственное растительное сырье. Фармацевтические субстанции растительного происхождения». В разделе «Производство» указано, что в лекарственном растительном сырье и фармацевтических субстанциях растительного происхождения допускается содержание посторонних примесей, как органического (части других неядовитых растений), так и минерального (земля, песок, камешки) происхождения в соответствии с требованиями ОФС «Определение подлинности, измельченности и содержания примесей в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах». Для проведения анализа с целью опреде-

ления соответствия качества лекарственного растительного сырья и фармацевтических субстанций растительного происхождения и получаемых из них лекарственных растительных препаратов требованиям фармакопейной статьи или нормативной документации установлены единые требования к отбору проб (в соответствии с требованиями ОФС «Отбор проб лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов»). Определяются следующие показатели качества лекарственного растительного сырья и фармацевтических субстанций: подлинность, измельченность, влажность, зола общая, зола нерастворимая в хлористоводородной кислоте, органическая и минеральная примесь, зараженность вредителями запасов, тяжелые металлы, радионуклиды, остаточные количества пестицидов, микробиологическая чистота и т.д.

В соответствии с ОФС «Отбор проб лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов» пробы отбирают от генеральной совокупности (партии/серии), состоящей из выборочных единиц. При отборе проб, характеризующих стадии технологического процесса производства/изготовления, генеральная совокупность устанавливается внутренними документами предприятия производителя/изготовителя. Соответственно производитель лекарственного растительного сырья должен обеспечивать его безопасность при выводе в гражданский оборот в соответствии с Федеральным законом от 12.04.2010 N 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств».

В настоящее время практически все лекарственные растения возделываются в полевых условиях, как пропашные культуры. В систему агротехнических мероприятий входят севообороты, приемы обработки почвы, применение удобрений, пестицидов, сроки посева и уборки, обеспечивающие получение лекарственного сырья высокого качества.

Создание благоприятных условий для жизнедеятельности лекарственных растений обеспечивает правильная предпосевная обработка почвы, основными задачами которой являются сбережение осенне-зимней влаги и уничтожение проростков ранних сорняков.

Лекарственные культуры отличаются длительным периодом появления всходов и слабой ростовой активностью в начальные периоды вегетации, что приводит к заглушению их сорными растениями. Учитывая специфику использования лекарственного растительного сырья, особенно идущего на производство галеновых препаратов, борьба с сорняками в посевах лекарственных культур проводится агротехническими методами, химические средства борьбы разрешены в основном для применения в паровом поле или после уборки предшественников.

Для борьбы с сорняками используются гербициды сплошного действия с действующим веществом глифосат, которые эффективны против многолетних двудольных и злаковых, а также всех однолетних сорняков. Глифосат абсорбируется листьями и в течение нескольких часов распространяется по всему растению и приостанавливает его рост.

Обработка парового поля может осуществляться двукратно гербицидами по вегетирующим сорнякам. Двукратная обработка связана с механизмом действия гербицидов, которые нарушают обмен веществ у вегетирующих растений, но никак не воздействуют на покоящиеся семена сорняков.

После уборки предшественников для прорастания сорняков проводят лущение стерни, а через 1,5-2 недели при появлении их всходов вносится гербицид. В течение после 20-25 дней после внесения, гербициды передвигаясь по сосудистой системе сорных растений, вызывают их гибель. Затем осуществляется зяблевая вспашка.

Помимо пестицидов, в почву и в качестве подкормки лекарственного растительного сырья вносятся органические и минеральные удобрения с рекомендованными дозами.

Действующие вещества пестицидов и агрохимикатов могут легко проникать в растения через корни, особенно если была проведена предпосевная обработка препаратами или они были внесены непосредственно в почву. Будучи растворимыми в липидах, вещества проникают в растение через корневую систему, хотя они могут быть слабо растворимы в воде. С повышением дозы интенсивность поступления токсических веществ, в т.ч. тяжелых металлов, через корни увеличивается.

В это же время, пестициды способны поступать и метаболическим путем: будучи адсорбированными на внешней поверхности, они сразу же вовлекаются в интенсивный обмен, поступая в цитоплазму клеток. Вследствие биохимических реакций пестициды могут образовывать комплексы с компонентами клеток или необратимо разрушаться.

Метаболизм пестицидов в растениях проходит по-разному, но практически в любом случае идет с образованием продуктов распада. Одно вещество может подвергаться обмену в растении не единственным, строго определенным путем, а вступать в различные реакции, результатом которых станет образование продуктов метаболизма. На первом его этапе возможен синтез и более токсичных соединений, чем исходные. Соединения многих пестицидов и их метаболитов являются малоподвижными и могут сохраняться в растениях длительное время, вплоть до полного созревания урожая.

Поскольку одним из путей поступления тяжелых металлов в организм человека являются лекарственное растительное сырье и фармацевтические субстанции растительного происхождения необходимо контролировать содержание тяжелых металлов в пределах предельно допустимой концентрации (ПДК).

Анализ содержания тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье проводят в соответствии с ОФС «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном сырье и лекарственных растительных препаратах». Контролируется содержание свинца, кадмия, ртути и мышьяка. Тяжелые металлы, такие как цинк и медь в лекарственном растительном сырье не нормируются, поэтому ПДК, например для меди в растениях определить нельзя. По мнению разных авторов, эти значения колеблются в разных интервалах.

Таким образом, применение пестицидов и агрохимикатов должно быть строго регламентировано: необходимо, чтобы в растениях оставалось наименьшее количество химических веществ, безопасное для животных и человека.

В сельском хозяйстве при выборе пестицидов для практического использования предпочтение, при прочих равных, должно быть отдано препаратам, которые разлагаются с образованием нетоксичных продуктов.

Литература:

1. Федеральный закон от 12.04.2010 N 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств».
2. Общая фармакопейная статья от 31.10.2018 № ОФС.1.5.1.0001.15 «Лекарственное растительное сырье. Фармацевтические субстанции растительного происхождения».
3. Общая фармакопейная статья от 31.10.2018 № ОФС.1.5.3.0004.15 «Определение подлинности, измельченности и содержания примесей в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах».
4. Общая фармакопейная статья от 31.10.2018 № ОФС.1.1.0005.15 «Отбор проб лекарственного растительного сырья и лекарственных растительных препаратов».
5. Общая фармакопейная статья от 31.10.2018 № ОФС.1.5.3.0009.15 «Определение содержания тяжелых металлов и мышьяка в лекарственном сырье и лекарственных растительных препаратах»
6. Лекарственные и эфирномасличные культуры: особенности возделывания на территории Российской Федерации. Москва, Вилар, 2021.-248с.
7. Груздев, Г.С. Химическая защита растений / Под ред. Г.С. Груздева. - Х 46 3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1987.- 415с.

ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

К.Э. Меренков, В.Р. Гавриков

ФГБОУ РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, k-merenkov@bk.ru

Рассматриваются вопросы токсического воздействия тяжелых металлов на урожай и качество урожая яровой пшеницы сортов Злата и Радмира. Выделяется особая роль новых биостимуляторов в улучшении качества урожая и защиты от токсического воздействия тяжелых металлов.

Ключевые слова: пшеница, биостимуляторы, тяжелые металлы, урожай

Работа выполнена под руководством д.б.н. И.И. Серегиной

Исследования проводили в рамках гранта Фонда содействия инновациям (Фонд Бортника) «*Новые органоминеральные удобрения корректоры роста и развития зерновых и зернобобовых культур»*

Превышение допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах является сложной и комплексной проблемой, которая требует всестороннего изучения. В результате избытка тяжелых металлов проявляется негативное влияние на почвенную биоту и почвенно-поглощающий комплекс почв. При дальнейшем повышении концентрации неблагоприятное воздействие распространяется и на водно-воздушные свойства почвы. Вследствие этого ухудшается рост и развитие растений, снижается продуктивность и качество продукции. Соотношение различных форм тяжелых металлов в почве также определяет уровень их токсичности. [1]

Тяжелые металлы по содержанию в растениях подразделяют на четыре группы: повышенной концентрации (Sr, Mg, Zn, Fe), средней концентрации (Cu, Ni, Pb, Cr), низкой концентрации (Mo, Cd, Se, Co), элементы очень низкой концентрации (Hg) [1].

С целью регулирования продукционного процесса и получения высоких урожаев хорошего качества зерновых культур, в современном сельском хозяйстве используются технологии, предполагающие применение регуляторов роста, которые могут быть как синтетического, так и природного происхождения. Благодаря появлению фиторегуляторов можно управлять жизнеобеспечивающими процессами растительного организма [2].

Регуляторы роста растений – это природные или синтетические химические вещества, применяющиеся для обработки растений, с целью улучшения их качества, увеличения урожайности. Фитогормоны — это химические вещества, которые вырабатываются в растениях и влияют на их рост и развитие. Известно, что применение регуляторов роста различной природы способствует увеличению устойчивости растений при выращивании в стрессовых условиях [3].

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение влияния биорегуляторов роста растений на урожайность яровой пшеницы сортов Злата и Радмира при выращивании в условиях загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Объекты и методы. Объектом исследований служила мягкая яровая пшеница (*Triticum aestivum L.*) сортов Злата и Радмира. Для изучения влияния биостимуляторов на урожай и качество яровой пшеницы в условиях загрязнения почвы тяжелыми металлами, был проведен вегетационный опыт в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по общепринятым методикам [4].

Для решения поставленных вопросов в исследованиях изучали регуляторы роста Биокус и защитно-стимулирующий комплексный биорегулятор (ЗСК).

Биодукс имеет действующее вещество комплекс биологически активных полиненасыщенных жирных кислот гриба *Mortierella alpina*. Препаративная форма: жидкость. Класс опасности для человека - четвертый (малоопасный), для пчел – третий (малоопасный) [3].

Защитно-стимулирующий комплексный биорегулятор (ЗСК) является новым биорегулятором, имеющим гуминоподобную основу, синтезирован на кафедре химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева профессором, д.б.н. Белопуховым [5,6].

Результаты исследований. Известно, что активная работа фотосинтетической поверхности растений в течение всего вегетационного периода оказывает существенное влияние на формирование урожайности растений. Чем выше фотосинтетическая активность растений яровой пшеницы в первой половине вегетационного периода и чем лучше отток накопленных ассимилятов во второй его половине, тем выше урожайность растений [7]. В связи с этим важным вопросом является оценка действия загрязнения тяжелыми металлами на формирование элементов продуктивности яровой пшеницы различных сортов, а также эффективность применения в данных условиях выращивания биорегуляторов роста растений.

Результаты исследований показали, что применение биорегуляторов роста в условиях фонового содержания тяжелых металлов способствовало увеличению урожайности растений пшеницы сорта Злата. Применение препарата Биодукс способствовало возрастанию массы зерна в 1,3 раз, при применении ЗСК масса зерна возросла в 1,2 раза. У пшеницы сорта Радмира масса зерна снизилась на 30 %. При применении биорегуляторов роста Биодукс и ЗСК произошло увеличение массы зерна в 1,6 раз по сравнению с вариантом без применения регуляторов.

Показано, что при содержании тяжелых металлов на уровне ПДК (доза 1) показано снижение массы зерна. Это свидетельствует о токсическом действии тяжелых металлов на формирование урожайности растений пшеницы. Масса зерна уменьшилась более чем в 1,5 раза. В этих условиях применение биорегуляторов роста способствовало увеличению устойчивости растений пшеницы к токсическому действию комплексного содержания тяжелых металлов. При применении препарата Биодукс произошло увеличение массы растений в 1,3 раза, при применении ЗСК – в 1,2 раза. Это связано с защитным действием действующего вещества этих биорегуляторов на формирование урожайности растений пшеницы. Показано, что при применении препаратов Биодукс и ЗСК в данных условиях произошло увеличение массы зерна в 1,8 раз.

Таблица 1 - Урожайность яровой пшеницы сортов Злата и Радмира, в зависимости от условий выращивания масса, г/сосуд

фоновое содержание металлов		содержание тяжелых металлов доза 1		содержание тяжелых металлов доза 2	
без обработки (контроль)	9,6	без обработки (контроль)	6,2	без обработки (контроль)	4,3
яровая пшеница сорта Злата					
Биодукс	12,4	Биодукс	9,6	Биодукс	4,5
ЗСК	11,4	ЗСК	8,8	ЗСК	6,4
НСР $_{05}$	0,6	НСР $_{05}$	0,4	НСР $_{05}$	0,3
яровая пшеница сорта Радмира					
Биодукс	11,5	Биодукс	11,3	Биодукс	7,1
ЗСК	11,3	ЗСК	10,8	ЗСК	7,2
НСР $_{05}$	0,5	НСР $_{05}$	0,5	НСР $_{05}$	0,3

Показано, что в возрастание уровня загрязнения тяжелыми металлами выше значение ПДК привело к дальнейшему снижению урожайности растений по сравнению с фоновым содержанием тяжелых металлов. Показано снижение массы зерна более чем в 2 раза. Это свидетельствует о токсическом действии тяжелых металлов и приводит к уменьшению доли основной части урожая. Применение регуляторов роста приводит к увеличению урожайности растений в стрессовых условиях, возникающих при содержании тяжелых металлов на уровне ПДК. При применении Биодукса произошло увеличение массы зерна в 1,8 раз, при применении ЗСК - в 1,7 раза. Это обусловлено стимулирующим действием биорегуляторов роста, что связано с интоксикацией тяжелых металлов с действующим веществом препаратов внутри растения и снижения подвижности из вегетативных органы в репродуктивные.

Наибольшее действие проявилось при использовании ЗСК. В этом варианте показано увеличение массы зерна в 1,5 раза. У растений пшеницы сорта Радмира было выявлено увеличение массы при применении Биодукса произошло в 1,5 раз, при применении ЗСК в 1,7 раз.

Выводы. В результате проделанной научно-исследовательской работы можно сделать несколько выводов: 1. Установлено резкое снижение урожайности растений пшеницы обоих сортов при содержании тяжелых металлов на уровне ПДК, а также при высоком уровне загрязнения тяжелыми металлами. Снижение массы зерна произошло более чем в 2 раза. 2. Было выявлено положительное действие биорегуляторов роста на урожайность яровой пшеницы сортов Злата и Радмира в зависимости от уровня загрязнения тяжелыми металлами. Показано снижение токсического действия тяжелых металлов на формирование урожайности растений, что позволило получить максимально возможный урожай яровой пшеницы в данных условиях выращивания.

Литература:

1. Григорьева Т.И., Просянникова О.И. Содержание тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы // Агрохимический вестник, 2005. № 5. С. 15-16.

2. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам // Физиология и биохимия культ. раст. 1994. Т.26. № 2. С. 107-117.

3. Петриченко В. Н., Логинов С. В., Туркина О. С. Пути снижения содержания тяжелых металлов в овощной продукции путем некорневых обработок регуляторами роста растений. Овощеводство и тепличное хозяйство №3 2019, №3. С. 7-12.

4. Кобзаренко В.И., Волобуева В.Ф., Серегина И.И., Ромодина Л.В. Агрохимические методы исследований. М.: Изд-во РГАУ-МСХА. 2015. 309 с.

5. Захаренко А.В., Белопухов С.Л., Дмитревская И.И., Разумеева Л.П. Влияние защитно-стимулирующих комплексов на урожай и качество волокна. Достижения науки и техники АПК. 2009. № 9. С. 34-36.

6. Савич В.И., Белопухов С.Л., Гришина Е.А., Серегина И.И., Никиточкин Д.Н., Алифиров М.Д., Норовсурен Ж. Агроэкологическая оценка применения гуматов с заданными свойствами. Монография. Иркутск: ООО «Мегапринт». 2017. 220 с.

7. Серегина И.И. Влияние циркона на продуктивность пшеницы // Агрохимический вестник, 2007. № 3. С. 18-19.

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В СВЕТЛО-КАШТАНОВОЙ ПОЧВЕ СУХОСТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ

В.Н. Музраев
ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31А, viktor-muzraev@yandex.ru

В работе изложены данные полевых опытов 2016-2018 гг. на светло-каштановой почве Республики Калмыкия. Изучено влияние минеральных удобрений на содержание подвижного фосфора по фазам развития ярового ячменя. Установлено, что внесение минеральных удобрений в сочетании $N_{30}P_{60}$ и $N_{60}P_{60}$ не только улучшают фосфатный режим почвы к началу вегетации, но и к фазе полной спелости характеризует почву как «среднеобеспеченную» фосфатами.

Ключевые слова: почва, минеральные удобрения, подвижный фосфор.

Д.Н. Прянишников указывал на то, что «из всех вопросов удобрения фосфорный вопрос является для нас самым главным». Фосфор – один из основных элементов питания и в значительной степени определяет трансформацию, миграцию, аккумуляцию энергии в системе «почва-растение» [1, 2, 3]. Несмотря на значительное количество обстоятельных работ, посвященных фосфатному состоянию почв в различных почвенно-климатических зонах [4, 5, 6] исследований по фосфатному состоянию светло-каштановых почв не много. Фосфор почвы представлен широким спектром минеральных и органических соединений разной степени растворимости и доступности растениям.

Известно, что органические и минеральные фосфаты находятся в процессе взаимодействия и неразрывно связаны между собой, при этом органофосфаты являются резервом достигнутого для растений фосфора. Однако на действие удобрений по отношению к органическим фосфатам единого мнения нет. Фосфор удобрений переходит в состав всех групп минеральных удобрений. Системное внесение фосфорных удобрений приводит к значительной подвижности почвенных фосфатов.

Для светло-каштановых почв характерно высокое содержание валового фосфора – 2000 мг/кг почвы, причем за счет более высокого представительства в нем минеральных форм, однако содержание подвижного фосфора не велико.

Растения нуждаются в фосфоре на всех этапах своей жизни. Особенно он необходим рано весной, так как играет определяющую роль в корнеобразовании и во время цветения и формирования урожая. Отличительной особенностью фосфора является его слабая подвижность в почве. За вегетационный период он способен передвигаться не более чем на 3-5 см. О слабой подвижности фосфора можно судить по характеру его распределения в почвенном профиле. При внесении фосфор поглощается и закрепляется почвой, практически из неё не вымываясь.

Многочисленные исследования, проведенные в нашей стране и за рубежом свидетельствуют, что высокий уровень содержания фосфора в почве, создаваемый за счет длительного применения удобрений, имеет более важное значение для формирования высоких урожаев, нежели повышенные дозы удобрений, внесенные на бедных почвах непосредственно под культуры.

Для нормального роста и развития растения должен быть создан в почве такой фосфатный уровень, чтобы он мог обеспечить высокую интенсивность высвобождения фосфат-ионов из твердой фазы в почвенный раствор и снабжение поверхности корней потоками ионов со скоростью, соответствующей скорости поступления фосфора в корни. В наибольшей степени недостаток фосфора проявляется в начальный период вегетации при неблагоприятных погодных условиях. В засушливых условиях даже при высоком содержании в почве подвижного фосфора нарушается перенос его к корням в почвенном растворе.

Методика исследования. Исследования проводились на опытном участке Калмыцкого НИИ сельского хозяйства, расположенном на территории СПоК «Агро-Нива» Целинного района Республики Калмыкия.

Почва опытного участка – светло-каштановая среднесуглинистая. Схема опыта включала 9 вариантов: 1. Контроль (без удобрений); 2.N_{30}; 3.$N_{30}P_{30}$; 4.$N_{30}P_{60}$; 5.P_{30}; 6.$N_{60}P_{30}$; 7.N_{60}; 8.$N_{60}P_{60}$; 9.$P_{60.}$ Агрохимическая характеристика пахотного слоя следующая: $N\text{-}NO_3$ – 11,7-12,0 мг/кг, P_2O_5 – 17-19 мг/кг, K_2O – 325-370 мг/кг, гумус – 1,28-1,42%, S – 4,6-7,5 мг/кг, ЕКО – 17,3-19,9 мг-экв/100 г, $pH_{вод}$ – 8,3-8,5.

Результаты и обсуждение. По обобщенным данным Географической сети опытов оптимальным уровнем содержания подвижного фосфора на светло-каштановых почвах (по Мачигину) является 30-35 мг/кг почвы.

На момент закладки опыта почва характеризовалась средней обеспеченностью подвижным фосфором (18 мг/кг). Результаты свидетельствуют, что на начало вегетации, внесение азотных и фосфорных удобрений способ-

ствовали повышению содержания подвижного фосфора на 6-21 мг/кг. К фазе полной спелости почва на контроле и на вариантах с внесением только азотных удобрений перешла из средней обеспеченности подвижным фосфором, в низкую обеспеченность. Почва на остальных вариантах, как и в начале вегетации, осталась среднеобеспеченной P_2O_5 (табл. 1).

Таблица 1 - Влияние минеральных удобрений на содержание подвижного фосфора в почве в среднем за 2016-2018 гг. исследования, мг/кг

Варианты	Фазы вегетации ярового ячменя				
	Начало вегетации	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Полная спелость
Контроль	20	18	15	13	11
N_{30}	24	21	18	15	14
$N_{30}P_{30}$	32	30	23	20	17
$N_{30}P_{60}$	39	34	28	23	20
P_{30}	28	25	22	19	16
$N_{60}P_{30}$	33	30	26	22	16
N_{60}	24	19	17	16	12
$N_{60}P_{60}$	39	33	29	24	20
P_{60}	33	29	27	23	18

Содержание P_2O_5 в почве контроля на начало вегетации составило 20 мг/кг. Внесение P_{30} и P_{60} увеличивало обеспечение почвы фосфатами соответственно на 8 и 13 мг/кг. Эти сведения позволяют в определенном приближении судить о том количестве фосфора, которое необходимо внести, чтобы обеспечить повышение содержания P_2O_5 на 1 мг в 100 г почвы. Установлено что каждые 10 кг д.в. внесенных удобрений повышали содержание P_2O_5 в почве на 1 мг, что важно для определения доз удобрений [7]. В данном случае речь может идти о варианте P_{60}. При совместном внесении азотных и фосфорных удобрений в сочетаниях $N_{30}P_{60}$ и $N_{60}P_{60}$ обеспеченность почвы фосфором увеличивается на 19 мг/кг по отношению к контролю. По оценке обеспеченности подвижным фосфором, почва перешла из «низкообеспеченной» в устойчивую «среднеобеспеченную».

На основании вышеизложенного следует, что в полевом опыте на светло-каштановой почве обеспеченность фосфатами прямо зависела от увеличения дозы фосфорного удобрения.

Литература:

1. Конончук В.В. Оптимизация системы удобрений в зернокормовом севообороте на светло-каштановой почве Поволжья при орошении: автореф. дисс. д-ра с.-х. наук. – М.: ВИУА, 2004. – 35 с.
2. Савич В.И. Энергетическая оценка плодородия почв / В.И. Савич, В.Г. Сычев, А.Г. Замараев, Н.К. Сюняев, Ю.Н. Никольский. – М.: ВНИИА, 2007. – 499 с.
3. Сычев В.Г., Кирпичников Н.А. Приемы оптимизации фосфатного режима почв в агротехнологиях. – М: ВНИИА, 2009. – 176 с.
4. Чуб М.П. Оптимизация минерального питания культур и система удобрений в севооборотах на черноземах обыкновенных и темно-каштановых почвах засушливого Поволжья: автореф. дисс. д-ра с.-х. наук. – М.: ВИУА, 1999. – 49 с.
5. Сушеница Б.А. Фосфатный режим почв и его регулирование. – М.: Колос, 2007. – 376 с.
6. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // Агрохимия. – 2020. – № 6. – С. 3-13.
7. Мангатаев Ц.Д., Нимаева М.Б.-М., Убугунов Л.Л. Продуктивность овса и изменение фосфатного фонда агрочернозема под влиянием минеральных удобрений // Агрохимия. – 2009. – № 1. – С. 22-26.

ВЛИЯНИЕ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Д. Ньямбосе

[1]ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»,

127434, Москва, ул. Прянишникова, 31А

[2]Российский университет дружбы народов (РУДН)

117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6

E-mail: josephnyamz123@gmail.com

На темно-серой лесной почве оценивали использование яровой пшеницей ^{15}N азота удобрения при инокуляции семян новыми микробными биопрепаратами. Инокуляция семян на 25-42% увеличивает массу зерна на РК-фоне, прибавки от инокуляции препаратами на основе штаммов диазотрофов Ч-13 и V 167 равноценны, а от V 417 были выше и соответствовали N45. При внесении N45 максимальной эффективностью характеризуется биопрепарат на основе штамма Ч-13.

Ключевые слова: азотное удобрение, изотоп азота, яровая пшеница, использование азота

В мировом земледелии, особенно в развитых страх, в последнее время преобладало направление, связанное с интенсификацией растениеводства. Успехи, достигнутые биологической науке, особенно в питании и защите растений, создали представление о возможности регулирования и улучшения основных свойств растений путем максимального удовлетворения их потребностей в элементах минерального питания. В защите растений и агрохимии отчетливо проявилась тенденция использования биологических препаратов для регулирования фитосанитарного состояния и минерального питания растений, прежде всего азота [1].

Азот (N) необходим большинству не бобовых культур, в том числе яровой пшенице. [2] Он влияет на образование белка, аминокислот, хлорофилла, размер клеток, площадь листьев и фотосинтетическую активность. [3,4] Достаточное количество азота – главное условие для достижения высокого потенциала урожайности яровой пшеницы. Азотные удобрения увеличивают количество продуктивных стеблей на единице площади, высоту растений, массу 1000 зерен и урожайность зерна. [5] Пшеница неодинаково реагирует на различные дозы азотных удобрений, наибольшая урожайность зерна (5,8 т/га) достигнута при внесении 60 кг N/га. [6].

Цель работы: оценить влияние азотных удобрений и биологических препаратов на использования азота, размер и качество урожая яровой пшеницы.

Микрополевой опыт проводили на Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии (Московская область) в пластиковых сосудах квадратного сечения 0,25х 0,25 см без дна, площадью 0,0625 $м^2$. Метеоусловия в годы исследований несколько различались, но не оказали существенного воздействия на продуктивность яровой пшеницы. В начале мая сосуды наполняли темно-серой лесной почвой, имеющей агрохимическую характеристику: гумус (по Тюрину) – 2,9…3,0%; pHKCl – 5,9…6,2; подвижные формы P2O5 и K2O (по Кирсанову), соответственно 120…132 и 131…140 мг/кг; Нг (по Каппену) – 1,12…1,24 мг-экв/100 г. По содержанию подвижного фосфора и калия почва среднеокультуренная.

В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру с количеством азота 45 и 90 кг/га или 4,5 и 9,0 г/$м^2$, для оптимизации фосфорно-калийного питания растений фоном вносили двойной суперфосфат и хлористый калий по 45 кг/га действующего вещества или 0,28 г P2O5 и KCl/сосуд. В качестве микробных препаратов использовали V417 и V167 создан на основе эндофитных бактерий. В качестве стандартного препарата использовали Экстрасол, созданный на основе штамма Bacillus subtilis Ч-13 [8]. Результаты

статистически обрабатывали дисперсионным методом в программе Stat VIUA, достоверность различий оценивали по F-критерию Фишера.

Инокуляция семян биопрепаратами увеличила массу зерна по отношению в РК-фону на 25-42%. Прибавки от биопрепаратов на основе штаммов Ч-13 и V 167 были равноценными, однако от V 417 прибавка массы зерна получена достоверно выше и соответствовала внесению под яровую пшеницу N45.

Продуктивность яровой пшеницы определялась условиями азотного питания растений за счет применения азотного удобрения и инокуляции семян изучаемыми биопрепаратами (табл.). При урожае на РК-фоне 312 г/м^2 внесение N45 увеличило массу зерна на 45%, при удвоении дозы урожай возрос на 55%, при этом различия в массе зерна между дозами азота получены не достоверными.

Таблица. Продуктивность яровой пшеницы, средняя за 2 года

Вариант	Зерно			Солома		
	масса	прибавка		масса	прибавка	
	г/м^2		%	г/м^2		%
РК-фон (Ф)	312	-	-	492	-	-
Ф+биопрепарат Ч-13	390	78	25	539	47	9
Ф+ биопрепарат V 167	409	97	31	513	21	4
Ф+биопрепарат V 417	444	132	42	544	52	11
Ф+N45	455	143	45	575	83	17
Ф+N45+биопрепарат Ч 13	480	168	53	555	63	13
Ф+N45+биопрепарат V 167	465	153	49	555	63	13
Ф+N45+биопрепарат V 417	450	138	44	580	88	18
Ф+N90	484	172	55	529	37	8
P, %		4,5			5,4	
$НСР_{05}$		41			85	

Заключение. Инокуляция семян биопрепаратами на основе штаммов ассоциативных диазотрофов на 25-42% увеличивает массу зерна яровой пшеницы по отношению в РК-фону. Прибавки от биопрепаратов на основе штамма Bacillus subtilis Ч-13 и штамма Bacillus amyloliquefaciens V 167 получены равноценными, а от использования Bacillus subtilis V 417 выше, прибавка урожая сравнима с внесением N45. При посеве инокулированными семенами при внесении N45 масса зерна яровой пшеницы не возрастает по сравнению с использованием только биопрепаратов и уступает урожаю, полученному при внесении N90. Масса соломы яровой пшеницы возрастает при ино-

куляции семян биопрепаратом V 417, от использования других - на 13% только на фоне N45.

Литература:

1. Завалин А.А., Тарасов А.Л., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Эффективность применения под яровую пшеницу аммиачной селитры, обработанной биопрепаратом // Вестник Росссельхозакадемии. 2008. - № 1. – С. 64-66.
2. Kizilkaya R. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (Triticum aestivum) inoculated with Azotobacter chroococcum strains//Ecological Engineering. 2008. V. 33(2). P. 150–156.
3. Abedi T., Alemzadeh A., Kazemeini S. A. Effect of organic and inorganic fertilizers on grain yield and protein banding pattern of wheat//Australian Journal of Crop Science. 2010. V. 4(6). P. 384– 389.
4. Azeez J.O. Effects of nitrogen application and weed interference on performance of some tropical maize genotypes in Nigeria//Pedosphere. 2009. V. 19(5). P. 654–662.
5. Slafer G.A., Miralles D.J. Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. Field Crops Research. 2012. V. 128. P. 167–179
6. Scursoni J.A., Palmano M., De Notta A., Delfino D. Italian ryegrass (Lolium multiflorum Lam.) density and N fertilization on wheat (Triticum aestivum L.) yield in Argentina//Crop P
7. Электронный ресурс: http://kniga.seluk.ru/k-mehanika/1095608-1-effektivnost-primeneniya-biopreparata-ekstrasol-moskva-2007-rossiyskaya-akademiya-selskohozyaystvennih-nauk-vser.php. Data obrashcheniya 04.04. 2022
8. Tihonovich I.A., Kozhemyakov L.N., Chebotar’ V.K. Biopreparaty v sel’skom hozyajstve (Metodologiya i praktika primeneniya mikroorganizmov v rastenievodstve i kormoproizvodstve). M.: RASKHN, 2005. 154 c.

СРАВНЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА ПО И.В. ТЮРИНУ В МОДИФИКАЦИИ ЦИНАО С МЕТОДОМ Б.А. НИКИТИНА С КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИМ ОКОНЧАНИЕМ ПО ОРЛОВУ-ГРИНДЕЛЬ

Е.А. Олейник
[1] *ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*
127434, Россия, г. Москва, Тимирязевская ул., 49
trisinpersik@gmail.com

В статье сравниваются два метода определения содержания гумуса: метод определения органического вещества по Тюрину в модификации ЦИНАО и метод определения гумуса в почве по Никитину с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель.

Ключевые слова: гумус, органическое вещество, метод Тюрина, метод Никитина.

Работа выполнена под руководством Л.О. Сушковой[1]

Метод определения органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (метод 1) основан на окислении органического вещества раствором двухромовокислого калия в растворе серной кислоты 1:1 и последующем определении содержания ионов Cr^{3+}, эквивалентном содержанию органического вещества в исследуемой почвенной пробе, с использованием фотоэлектроколориметра [1].

В то время как метод определения гумуса в почве по Никитину с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель (метод 2) также основан на мокром озолении пробы почвы хромовой смесью. Количество озоленного углерода определяют по количеству образовавшихся ионов Cr^{3+}, на фотоэлектроколориметре [2].

Проводить анализ менее трудоёмко по методу Никитина. По методу 1 исследуемые пробы необходимо подвергать нагреву на водяной бане в течение одного часа после закипания, тогда как по методу 2 время экспозиции в сушильном шкафу при 150°С составляет 20 минут после достижения данной температуры. Также затраты времени выше у метода 1, включающего обязательное титрование раствора восстановителя, поэтому общее время пробо-

подготовки этим методом более чем на 40 минут выше, а если нет возможности поставить параллельно водяную баню с пробами и градуировочными растворами, то разница возрастает ещё на 40 минут. В методе 2 в качестве восстановителя используется химически чистые глюкоза или сахароза, а не раствор соли Мора, используемый в методе 1, который требуется проверять каждый раз перед использованием по 0,1 н раствору перманганата калия методом титрования.

Для обоих методов необходимо помимо подготовки проб почв построить градуировочные графики. Для метода 1 необходимо девять растворов хромовой смеси с восстановителем разной концентрации, а для метода 2 – только шесть. Более точный график получается на основании колориметрического анализа девяти растворов, так как из-за их большего числа достичь линейного вида графика легче, чем из шести точек, что является положительным аспектом метода 1.

Метод 1 не пригоден для проб с массовой долей хлоридов более 0,6%, поэтому перед анализом проб почв необходимо провести дополнительные анализы проб на содержание хлоридов. Также метод не пригоден и для проб с массовой долей органического вещества более 15%, так как при этом не достигается полнота окисления органики (возрастает риск занижения результатов), а также для почв, содержащих закисные соединения железа и марганца. Их наличие ведет к завышению результатов так, как часть хромовой смеси расходуется на окисление указанных соединений, поэтому данные показатели необходимо выяснить до проведения анализа.

Недостатком обоих методов является процедура выбора массы навески для анализа – согласно обеим методикам для этого до начала анализа необходимо приблизительно оценить процентное содержание гумуса в исследуемой почве, – условие, носящее парадоксальный характер.

По методу 1 мы определяем по графику зависимости оптической плотности содержание гумуса в исследуемых пробах, а в методе 2 мы определяем содержание углерода, которое затем необходимо перемножить на коэффициент пересчёта 1,724, чтобы получить искомые значения содержания гумуса. Это является недостатком метода 2 так как вносит дополнительную операцию, влекущую систематическую ошибку.

Ещё одним из недостатков метода 1 является нестабильность температуры окисления гумуса при нагревании. Кипение хромовой смеси при окислении гумуса почвы может происходить в интервале от 138 до 160°С, в тоже время хромовая смесь без почвы начинает кипеть при 172°С, кипение делает-

ся постоянным при 182°С [3]. Придержки, касающиеся интенсивности кипения смеси, оговоренные в прописи метода И.В. Тюрина, довольно условны, и это вносит заметную неопределенность в проведение самой ответственной операции при определении гумуса этим способом.

Градуировочные растворы исследовались в лабораторных условиях с помощью реактивов, соответствующих требованиям, указанным в методиках определения. Оптическую плотность исследуемых растворов определяли с помощью фотоэлектроколориметра КФК-3-01 и в дальнейшем строили градуировочные графики – рис.1 и рис.2. При составлении шкалы по методу 2 использовалась глюкоза квалификации ХЧ.

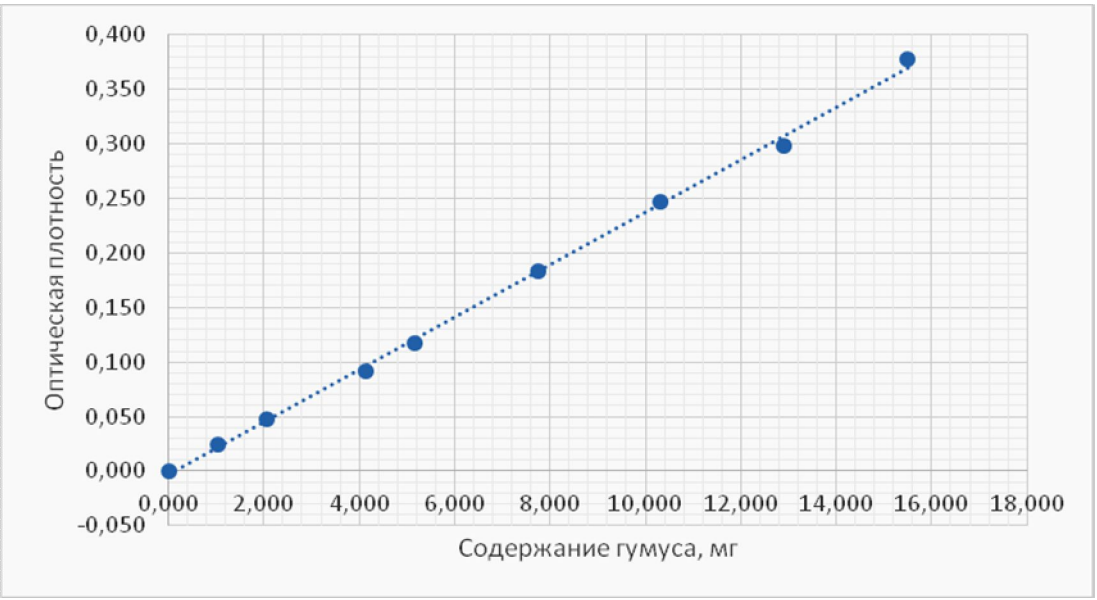


Рисунок 1 - Градуировочный график содержания гумуса по методу 1, мг

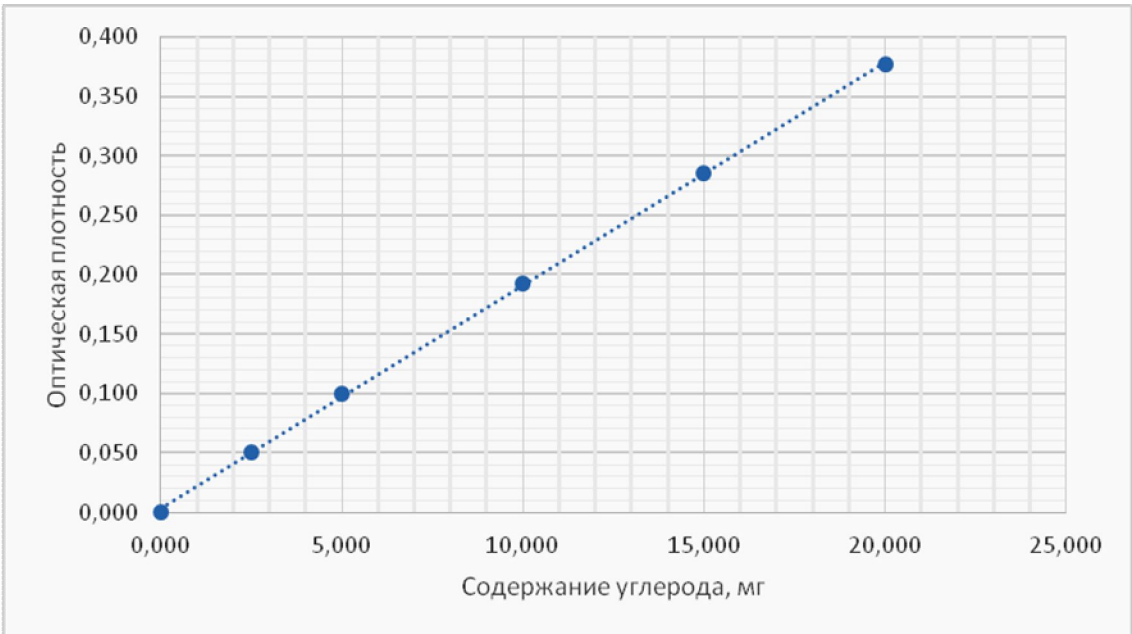


Рисунок 2 - Калибровочный график по методу 2, мг.

Выводы. Как показал наш сравнительный анализ, у каждого из рассматриваемых методов есть свои сильные стороны.

Метод определения гумуса в почве по Никитину с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель обладает более высокой производительностью – не тратится время на определение нормальности раствора восстановителя (которым в методе определения органического вещества по Тюрину в модификации ЦИНАО выступает соль Мора), а озоление проб в сушильном шкафу позволяет сократить общее время пробоподготовки более чем на 40 минут.

Однако в настоящее время из двух рассматриваемых методов именно метод определения органического вещества по Тюрину в модификации ЦИНАО имеет статус межгосударственного стандарта – ГОСТа, что, позволяет применять его в аккредитованных аналитических лабораториях СНГ, в отличие от метода определения гумуса в почве по Никитину с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель.

Литература:

1. Почвы. Определение гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО: ГОСТ 26213-91. – Введ. 01.01.1989 – М.: Комитет стандартизации и метрологии СССР, 1989.

2. Никитин, Б.А. Методика определения содержания гумуса в почве / Б.А. Никитин // Агрохимия. - 1972. - № 3. - С. 123-125.

3. Почвоведение: лабораторный практикум / И.А. Самофалова, Е.С. Лобанова; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологи-ческий университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокростъ», 2021 – 139 с.

ВЛИЯНИЕ НИТРОАММОФОСКИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЗОНЫ КУБАНИ

А.Р. Полукарова
ФГБОУ ВО «Кубанский ГАУ им. И.Т. Трубилина»
350044, г. Краснодар, ул. им. Калинина, д. 13
nastya99polukarova@mail.ru

Данные исследования проводились для изучения влияния нитроаммофоски на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях Центральной Зоны Кубани. Новизна заключается в том, что вносится только нитроаммофоска в качестве предпосевного удобрения.

Ключевые слова: кукуруза, удобрения, нитроаммофоска, урожайность, качество зерна, элементы питания, почва.

В современных условиях невозможно возделывание культур без применения минеральных и/или органических удобрений для получения необходимых нам урожаев. Среди агротехнических приемов, направленных на повышение урожайности культур и улучшение качества продукции растениеводства, определяющее значение имеет оптимизация минерального питания на основе рационального применения удобрений [2]. Важно помнить о том, что ключевым фактором дальнейшего роста сельскохозяйственного производства является воспроизводство плодородия земель за счет увеличения использования минеральных и органических удобрений [4]. При этом одной из главных задач современной агрохимии является производство высоких урожаев экологически безопасной продукции растениеводства [3].

Однако сегодняшние реалии, а именно высокая стоимость удобрений, не позволяют вносить большое количество агрохимикатов. По этой причине данное исследование, в ходе которого изучается влияние только нитроаммофоски (в различных дозах) на урожайность кукурузы в условиях Центральной зоны Кубани, является довольно актуальным.

Кукуруза хорошо отзывается на внесение минеральных удобрений. Особенно важным считается допосевное внесение. Задача допосевного удобрения заключается в обеспечении питанием растений на весь вегетационный период [1].

В ходе данного исследования было изучено не только влияние нитроаммофоски на урожайность и качества зерна кукурузы, но и также была изучена динамика содержания макроэлементов в растениях кукурузы для определения потребности данной культуры в азоте, фосфоре и калии в различных фазы роста и развития кукурузы.

Нитроаммофоска вносилась в качестве предпосевного удобрения в дозах 32 и 64 кг/га соответственно. На контрольном варианте данное удобрение не применялось.

Содержание азота по фазам вегетации в растениях кукурузы изменялось, в зависимости от видов и сочетания внесенных удобрений. Данное варьирование представлено на рисунке 1.

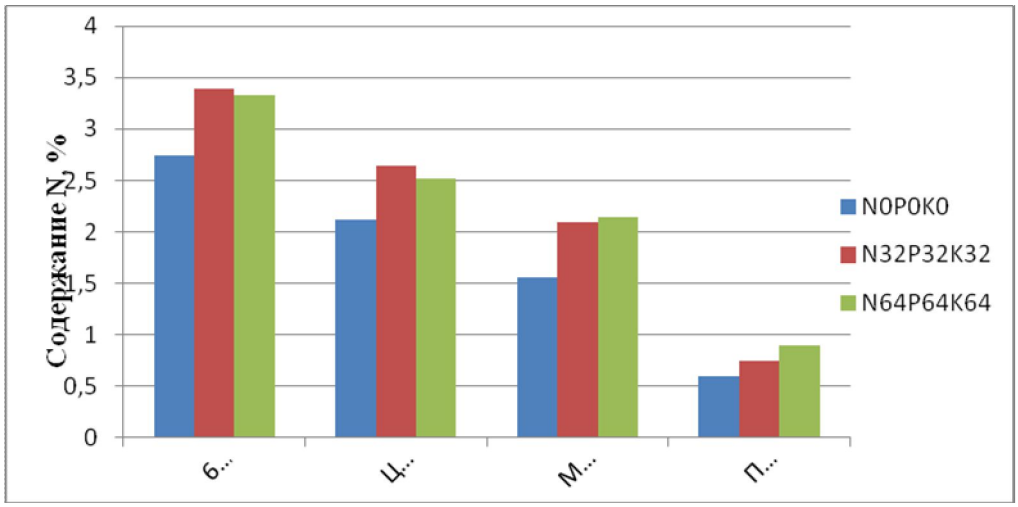


Рисунок 1 – Динамика содержания азота в растениях кукурузы, %

Внесение различных доз удобрений оказало влияние на динамику содержания азота в растениях кукурузы по всем фазам вегетации. Наибольшее содержание азота в растениях кукурузы наблюдалось в фазу 6-8 листьев, наименьшее – в фазу полной спелости.

В фазе 6-8 листьев на варианте $N_{64}P_{64}K_{64}$ отмечается наибольшая разница, по сравнению с контролем (более 0,5%). В фазе цветения на варианте $N_{32}P_{32}K_{32}$ также наблюдается наибольшая разница (0,5%), по сравнению с контрольным вариантом без внесения удобрения. В фазу молочно-восковой спелости наибольшие значения отмечаются на варианте с внесением $N_{32}P_{32}K_{32}$. Разница с контролем составляет 0,6% соответственно.

На рисунке 2 представлено варьирование содержания фосфора по фазам вегетации растений кукурузы.

В фазе 6-8 листьев на варианте с внесением $N_{64}P_{64}K_{64}$ выявлена наибольшая разница, по сравнению с контрольным вариантом (около 0,4%). В

фазу цветения максимальное содержание фосфора (более 1%) отмечается на варианте с внесением $N_{32}P_{32}K_{32}$. В молочно-восковую спелость наилучший результат по содержанию фосфора отмечен на варианте $N_{32}P_{32}K_{32}$. В полную спелость наблюдается следующая ситуация: на варианте с внесением $N_{64}P_{64}K_{64}$ отмечена самая большая разница в сравнении с контрольным вариантом (0,51% в сравнении с 0,41%).

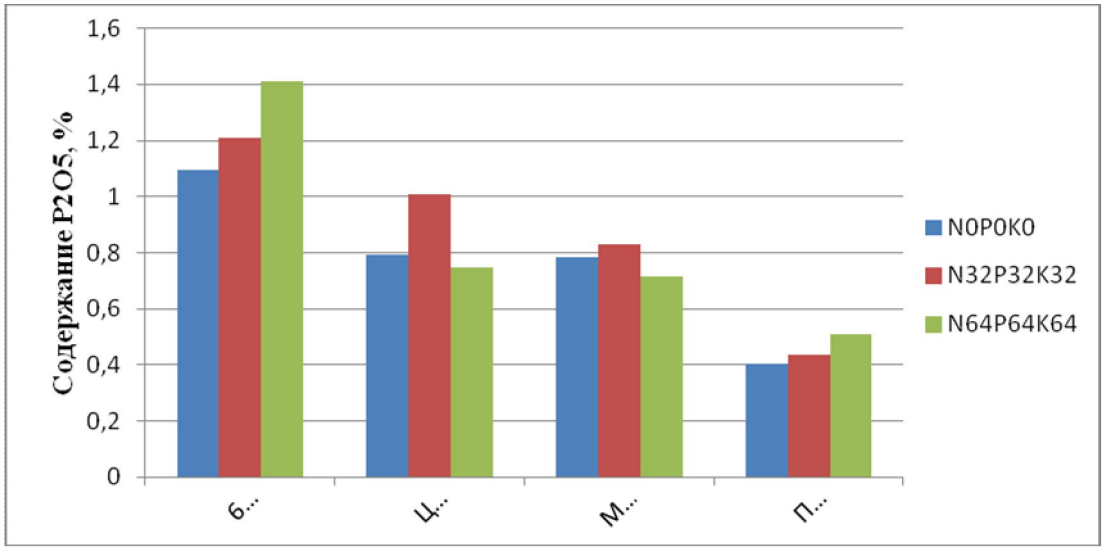


Рисунок 2 - Динамика содержания фосфора в растениях кукурузы, %

Содержание такого макроэлемента, как калий, по фазам вегетации в растениях кукурузы изменялось, в зависимости от доз внесенных удобрений (использовалось комплексное удобрение – нитроаммофоска). Данное варьирование представлено на рисунке 3.

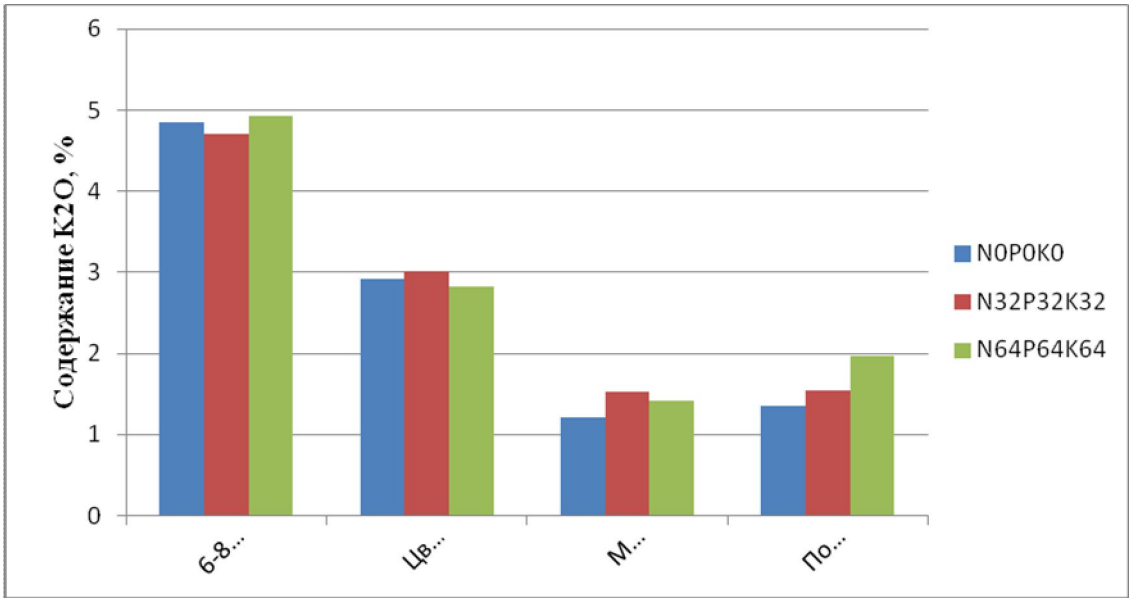


Рисунок 3 - Динамика содержания калия в растениях кукурузы, %

В фазу 6-8 листьев прибавка на варианте $N_{64}P_{64}K_{64}$ составляет 0,7%, по сравнению с контрольным вариантом. В фазу молочно-восковой спелости также наибольшие значения отмечаются на вариантах с внесением $N_{32}P_{32}K_{32}$. Прибавка составляет 0,3% соответственно. В фазу полной спелости, как в фазу 6-8 листьев, наблюдается на вариантах с внесением $N_{64}P_{64}K_{64}$ наибольшая разница, по сравнению с контролем, которая равна 0,5%.

Далее в таблице 1 представлено влияние нитроаммофоски на урожайность зерна кукурузы.

Таблица 1 – Урожайность кукурузы на зерно в зависимости от доз удобрений, ц/га

Дозы удобрений	Урожайность, ц/га			Прибавка, ц/га (сравнение с контролем)					
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
				ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
$N_0P_0K_0$	40,9	40,7	40,4	-	-	-	-	-	-
$N_{32}P_{32}K_{32}$	51,5	53,2	52,7	10,6	25,9	12,5	30,7	12,3	30,4
$N_{64}P_{64}K_{64}$	57,6	56,9	57,3	16,7	40,8	16,2	39,8	16,9	41,8
$НСР_{0,05}$	5,3	5,4	5,3	-	-	-	-	-	-

На всех вариантах отмечаются достоверные различия. Наибольшая прибавка за приведенных три года (16,9 ц/га) была получена на варианте с внесением $N_{64}P_{64}K_{64}$ в 2021 году. В 2020 году наибольшая прибавка также отмечается на варианте с внесением $N_{64}P_{64}K_{64}$ и составляет 16,2 ц/га. В 2019 году на варианте $N_{64}P_{64}K_{64}$ различие с контролем составило 16,7 ц/га.

Содержание сырого белка в зерне раннеспелого гибрида кукурузы Краснодарский 194 МВ подробно показано в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание сырого белка в зерне кукурузы в зависимости от доз удобрений, %

Варианты	Содержание сырого белка, %			Прибавка, % (по сравнению с контролем вариантом)		
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
$N_0P_0K_0$	9,35	9,28	9,31	-	-	-
$N_{32}P_{32}K_{32}$	9,68	9,70	9,67	0,33	0,42	0,36
$N_{64}P_{64}K_{64}$	10,37	10,26	10,30	1,02	0,98	1,01

На основании данных приведенной выше таблицы можно сделать вывод о том, что прибавка белка, по сравнению с контрольным вариантом, отмечена на всех вариантах опыта. Наибольшее содержание белка (10,37%) было выявлено на варианте с внесением $N_{64}P_{64}K_{64}$ в 2019г. Необходимо под-

черкнуть, что на содержание белка влияет количество азота в почве и, следовательно, в растении, т.е. его должно быть в достатке.

Таким образом, на основании всего вышеописанного можно утверждать, что внесение нитроаммофоски в качестве предпосевного удобрения положительно влияет на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях Центральной зоны Кубани. На всех вариантах опыта отмечаются достоверные различия по сравнению с контрольным вариантом.

Литература:

1. Вильдфлуш И.Р. Урожайность и качество зелёной массы кукурузы в зависимости от применяемых органических, макро-, микроудобрений и регулятора роста / И. Р. Вильдфлуш, с. С. Мосур - https://elib.baa.by/jspui/bitstream/123456789/2876/1/Вильдфлуш%2070-74.pdf

2. Кидин В.В. Система удобрения / В.В. Кидин. — М.: РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. — 535 с.

3. Лебедовский И.А. Агрохимическая и экологическая оценка чернозема выщелоченного Западного Предкавказья на содержание тяжелых металлов в условиях длительного применения удобрений под озимые колосовые культуры: автореф… дис. кан. наук. – Краснодар: 2009. – 22 с.

4. Чекмарев, П.А. Воспроизводство плодородия - залог стабильного развития агропромышленного комплекса России / П.А. Чекмарев // Плодородие. – 2018. - № 1 (100). – С.4 – 7.

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

К.В. Постникова

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31А

xenia.mild@gmail.com

Рассматривается влияние последействия минеральной, органической и органоминеральных систем удобрения на урожайность и качество зерна яровой пшеницы, возделываемой на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве в условиях северно-западной части Нечерноземной зоны Российской Федерации.

Ключевые слова: система удобрения, последействие, яровая пшеница, урожайность, качество зерна

Работа выполнена под руководством д.с.-х.н. Г.Е. Мерзлой

Многолетний отечественный и зарубежный опыт показывает значимое влияние рационального применения агрохимических средств на продуктивность земледелия, среди которых особую роль играют удобрения. Интенсивное применение удобрений в России во второй половине 1960-1980-х гг. способствовало не только росту валового сбора зерна, но и повышению его качества. Снижение количества вносимых удобрений в России в 1990-х гг. в большинстве случаев не оказало существенного влияния на урожайность продовольственных культур. Это в свою очередь указывает на то, что удобрения обладают не только действием, но и активным последействием [1-3].

В этой связи научный интерес представляют исследования последействия систем удобрения в различных дозах на получение стабильной урожайности высококачественного зерна. Такие исследования выполнены ФГБНУ «ВНИИ агрохимии Д.Н. Прянишникова» совместно со ФГБНУ «Смоленский НИИСХ».

Объекты и методы исследований. Исследования проводились в полевом стационарном опыте, заложенном в 1978 г. в северо-западной части Нечернозёмной зоны РФ в п. Ольша Смоленской области.

Схема опыта включает четыре фактора: азотные, фосфорные, калийные минеральные удобрения и подстилочный навоз. Каждый из факторов изучается в шести дозах, включая нулевую. Полная схема включает 16 вариантов, повторенных на трех фонах удобрений (естественном, с единичными дозами, двукратными дозами) Единичная среднегодовая доза за 4 ротации севооборота минеральных удобрений — по 30 кг/га д.в. азота, фосфора и калия, органических — 3 т/га. Органические, минеральные удобрения и их сочетания вносили в течение четырех ротаций (1978-2008 гг.) в зернотравяном севообороте. Начиная с 2009 г. в опыте изучали последействие ранее вносимых удобрений при поддерживающей дозе азотных удобрений - 30 кг/га д.в. ежегодно.

Посевная площадь опытной делянки 112 м^2, учетная площадь - 48 м^2. Повторность опыта трехкратная.

Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая окультуренная. Перед закладкой опыта почва в слое 0-20 см в среднем содержала

органического углерода – 1,34%, подвижного фосфора (P_2O_5) – 160 мг/кг, калия (K_2O) – 130 мг/кг при pH_{KCl} 5,5.

Закладка опыта выполнены по общепринятым методикам [4-5]. Статистическая обработка данных осуществлена с использованием компьютерной программы STRAZ.

В работе приведены данные по урожайности и качеству яровой пшеницы сорта Злата в среднем за 4 года (2014, 2015, 2017, 2018 гг.). Пшеницу возделывали в пятой и шестой ротациях севооборота по последействию органических и минеральных удобрений.

Результаты исследований. Анализ экспериментальных данных показал, что урожайность зерна яровой пшеницы в контрольном варианте составила 1,52 т/га (табл. 1). Длительное применение органических и минеральных удобрений в последействии оказало положительное влияние на урожайность зерна яровой пшеницы. Внесение азотных удобрений (N_{90}) и полного минерального удобрения ($N_{90}P_{90}K_{90}$) обеспечило достоверную прибавку урожая – 0,35 и 0,44 т/га соответственно.

Таблица 1 — Урожайность зерна яровой пшеницы в среднем за 4 года в зависимости от последействия удобрений

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	1,52	-	-
N_{90}	1,87	0,35	22,7
P_{90}	1,54	0,02	1,0
K_{90}	1,75	0,22	14,6
Навоз 9 т/га	1,79	0,27	17,7
$N_{90}P_{90}K_{90}$	1,96	0,44	28,9
$N_{30}P_{30}K_{30}$+ навоз 3 т/га	1,70	0,17	11,3
$N_{60}P_{60}K_{6}0$+ навоз 6 т/га	1,90	0,38	24,8
$N_{90}P_{90}K_{90}$+ навоз 9 т/га	2,10	0,58	38,1
$N_{120}P_{120}K_{12}0$+ навоз 12 т/га	2,26	0,74	48,4
$N_{150}P_{150}K_{150}$+ навоз 15 т/га	2,10	0,58	38,1
$НСР_{05}$	0,32	-	-

Органоминеральные системы в дозах $N_{90\text{-}120}P_{90\text{-}120}K_{90\text{-}120}$ + 9-12 т/га навоза в последействии способствовали получению высокой прибавки урожайности (до 38,1 - 48,4 %).

$$Y = 1{,}56 + 0{,}12N^{0{,}5} + 0{,}08H - 0{,}09(NH)^{0{,}5} + 0{,}07(PK)^{0{,}5};$$
$$R = 0{,}72.$$

Согласно уравнению регрессии, в большей степени влияние на урожайность оказывали азотное и органическое удобрения.

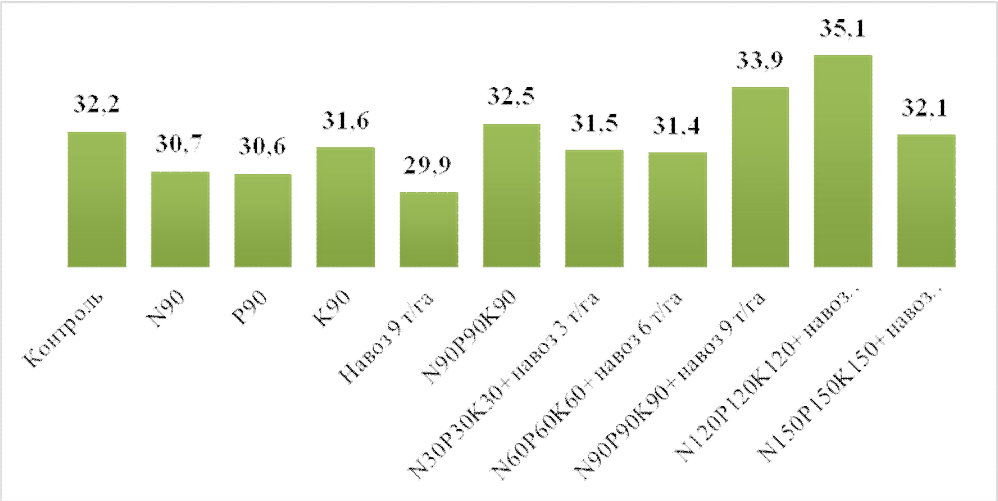


Рисунок 1 —Масса 1000 зёрен яровой пшеницы в среднем за 4 года в зависимости от последействия удобрений (в г)

В среднем за 4 года на фоне поддерживающей подкормки N_{30} в варианте без внесения удобрений масса 1000 зерен составила 32,2 г. Наиболее крупное зерно формировалось в органоминеральных вариантах, где вносили умеренные ($N_{90-120}P_{90-120}K_{90-120}$ + 9-12 т/га навоза) дозы органических и минеральных удобрений. Применение органоминеральной системы в высоких дозах в этом отношении не давало эффекта.

Выводы. На основании исследований, на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве по изучению длительного применения минеральных удобрений в сочетании с органическими удобрениями установлено, что в умеренных дозах в последействии оно обеспечивало повышение урожайности зерна яровой пшеницы и положительно влияло на качество зерна. Последействие ежегодного внесения $N_{90-120}P_{90-120}K_{90-120}$ на фоне 9-12 т/га подстилочного навоза повысило урожайность зерна яровой пшеницы сорта Злата до 2,10-2,26 т/га, что на 38,1-48,4% выше контроля. При этом масса 1000 зерен достигала максимальных значений в опыте и составляла 33,9-35,1 г.

Литература:

1. Еськов, А. И. Современное состояние и перспективы использования органических удобрений в сельском хозяйстве России / А. И. Еськов, С. М. Лукин, Г. Е. Мерзлая // Плодородие. 2018. № 1(100). С. 20-23.

2. Сычев В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 325с.: ил.

3. Мерзлая, Г. Е, Афанасьев Р.А. Эффекты последействия минеральных и органических удобрений на дерново-подзолистой почве // Почвоведение. 2019. № 9. С. 15-17.

4. Программа и методика исследований в Географической сети опытов по комплексному применению средств химизации в земледелии. М.: ВИУА, 1990. 186 с.

5. Перегудов В.Н. Планирование многофакторных полевых опытов с удобрениями и математическая обработка их результатов. М.: Колос, 1978. 182 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПОД ЯРОВУЮ ПШЕНИЦУ СОРТА ТРИЗО НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ С РАЗНЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА

А.И. Семенова

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»

127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31А

anastasiya.semenova96@list.ru

Показана эффективность применения азотных удобрений на дерново-подзолистых почвах, различных по содержанию фосфора. Установлена закономерность между урожайностью яровой пшеницы сорта Тризо и различными дозами азотных удобрений.

Ключевые слова: эффективность применения удобрений, внесение азотных удобрений, подвижный фосфор, яровая пшеница

Работа выполнена под руководством д.с.-х. наук С.А. Шафрана

В середине прошлого столетия, благодаря интенсивной химизации, как следствию работы по повышению плодородия почв фосфатный режим планомерно улучшался. Внесение удобрений в Московской области было интенсивнее, чем в прочих регионах страны. Однако к концу XX века с сокращением применения удобрений снизилось также и содержание подвижного фосфора в почве, из-за чего почв с очень низким и низким содержанием P_2O_5 стало значительно больше и, соответственно, уровень плодородия почв стал заметно уменьшаться [1, 2].

На данный момент в Нечерноземной зоне доля земель со средним содержанием подвижного фосфора составляет около 20 %, а низкую и очень низкую степени обеспеченности подвижным фосфором имеют 46 % полей. Это означа-

ет, что имеется необходимость в повышении уровня плодородия почв и грамотное внесение удобрений под сельскохозяйственные культуры [3].

Пшеница имеет значительное преимущество над другими культурами, так как среди прочих злаковых она является наиболее чувствительной и требовательной к содержанию элементов питания в почве, а соответственно можно наглядно проследить, как внесение удобрений под данную культуру влияет на ее урожайность. Вследствие этого объектом исследования была выбрана мягкая яровая пшеница сорта Тризо немецкой селекции.

Основным лимитирующим фактором при выращивании пшеницы является недостаток азота, но в большинстве случаев на снижение количества урожая и его качества влияет недостаток других элементов питания. Пшеница часто страдает от дефицита фосфора в почве, особенно в начальные периоды роста, когда для нормального развития пшеницы необходимо интенсивное фосфорное питание [4].

Исследования в вегетационных сосудах проводились в 2021-2022 годах в вегетационном домике кафедры агрономической, биологической химии и радиологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, в сосудах Митчерлиха, вмещающих по 5 кг сухой почвы.

Схема опыта включала в себя пять вариантов в нормальных условиях и четыре варианта в условиях засухи в четырех повторностях на трех образцах почвы с различным содержанием фосфора. Условия засухи были созданы искусственно в 5-6 фазе органогенеза с целью изучения влияния Si на засухоустойчивость растений яровой пшеницы и изменение ее урожайности. В последующем водный режим растений восстанавливался (табл. 1).

Таблица 1 - Схема вегетационного опыта

№	Вариант	Условия вегетации
1	0 - контроль	Нормальные условия
2	N50	
3	N150	
4	N150+Si	
5	N250	
6	0 - контроль	Засуха
7	N150	
8	0+Si - контроль	
9	N150+Si	

Для проведения вегетационного опыта была взята дерново-подзолистая тяжелосуглинистая почва с Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии

(ЦОС ВНИИА) им. Д.Н. Прянишникова, находящейся в Домодедовском районе Московской области. Почву отбирали с многолетних полевых опытов, с делянок, различных по содержанию подвижных форм фосфора.

Величину pH солевой вытяжки определяли по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483-85), величину гидролитической кислотности по методу Каппена (ГОСТ 26212-91), сумму поглощенных оснований по методу Каппена (ГОСТ 27821-88), содержание подвижного фосфора и обменного калия по методу Кирсанова (ГОСТ Р 54650-2011) (табл. 2).

Таблица 2 - Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы в опыте, 2021-2022 гг.

Показатели	2021 год			2022 год		
	Почва 1	Почва 2	Почва 3	Почва 1	Почва 2	Почва 3
pH_{KCl}, ед	5,4	5,1	5,2	4,22	4,24	5,56
$H_г$, мг-экв/100 г	1,50	1,67	1,67	3,37	3,13	1,62
P_2O_5, мг/кг	49	82	170	32	52	177
K_2O, мг/кг	191	167	252	189	193	300
S, мг-экв/100 г	13,8	14,4	12,0	11,9	8,9	12,8
T, мг-экв/100 г	15,3	16,1	13,7	15,27	11,78	14,42
V, %	90	90	88	78	76	89

В 2021 году наибольшая масса зерна была на варианте N250 в нормальных условиях, а наименьшая на варианте N150 в условиях засухи на третьей почве (почве с высокой обеспеченностью фосфором).

В 2022 году наибольшая масса зерна выявлена на варианте N250 в нормальных условиях, а наименьшая на варианте 0+Si – контроль в условиях засухи на первой почве (почве с низкой обеспеченностью фосфором) (рис.1).

Заметны различия в урожайных данных в зависимости от содержания подвижного фосфора в почве, а именно – с увеличением его содержания в большей мере увеличивалась и урожайность. Также существенная разница заметна между урожайными данными 2021 и 2022 годов. Это связано с различающимися погодными условиями (более высокие температуры и меньшее количество осадков в 2022 году).

При нормальных условиях увлажнения сбор зерна увеличивался по мере возрастания степени обеспеченности почвы подвижным фосфором и внесения N150 г/сосуд.

В 2021 году в условиях засухи резко снизилась эффективность азотных удобрений, однако в 2022 году четко прослеживается их значительное влияние на урожайность.

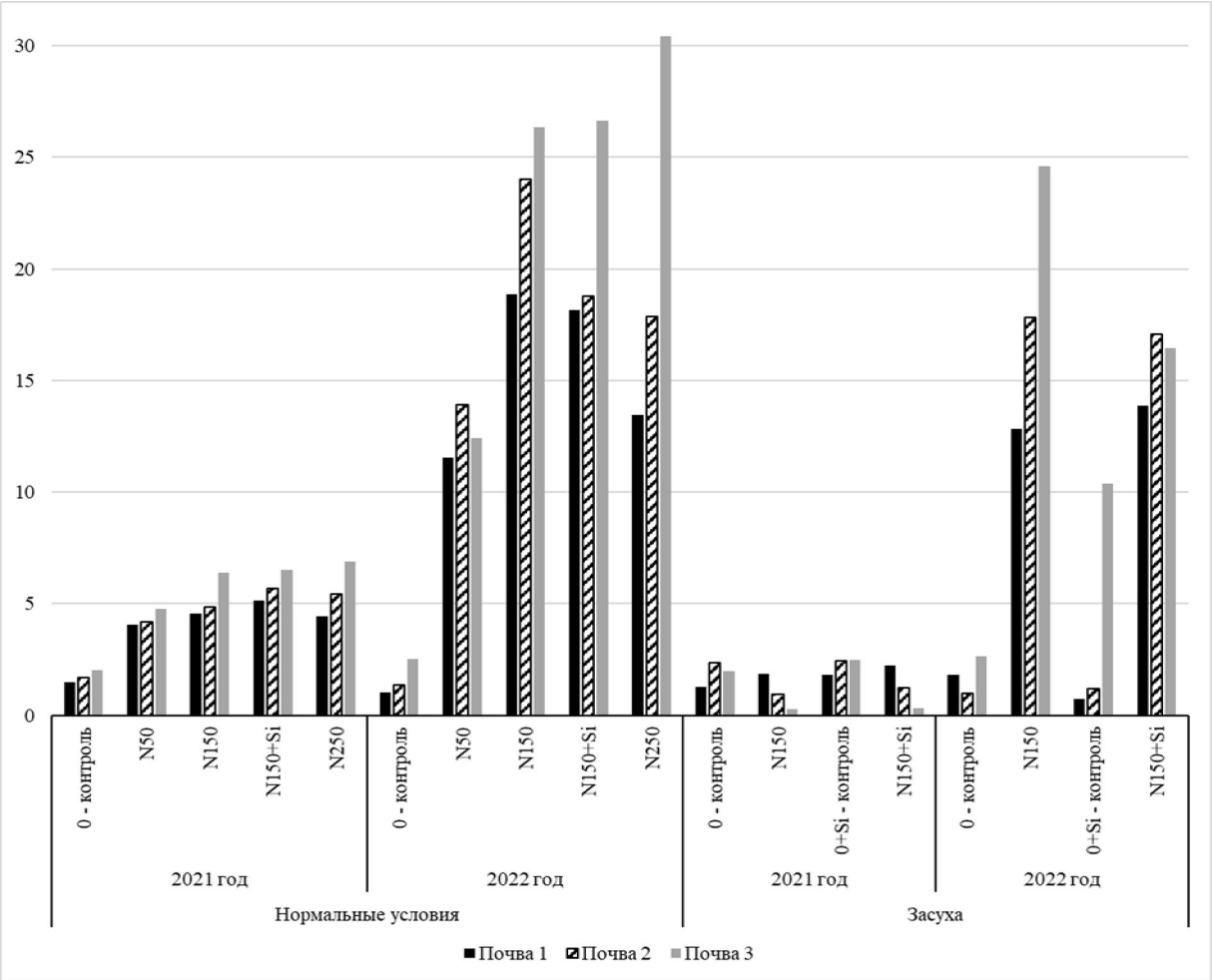


Рисунок 1 – Урожайность яровой пшеницы сорта Тризо (зерно) в вегетационном опыте, г

Таким образом, можно сделать вывод, что применение азотных удобрений под яровую пшеницу способствует увеличению урожая и наиболее эффективно на почвах с высокой обеспеченностью фосфором.

Литература:

1. Шафран С.А., Кирпичников Н.А., Ермаков А.А., Семенова А.И. Динамика содержания подвижного фосфора в почвах Нечерноземной зоны и его регулирование // Агрохимия. 2021. №5. С. 14-20.

2. Адрианов С.Н., Сушеница Б.А. Роль фосфора в современном земледелии России // Плодородие. 2004. № 3. С. 13-15.

3. Шафран С.А., Ермаков А.А., Виноградова С.Б., Семенова А.И. Изменение плодородия почв Нечерноземной зоны за 50-летний период // Агрохимический вестник. 2021. №5. С. 3-7

4. Афанасьев Р.А., Иванчик В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в условиях Нечерноземья при внесении минеральных удобрений // Плодородие – 2019, №6, с. 11-13.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭФИРНОГО МАСЛА МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ СОРТА КРАСНОДАРСКАЯ 2 ПОД ВЛИЯНИЕМ ДИФЛЮФЕНИКАНА

Л.О. Сушкова
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
Россия, 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49
sushkova@rgau-msha.ru

В статье рассматривается изменение содержания основных компонентов эфирного масла мяты перечной сорта Краснодарская 2 под воздействием применения ингибитора фитоиндесатуразы.

Ключевые слова: мята перечная, Краснодарская 2, дифлюфеникан, ингибитор фитоиндесатуразы, эфирное масло, ментол.

Мята перечная является ценной эфиромасличной культурой, которая занимает ведущее место в мировом производстве эфирных масел (ЭМ) [1]. Потребность нашей страны в эфирном масле мяты перечной велика, однако эта потребность не полностью удовлетворяется внутренним отечественным сырьем [2]. В связи с чем встает вопрос о наращивании объемов производства отечественной перечной мяты и продуктов ее переработки [3]. По этой причине повышенный интерес представляет выращивание мяты перечной и в более северных районах с использованием интродуцированных сортов.

Подробно изучено применение на растениях мяты перечной рострегулирующих препаратов, ингибирующих рост или развитие растений, подавляя биосинтез гиббереллинов, активность энт-каурен-синтазы и др. [4]. Однако, никогда ранее не исследовалось действие ингибиторов фитоиндесатуразы на компонентный состав и накопление эфирных масел.

В своих предыдущих работах мы подробно описывали методику применения гербицида на основе дифлюфеникана, методику закладки полевого опыта и методы исследования получаемого растительного сырья и продуктов его переработки (эфирное масло) [5, 6].

В данной статье мы рассматриваем насколько изменился состав компонентов эфирного масла мяты перечной сорта Краснодарская 2 при выращивании в условиях Нечерноземной зоны РФ с течением времени под воздействием дифлюфеникана и сравниваем эфирное масло растений, собранных через десять дней и растений, собранных через 20 дней после обработки. Годы проведения эксперимента – с 2012 по 2016 гг.

В ходе нашего исследования мы изучали как непосредственно отклик растения на применение этого препарата, а конкретно – на компонентный состав и количество ЭМ, – так и на скорость восстановления метаболизма растений – от периода первого сбора (укоса) – к периоду второго.

В результате нашего исследования были получены данные по более, чем 20 компонентам эфирного масла мяты перечной. В статье мы проводим сравнение основных из этих компонентов.

При сравнении содержания 1,8-цинеола – одного из наиболее распространенных в природе изомеров моноциклического терпена цинеола – через десять и двадцать дней наблюдается достоверно более низкое содержание во втором сборе в 2012, 2014, 2016 гг. при применении препарата в 1 и 3 дозах (кроме 2016 г. 3 дозы – там наблюдалось яркое отличие – заметное увеличение в ЭМ 2 сбора), однако при второй дозе в 2012, 2014 и 2016 года содержание 1,8-цинеола остается без изменений.

В 2013 году не было достоверного изменения содержания 1,8-цинеола между 1 и 2 сбором по всем вариантам опыта кроме варианта с применением препарата в 1 дозе. Однозначной направленности изменения содержания 1,8-цинеола между первым и вторым сбором в варианте с применением препарата в 1 и 3 дозах в 2015 г. выявлено не было.

При общем падении в контрольном варианте содержания 1,8-цинеола в растениях мяты во время 2 сбора за все годы выращивания, обработка препаратом в большинстве вариантов опыта показала меньшее падение содержания вещества. Это говорит о том, что для контроля содержания такого компонента как 1,8-цинеол во время цветения на сорте Краснодарская-2 желательна обработка препаратом.

Изомеры α-терпинеола (изомерные монотерпеновые спирты) в 2014-2016 гг. были в следовых количествах ниже предела обнаружения прибора. В 2012-2013 гг. ни в одном из варианта опытов не наблюдалось однозначной динамики содержания между первым и вторым сборами.

Содержание цис-β-терпинеола в 2012, 2014, 2016 гг. достоверно снижалось от 1 сбора ко 2 сбору во всех вариантах с обработкой препаратом за исключением вариантов с применением первой и третьей дозами в 2016 г. Содержание этого компонента в 2013 и 2015 гг. в вариантах с применением дифлюфеникана достоверно возрастало от первого сбора ко второму.

При сравнении направленности временной динамики следует отметить, что содержание цис-β-терпинеола в контрольном варианте достоверно снижалось во все года проведения опыта кроме 2013 г.

Содержание лимонена (1-метил-4-изопропенилциклогексен-1, углеводород группы терпенов) в 2013, 2014, 2015 гг. достоверно снижалось при сравнении первого со вторым сбором по большинству вариантов опыта, кроме вариантов с применением дифлюфеникана в 1 и 3 дозах в 2015 году. Вместе с тем 2012 и 2016 гг. наблюдался рост или тенденция к росту содержания лимонена при сравнении сборов между собой в вариантах с обработкой 2 и 3 дозами, а в случае с 2012 г. – и в первой.

В контрольном варианте 2012-2014 гг. эксперимента наблюдалось снижение содержания лимонена от 1 ко 2 сбору за исключением 2015 и 2016 гг.

Содержание непредельного циклического кетона пулегона в эфирном масле 2 сбора было достоверно больше, чем для 1 сбора во все года проведения опыта по всем вариантам с обработкой препаратом за исключением варианта опыта с обработкой в 3 дозе в 2013 и 2016 гг. В контрольном варианте 2 сбора содержание пулегона также превышало содержание этого компонента в 1 сборе.

Содержание ментофурана – представителя класса фурановых монотерпеноидов – во второй сбор в 2012-2014 гг. было достоверно выше по сравнению с первым сбором за исключением варианта с обработкой третьей дозой в 2013 г. В 2015-2016 гг. в обработанных вариантах содержание ментофурана между сборами или достоверно не отличалось, или было ниже во 2 сборе, за исключением варианта с обработкой во 2 дозе в 2016 г.

В контрольном варианте отмечался достоверный рост по содержанию ментофурана ко времени 2 сбора по всем годам опыта кроме 2015, где содержание напротив снизилось.

Содержание изоментона – цис-изомера ментона – в эфирном масле 2 сбора по всем вариантам опыта с обработкой препаратом и контрольном варианте во все года эксперимента или не отличалось от содержания в эфирном масле 1 сбора, или было достоверно ниже.

Стереоизомеры ментола в эфирном масле мяты перечной представлены собственно ментолом, неоизоментолом, изоментолом и неоментолом и отличаются пространственным положением метильной, изопропильной и гидроксильной групп.

Содержание неоизоментола в 2012 и 2014 гг. во 2 сборе было достоверно выше по всем вариантам опыта, чем в 1 сборе, в то время как в 2015 г. наблюдалось снижение содержания от 1 ко 2 сбору в несколько раз.

В 2013 и 2016 гг. достоверных различий в содержании неоизоментола выявлено не было как в вариантах с применением препарата так и в контрольном варианте.

Содержание изоментола в 2012 и 2015 гг. в эфирном масле 2 сбора было достоверно выше по сравнению с 1 сбором во всех вариантах с обработкой препаратом. В 2013 и 2014 гг. наблюдалось достоверное падение содержания изоментола во 2 сборе во всех вариантах опыта включая контрольный, кроме обработки первой дозой в 2013 г. Однозначной направленности изменения содержания изоментола между 1 и 2 сборами в 2016 г. во всех вариантах опыта отмечено не было.

Содержание ментола при переходе от первого сбора ко второму достоверно увеличивалось или оставалось на прежнем уровне во все года, достигая максимального значения по содержанию этого компонента на четвертый год выращивания. Применение препарата в первой дозе увеличило содержание ментола в 2014-2016 гг. Вторая доза вызывала тот же эффект во все года, кроме 2013 г., тогда как третья доза – кроме 2014 г. еще и в 2013 г.

Наблюдаемая направленность объяснялась усилением эффекта от применения препарата естественной динамикой накопления ментола, что видно из данных контрольных вариантов, особенно ярко проявившихся в 2012 и 2015 гг.

Процентное содержание масла в растениях ко второму сбору достоверно не отличается от первого. Это объясняется тем, что в период обработки растения находились в фазе начала цветения, а ко времени второго сбора эта фаза уже заканчивалась, что и приводило к относительной стабилизации процессов накопления эфирных масел.

Применение препарата во второй дозе способствовало увеличению содержания эфирного масла в 2012, 2013 и 2016 гг. в период от момента первого укоса к наступлению второго.

Из полученных нами данных видно, что применение ингибитора фитоиндесатуразы оказывает комплексное действие на накопление эфирных масел мятой перечной и содержание отдельных компонентов в этом масле. Зачастую влияние препарата прослеживалось и через 20 дней после обработки, что говорит о том, что растение не всегда полностью успевает восстановиться и прерывание пути биосинтеза каротиноидов может носить длительный характер – по крайней мере в пределах периода продуктивной вегетации одной культуры.

Литература:

1. Морозов, А.И. Мята перечная: сорта и технология возделывания в нечерноземной зоне России / А.И. Морозов. – Москва: Де'Либри, 2019. – 206 с.

2. Шуваев, С.В. Технологические свойства новых сортов и гибридов эфиромасличных культур / С.В. Шуваев, В.В. Маскунов, Т.П. Шуваева, В.Б. Солоницкая // Технологические свойства новых гибридов и сортов масличных и эфиромасличных культур. Научно-технические аспекты производства экологически чистых масел, белковых продуктов с высокими потребительскими качествами: Сборник докладов Международной научно-практической конференции, Краснодар, 05–06 июня 2003 года. – Краснодар: Издательство "Советская Кубань", 2003. – С. 107-110.

3. Сушкова, Л.О. Генетические особенности мяты перечной и экзогенная мобилизация ее адаптивного потенциала / Л.О. Сушкова // II Международная научная конференция "Роль метаболомики в совершенствовании биотехнологических средств производства" по направлению "Метаболомика и качество жизни", Москва, 06–07 июня 2019 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений", 2019. – С. 368-370.

4. Шаин, С.С. Биорегуляция продуктивности растений / С.С. Шаин; под редакцией В.А. Быкова; Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии РАСХН. – Красногорск: Оверлей, 2005. – 228 с. – (Лекарственное растениеводство).

5. Сушкова, Л.О. Изучение экзогенного влияния стимуляторов на обменные процессы терпеноидов мяты перечной / Л.О. Сушкова, Л.Б. Дмитриев, В.А. Литвинский, В.Л. Дмитриева // Перспективы лекарственного растениеведения: Материалы Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора Алексея Ивановича Шретера, Москва, 01–02 ноября 2018 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений", 2018. – С. 64-69.

6. Сушкова, Л.О. Предуборочная обработка гербицидами растений *Mentha piperita* L. сорта Янтарная / Л.О. Сушкова, В.Л. Дмитриева, Л.Б. Дмитриев, С.Л. Белопухов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2016. – № 12. – С. 151-154.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ В СОЧЕТАНИИ С МАГНИЕМ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ В ПОСЕВАХ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ

В.В. Трибельгорн
ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127434, Россия, г. Москва, ул.Прянишникова, д. 31а,
tribelgorn_93@mail.ru

Обсуждаются вопросы теории и практики применения фосфорных и магниевых удобрений в длительном полевом опыте в зависимости от кислотности дерново-подзолистой почвы в посевах озимой пшеницы интенсивного сорта Московская 56.

Ключевые слова: почва, фосфор, магний, удобрения, озимая пшеница.

Работа выполнена под руководством д.с.-х. н. Н.А. Кирпичникова

При резком отрицательном балансе основных элементов питания, особенно фосфора, важно рационально использовать минеральные удобрения, особенно в интенсивных технологиях возделывания зерновых культур. Имеют значение при этом магниевые удобрения, в связи с низкой обеспеченностью дерново-подзолистых почв магнием. Одним из способов повышения эффективности фосфорных удобрений является известкование [1-4].

Целью данного исследования является изучение, в длительном полевом опыте, эффективности систематического применения фосфорных удобрений с использованием магния при различной кислотности дерново-подзолистой почвы в посевах озимой пшеницы интенсивного сорта Московская 56.

Исследования проводятся в длительном полевом опыте СШ-27, заложенном в 1966 г. на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве Центральной опытной станции ВНИИА (Московская область, Шебанцевский участок). В результате известкования изменились физико-химические свойства почвы. Почвы из группы сильнокислых перешла в группу среднекислых при внесении извести по 1,5 Нг (в вариантах 4 и 5) и слабокислых при периодическом известковании по 3,0 Нг (в вариантах 6 и 7). Существенно снизилась гидролитическая кислотность и понизилась сумма поглощенных оснований при высоких дозах извести (3,0 Нг). Содержание подвижного алюминия значительно снизилась даже при внесении небольшой дозе извести (1,5

Нг), в то время как применение одних азотно-калийных удобрений повысило содержание подвижного алюминия в 3 раза. Изменение агрохимических свойств сказались на формирование урожайности озимой пшеницы.

Так биомасса растений в значительной степени увеличилась от применения фосфорных удобрений, особенно в варианте без известкования. В 2022 году она повысилась почти в 2 раза. На известкованной почве влияние фосфорных удобрений несколько снизилась, что связанно с улучшением обеспеченности растений фосфором за счет самой извести, особенно высокой дозы. Так, при внесении извести по 3,0 Нг (pH 5,10) сухая биомасса увеличилась 2,0-2,2 раза по сравнению с фоном NK. Положительно сказалось и действие магниевых удобрений, особенно в вариантах с известкованием. Данные урожайности в таблице 1.

Таблица 1 - Влияние фосфорных и магниевых удобрений при различной кислотности почвы на урожай озимой пшеницы, ц/га

№ п/п	Вариант	Урожайность, ц/га		Среднее, ц/га	Прибавка, ц/га		Окупаемость 1 кг NPK, кг
		2021 г	2022 г		от P2O5	от Mg	
	$pH_{(KCL)}$ 4,0 (без извести)						
1.	Без удобрений	18,3	25,5	21,9	-	-	-
2.	$N_{120}K_{90}$	18,0	25,7	21,8	-	-	-
3.	$N_{120}P_{60}K_{90}$	34,7	44,9	39,8	18,0	-	6,6
4.	$N_{120}P_{60}K_{90}$ + Mg	37,0	47,4	42.2	-	2,4	7,5
	$pH_{(KCL)}$ 4,55 (11,5 т/га)						
5.	$N_{120}0K_{90}$	34,3	47,2	40,8	-	-	-
6.	$N_{120}P_{60}K_{90}$	46,9	63,5	55,2	14,6	-	12,3
7.	$N_{120}P_{60}K_{90}$ + Mg	51,9	67,0	59,5	-	4,3	13,8
	$pH_{(KCL)}$ 5,10 (17 + 6 т/га)						
8.	$N_{120}0K_{90}$ + $CaCo_3$ 2,0 + 0,5 + 0,5 Нг	45,7	58,4	52,1	-	-	-
9.	$N_{120}P_{60}K_{90}$ + $CaCo_3$ 2,0 + 0,5 + 0,5 Нг	56,0	71,6	63,8	11,8	-	15,0
10.	$N_{120}P_{60}K_{90}$ + $CaCo_3$ 2,0 + 0,5 + 0,5 Нг + Mg	61,8	76,8	69,3	-	5,5	16,1
	$НСР_{0,5}$	3,2	2,9	-	-	-	-

Урожайность озимой пшеницы, как и биомасса растений зависима от метеоусловий и применяемых удобрений.

В условиях 2022 г. урожайность озимой пшеницы сорта Московская 56 была относительно выше, чем в 2021 г., максимальная урожайность достигала соответственно 75,9 и 60,4 ц/га.

Самая низкая урожайность озимой пшеницы формировалась в вариантах контроля без удобрений, а также в варианте с применением одних азотно-калийных удобрений. Урожайность в этих вариантах практически равная, что связанно с высоким (130 мг/кг) содержанием алюминия в почве фона NK при систематическом применении физиологически кислых удобрений. При повышении содержания подвижного фосфора в почве с 19,0 до 146 мг/кг, в вариантах с внесением фосфорных удобрений и внесении свежих удобрений урожайность существенно повысилась: в варианте при pH(KCL) 4,0 без извести на 80%, а в вариантах на фонах извести на 22-36%, то есть наблюдалось снижение прибавок урожая на известкованной почве по мере снижение кислотности почвы, что обусловлено улучшением обеспеченности растений фосфором за счет известкования, особенно высокой дозой (23 т/га) почве при pH(KCL) 5,10. Урожайность в данном случае повышалась в среднем 2,4 раза.

Внесение магниевых удобрений обеспечивает достоверную прибавку урожая на известкованной почве с преимуществом (pH(KCL) 5,10). Максимальная урожайность формировалась при внесении полного удобрения на периодически известкованной слабокислой (pH(KCL) 5,10) почве с использованием магния. Урожайность при этом увеличилась по сравнению с контролем в 3,1 раза, а окупаемость минеральных удобрений (NPK) – в 2,5 раза.

Применяемые в опыте средства химизации не только повышали урожайность озимой пшеницы, но и качество зерна (табл. 2)

Таблица 2 - Показатели качества зерна озимой пшеницы

№ п/п	Вариант	2021 г.			2022 г.	
		Белок, %	Клейковина, %	Натура зерна, г/л	Клейковина, %	Натура зерна, г/л
	$pH_{(KCL)}$ 4,0 (без извести)					
1.	Без удобрений	11,9	26,1	743	24,6	752
2.	$N_{120}K_{90}$	12,0	26,4	746	25,2	754
3.	$N_{120}P_{60}K_{90}$	12,4	27,1	752	25,9	760
4.	$N_{120}P_{60}K_{90}$+ Mg	12,4	27,0	757	26,0	768
	$pH_{(KCL)}$ 4,55 (11,5 т/га)					
5.	$N_{120}0K_{90}$	12,4	26,8	750	26,7	761
6.	$N_{120}P_{60}K_{90}$	12,8	27,2	759	27,5	766
7.	$N_{120}0K_{90}$ + Mg	12,8	27,2	760	27,9	770
	$pH_{(KCL)}$ 5,10 (17 + 6 т/га)					
8.	$N_{120}0K_{90}$	12,8	27,5	758	28,7	772
9.	$N_{120}P_{60}K_{90}$	13,0	27,9	760	29,1	776
10.	$N_{120}P_{60}K_{90}$+ Mg	13,1	28,0	760	29,5	778
	НСР $_{0,5}$	1,1	1,7	15,0	1,9	17,0

Применение фосфорных удобрений оказали несущественное влияние на показатели качества зерна при всех уровнях кислотности почвы, тоже самое отличается в случае применения магниевых удобрений. Достоверное повышение содержания белка и клейковины в зерне оказала известкованная почва высокой дозы извести (23 т/га), когда реакция почвенной среды составляла больших значений (5,10 единиц).

Максимальное содержание белка (13,1% и клейковины 29,5%) обеспечивалось при сочетании фосфорных и магниевых удобрений на известкованной слабокислой почвы (pH(KCL) 5,10).

Таким образом, применение фосфорных удобрений на известкованной слабокислой почве с использованием магниевых удобрений повышает урожайность озимой пшеницы сорта Московская 56 в 3 раза относительно контрольного варианта.

Применение магниевых удобрений обеспечивает существенную прибавку урожая озимой пшеницы на известкованной слобокислой почве.

Лучшие показатели качества зерна (содержания белка и клейковины, натура зерна) получены при внесении полного минерального удобрения с использованием магния на известкованной слабокислой почве.

Литература:

1. Адрианов С.Н. Формирование фосфатного режима дерновоподзолистых почв в разных системах удобрений // М.: ВНИИА, 2004. – 296с.

2. Аристархов А.Н. Оптимизация полиэлементного состава в агросистемах России. Эколого-агрохимическая оценка состояния дефицита, резервов, способов и средств его устранения // М.: ВНИИА. 2019. – 832 с.

3. Кузьмич М.А., Капранов В.Н., Орлова Т.Г. Влияние удобрений и реакции почвенной среды на урожай и качество зерна ярового ячменя селекции Московского НИИСХ (Немчиновка) // Плодородие. 2017. № 3. – С. 1-3.

4. Шильников И.А., Аканова Н.И. Вопросы известкования почв в современных условиях // Плодородие. 2011. № 3. С. 22-24.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АГРОГОМЕОПАТИИ В АГРОЭКОЛОГИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКО ПРОДУКЦИИ

М.А. Туйчиева
Таджикский Аграрный Университет имени Ширинщох Шотемура
734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки 146
Madina.solieva@gmail.com

Современное интенсивное сельское хозяйство повысило урожайность культур, но привело к загрязнению окружающей среды, деградации почв и вредит здоровью человека. Раньше фермеры выращивали натуральные овощи и фрукты, животные ели натуральные корма, не использовались пестициды, антибиотики, стимуляторы роста и гормоны. Сегодня все это реальность!

В последнее время, увеличивается число заболеваний вплоть до онкологии, одной из причин которой является вредная еда. По оценкам ВОЗ каждый год 600 млн. человек болеют по этой причине. Сегодня растет спрос на здоровые продукты питания, производимые в экологической местности в соответствии с государственными стандартами. В понимании человека здоровые продукты ассоциируются с овощами и фруктами, производимыми без агрессивной химии. Причем граждане готовы платить больше за такие продукты питания. И рынок здоровых продуктов во всем мире стремительно развивается. Широкое использование синтетических азотных удобрений в сельском хозяйстве вызывает экологические проблемы. В этой ситуации желательно найти подходящие средства, которые усиливали бы рост растений без ущерба для качества пищи и почвы.

Органическое земледелие - ведение сельского хозяйства, которое одновременно экологически безопасное, экономически целесообразное, исключает применение пестицидов, гербицидов, химических удобрений, различных регуляторов роста растений, а также генномодифицированного посевного материала. Рынок органических продуктов — один из самых динамично развивающихся в мире. За последнее десятилетие он вырос более чем в пять раз. Но, к сожалению, в мире только 1,5 процента сельскохозяйственных угодий являются органическими. Однако во многих странах доли намного выше. Некоторые штаты Индии стремятся стать 100% органическими в ближайшие годы. В России после пандемии вырос спрос на органические продукты, оборот органические продукты на денежном выражении увеличился на 15-18 %.

Среди них в настоящее время широко развивается новая дисциплина - «Агрогомеопатия» – применение гомеопатии в сельском хозяйстве. Потенциальной выгодой от использования гомеопатии для растений является ее экономичность, а также отсутствие побочных эффектов для растений и экологических систем. Следовательно, гомеопатия идеально подходит для решения комплексных задач в биологически чистом и, прежде всего, биодинамическом сельском хозяйстве, в котором растения и их взаимодействие с окружающей средой рассматриваются в качестве единого «живого организма».

Агрогомеопатия — это один из новейших подходов в сельском хозяйстве. Все чаще применяется во всем мире для смягчения негативных последствий, вызванных неизбирательным использованием химических продуктов в традиционной сельскохозяйственной практике. Это жизнеспособная альтернатива по улучшению органического сельского хозяйства, поскольку гомеопатические лекарства представляют собой безвредные вещества, способные активировать поддающиеся измерению механизмы реакции при использовании у растений, животных и людей.

Гомеопатия — это когда подобное производит подобное, подобное привлекает подобное, подобное имитирует подобное и подобное нейтрализует подобное. Впервые в XVIII веке этот закон открыл немецкий доктор Самуэль Ганеман (нем. Christian Friedrich Samuel Hahnemann; 1755—1843).

Гомеопатические препараты воздействуют на биологические процессы растений, не вызывая токсичности. Гомеопатия говорит о целостности: нельзя разделять системы. В сельском хозяйстве не может только что-то одно отвечать за урожайность, а другое — за рост. Это всегда совокупность чего-то. Поэтому агрогомеопатия направлена на установление равновесия в биоценозе и активизацию собственных защитных сил организма.

Во всем мире агрогомеопатии уделяется много внимания. Есть исследовательские центры, обучающие школы, клиники в Англии, Бразилии, США, Индии и во всех стран Европы.

В России разработана технология, где применение гомеопатического метода рассматривают как целостный подход в процессе ухода, лечения и профилактики культурных растений. В ней рассматривается система взаимосвязанных важных элементов в цепи выращивания целебных продуктов на земельном участке без применения агрессивной химии. Это новое и только набирающее обороты направление в России. Впервые это технология была заявлена на Юбилейной XXX Московской научно-практической конференции, где получила признание и поддержку. А также на Конгрессе в Турции.

Президент РФ В.В. Путин поручил довести к 2024 году объем ввода индивидуального жилья до уровня более 40 млн кв. м в год. По данным Росстата 40% от общего объема вводимого жилья в рамках ИЖС сконцентрировано в регионах ЦФО: Белгородской, Тамбовской, Липецкой, Ульяновской и Московской областях. Такая тенденция говорит о том, что у людей появляется возможность самостоятельно выращивать здоровые растения на своих земельных угодьях. Одним из решений отказаться от химических средств в сельском хозяйстве в пользу природолюбивых и органических препаратов может быть внедрение технологии «АгроГомеопатия». Технология основана на биодинамическом и органическом земледелии с применением препаратов сверхмалых доз.

Технология «АгроГомеопатия» включает обязательных пять модулей каждый из которых имеет огромное значение в исполнении системного подхода в выращивании здоровых овощей и фруктов на земельном участке. Именно соблюдение последовательности действий всех модулей позволит получить положительный результат. На самом деле это очень простой и приемлемый метод к своим любимым культурным растениям.

Авторами являются Кондратенко Людмила Викторовна и Сухоруков Иван Алексеевич, которые работают в этом направлении уже 10 лет. Основным направлением их деятельности является проведение исследований. Провели эксперимент в Белгородский государственный аграрный университет, проблемная лаборатория селекции и промышленного семеноводства.

Эксперимент: белокрылка на перцах и баклажанах, которые выращивали по технологии – гидропоники, т.е. без использования почвы. Питание корней растений происходило в искусственно созданной среде. По итогам проведения исследования было получено ожидаемый эффект: после обработки овощных культур белокрылки тепличной на растениях не обнаружили, т. е. заселённость бела нулевая. Получена заключение профессора кафедры растениеводства, селекции и овощеводства, доктора с.-х. наук Н.В. Коцаревой о получении положительных результатов. На протяжении уже почти 10 лет они проводят эксперименты по применению СМД-препаратов от болезней и вредителей, изучая опыт других садоводов и исследователей. И только после проверенных и устойчивых результатов предлагают садоводам.

Что касается литературных источников, то, к сожалению, у нас в России только 2 книги Кавираджа «Гомеопатия для фермы и сада» и Мауте «Гомеопатия для растений» переведенные на русский язык. Изучая реперторий, авторы технологии столкнулись с проблемой, что рекомендации для устра-

нения одной и той же проблемы данные Кавираджем и Мауте отличаются. Кроме того, предложены садоводам самостоятельные системы подбора. Таким образом, на подбор препаратов для решения одной проблемы требуется довольно много времени. Это может привести к разочарованию садоводов и оттолкнуть их от применения гомеопатических препаратов для растений. Решение этой проблемы мы видим в проведении исследований в подборе гомеопатических препаратов, а садоводам предлагать уже проверенные комбинированные и монопрепараты.

Я совместно с заведующий лабораторией биохимии Институт ботаники, физиологии и генетики растений Национальной Академии Наук Таджикистан профессор Абдуллаев Абдуманоном приготовили проект исследование на теме <Изучение влияния гомеопатических препаратов на продукционные процессы пшеницы в условиях Таджикистана>. Цель работы является изучение влияния различных гомеопатических препаратов на рост, развитие и физиолого-биохимические особенности пшеницы, оценка их устойчивости в условиях изменения климата в Таджикистане.

Совместно с Российский Государственный Аграрный Университет МСХА имени К.А. Тимирязева запланирована встреча для разработки плана провести лабораторные исследовательские в Научным центре мирового уровня «Агротехнологии будущего». Цель исследование: создать определенную схему возделывания под каждую культуру без применения химических препаратов которая позволит получать высокие экономически выгодные урожаи.

Агрогомеопатия — Это новое направление, которое требует внимания исследователей в области альтернативного сельского хозяйства.

Я приглашаю всех интересованных лиц на сотрудничество для исследования агрогомеопатии и внести свой вклад в его развитие и совершенствование.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФОСФОГИПСА НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ В ПОСЕВАХ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Л.Н. Холомьева, М.Н. Можаренко

[1]*АО «Апатит», 119333, г. Москва, Ленинский пр. д. 55/1, стр. 1,*

E-mail: ldubrovskikh@phosagro.ru , E-mail: mozarenko@mail.ru

Применение фосфогипса под основную обработку почвы увеличивает урожай зерна озимой пшеницы Московская 27 на 51-54% при дозах 1, 2, 3 т/га на фоне NPK 10:26:26. Повышение урожайности связано с увеличением кустистости, количества продуктивных стеблей, массы зерна с колоса, массы 1000 зерен. Показатели качества зерна озимой пшеницы улучшались с увеличением доз внесения фосфогипса, производства АО «Апатит».

Ключевые слова: фосфогипс, озимая пшеница, качество зерна, кальций, сера, кислотность почв

В последнее время проблема обеспечения растений элементами минерального питания и регулирования физико-химических свойств почв частично решается при использовании побочных продуктов промышленности, применение которых существенно снижает затраты на производство сельскохозяйственной продукции. В этом плане интерес представляет фосфогипс (ФГ) – побочный продукт производства экстракционной фосфорной кислоты. Большие объемы его в отвалах занимают огромные площади и загрязняют окружающую среду. Проблема утилизации ФГ усиливается с каждым годом. В связи с этим возникла необходимость исследования возможности применения ФГ в сельскохозяйственном производстве, как мелиоранта, почвоулучшителя, комплексного минерального удобрения. В составе ФГ содержится более 37% кальция, 21% серы, до 1,5% фосфора, 1% кремния, небольшие количества необходимых и незаменимых в питании растений микроэлементов, в частности цинка – 0,03%. Таким образом, фосфогипс можно считать поликомпонентным кальций-серно-фосфорным удобрением.

Целью исследований являлась агроэкологическая оценка и установление биологической эффективности применения ФГ, в качестве компонента системы питания озимой пшеницы с учетом почвенно-климатических условий региона и биологических особенностей культуры.

В задачи исследований входило**:**

- выявить агрономическую эффективность и экологическую безопасность применения ФГ в полевых условиях на посевах озимой пшеницы.

- провести исследования по влиянию ФГ на агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы.

- установить агроэкологическую эффективность ФГ при формировании урожайности и качества зерна пшеницы.

В условиях Центральной Нечерноземной зоны на дерново-подзолистой суглинистой почве впервые проведено комплексное исследование эффективности применения ФГ производства Балаковского филиала АО□«Апатит» при возделывании озимой пшеницы. Изучена реакция сорта озимой пшеницы Московская 27 на применение ФГ из расчета 1, 2 и 3 т/га в чистом виде и на фоне комплексного удобрения NPK 10:26:26.

На экспериментальном участке в 2021 году внесены разные дозы ФГ, в 2022 году на этом же участке изучалось последействие ФГ при выращивании озимой пшеницы. Развитие растений озимой пшеницы за счет гидротермических условий осенне-зимнего периода, в основном за счет накопления влаги было интенсивным.

Характерной особенностью весны 2022 года отмечалось явная недостаточность положительных температур в мае месяце, особенно прохладной была первая декада мая месяца – в среднем на 2°С ниже среднемноголетних значений в этот период.

Рис.1 – Температура воздуха в период весенне-летней вегетации в 2022 г. (по данным метеостанции «Немчиновка»)

Данные за вегетационный период представлены на рис. 1 и 2. ГТК за период вегетации составил 1,15 – с мая по вторую декаду августа.

При возделывании озимой пшеницы опытные делянки размещались рендомизированное при 4-х ярусном расположении. Общая площадь делянки – 30 м^2, учетная – 24 м^2. Опыт проводили на экспериментальной базе ФИЦ «Немчиновка», (д. Соколово, Новомосковский городской административный округ) на полевых участках.

Предшественником озимой пшеницы был занятый пар (однолетние травы). Проведено дискование на 8-10 см в 2 следа (до черна) тяжелой дисковой бороной БДТ-3,0. Через 8 дней после дискования внесены удобрения и мелиорант фосфогипс с заделкой их отвальным плугом ПЛН-5-35. Подготовка к посеву выполнена с помощью агрегата «Катрос». Посев проведен также сеялкой «Amazone» 13 сентября 2021 года. Норма высева – 5 млн. всхожих зерен на гектар.

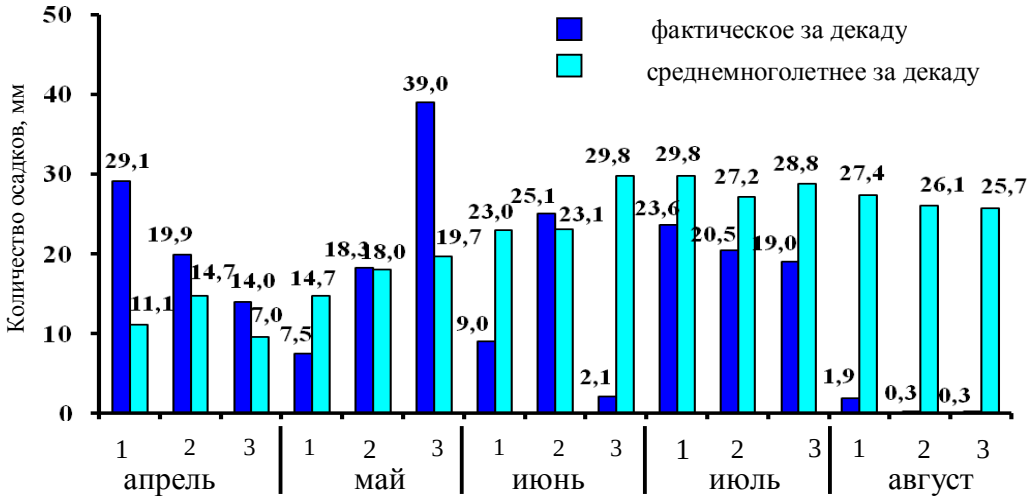


Рис. 2. Количество осадков в период весенне-летней вегетации 2022 г. (по данным метеостанции «Немчиновка»)

Схема опыта на посевах озимой пшеницы. Повторность 4-х кратная

Вариант опыта, норма внесения
1. Контроль без/удобрений
2. NPK 10:26:26 под основную обработку
3. NPK 10:26:26 +1,0 т/га ФГ под основную обработку
4. NPK 10:26:26 +2,0 т/га ФГ под основную обработку
5. NPK 10:26:26 +3,0 т/га ФГ под основную обработку
6. 1,0 т/га ФГ под основную обработку
7. 2,0 т/га ФГ под основную обработку
8. 3,0 т/га ФГ под основную обработку

Полевая всхожесть семян озимой пшеницы оказалась наименьшей на контрольном варианте без удобрений и без ФГ и равнялась 81,2 %, в варианте с внесением 1,0 т/га ФГ под основную обработку полевая всхожесть озимой пшеницы была на 0,8 % больше, в варианте с внесением 2,0 т/га ФГ полевая всхожесть озимой пшеницы была на 1,4% больше, а в варианте с внесением 3,0 т/га ФГ полевая всхожесть озимой пшеницы была на 1,9% больше по сравнению с контролем. Максимальная полевая всхожесть 85,5% установлена в варианте с внесением NPK 10:26:26 +3,0 т/га ФГ.

Применение минеральных удобрений и ФГ на прохождение фенологических фаз озимой пшеницы и их продолжительность не повлияло.

В опытах кустистость пшеницы, то есть число стеблей на квадратном метре зависело от разных доз вносимых удобрений NPK 10:26:26 и ФГ.

Норма высева озимой пшеницы составляла 5 млн. семян/га, или 500 шт/м^2. К уборке сохранялось от 306 шт/м^2 растений на контрольном варианте до 327 шт/м^2 в варианте с внесением NPK 10:26:26 + ФГ 3 т/га. В варианте с ФГ 2 т/га без NPK общее количество стеблей озимой пшеницы оказалось на 89 шт/м^2 больше, в варианте с ФГ 1 т/га без NPK на 93 шт/м^2 больше, в варианте с ФГ 3 т/га без NPK на 114 шт/м^2 больше. Применение NPK + ФГ 1 т/га увеличивало общее количество стеблей по сравнению с контрольным вариантом на 279 шт/м^2. Применение NPK + ФГ 3 т/га увеличивало показатель по сравнению с контролем на 301 шт/м^2. Максимальное число стеблей озимой пшеницы было в варианте применения удобрений NPK + ФГ 2 т/га и равнялось 844 шт/м^2.

Сноповой анализ структуры урожая озимой пшеницы показал, что биологическая урожайность возрастает в большей мере за счет увеличения количества продуктивных стеблей. Наименьшее число продуктивных стеблей 520 шт/м^2 формировалось в контрольном варианте. Больше всего количество продуктивных стеблей возрастало на фоне применения всего комплекса удобрений: количество продуктивных стеблей изменялось от 788 до 810 шт/м^2 в вариантах с применением комплекса удобрений NPK + ФГ от 604 до 624 шт. при применении ФГ.

Наименьшая масса зерна с одного колоса 0,69 г отмечалась в вариантах с применением ФГ, причём по всем дозам. В контрольном варианте она составляла 0,70 г, то есть находилась в пределах ошибки опыта. Применение ФГ на фоне NPK никоим образом не повлияло на этот показатель структуры урожая, а применение одного ФГ сформировало количество зерна в колосе, следовательно, и массу с одного колоса практически на уровне контроля.

Таким образом, биологическая урожайность озимой пшеницы зависела в основном от количества продуктивных стеблей, величину которых определило применение комплексного удобрения NPK 10:26:26 и ФГ. В варианте внесения ФГ 1 т/га биологическая урожайность была на 52,8 г/м^2, или на 14,5 % больше. В варианте внесения ФГ 2 т/га биологическая урожайность была на 54,4 г/м^2 или на 14,9 % больше, в варианте внесения ФГ 3 т/га - на 66,6 г/м^2 или на 18,3 % больше.

Таблица 1 – Структура урожая озимой пшеницы сорта Московская 27

Вариант	Число стеблей, шт/м^2		Масса зерна с колоса, г	Число зёрен с колоса, шт	Биологичес-кая урожайность, г/м^2
	всего	продуктив-ных			
Контроль	541	520	0,70	15,5	364,0
NPK	750	714	0,75	16,0	535,5
NPK + ФГ 1 т/га	842	810	0,72	15,5	583,2
NPK + ФГ 2 т/га	820	788	0,75	16,0	591,0
NPK + ФГ 3 т/га	844	804	0,75	16,0	603,0
ФГ 1т/га	634	604	0,69	15,0	416,8
ФГ 2 т/га	630	606	0,69	15,0	418,4
ФГ 3 т/га	655	624	0,69	15,0	430,6
$НСР_{05}$	12	18	0,02	0,3	12,8

Применение NPK + ФГ 1 т/га увеличивало биологическую урожайность по сравнению с контрольным вариантом на 219,2 г/м^2, или на 60,2%. Применение NPK + ФГ 2 т/га увеличивало урожайность на 227,0 г/м^2, или на 62,4%. Наибольшая биологическая урожайность пшеницы получена при внесении 3 т/га ФГ на фоне NPK и равнялась 603,0 г/ м^2, то есть была на 239 г/м^2 или на 65,6 % больше по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 2 – Урожайность озимой пшеницы сорт Московская 27, т/га

Вариант	Урожай по повторениям				Среднее	Прибавка к кон-тролю	
	I	II	III	IV		т/га	%
Контроль (без удобрений)	3,50	3,25	3,29	3,61	3,41	–	–
NPK 10:26:26 (фон)	4,65	5,07	4,85	4,91	4,87	1,46	43
Фон + фосфогипс, 1 т/га	5,13	5,27	5,08	5,16	5,16	1,75	51
Фон + фосфогипс, 2 т/га	5,56	5,13	5,25	4,98	5,23	1,82	53
Фон + фосфогипс, 3 т/га	5,08	5,39	5,47	5,09	5,26	1,85	54
Фосфогипс, 1 т/га	3,75	3,45	3,40	3,68	3,57	0,16	5
Фосфогипс, 2 т/га	3,72	3,49	3,68	3,57	3,62	0,21	6
Фосфогипс, 3 т/га	3,75	3,57	3,42	3,81	3,64	0,23	7
$НСР_{05}$, т/га					0,04		

В опыте с озимой пшеницей в варианте с применением ФГ 1 т/га прибавка урожая к контролю составляла 0,16 т/га или 5 %, на фоне применения ФГ 2 т/га - 0,21 т/га или 6 %, в варианте с применением ФГ 3 т/га - 0,23 т/га или 7 %. В варианте с применением NPK + ФГ1 т/га прибавка урожая к контролю составляла 1,75 т/га или 51 % на фоне NPK + ФГ 2 т/га - 1,82 т/га или 53%. Наибольшая урожайность в среднем по 4-м повторностям была установлена в варианте NPK + ФГ 3 т/га и равнялась 5,26 т/га, то есть прибавка урожая составляла 1,85 т/га или 54 % (табл. 2).

Таблица 3– Качество зерна озимой пшеницы Московская 27

Вариант	Белок, %	Клейковина, %	Стекловидность, %	ИДК, ед.
Контроль	11,5	22,3	68	92
NPK 10:26:26	12,4	24,2	71	84
NPK 10:26:26+ Фосфогипс 1 т/га	12,5	24,4	72	83
NPK 10:26:26 + Фосфогипс 2 т/га	12,5	24,5	74	83
NPK 10:26:26+ Фосфогипс 3 т/га	12,6	24,5	75	81
Фосфогипс 1т/га	11,7	23,1	70	89
Фосфогипс 2 т/га	11,8	23,3	70	87
Фосфогипс 3 т/га	11,8	23,4	71	87
$НСР_{05}$	0,2	0,2	1,0	2,0

Наименьшее количество белка 11,5% содержалось в зерне контрольного варианта. При применении ФГ в зерне содержалось белка на 0,2-0,3 % больше. На фоне NPK + ФГ увеличивало содержание белка в зерне на 1,0-1,1%. Наибольшее содержание белка отмечалось в варианте NPK + ФГ 3 т/га - 12,6 %. Наибольшее содержание клейковины отмечалось также в вариантах NPK + ФГ 2 т/га и NPK + ФГ 3 т/га и составляло 24,5 % (табл. 3-4).

Таблица 4 - Технологические показатели качества зерна озимой пшеницы

Вариант	Озимая пшеница Московская 27	
	натура, г/л	масса 1000 зерен, г
Контроль	827	45,2
NPK 10:26:26	819	46,9
NPK 10:26:26+ Фосфогипс 1 т/га	819	46,5
NPK 10:26:26 + Фосфогипс 2 т/га	820	46,9
NPK 10:26:26+ Фосфогипс 3 т/га	823	46,9
Фосфогипс 1т/га	825	46,0
Фосфогипс 2 т/га	826	46,0
Фосфогипс 3 т/га	826	46,0
$НСР_{05}$	2,0	0,4

В вариантах с применением только ФГ при всех дозах внесения масса 1000 зёрен была на 0,8 г больше. Наибольшая масса 1000 зёрен 46,9 г была получена в вариантах NPK + ФГ 2 и 3 т/га.

В настоящее время средняя цена на продовольственное зерно третьего класса составляет 12 000 руб/т. Ориентируясь на эту цену, была установлена стоимость валовой продукции. Наибольшая стоимость формировалась в варианте NPK + ФГ 3 т/га и равнялась 63120 руб/га (табл. 5).

Таблица 5 – Экономическая эффективность озимой пшеницы

Варианты	Стоимость валовой продукции	Производственные затраты	Чистый доход	Себестоимость, руб/т	Рентабельность, %
	руб/га				
Контроль	40920	25500	15420	7478	60,5
NPK	58440	40500	17940	8316	44,3
NPK + ФГ 1 т/га	61920	41500	20420	8042	49,2
NPK + ФГ 2 т/га	62760	42500	20260	8126	47,7
NPK + ФГ 3 т/га	63120	43500	19620	8270	45,1
ФГ 1т/га	42840	26500	16340	7423	61,7
ФГ 2 т/га	43440	27500	15940	7597	58,0
ФГ 3 т/га	43680	28500	18180	7830	63,8

Наибольший чистый доход с одного гектара формировался в варианте NPK + ФГ 2 т/га и равнялся 20420 руб/га. Наибольшая рентабельность получена в варианте применения только ФГ в дозе 3 т/га - 63,8 %.

Таким образом, внесение ФГ АО «Апатит», как в отдельном виде, так и в сочетании с NPK 10:26:26 приводило к повышению полевой всхожести, биометрических показателей, элементов структуры урожая озимой пшеницы. Максимальная хозяйственная урожайность озимой пшеницы 5,26 т/га, прибавка 54 % в варианте NPK 10:26:26+ ФГ 3 т/га. Показатели качества зерна озимой пшеницы улучшались с увеличением доз внесения ФГ.

При возделывании озимой пшеницы наибольший чистый доход 20420 т/га наблюдался в варианте NPK 10:26:26+ ФГ1 т/га, максимальная рентабельность 63,8 % в варианте ФГ 3 т/га.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОРГОВЫХ КУЛЬТУР ПО ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ ЗЕЛЕНОЙ МАССЫ В УСЛОВИЯХ ПРИОБСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А.П. Чебатарев[1], С.В.Жаркова[2]
[1]ФГБНУ ФАНЦА
656910, Россия, г. Барнаул, п. Научный городок, д. 35,
admiral160697@mail.ru
[2]ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ
656049, Россия, г.Барнаул, пр. Красноармейский, д. 98
stalina_zharkova@mail.ru

В работе представлены результаты сравнительной оценки по качеству и урожайности зелёной массы сорговых культур. Выявлены наиболее продуктивные образцы по культурам: сорго, суданская трава, сорго - суданковые гибриды.

Ключевые слова: кормовые культуры, сорго, суданская трава, зеленая масса, урожайность, качество, сухое вещество

Работа выполнена под руководством д.с-х.н. Е.Р. Шукис

Среди большого набора однолетних кормовых культур особый интерес представляют сорговые культуры. Их отличает высокая урожайность растительной массы, хорошее качество, повышенное содержание сахаров и универсальность использования. По выходу зеленой массы с единицы площади они превосходят многие другие виды кормовых злаков, а в засушливые годы и кукурузу [1,2]. Благодаря биологическим особенностями сорговых, они хорошо зарекомендовали себя в жёстких условиях. На солонцовых почвах, где много натрия, магния, хлора и других элементов, способно формировать вполне удовлетворительные урожаи листостебельной массы и семян. Поверхностная корневая система растений сорговых культур позволяет использовать даже небольшие по величине атмосферные осадки, недоступные для других культур. Положительным является то, что ритмика потребления влаги достаточно полно согласуется с сезонным распределением осадков [3].

На фоне однолетних злаков, сорговые выделяются повышенной отавностью. Это позволяет их использовать при создании летних пастбищ. Сорговые культуры отличаются повышенным коэффициентом размножения, обеспечивающим их быстрое продвижение и удешевление растительной продукции [4,5].

Сорговые успешно используются для изготовления силоса, сенажа. Такая подкормка незаменима на весь период года рациона кормления сельскохозяйственных животных. Зеленую массу суданской травы скармливают животным в свежем виде, а также приготавливают из нее сенаж и сено [6].

Цель работы: дать оценку сортам сорговых культур по показателям урожайности и качеству зелёной массы в условиях Приобской лесостепи Алтайского края.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились в 2020-2022 гг. на базе опытного участка лаборатории селекции зернобобовых и кормовых культур ФГБНУ ФАНЦА, расположенного в условиях Приобской лесостепи Алтайского края.

Опытные делянки расположены на черноземе выщелоченном (ЧВ), который характеризуется содержанием NO3 в почве 0,42 мг/100 г – обеспеченность высокая, содержание P2O5 15,28 мг/100 г – обеспеченность (по Чирикову) очень высокая, содержание K2O 19,4 мг/100г – обеспеченность (по Чирикову) очень высокая.

Объекты исследования: 15 сортов сорговых культур Алтайской (ФГБНУ ФАНЦА) и Ставропольской селекции (Северо-Кавказский ФНАЦ). Из них 6 сортов суданской травы (стандарт сорт Приобская 97), 6 сортов из группы сорго-суданские гибриды (стандарт сорт Дуплет), 3 сорта сорго (стандарт – сорт Дуплет).

Для посева образцов использовали селекционную сеялку – ССФК-7. Учетная площадь делянок 10 м^2, повторность в опыте четырехкратная, размещение делянок в 4 яруса, систематическое со смещением. Укос зелёной массы проводили в фазу вымётывания в два срока: 1 укос - 18-22.07; 2 укос – 15-17.09.

Закладка опытов, оценки, учеты и наблюдения провели в соответствии с существующими методическими указаниями [7, 8]. Биохимический состав надземной биомассы определён по общепринятым методикам в лаборатории аналитических исследований ФГБНУ ФАНЦА [9].

Статистическая обработка опытных данных осуществлялась методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10].

Результаты исследований. По признаку «урожайность зелёной массы в фазу вымётывания» у сортов суданской травы 1-го укоса колебания показателей составили от 29,2 т/га у сорта стандарта Приобская 97 до 56,4 т/га у сорта Ника (таблица 1). Достоверно превысили стандарт (29,2 т/га) сорта: Спутница на 12,2 т/га, Землячка на 20,8 т/га, Злата на 14,8 т/га, Ника на 27,2

т/га. Невысокой урожайностью в этот период отличились сорта Приобская 97 (29,2 т/га) и София (32,0 т/га).

Размах варьирования у сортов суданской травы по урожайности зелёной массы 2-го укоса составил 11,0…38,0 т/га. В среднем за годы исследования достоверное превышение урожайности сорта стандарта (11,0 т/га) показали все сорта по данной культуре в опыте. Максимальное превышение стандарта в 3,45 раза или на 27 т/га получено на сорте Землячка (38,0 т/га).

В группе сорго-суданских гибридов испытывали 5 сортов. Урожайность всех сортов в опыте в 1-ый укос достоверно превысила урожайность сорта стандарта (27,2 т/га). Превышение отмечено на 43,3% - 144,8%. Показания варьировали от 27,0 т/га у сорта стандарта до 66,1 т/га - сорт Гусар – это максимальный показатель 1-го укоса зелёной массы в данной группе сортов.

Во 2-ой укос показатели урожайности всех сортов снизились относительно показателей полученных в 1-ом укосе. Превышение по урожайности сорта стандарта отмечено у всех сортов. Максимальная урожайность сформировалась у сорта Гусар – 51,0 т/га. Таким образом, в данной группе сортов выделился сорт Гусар со средней урожайностью зелёной массы за два укоса – 58,5 т/га.

Таблица 1 - Урожайность зеленой, сухой массы сорговых за период 2020-2022 гг.

Культура	Сорт	Урожайность, т/га			
		зеленая масса		сухое вещество	
		1 укос	2 укос	1 укос	2 укос
Суданская трава	Приобская 97, st	29,2	11,0	11,0	3,8
	Спутница	41,4	23,0	15,0	9,8
	Землячка	50,0	38,0	18,0	10,0
	Злата	44,0	31,0	14,0	8,0
	Ника	56,4	32,0	20,0	12,5
	София	32,0	19,0	10,0	8,0
	$НСР_{0,5}$	4,9	3,7	4,2	4,2
Сорго-суданский гибрид	Дуплет, st	27,0	11,0	10,0	4,8
	Кирим	48,3	28,0	19,0	9,8
	Гусар	66,1	51,0	23,0	17,0
	Боярин	50,4	37,8	15,0	8,7
	Гвардеец	38,7	21,0	16,0	7,8
	Навигатор	50,0	41,0	20,0	11,0
	$НСР_{0,5}$	3,6	3,9	5,5	2,0
Сорго	Дуплет, st	28,4	13,0	12,2	5,8
	Тандем	74,7	53,0	29,0	17,0
	Галия	26,0	13,0	7,0	5,0
	Вольное	66,4	48,0	30,0	18,0
	$НСР_{0,5}$	2,0	3,9	3,4	4,8

Полевые учёты на сортах сорго выявили диапазон варьирования урожайности биомассы 1-го укоса от 26,0 т/га (сорт Галия) до 74,7 т/га (сорт Тандем), стандарт сорт Дуплет – 28,4 т/га. Значительное превышение стандарта (28,4 т/га) отмечено у сортов Тандем и Вольное соответственно на 46,3 т/га и 38,0 т/га. Такая же тенденция отмечена и во 2-ой срок укоса Данные сорта - Тандем и Вольное показали достоверное превышение стандарта (13,0 т/га) по урожайности зелёной массы показав соответственно 53,0 т/га и 48,0 т/га.

Трёхлетние исследования сортов сорговых культур по признаку «урожайность сухого вещества» выявили отличия по величине показателя, как по срокам укоса, так и по сортам в каждом сроке укоса.

У сортов суданской травы в 1-ый срок укоса урожайность сухого вещества варьировала незначительно от 10,0 т/га у сорта София до 20,0 т/га у сорта Ника, стандарт 11,0 т/га. Достоверно превысили уровень урожайности сухого вещества у стандарта (11,0 т/га) два сорта: Землячка (18,0 т/га) и Ника (20,0 т/га). Во второй срок укоса показатели урожайности сухого вещества у всех сортов снизились практически в 2 – 2,5 раза. Максимальный показатель получен у сорта Ника – 12,5 т/га, стандарт – 3,8 т/га.

Интервал варьирования урожайности сухого вещества у сортов сорго-суданских гибридов составил от 10,0 т/га у стандарта сорта Дуплет – 10,0 т/га до 23,0 т/га у сорта Гусар. Все сорта данной культуры в опыте превысили уровень урожайности стандарта (10,0 т/га). Высокую урожайность сухого вещества получили на сортах Гусар – 23,0 т/га и Навигатор – 20,0 т/га. Во втором укосе данные сорта также показали максимальный уровень показателя урожайности в опыте соответственно 17,0 т/га и 11,0 т/га. Однако в целом урожайность у всех сортов во втором укосе снизилась на 45-50%.

В группе сортов сорго два сорта: Тандем и Вольное показали максимальные результаты по урожайности сухого вещества, соответственно 29,0 и 30,0 т/га, достоверно превысив стандарт – 12,2 т/га. Во втором сроке укоса различия между минимальными показателями урожайности в опыте (сорта Дуплет – 5,8 т/га и Галия - 5,0 т/га) и максимальными (сорта Тандем – 17,0 т/га и Вольное – 18,0 т/га) достигло 300%.

В среднем за годы исследования большую урожайность сухого вещества сформировали сорта: суданской травы – Землячка и Ника; сорго-суданских гибридов – Гусар и Навигатор; сорго – Тандем и Вольное.

Биохимические исследования надземной части сортообразцов показали различия в зависимости от культуры и сорта (табл. 2).

Выявлено варьирование по содержанию сырого протеина в биомассе от 11,4 % (сорт Приобская 97, суданская трава) до 16,5% (сорт Гусар, сорго-суданские гибриды и сорт Дуплет, стандарт). Максимальные показатели содержания сырого протеина в биомасе по видам культур были определены: у сорта Ника (суданская трава) – 15,7 %, содержание у стандарта в данной группе сортов – 11,4%; у сорта Гусар (сорго-суданский гибрид) – 16,5%, показатель на уровне стандарта сорта Дуплет; в сортах сорго показатель стандарта – 16,5 %, не превысил ни один сорт, но уровень содержания сырого протеина в сортах достаточно высокий. В целом по содержанию сырого протеина в зелёной биомассе выделились сорта: Ника (суданская трава) – 15,7 %; Гусар, Навигатор, Кирим (сорго-суданский гибрид), соответственно 16,5 %, 15,8 %, 15,6 %; Тандем и Галия (сорго), соответственно 15,9 % и 16,0%.

Интервал варьирования величины содержания сырого жира у сортов в опыте в целом составил от 1,2 % у сорта Землячка (суданская трава) до 2,8 % сорт Спутница (суданская трава). Следует отметить колебания по содержанию сырого жира в биомассе и по сортам по культурам. Наивысшее содержание сырого жира в группе сортов суданской травы у сорта Спутница – 2,8 %, у сорта Гусар (сорго-суданский гибрид) – 16,5 %, сорт Вольное (сорго) – 2,3%.

Таблица 2 – Биохимический состав биомассы сорговых культур, %

Культура	Сорт	Сырой протеин	Сырой жир	Клетчатка	Зола	БЭВ
Суданская трава	Приобская 97, st	11,4	1,5	28,8	5,4	40,5
	Спутница	13,5	2,8	26,1	6,9	39,2
	Землячка	13,9	1,2	26,3	7,7	38,1
	Злата	14,2	1,8	25,6	7,2	39,2
	Ника	15,7	2,2	25,4	7,7	36,6
	София	14,6	1,9	24,8	7,1	37,0
Сорго-суданский гибрид	Дуплет, st	16,5	1,5	30,3	6,8	32,8
	Кирим	15,6	1,9	28,1	8,2	31,8
	Гусар	16,5	1,7	26,6	7,5	33,4
	Боярин	14,3	2,3	27,4	7,6	35,7
	Гвардеец	15,0	2,1	26,6	7,8	35,9
	Навигатор	15,8	1,8	26,2	7,3	33,5
Сорг	Дуплет, st	16,5	1,5	30,3	6,8	32,8
	Тандем	15,9	1,7	25,7	7,2	35,6
	Галия	16,0	1,8	23,9	8,2	35,5
	Вольное	14,6	2,3	25,6	7,0	35,4

Содержание клетчатки у всех сортов в опыте сформировалось на уровне 24-27%. Ни один испытываемый сорт не превысил по данному показателю сорта – стандарты: Приобская 97 – 28,8 % и Дуплет – 30,3 %. Высокий уро-

вень содержания клетчатки следует отметить у сортов из группы сорго-суданские гибриды: Кирим – 28,1 %, Боярин – 27,4 %, Гвардеец – 26,6 %.

По содержанию золы в биомассе все сорта в опыте превысили показатели стандартов (Приобская 97 – 5,4 % и Дуплет – 6,8 %). Интервал варьирования по данному признаку составил 5,4…8,2 %. Максимальный показатель – 8,2% у сортов Кирим (сорго-суданский гибрид) и Галия (сорго).

Содержание безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ) в сухом веществе растений очень важный показатель. В группу БЭВ входят сахара, камеди, крахмал, инулин и т.д. Животные способны, переваривая корм, углеводы переводить в жир. Поэтому питательность корма во многом зависит от количества в нём БЭВ. В нашем исследовании содержание БЭВ в биомассе всех сортов достаточно высокое. Максимальный показатель содержания БЭВ получена на сорте-стандарте Приобская 97 – 40,5%. Высокий уровень содержания БЭВ в опыте у всех сортов суданской травы: 39,2 % (сорта Спутница и Злата), 38,1% - сорт Землячка, 37,0 % - сорт София.

Заключение. Исследования сортов сорговых культур в условиях Приобской лесостепи Алтайского края в 2020-2022 гг. позволили получить данные по двум срокам укоса: по урожайности зелёной массы и урожайности сухого вещества. Были проведены биохимические исследования полученной биомассы. Полученные результаты показали, что урожайность зеленой массы 1-го укоса превышает уровень урожайности 2-го укоса. Максимальная урожайность была получена в 1-ый укос у сортов: суданской травы Ника – 56,4 т/га, Землячка – 50,0 т/га: сорго - суданские гибриды: Гусар – 66,1 т/га, Боярин – 50,4 т/га, Навигатор – 50,0 т/га; по культуре сорго сорта Тандем – 74,7 т/га и Вольное – 66,4 т/га. Трёхлетние исследования сортов сорговых культур по признаку «урожайность сухого вещества» выявили отличия по величине показателя, как по срокам укоса, так и по сортам в каждом сроке укоса. В среднем за годы исследования большую урожайность сухого вещества сформировали сорта по биомассе 1-го укоса: суданской травы – Землячка (18,0 т/га) и Ника (20,0 т/га); сорго-суданских гибридов – Гусар (23,0 т/га) и Навигатор (20,0 т/га) ; сорго –Тандем (29,0 т/га) и Вольное (30,0 т/га).

Биохимические исследования надземной части сортообразцов показали различия в зависимости от культуры и сорта. По содержанию сырого протеина в зелёной биомассе выделились сорта: Ника (суданская трава) – 15,7 %; Гусар, Навигатор, Кирим (сорго-суданский гибрид), соответственно 16,5 %, 15,8 %, 15,6 %; Тандем и Галия (сорго), соответственно 15,9 % и 16,0%. Максимальное содержание сырого жира получено в группе сортов суданской

травы у сорта Спутница – 2,8 %, у сорта Гусар (сорго-суданский гибрид) – 16,5 %, сорт Вольное (сорго) – 2,3%. Высокий уровень содержания БЭВ в опыте у всех сортов суданской травы: 39,2 % (сорта Спутница и Злата), 38,1% - сорт Землячка, 37,0 % - сорт София. Высокое содержание сырого протеина, жира, БЭВ и т.д. влияет на питательность зелёной биомассы сорговых культур, увеличивают их востребованность в животноводческой отрасли для кормления с/х животных.

Литература:

1. Агафонов, В.А. Агротехнические приёмы возделывания суданской травы в агроценозах с пелюшкой в условиях Прибайкалья / В.А. Агафонов, Б.Е. Викторович // Кормопроизводство. – 2021. – № 2. – С. 10-14.
2. Шукис Е.Р., Шукис С.К. Пути повышения урожайности и качества семян сорговых культур на юге Западной Сибири / Е.Р.Шукис, С.К.Шукис // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. - №3. – С. 30-36.
3. Гусев, В.В. Сорговые культуры в кормопроизводстве / В.В. Гусев, М.М. Халикова, В.С. Ескова, Н.В. Бахарева и др. // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018. – № 1 (18). – С. 59-62.
4. Дудкин, И.В. Продуктивность суданской травы / И.В. Дудкин, Н.В. Николайченко, Е.А. Лиховцева, М.А. Даулетов, Б.З. Шагиев, Н.И. Стрижков // «Вавиловские чтения-2018»: Международная научно-практическая конференция, посвященная 131-ой годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. – Саратов, 2018. – С. 158-161.
5. Куколева, С.С. Биохимический состав, урожайность и энергетическая эффективность надземной биомассы сортообразцов суданской травы / С.С. Куколева, Д.С. Семин, В.В. Бычкова, Ю.А. Калинин // Международная научная конференция «Агробиотехнология-2021». – Москва: ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 663-666.
6. Макарцев Н.Г. Кормление сельскохозяйственных животных. Учебник для вузов / Н.Г.Макарцев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Калуга: Изд. "Ноосфера" 2012. – 641 с.
7. Методика Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. – Выпуск 2- й. – М.: Колос, 1985. – 194 с.
8. Новоселов Ю.К., Харьков Г.Д., Шеховцова Н.С. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К.Новоселов, Г.Д.Харьков, Н.С.Шеховцова. — М.: ВИК, 1983. — 198 с.

9. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений / А.И. Ермаков, В.В. Арасимович, Н.П. Ярош и др. – Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1987. – С. 128-132.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) – М.: Колос. – 2011.–352с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОФУНГИЦИДА БАКТОФИТ, СП НА КАРТОФЕЛЕ НА РАЗНЫХ АГРОХИМИЧЕСКИХ ФОНАХ

И.А. Черников

ФГБОУ ВО «Алтайский ГАУ»

656099, Россия, г. Барнаул, пр. Красноармейский, д.98

gari_gudiny@mail.ru

Оценена эффективность применения биофунгицида Бактофит, СП на фонах без применения удобрений, при внесении в почву цеолита, аммофоса и их совместном использовании. Наибольшая биологическая эффективность и урожайность картофеля получена на варианте применения Бактофита, СП на фоне внесения цеолита.

Ключевые слова: биофунгицид, Бактофит, СП, фитофтороз, картофель, аммофос, цеолит, урожайность, структура урожайности, органическая продукция

Работа выполнена под руководством к.с.-х.н. Черепановой О.В.

Современное сельское хозяйство трудно представить без использования средств химизации. Этот факт накладывает отпечаток на качество продукции, и у населения планеты созревает потребность в получении экологически безопасной продукции. Это становится возможным при ведении органического земледелия. На сегодняшний день оно практикуется уже в 181 стране, наблюдается рост объёмов рынка в мировом масштабе, к сожалению, Россия не входит в число лидеров по производству органической продукции, однако темпы роста набирают обороты [1].

Картофель – один из важнейших источников питания человека и кормления животных. Он занимает пятое место в мире среди источников энергии в питании человека после пшеницы, кукурузы, риса и ячменя. Посевные

площади картофеля в Алтайском крае составляют около 28 тыс. га. Так в 2020 году валовый сбор клубнеплодов составил 432 тыс. тонн при урожайности в 15,4 т/га в среднем по хозяйствам [2], однако в отдельных сельхозпредприятиях производители получают 40-60 т/га товарных клубней.

Для получения высокой продуктивности культуры в технологиях возделывания картофеля предусмотрено внесение высоких доз минеральных и органических удобрений, интенсивная защита растений от колорадского жука, других вредителей и целого комплекса болезней, наибольшее распространение, среди которых в Алтайском крае имеют альтернариоз и фитофтороз. Система защиты культуры в большинстве случаев строится на применении инсектицидов и фунгицидов синтетического происхождения, что категорически неприемлемо при получении органической продукции. По официальным данным в Российской Федерации на 1 га пашни приходится 2,9 кг пестицидов, из них 1,3 кг/га - фунгициды [3]. В Алтайском крае применение пестицидов практически в 2 раза ниже и составляет 1,29 кг/га [4], тем не менее опасность нанести вред окружающей среде остается. Для органического земледелия выходом из ситуации является применение биологических препаратов на основе живых микроорганизмов или их продуцентов. Бактерии *Bacillus subtilis* уже значительно давно используются в сельском хозяйстве для улучшения состояния почвы и защиты растений от патогенной микрофлоры. Механизм действия основан на выработке антибиотиков, подавляющих развитие патогенной микрофлоры и выработке веществ, стимулирующих повышение защитных свойств растений.

Целью данной исследовательской работы было оценить эффективность применения биофунгицида Бактофит, СП на разных агрохимических фонах.

Исследования проводились в вегетационный период 2022 г. на учебном поле сельскохозяйственной опытной станции Алтайского ГАУ, расположенной в пригороде города Барнаула. Район исследований относится к почвенно-климатической зоне – лесостепь Приобья, сумма эффективных температур составляет 2200°С, сумма осадков – 477 мм, почва опытного участка – чернозем выщелоченный. Зона является благоприятной для возделывания картофеля. Опыт заложен в 4-кратной повторности, площадь делянки 3,36 м^2, схема посадки 40х70см. Варианты опыта включали (фактор А – защита от болезней): 1 – Контроль (без применения фунгицидов); 2 – 2-кратная обработка биофунгицидом Бактофит, СП вегетирующих растений картофеля (норма расхода препарата – 3 кг/га, расход рабочей жидкости – 200 л/га, способ применения – опрыскивание, время обработки – начало бутонизации, цветение).

Варианта опыта закладывали на 4 агрохимических фонах (фактор Б): без удобрений; цеолит (300 кг/га); цеолит (300кг/га) +аммофос (300кг/га); аммофос (300кг/га). Удобрения вносили под предпосевную культивацию.

Оценку биологической эффективности биофунгицида проводили согласно, методических указаний по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве [5]. Учет урожайности проводили по методике Госсортсети [6]. Обработку от колорадского жука проводили дважды по мере появления личинок младших возрастов сплошным опрыскивание всех вариантов опыта биоинсектицидом Битоксибациллин, СП (2кг/га).

Погодные условия (табл. 1) вегетационного периода 2022 года были стрессовыми для растений картофеля, начало периода характеризовалось повышенной засушливостью (в мае выпало 11,4% осадков от среднемноголетней нормы), что отразилось на задержке появления всходов растений. В июне осадков выпало значительное количество, на период активного прироста клубней (июль, август) вновь отмечался сильный дефицит. Среднесуточные температуры воздуха были несколько выше среднемноголетних показателей. В мае среднесуточная температура превышала среднемноголетний показатель на 4,9^{o}С, пахотный слой почвы быстро пересох и растения испытывали острый дефицит.

Таблица 1 – Погодные условия вегетационного периода 2022 г. (Метеостанция АГАУ*)

Месяц	Сумма осадков по декадам, мм			Всего, мм	Средние многолетние, мм	В % от средних многолетних
	I	II	III			
май	1,0	0,8	3,0	4,8	42	11,4
июнь	32,4	60,3	22,8	115,5	47	245,7
июль	41,4	0,4	14,3	56,1	64	87,7
август	10,0	5,0	1,3	16,3	49	33,3
всего				192,7	202	95,4
Месяц	Средние температуры по декадам, ^{o}С			В среднем, мм	Средние многолетние, мм	В % от средних многолетних
	I	II	III			
май	9,4	20,6	20,9	17,0	12,1	140,5
июнь	13,7	20,8	21,5	18,7	17,7	105,6
июль	18,5	19,2	20,9	19,5	19,9	98,0
август	20,5	15,2	17,0	17,6	17,0	103,5
среднее				18,2	16,7	109,0

АГАУ* - Алтайский государственный аграрный университет

На опытном участке на вегетативных частях растений проявлялся только фитофтороз, первые симптомы болезни обнаружены в конце июня в виде единичных усыханий кончиков листьев на единичных растениях. Обработку биофунгицидом провели 30 июля после первого учета. Показатели распространённости и развития болезни были незначительными и не превышали 5% и 2% соответственно. Однако по мере развития растений болезнь тоже развивалось. Учеты, проведенные через 14 дней после первой обработки (таблица 2), показали, что распростарнение фитофтороза более интенсивно шло на вариантах, где обработка биофунгицидом не проводилась. Было отмечено, что на вариантах с внесением почву аммофоса распространённость заболевания была выше. В первый учет имели очень высокие показатели биологической эффективности применения Бактофита относительно аналогичных агрохимических фонов на контрольных вариантах. Так же было отмечено, что фон внесения цеолита не оказывал на растения ослабевающего действия, в отличие от фонов с внесением аммофоса. Удобрения в почве на фоне засухи оказали негативное влияние на развитие растений и их устойчивость к патогенам.

Ко второму учету распространённость и развитие заболеваний нарастали. На вариантах применения Бактофита распространённость составила 53-70%, при этом интенсивность развития болезни нарастала незначительно (10,6-28%), тогда как на контроле этот показатель составлял 43,2-70,0 %.

Таблица 2 – Биологическая эффективность применения биофунгицида Бактофит, СП

Вариант опыта		Учеты							
биофунгицид (фактор А)	агрохимический фон (фактор Б)	2-й учет (14 июля)				3-й учет (28 июля)			
		$Р^{*}$	R^{**}	$Э^{Б}$	$Э^{А}$	Р	R	$Э^{Б}$	$Э^{А}$
Бактофит, СП	без удобрений	3	0,6	-	93,3	68	27,2	-	61,1
	цеолит	3	0,6	0	92,5	53	10,6	61,0	75,8
	цеолит+аммофос	18	3,6	0	58,1	65	19,5	28,3	54,9
	аммофос	20	4,0	0	53,5	70	28,0	0,0	52,9
Контроль (без бработки)	без удобрений	45	9,0	-	-	100	70	-	-
	цеолит	40	8,0	11,1	-	73	43,8	37,4	-
	цеолит+аммофос	43	8,6	4,4	-	80	43,2	38,3	-
	аммофос	43	8,6	4,4	-	90	59,4	15,1	-

$Р^{*}$ - распространённость болезни, %, R^{**} - развитие болезни, %,
$Э^{Б}$ – биологическая эффективность относительно фона без удобрений по фактору А,
$Э^{А}$ – биологическая эффективность относительно аналогичного агрохимического фона на контроле, %

При определении структуры урожайности клубней картофеля определяют массу и количество клубней в одном гнезде, определяют товарность

клубней. К товарным относят клубни не проходящие через решето с размером ячейки 35х35 мм и проходящие через отверстия с размером 80х80 мм. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Структура урожайности и урожайность картофеля

Вариант опыта		Общая масса клубней, г	Товарные (35-80мм)		Урожайность, т/га
биофунгицид (фактор А)	агрохимический фон (фактор Б)		Масса, г	Шт.	
Бактофит, СП	без удобрений	780	755	7,0	26,9
	цеолит	1065	1028	7,2	36,7
	цеолит+аммофос	959	908	8,2	32,4
	аммофос	774	720	6,8	25,7
Контроль (без обработки)	без удобрений	723	686	7,2	24,5
	цеолит	928	857	7,0	30,6
	цеолит+аммофос	758	687	6,2	24,5
	аммофос	688	655	6,8	23,4

Опрыскивание растений препаратом Бактофит, СП способствовало увеличению всех показателей. По общей массе клубней в гнезде прибавки составили 57-201г, по массе товарных клубней прибавки составили 65-221г в зависимости от агрохимического фона. Защита вегетативных частей от фитофтороза способствовала увеличению фотосинтезирующей поверхности, что в конечном итоге положительно сказалось на накоплении общей биомассы и в том числе массе клубней, максимальная прибавка получена при предпосевном внесении в почву удобрений цеолит и цеолит совместно с аммофосом.

Выводы. Для получения безопасной органической продукции рекомендовано применение биофунгицида Бактофит, СП путем опрыскивания вегетативной части растений картофеля при появлении первых симптомов фитофтороза. Наибольшая биологическая эффективность получена на фоне применения удобрения цеолит, здесь же получена наибольшая урожайность товарных клубней

Литература:

1. Органическое сельское хозяйство России в преддверии вступления в силу закона об органической продукции: информ. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.

2. Посевные площади и валовой сбор урожая сельскохозяйственных культур в Алтайском крае. 2020: Стат. бюл./ Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. – Барнаул, 2021. -112 с.

3. Проект государственного доклада о состоянии и об охране окружающей среды в 2019 [Электронный ресурс]. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации.

4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2018 году. – Барнаул, 2019. – 194 с.

5. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / Всероссийский НИИ защиты растений. - СПб. :, 2009. – 379 с.

6. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (картофель, овощные и бахчевые культуры). Выпуск 4. – Москва, 2015. – 61с.

УДК 631.4: 531.619

АГРОХИМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА В СОСТАВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Е.С. Шершнева, Ю.А. Мажайский
ООО « Эко-Изыскания»
390006, г. Рязань, ул. Фирсова, дом 27, литера Л, офис 202
yekaterina.shershnewa@yandex.ru

Проведено изучение действия и последействия дозированного внесения осадка сточных вод кожевенного производства в составе органических удобрений на агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы и накопление макроэлементов в вегетативных органах ярового тритикале сорта «Амиго» и райграса однолетнего сорта «Изорский». Исследования проведены в период 2016-2019 гг.

Результаты показали, что наиболее эффективной дозой использования ОСВ является 20 т/га в составе удобрений с добавлением торфа и песка.

Ключевые слова: осадок сточных вод, кожевенное производство, райграс однолетний, тритикале яровое.

Приоритетным направлением в озеленении и благоустройстве является производство удобрений на основе органических отходов, решающее две экологические проблемы – утилизации отходов и повышения качества почвенного покрова. Органические удобрения на основе осадка кожевенного стока являются альтернативной заменой широко используемым традиционным орга-

ническим удобрениям из отходов животноводства и птицеводства. Основным условием при этом является агроэкологическая безопасность новых продуктов и их биологическая эффективность при выращивании растений.

Углубленного изучения при этом требуют процессы изменения агрохимических и токсикологических показателей дерново-подзолистой почвы под влиянием осадков кожевенного производства в условиях длительного применения. В связи с чем, тема исследований является актуальной [1, 2, 4, 5]

Положительный агрохимический и биологический эффект от применения продуктов переработки ОСВ в озеленении подтвержден результатами многочисленных научных исследований [1, 3, 8].

Цель исследований: изучение эффективности доз внесения осадка сточных вод кожевенного производства в составе различных органических удобрений в дерново-подзолистую почву.

Методика исследований. Исследования проводились в период с 2016 – 2019 г. на опытном полигоне ВНИИОУ – филиал ФГБНУ«Верхневолжский ФАНЦ» в мелкоделяночном полевом опыте. Для исследований были подготовлены опытные партии удобрений на основе осадка сточных вод кожевенного производства, различающихся по качественному и количественному составу наполнителей, добавленных к осадку сточных вод (состав 1 – ОСВ, инертный грунт, дерново-подзолистая почва; состав 2 – ОСВ, дерново-подзолистая почва; состав 3 – ОСВ, торф, песок). В зависимости от содержания общего азота и тяжелых металлов в удобрениях были подобраны дозы осадка сточных вод (20, 30, 50 т/га) в их составе для внесения в дерново-подзолистую почву. В контрольном варианте удобрения не вносились.

Общая площадь полевого мелкоделяночного опыта 76,5 м^2. Размер делянки 1 м х 1,5 м. Расположение делянок рандомизированное. Повторность трехкратная. Варианты опыта:

1 вариант – контроль без внесения удобрений

2 вариант – ОСВ 50 т/га в составе удобрения № 1;

3 вариант - ОСВ 30 т/га в составе удобрения № 2;

4 вариант - ОСВ 20 т/га в составе удобрения № 3;

Почва опытного участка супесчаная дерново-подзолистая, По содержанию гумуса слабогумусированная (1,3-1,5 %). Содержание обменного фосфора среднее, калия низкое, слабокислая реакция среды.

Органические удобрения вносили в почву весной 2016 года под посев ярового тритикале сорта «Амиго». Последующей культурой на опытном участке в 2017 году, через год после внесения удобрений, был райграс сорта

«Изорский». Последействие удобрений в 2018, 2019 годах изучалось в посевах райграса сорта «Изорский» без дополнительного посева семян.

Посев культур проводился вручную. Норма высева тритикале 220 кг/га, норма высева райграса 40 кг/га.

Эффективность удобрений на основе осадков кожевенного стока оценивали по изменениям агрохимических показателей в дерново-подзолистой почве опытного участка и урожайности тритикале и райграса общепринятыми методами.

Результаты исследований. Анализ результатов исследований химического и агрохимического состава ОСВ подтвердил ранее полученные данные, согласно которым ОСВ кожевенного производства по содержанию основных питательных макроэлементов и органического вещества обладает агрономической ценностью и соответствует действующим нормативным требованиям: содержание общего азота в более 0,5 %, органического вещества от 40 до 50 %, общего фосфора менее 2 %, общего калия более 0,2 %. [1,3,5,8,9]

Действие дозированного применения ОСВ (20, 30, 50 т/га) в составе удобрений сопровождалось оптимизацией обменной, гидролитической кислотности, суммы обменных оснований дерново-подзолистой почвы, повышением содержания органического вещества, подвижных форм фосфора, калия, повышении урожайности растений ярового тритикале, зеленой массы райграса. Наибольший эффект при внесении ОСВ кожевенного производства в составе удобрений в дерново-подзолистую почву проявился в дозе 20 т/га с добавлением к осадку торфа и песка (табл. 1).

Реакция почвенной среды изменялась от слабокислой в контроле до близкой к нейтральной и нейтральной в опытных вариантах в зависимости от дозы внесения ОСВ и состава удобрений на его основе, изменяясь незначительно в последующие годы. Показатели pH увеличивались на 4-13 %. В последействии второго, третьего, четвертого годов после внесения эффект сохранялся на уровне 10 %.

Действие 1-го года, дозированного внесения ОСВ на содержание органического вещества в дерново-подзолистой почве опытного участка в посевах ярового тритикале характеризовалось его увеличением на 12- 48 % в зависимости от состава удобрения. Последействие на содержание органического вещества сохранялось в посевах райграса в течение 4 лет на уровне 10-41%.

Эффективность увеличения содержания подвижных форм фосфора в дерново-подзолистой почве по действию и последействию ОСВ составила по $P_2O_{5\ подв.}$ 71-100 % при добавлении к осадку растительного грунта или торфа.

Таблица 1 – Агрохимические показатели дерново-подзолистой почвы под влиянием органических удобрений на основе ОСВ кожевенного производства в дозе 20 т/га

№	Вариант опыта	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1	Контроль (без внесения)	5,64±0,01	5,50±0,01	5,90±0,01	5,55±0,01
4	ОСВ, 20 т/га	6,35±0,01	6,05±0,22	6,20±0,10	6,10±0,17
Содержание органического вещества, С %					
1	Контроль (б/у)	1,51±0,07	1,51±0,03	1,38±0,01	-
4	ОСВ, 20 т/га	2,24±0,02	2,24±0,08	1,76±0,05	-
Содержание подвижного фосфора (P_2O_5), мг/кг					
1	Контроль (б/у)	66,96 ±3,26	47,97±0,94	67,00±0,11	67,00±0,11
4	ОСВ, 20 т/га	89,00±0,84	70,00±2,56	81,00±2,26	81,00±2,26
Содержание подвижного калия (K_2O), мг/кг					
1	Контроль (б/у)	55,96±2,73	47,97±0,94	44,92±0,27	41,78±0,50
3	ОСВ, 30 т/га	71,00±2,96	58,00±2,92	48,00±2,02	53,00±0,84
Среднее содержание аммиачного азота, мг/кг					
1	Контроль (б/у)	2,24 ±0,44	0,43±0,19	0,85±0,21	-
4	ОСВ, 20 т/га	4,92±0,83	0,79±0,36	1,64±0,44	-

На повышение содержания K_2Oобм. эффективность удобрений в 1-ый год после внесения проявилась в дозе внесения ОСВ 30 т/га и составила 27%, при внесении удобрения с добавлением растительного грунта. При более высокой дозе осадка 50 т/га эффект проявился на 4 год и составил 113%.

Действие и последействие удобрений на изменение азотного режима проявилось в повышении содержания аммонийного азота в почве в среднем на 21-61% в зависимости от влажности почвы, фазы вегетации растений и состава удобрений. Наибольшую эффективность выявлена при дозе ОСВ 30 т/га в составе удобрения с включением растительного грунта.

Показателем положительного влияния органического удобрения на агрохимический состав дерново-подзолистой почвы является накопление макроэлементов в генеративных и вегетативных органах растений. Достоверные результаты по вариантам опыта были получены в первый год внесения удобрений и составляли в дозе 20 т/га (табл. 2).

Биологическое действие и последействие органических удобрений на основе ОСВ кожевенного производства выражается в повышении урожайно-

сти растений ярового тритикале по зерну на 100 %, соломе – на 75 % и зеленой массы райграса однолетнего на 221-351%, что связано с повышением микробиологической активности и улучшением азотного режима почвы.

Таблица 2 - Влияние органических удобрений на основе ОСВ кожевенного производства на содержание азота в биомассе растений

№	Вариант опыта	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Содержание азота в соломе ярового тритикале (2016 г.) и в сене райграса однолетнего (2017, 2018 г.), %				
1	Контроль (без внесения)	0,48±0,012	1,48±0,11	0,65±0,021
4	ОСВ, 20 т/га	0,87±0,038	1,56±0,122	0,76±0,029

Вывод: Использование ОСВ кожевенного производства в составе органических удобрений в дозе 20 т/га при выращивании ярового тритикале и райграса однолетнего является безопасным приемом повышения плодородия слабогумусированной супесчаной дерново-подзолистой почвы. Длительность последействия данных удобрений сохраняется в течение 3-4 лет.

Литература:

1. Анциферова, Е.Ю. Эколого-агрохимическая оценка осадков сточных вод, используемых в качестве удобрения : автореф. дис. [Текст] / Анциферова Елена Юрьевна. – Москва, 2003. – 23 с.

2. Борушко, Н.П. Анализ методов очистки сточных вод кожевенных предприятий [Электронный ресурс] / Н.П. Борушко // Поколение будущего: взгляд мологдых ученых : Материалы VI международной молодежной научн.конф. – Курск. – 2017. – Режим доступа : https://elibrary.ru/item.asp?id=32386695.

3. Брындина, Л.В. Влияние биологически очищенного осадка сточных вод на рост и развитие декоративных растений [Текст] / Л.В. Брындина, О.В. Бакланова // Лесотехнический журнал. – 2019. № 1. – С. 23-30.

4. Грехова, И.В. Применение осадка сточных вод в составе грунтов [Электронный ресурс] / И.В. Грехова, В.Ю. Грехова, А.А. Михайловска, Н. Ю. Приветкина // Вестник Кемеровского ГУ. – 2015. – № 1-2 (61). – Режим доступа: https://vestnik.kemsu.ru/jour/article/view/478

5. Иманкулова, А.С. Новые направления использования отходов кожевенного производства [Электронный ресурс] // А.С. Иманкулова, А.К. Курманалиева. – Известия КГТУ им. Раззакова. – 2018. – № 46. Режим доступа : https://elibrary.ru/item.asp?id=36293779

6. Карякина, С.Д. Агроэкологическая эффективность аэробного компостирования осадков сточных вод при производстве органических удобрений [Текст] / С.Д. Карякина, А.В. Карякин, В.А. Касатиков // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 3. – С. 14-18

7. Мажайский, Ю.А. Использование осадка сточных вод кожевенного завода при выращивании декоративных растений на городских территориях [Электронный ресурс] / Ю.А. Мажайский, С.В. Гальченко, Е.А. Долматович // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2009. – 2009. – №4. – Режим доступа : https://elibrary.ru/item.asp?id=12518140

8. Мерзлая, Г.Е. Агрохимические аспекты использования осадков сточных вод для рекультивации земель различного назначения [Электронный ресурс] / Г.Е. Мерзлая, Р.А. Афанасьев // Агроэкология. – 2020. – № 8. – Режим доступа https://sciencejournals.ru/view-issue/?j=agro&y=2020&v=0&n=8

Содержание

Shevtsova S.B. 150th anniversary of academician Konstantin Kaetanovich Gedroits 4

Анка М., Серегина И.И. Влияние биорегуляторов роста на биохимический состав зерна яровой пшеницы 7

Алёшин М.А., Завалин А.А. Продуктивность гороха при использовании ризоторфина и n-удобрения на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности 11

Ахметжанов Д.М., Серегина И.И. Инновационные технологии выращивания яровой пшеницы и получение хорошего качества сырья в условиях окислительного стресса 17

Болтунов Е.А., Шерстобитов С.В., Менщикова А.А. Водорастворимые удобрения в качестве основного под яровую пшеницу с использование спутниковых навигационных систем 22

Боровик Р.А., Шкуркина А.С. Влияние применения хелатов редкоземельных элементов на фотосинтетический аппарат кукурузы при пониженных температурах 28

Бородина Е.С., Семешкина П.С. Продуктивность культур севооборотов при применении удобрений и их влияние на биологическую активность почвы 33

Волкова М.А., Лапушкин В.М., Лапушкина А.А. Эффективность капсулированного карбамида при выращивании яровой пшеницы на дерново-подзолистой почве 39

Воронин Д.М. Эффективность листовых подкормок микроэлементным удобрением мегамикс-профи в повышении продуктивности озимой пшеницы 44

Гальченко Е.И., Серегина И.И., Елисеева О.В. Технологии выращивания редьки дайкон при использовании биорегуляторов роста 50

Гребенникова Т.В. Эффективность серосодержащих удобрений в агроценозах зерновых культур 53

Гусейнова Л.А. Мучнистая роса вишни в условиях западной части Азербайджана 61

Ерсак М.В.Возможность использования тест-метода определения фосфатов в цифровизации процесса выращивания сельскохозяйственных культур 68

Зайцев Ф.И., Серегина И.И., Белопухов С.Л. Влияние новых защитно-стимулирующих органоминеральных комплексов на степень реализации элементов потенциальной продуктивности растений яровой пшеницы в различных условиях водообеспечения 74

Занозина О.Д. Урожай и качество семян горчицы сарептской при внесении различных доз водорастворимого микроудобрения 77

Игралиев Ф.Г., Лапушкин В.М., Лапушкина А.А. Действие новых форм аммофоски с различным покрытием гранул на урожай яровой пшеницы 82

Ильюшенко И.В. Применение минеральных удобрений под сахарную свеклу в различных зонах Российской Федерации за 2016-2020 г. 86

Квитко В.Е., Щуклина О.А. Оценка показателей продуктивности яровой тритикале при применении ретардантов в условиях московской области 91

Козлов И.Г., Боровик Р.А. Влияние редкоземельных элементов на всхожесть и развитие проростков пшеницы яровой 95

Кутырева Д.Е., Козлова А.В. Эффективность магниевых удобрений агромаг в агроценозе с картофелем 99

Лоткова В.В. Оценка эффективности серных подкормок озимой пшеницы на черноземе типичном в условиях ЦЧР 106

Любунь Е.В., Шумихина А.Н. Влияние пестицидов и агрохимикатов при выращивании лекарственного растительного сырья и фармацевтических субстанций растительного происхождения 111

Меренков К.Э., Гавриков В.Р.Влияние биостимуляторов на урожай и качество урожая яровой пшеницы в условиях загрязнения почвы тяжелыми металлами 114

Музраев В.Н.Влияние минеральных удобрений на содержание подвижного фосфора в светло-каштановой почве сухостепной зоне республики Калмыкия 119

Ньямбосе Д. Влияние азотных удобрений и биологических препаратов на урожайность зерна яровой пшеницы 122

Олейник Е.А. Сравнение определения содержания гумуса по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО с методом Б.А. Никитина с колориметрическим окончанием по Орлову-Гриндель 126

Полукарова А.Р. Влияние нитроаммофоски на урожайность и качество зерна кукурузы в условиях Центральной зоны Кубани 130

Постникова К.В. Влияние последействия удобрений на урожайность и качество зерна яровой пшеницы 134

Семенова А.И. Эффективность применения азотных удобрений под яровую пшеницу сорта тризо на дерново-подзолистых почвах с разным содержанием подвижного фосфора 138

Сушкова Л.О. Динамика накопления компонентов эфирного масла мяты перечной сорта Краснодарская 2 под влиянием дифлюфеникана 142

Трибельгорн В.В. Эффективность фосфорных удобрений в сочетании с магнием при различной кислотности почвы в посевах озимой пшеницы 147

Туйчиева М.А. Эффективность агрогомеопатии в агроэкологии сельского хозяйства и для получения эко продукции 151

Холомьева Л.Н., Можаренко М.Н.Эффективность применения фосфогипса на дерново-подзолистой почве в посевах зерновых культур 155

Чебатарев А.П., Жаркова С.В. Сравнительная оценка сорговых культур по хозяйственно ценным признакам зеленой массы в условиях приобской лесостепи Алтайского края 162

Черников И.А. Эффективность биофунгицида бактофит, СП на картофеле на разных агрохимических фонах 169

Шершнева Е.С., Мажайский Ю.А. Агрохимическая эффективность осадков сточных вод кожевенного производства в составе органических удобрений 174

Содержание 180

Научное издание

Под редакцией академика РАН
Завалина Алексея Анатольевича

«Современные проблемы агрохимии, агропочвоведения и агроэкологии»

Материалы
56-й Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием молодых ученых,
специалистов-агрохимиков и экологов,
посвященной 150-летию со дня рождения
академика Константина Каэтановича Гедройца

ISBN 978-5-9238-0274-0

Компьютерная верстка – Бражникова Н.В.

Издание выполнено в редакционно-издательском отделе ВНИИА
Лицензия на издательскую деятельность ЛР 040919 от 07.10.98
Лицензия на полиграфическую деятельность ПЛД №53-468 от13.08.99
Подписано в печать 16.01.2023 Формат 60x84/16
Усл.печ.л. 11,5 Тираж 500 экз. Заказ № 2
Почтовый адрес: 127434 Москва, ул. Прянишникова, д. 31-А
Тел. (499) 976-25-01, e-mail: pl@vniia-pr.ru