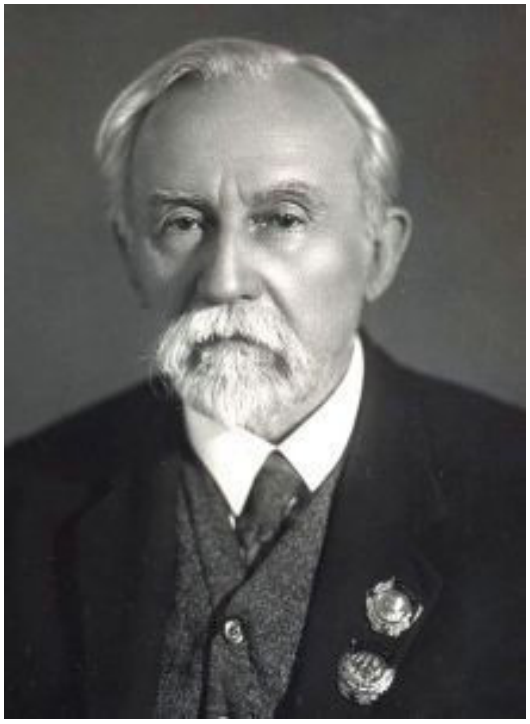
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

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

Материалы 55-й Всероссийской с международным участием конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, приуроченной к 90-летию Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н. Прянишникова



«ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ В АГРОХИМИЧЕСКОЙ НАУКЕ»
(22 декабря 2021 г.)

Москва 2022

УДК 631
ББК 40.40

Под редакцией академика РАН
Сычева В.Г.

«Основные направления и современные подходы в агрохимической науке» Материалы 55-й Всероссийской с международным участием конференции молодых ученых, специалистов-агрохимиков и экологов, приуроченной к 90-летию Всероссийского научно-исследовательского института агрохимии имени Д.Н. Прянишникова (ВНИИА): / Под редакцией академика РАН Сычева В.Г. – М.: ВНИИА, 2022. – с.

ISBN 978-5-9238-0263-4

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 978-5-9238-0263-4 **УДК 631**
ББК40.40

© Коллектив авторов, 2022
© ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», 2022

ВЛИЯНИЕ ПОДКОРМОК АЗОТНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА УРОЖАЙНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Д. Аленичева, О.А. Щуклина

ФБГУН Главный ботанический сад им Н.В. Цицина РАН

127276 г. Москва, Ботаническая ул., дом 4

alenicheva_a@mail.ru, oashuklina@gmail.com

В полевом опыте оценивали влияние азотного питания на формирование урожайности и качество зерна новых сортов яровой тритикале. Полученные результаты свидетельствуют о том, что сорт Тимирязевская 42 обладает более высокой отзывчивостью на внесение повышенных доз азотных удобрений, а также отзывчив на дробное внесение удобрений. Ботаническая 4 показала высокие результаты при дозе 90 кг д.в./га.

Ключевые слова: яровая тритикале, азотные удобрения, урожайность, продуктивность, аммиачная селитра

Актуальной проблемой современного земледелия является проблема засухи и других аномальных проявлений климата. Это подогревает интерес к культурам, которые положительно показывают себя в приспособленности к неблагоприятным погодным условиям [2, 4, 9]. Одной из таких культур является тритикале. Заинтересованность к этому растению наблюдается как в нашей стране, так и за ее пределами.

Опыт мирового земледелия убедительно показывает, что уровень урожайности тесно связан с количеством применяемых удобрений. Азотное питание растений является одним из важнейших условий для формирования зерна высокого качества [2, 4, 8, 10]. В связи с этим возникает необходимость в разработке и всестороннем изучении доз и сроков подкормок азотными удобрениями новых сортов яровой тритикале Тимирязевская 42 и Ботаническая 4 в условиях Центрального района Нечерноземной зоны [3, 4].

Цель исследования: Изучение особенностей формирования урожайности сортов яровой тритикале Тимирязевская 42 и Ботаническая 4 при внесении разных доз и сроков внесения азотных удобрений.

Тритикале – искусственно созданная культура, которая может превосходить пшеницу и рожь по отдельным признакам. Эта культура устойчива к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и наиболее опасным болезням, в чём превосходит как пшеницу, так и рожь. [1, 5, 6].

Методика исследования. Для изучения влияния подкормок азотными удобрениями на урожайность новых сортов ярового тритикале в 2020 году был проведен полевой опыт на базе Главного ботанического сада имени Н.В. Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) в отделе отдаленной гибридизации.

Московская область относится к Нечернозёмной зоне с умеренно-континентальным климатом. Отдел отдаленной гибридизации ГБС РАН расположен на северо-западе Московской области в Истринском районе.

Перед закладкой опыта были проведены анализы для определения основных агрохимических показателей почвы, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Агрохимические характеристики почвы опыта

Гумус, % (по Тюрину, ГОСТ 26213-91)	pH $_{KCl}$(ГОСТ 26483-85)	$H_г$ (ГОСТ 26212-91)	S(ГОСТ 27821-88)	T	V, %	P_2O_5	K_2O
		мг-экв/100 г почвы				по Кирсанову, ГОСТ 26207-91, мг/кг сухой почвы	
1,9-2,0	5,9-6,1	3,5-4,0	5,1-7,4	8,6-11,4	59-65	150	119

В качестве объекта наших исследований были использованы сорта яровой тритикале (x*Triticosecale* Wittm.) Тимирязевская 42 и Ботаническая 4.

Сорта ярового тритикале Тимирязевская 42 и Ботаническая 4, были выведены коллективом авторов ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В.

Цицина Российской академии наук (ГБС РАН) и ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии (ФГБНУ ВНИИСБ) [5].

Посев производили в принятые для данной зоны сроки с нормой высева 5,0 млн. всхожих семян на 1 га Т-25А с навесной сеялкой СН-10 с шириной захвата 1,05 м.

Азотные удобрения вносились согласно схеме опыта в виде аммиачной селитры вручную в два срока – первая подкормка сразу после посева с шагом от 30 до 150 кг д.в./га и подкормка в дозе 30 и 60 в вариантах N90 + N30 и N90+N60 кг д.в./га в фазу выхода в трубку. Предшественником яровой тритикале являлся чистый пар. Опыт проводился в 4-х кратной повторности. Площадь учетной делянки 10 м^2.

Метеорологические условия вегетационного периода 2020 года, были неоднозначными. Температурный режим был близок к среднемноголетним значениям при избыточных осадках. Переизбыток почвенной влаги в 3 декаде мая, пагубно повлияла на продуктивность растений тритикале. Повышение температуры воздуха со второй декады июля по вторую декаду августа сопровождалось резким уменьшением количества осадков. Это могло оказать непредсказуемое влияние на результаты экспериментов.

Результаты и обсуждение. Урожайность является основным показателем эффективности возделывания сорта, поэтому при изучении эффективности азотных удобрений структура урожая является неотъемлемой частью плана исследований. Урожайность растений зависит о многих факторов, таких как генотип сорта, метеорологические условия, устойчивость к климатическим условиям, болезням и вредителям [2].

Применение азотных удобрений, как и ожидалось, положительно отразилось на интенсивности роста и развития яровой тритикале сортов Тимирязевская 42 и Ботаническая 4, что в свою очередь повлияло на увеличение урожайности зерна (рис.1)

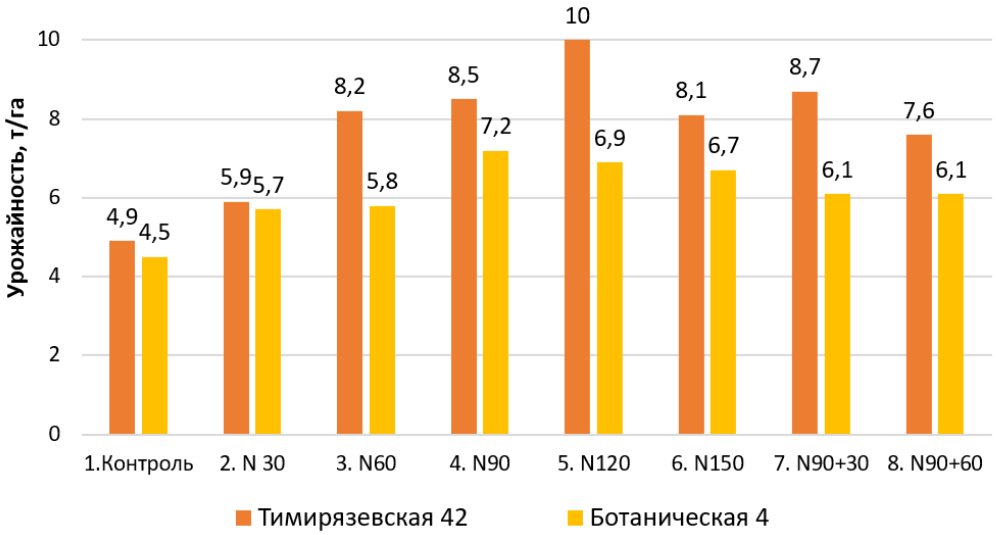


Рисунок 1- Урожайность растений яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 и Ботаническая 4, т/га

Анализируя урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 не значительно отличалась друг от друга, но внесенные дозы азотных удобрений и подкормок сильнее повлияли на увеличение урожайности сорта яровой тритикале Тимирязевкая 42, чем на Ботаническая 4.

Урожайность яровой тритикале Тимирязевская 42, без применения удобрений, составила 4,9 т/га. Была отмечена высокая отзывчивость сорта на применение азотных удобрений. Применение аммиачной селитры при посеве в дозе от 30 до 150 кг д.в./га позволило увеличить урожайность зерна от 67 до 104% по отношению к контролю. Внесение дробной дозы азотных удобрений увеличивало урожайность зерна. Для получение высоких урожаев зерна на дерново- подзолистой почве применение 30 кг д.в./га является крайне маленькой дозой азота и зачастую приравнивается к урожайностям, полученным без внесения удобрений.

Самая высокая урожайность на сорте Ботаническая 4 была отмечена в варианте с дозой азотного удобрения 90 кг д.в./га – 7,2 т/га. Что выше контрольного варианта на 60%. Применение аммиачной селитры как основного, так и дробного внесения достоверно повлияло на все варианты, дав

прибавку от 26 до 60%, что показывает хорошую отзывчивость культуры к внесению удобрений.

В связи с перспективами развития животноводства в России, необходимо иметь универсальные кормовые сорта, которые наряду с высокой урожайностью зерна могут применяться и для получения зеленой массы с высокой питательной ценностью. Азотные удобрения, внесенные в предпосевную культивацию, позволяют добиться этого результата.

В проведенных исследованиях азотные удобрения начиная с дозы N60 положительно отразились на накоплении зеленой массы на обоих сортах яровой тритикале. На сорте Тимирязевская 42 на контроле и при внесении удобрений в дозе 30 кг д.в./га, к фазе молочной спелости растения значительно снизили массу по сравнению с массой, отмеченной в фазу колошения. Дробное внесение азотных удобрений в сочетании с повышенной влагообеспеченностью позволили получить максимально высокий урожай зеленой массы в фазу молочной спелости, который составил на варианте N90+30 43,8 т/га, на варианте N90+60 – 44,6 т/га, что практически в два раза превышало урожайность, полученную на контроле.

Динамика накопления зеленой массы растений яровой тритикале сорта Ботаническая 4, характеризовалась несколько другими тенденциями, чем на сорте Тимирязевская 42. В целом накопление зеленой массы до фазы колошение шло интенсивнее. Максимальная зеленая масса в фазу колошения была отмечена на варианте с дробным применением азотного удобрения N90+30 – 39,9 т/га. Но максимальным показателем в фазу молочной спелости был вариант N90+60 – 41,2 т/г, что более чем в 1,5 раза превышает контрольный вариант. Так же было установлено, что внесение высоких доз азотных удобрений, особо не повлияла на обильное накопление зеленой массы с фазы колошения до молочной спелости, но при этом не было отмечено и снижения накопления, в связи с накоплением сухого вещества и снижением количества воды в клетках.

Большинство исследователей для анализа накопления биомассы растений, предпочитают переводить полученные данные в накопление сухого вещества, как более стабильный показатель, который не может зависеть от динамики содержания воды в клетках растений.

Накопление сухого вещества зависит от интенсивности фотосинтеза и обеспеченности растений водой. Применение азотных удобрений так же повышает содержание сухого вещества в растениях, т.к. они дольше остаются зелеными, значит дольше продолжается ассимиляция и накопление органического вещества (табл. 3)

При изучении динамики накопления сухого вещества в растениях тритикале сорта Тимирязевская 42, было отмечено, что наибольшая масса сухого вещества в фазу колошения была отмечена при внесении азотного удобрения в дозе 120 и 150 кг д.в./га – 9,3 и 10,6 т/га соответственно. В фазу молочной спелости наибольшая масса сухого вещества была отмечена на тех же вариантах, что и в фазу колошения N120 – 16,8 т/га, N150 – 16,2 т/га.

Сорт яровой тритикале Ботаническая 4 характеризовался практически полным отсутствием кущения. На всех отобранных образцах присутствовал только один стебель с колосом. Это сказалось на величине зеленой и сухой массы во все фазы развития. Прибавка урожайности сухой массы от применения азотных удобрений в фазу выхода в трубку были статистически недостоверными на всех вариантам опыта кроме N90 и N90+60. Что скорее всего также связано с отсутствием кущения. Значительная прибавка урожайности сухой массы наблюдалась, начиная с фазы колошения. Максимальную урожайность в фазу молочной спелости показали варианты N150 и N90+30, с показателями 12,3 и 12,2 т/га соответственно.

Вынос основных элементов питания (NPK) – важная агрохимическая характеристика всех сельскохозяйственных культур, которая необходима для определения потребности в макроэлементах и расчетов оптимального соотношения при внесении удобрений, также он отражает влияние изучаемых факторов на условия питания изучаемых культур.

В опыте с яровой тритикале можно отметить, что вынос азота и фосфора зерном был максимальный в вариантах с дозой азотного удобрения 120 кг д.в./га и дробным внесением N_{90+30}. В соломе показатели неоднозначны.

Вынос соломы сорта Ботаническая 4 возрастает, при увеличении дозы азотных удобрений.

Выводы. Для получения высокой урожайности требуются высокие дозы удобрений (90 - 120 кг д.в./га). Лучшие результаты по урожайности сорта Тимирязевская 42 – 10 и 8,7 т/га, была получена высокой дозе удобрения(120 кг д.в./га) и при дробном их внесении (90+30 кг д.в./га) соответственно, Ботаническая 4 показала высокие результаты при дозе 90 кг д.в./га.

Максимальное накопление зеленой массы у сорта Тимирязевская 42 (44,6 т/га) и Ботаническая (41,2 т/га) наблюдалось при дробном внесении азотных удобрений. На накопление сухой массы наибольший результат показали на Тимирязевской 42 на варианте N120 – 16,8 т/га, а на Ботанической N150 – 12,3 т/га. В целом дробные подкормки аммиачной селитрой не оказывают существенного влияния на формирование элементов структуры урожая.

В ходе опыта был сделан вывод – применение удобрений способствует повышению ряда признаков, однако не позволяет в полной мере обеспечить растение питанием для реализации его потенциальной продуктивности.

Литература:

1. Абделькави Р. Н. Особенности формирования качества зерна яровой тритикале в контрастных погодно-климатических условиях / Р. Н. Абделькави, А. А. Соловьёв // Зерновое хозяйство России. - 2020. - № 2 (67). - С.3-7.

2. Ваулина Г.И. Формирование урожая и качества зерна яровых форм тритикале в зависимости от условий минерального питания. //Бюл. ВИУА, 2002.- № 116.- С. 173-176.

3. Тимирязевская 42 – новый сорт яровой тритикале (×*Triticosecale* Wittm. ex. Camus) / Щуклина О.А., Соловьев А.А., Полховская Е.С., Квитко В.Е.,

Клименкова И.Н., Завгородний С. В. // Кормопроизводство. – 2021. - № 8. – С.43-46.

4. Урожайность зерна и зелёной массы нового сорта яровой тритикале Тимирязевская в зависимости от применения разных доз азотных удобрений в условиях ЦРНЗ / Х. К. Абделаал, Е. С. Энзекрей, А. А. Соловьёв и др. // Кормопроизводство. - 2019. - № 2. - С.18-22.

5. Щуклина О.А., Влияние метерологических условий и агротехнологических приемов на урожайность и качество зерна яровой тритикале в условиях ЦРНЗ. Щуклина О.А., Энзекрей Е.С., Анохин Д.Е. / Материалы международной научно-практической конференции: - «Тритикале и стабилизация производства зерна, кормов и продуктов их переработки» Ростов-на-Дону. – 2018.

6. Щуклина, О. А. Продуктивность нового сорта яровой тритикале (Тимирязевская) в условиях ЦРНЗ / О. А. Щуклина [и др.] // Вавиловские чтения - 2016. Сб. статей междунар. науч.-практ. конфер., посвящ. 129-й годовщине со дня рождения академика Н. И. Вавилова. - Саратов: Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова, 2016. - С. 156-157

7. Щуклина О.А., Энзекрей Е.С. Прогнозирование потенциальной урожайности яровой тритикале // Инновационная деятельность в модернизации АПК материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 3 частях. 2017. С. 163-165

8. Энзекрей Е.С., Щуклина О.А., Клименков Ф.И., Клименкова И.Н. Продуктивность яровой тритикале в зависимости от доз азотных удобрений // Международный научный сельскохозяйственный журнал. - 2019. - № 4. - С. 25-31.

9. Энзекрей Е.С., Щуклина О.А., Соловьев А.А., Полховский А.В. Влияние азотных удобрений на урожайность яровой пшеницы и яровой тритикале в условиях ЦРНЗ // Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием и всероссийская школа молодых учёных,

посвященная 45-летию со дня образования ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН» "Актуальные проблемы функционирования устойчивых агроценозов в системе адаптивно-ландшафтного земледелия" Белгород. – 2020.

10. Афанасьев Р.А., Ворончихина И.Н., Литвинский В.А. Эффективность дистанционной диагностики азотного питания растений // ВестникВолгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. - 2018. - Т.8. - №2. - С. 6-16.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ С ВКЛЮЧЕНИЕМ АМИНОКИСЛОТ НА ПШЕНИЦЕ ОЗИМОЙ

Т.Ю. Вознесенская

ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127550, Москва, ул.Прянишникова, 31А, Россия,
tatgrab@mail.ru

Показано, что применение новых форм полифункциональных удобрений с включением аминокислот для некорневых подкормок в системе элементов технологии возделывания озимой пшеницы в условиях Краснодарского края способствовало повышению урожайности и качества зерна. Установлены наиболее эффективные дозы внесения комплекса микроэлементов с аминокислотами, где получены максимальные прибавки урожая зерна высокого качества.

Ключевые слова: пшеница озимая, комплекс микроэлементов с аминокислотами, урожайность, качество урожая

Современное сельское хозяйство ищет новые биотехнологические решения, которые позволят сократить использование химических продуктов без ущерба для урожайности. Агрономы проявляют особый интерес к биологическим продуктам, которые улучшают плодородие почвы и способствуют росту посевов, повышают их устойчивость к вредителям и болезням. С ростом популярности органического сельского хозяйства из-за

неблагоприятного воздействия химических веществ популярность биостимуляторов быстро растет во всем мире. Так, аминокислоты обладают свойством естественного стимулятора роста растений и позволяют растениям выдерживать повышенные и пониженные температуры, повышают иммунитет растений [1-3, 5].

Ряд исследователей считает, что часть аминокислот является предшественниками или активаторами фитогормонов, основных ферментов, они активизируют антиоксиданты, что обуславливает высокий статус для обеспечения адаптации к стрессам, как механизма защиты растений от неблагоприятных факторов Аминокислоты стимулируют метаболизм растений, непосредственно участвуя в биосинтезе белков и ферментов, чем поддерживают водный баланс клеток, стимулируют процесс фотосинтеза. Использование таких полифункциональных удобрений, которые находятся на пике научного прогресса особенно важно при выращивании основных, стратегически важных культур. Комплексные водорастворимые удобрения дополняют традиционные схемы минерального питания с применением основных удобрений при выращивании зерновых культур и позволяют получить максимальный эффект и улучшение качественных характеристик. В микроудобрениях аминокислоты выступают в роли хелатирующих агентов. Благодаря этому микроэлементы находятся в удобрении в том состоянии, в котором они пребывают в растении в естественном виде. Поэтому растения быстро и без потерь впитывают и усваивают питательные вещества. При этом, в отличие от удобрений с синтетическими хелатирующими агентами, не образуются сколько-нибудь токсичные вещества [4, 6-8].

Методика. Исследования выполнялись в 2014-2017 гг. на опытном поле Кубанского государственного аграрного университета (КубГАУ г. Краснодар).

В опыте испытывали следующие удобрительные комплексы:

а). *Комплекс микроэлементов в виде неорганический солей (смесь, состоящая из неорганических солей и борной кислоты). Борная кислота (В)

– 17,5%, цинк сернокислый (Zn)– 25,0 %, медь сернокислая (Cu)- 25,0%, марганец сернокислый (Mn) – 32,5%, молибдат аммония – 52,0%.

б). ***Комплекс хелатов микроэлементов (смесь, состоящая из хелатов микроэлементов и молибдата аммония).*** **Борэталонамин (В)** – 17,0%, ***Cu ЭДТА*** – 15,0%, ***Mn ЭДТА*** – 13,0%, ***Zn ЭДТА*** – 15,0%, молибдат аммония (Mo) -52,0%.

в). Комплекс аминокислот с микроэлементами - органо-минеральное удобрение на основе растительного экстракта с добавлением микроэлементов, содержит: органическое вещество – 40%, аминокислоты – 10,0%, в т.ч. свободные аминокислоты – 8,0%, общий азот (N) – 5,0%, цинк водорастворимый (Zn) – 0,75%, марганец водорастворимый (Mn) – 0,5%, бор водорастворимый (B) – 0,1%, железо водорастворимое (Fe) – 0,1%, медь водорастворимая (Cu) – 0,1%, молибден водорастворимый (Mo) – 0,02%, кобальт водорастворимый (Co) – 0,01%, pH 6,5.

*г). **Комплекс аминокислот*** – органоминеральное удобрение на основе экстрактов из сырья растительного происхождения, содержит: органическое вещество - 60,0%, азот (N) – 7,0%, аминокислоты – 14,4%, в т.ч. свободные аминокислоты – 12,0%, pH – 6,6.

**** содержание микроэлементов в составе Комплексов эквивалентно содержанию их в составе комплекса аминокислот с микроэлементами.***

Исследования проводили на пшеницы озимой сорте Вершина. Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным. Механический состав - тяжелосуглинистый. По содержанию гумуса - малогумусный: пахотный горизонт содержит 2,54-2,69 % гумуса. Реакция почвенного раствора - нейтральная или слабощелочная щелочная.

Предшественник – пшеница озимая. Технология возделывания пшеницы озимой – общепринятая для данной зоны. Испытания проводили на фоне минерального питания: фон - $N_{100}P_{100}K_{100}$. Нитроаммофоску NPK 16:16:16 вносили осенью под предпосевную обработку почвы.

Схема опыта представлена в таблице 1. По агроклиматическому районированию Краснодарский край относится к зоне недостаточного увлажнения. За год выпадает 450-550 мм осадков. Сумма положительных температур за период со среднесуточной температурой воздуха выше 10°С составляет 3200-3400°С и более.

Большая часть осадков выпадает в осенне-зимний период – 306-397 мм или 48,5-64,0% от общего количества выпавших осадков, что способствует накоплению хороших запасов продуктивной влаги к моменту возобновления весенней вегетации.

Таким образом, по сумме выпадающих осадков и их распределению в течение вегетационного периода, учитывая температурный режим наиболее благоприятными для роста и развития озимой пшеницы был 2016-2017 вегетационный период, менее неблагоприятные – 2014-2016 гг.

Результаты и их обсуждение. Основным агрономическим показателем, устанавливающим целесообразность и эффективность включения в технологию возделывания озимой пшеницы того или иного приема и способа, является урожайность. На создание урожая пшеница, более других зерновых культур, расходует в период вегетации очень много питательных веществ.

Проведенные исследования указали на то, что внесение азотно-фосфорно-калийных удобрений ($N_{100}P_{100}K_{100}$) и применение исследуемых Комплексов, усиливая ростовые и формообразовательные процессы, положительно сказалось на получении более высокой урожайности, чем в контроле ($N_0P_0K_0$, без обработки). Очевидно, в опытных вариантах создаются наиболее благоприятные условия потребления питательных веществ, благодаря входящим в состав комплексов макро- и микроэлементов, и аминокислот, улучшающим поступление и использование элементов питания. При внесении $N_{100}P_{100}K_{100}$ (без обработки) в среднем за 3 года урожайность повысилась на 7,1 %, а при совместном применении минерального удобрения и испытуемых комплексов прибавка составила 13,0 – 20,9 % - к контролю ($N_0P_0K_0$, без обработки) и 5,5-12,9% - к фону ($N_{100}P_{100}K_{100}$, без обработки).

Максимальные прибавки - к контролю (20,9 %) и - к фону (12,9%) получены в варианте с обработкой семян озимой пшеницы перед посевом и двухкратной обработкой растений (1-я – в начале выхода в трубку, 2-я – в начале колошения) в Комплексе аминокислот с микроэлементами (норма расхода агрохимиката- 2 дозы или 1,5 л/т/га). Урожайность зерна озимой пшеницы в указанном варианте составила 68,1 ц/га, в контрольном варианте = 56,3 ц/га, в фоновом варианте – 60,3 ц/га

Нами изучалось влияние испытуемых комплексов инновационных удобрений на урожайность озимой пшеницы, но и на показатели качества зерна.

Выполненность и крупность зерна озимой пшеницы характеризуется натурой и массой 1000 зерен.

Натура косвенно характеризует выполненность зерна. Выполненному зерну свойственна законченность процессов синтеза веществ, входящих в состав зерна. Выполненность зерна имеет большое технологическое значение и характеризует его пищевую ценность. Чем выше выполненность зерна, тем больше его натура.

Применение в технологии возделывания комплексов приводит к улучшению рассматриваемых выше показателей, особенно в варианте с обработкой семян озимой пшеницы перед посевом и двухкратной некорневой подкормкой растений (1-я – в начале-выхода в трубку, 2-я - в -начале колошения) Комплексом аминокислот с микроэлементами (норма расхода препарата – 2 дозы или 1,5 л/т/га). В указанном варианте формировалось более крупное и выровненное зерно (натура – 786,4 г/л, в контроле, без обработки ($N_0P_0K_0$) 729,7 и ($N_{100}P_{100}K_{100}$) 743,8 г/л, масса 1000 зерен – 41,1 г, в контролях – 37,1 и 38,1 г соответственно); в контроле формировалось зерно низконатурное (729,7 и 743,8 г/л), с высокой массой 1000 зерен (37,1 и 38,1 г).

Применение комплексов существенно повысило стекловидность зерна озимой пшеницы относительно контроля на 5,3-14,4%. Стекловидность зерна

в варианте с внесением $N_{100}P_{100}K_{100}$ (фон) превысила контрольный вариант ($N_0P_0K_0$) на 2%. В вариантах с применением комплексов стекловидность зерна возросла на 5,3-14,4% по отношению к контролю ($N_0P_0K_0$, без обработки) им на 3,3-12,4% по отношению к фону ($N_{100}P_{100}K_{100}$). Максимальное значение стекловидности (61,9%) зерна было отмечено в варианте с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами (нормами расхода 1,5 л/т/га).

Испытуемые удобрения оказали влияние на один из главных показателей качества зерна - содержание сырой клейковины.

Данные, показывают, в среднем за три года все исследуемые комплексы увеличивали содержание клейковины по сравнению с вариантами без обработки. При этом существенная разница была получена во всех опытных вариантах – при применении в двух и трех дозах.

Фон питания, а также формы и дозы изучаемых комплексов обеспечивали существенное увеличение содержания клейковины в зерне озимой пшеницы по сравнению с естественным фоном (без обработки). Минимальное содержание клейковины в зерне в среднем за три года наблюдалось в контрольном варианте ($N_0P_0K_0$без обработки) – 18,7%.

При применении фонового удобрения в дозе $N_{100}P_{100}K_{100}$(без обработки) содержание клейковины увеличилось на 3,0 % и соответствовало четвертому классу (по ГОСТу – 18-23%).

Наибольшее содержание клейковины (26,9%), ИДК – 68, что относится к третьему классу было получено в варианте с применением Комплекса аминокислот с микроэлементами (нормами расхода две дозы или 1,5 л/т/га).

Таким образом, в указанном варианте (Комплекс аминокислот с микроэлементами - обработка семян и растений, расход агрохимиката 1,5 л/т/га) получена максимальная прибавка урожая - 20,9% (к контролю I) и 12,9% (к контролю II), при урожайности 56,3 и 60,3 ц/га в контролях соответственно. Получено зерно высокого качества, по сумме показателей относится к продовольственному второго класса (в контрольном варианте - продовольственная четвертого класса).

Вариант	Урожай-ность, г/га	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г	Стекловид-ность, %	Клейковина	
					%	ИДК
Контроль 1. Без обработки $N_0P_0K_0$	56,3	729,7	37,1	47,5	18,7	103
Контроль 2. $N_{100}P_{100}K_{100}$ (Фон)	60,3	743,8	38,1	49,5	21,7	85
Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 1 доза	63,6	754,9	38,6	52,8	22,5	81
Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 2 доза	64,2	758,7	39,8	53,9	23,4	74
Фон + Комплекс микроэлементов в виде неорганических солей 3 доза	65,1	761,6	39,5	54,5	23,9	72
Фон + Комплекс хелатов микроэлементов (1 доза)	64,7	762,8	38,7	55,3	23,2	73
Фон + Комплекс хелатов микроэлементов (2 доза)	66,9	767,8	39,6	59,3	25,0	71
Фон + Комплекс хелатов микроэлементов (3 доза)	65,7	765,7	39,3	57,4	24,8	72
Фон + Комплекс аминокислот и микроэлементов (0,5 л/т+0.5 л/га)	65,8	774,3	39,2	58,0	24,3	71
Фон +Комплекс аминокислот и микроэлементов (1,5 л/т+1,5 л/га)	68,1	786,4	41,1	61,9	26,9	68
Фон +Комплекс аминокислот и микроэлементов (3,0 л/т+3,0 л/га)	67,6	779,7	40,7	58,1	25,7	69
Фон + Комплекс аминокислот (1,0 л/т+1,0 л/га)	65,4	764,8	39,2	57,2	23,5	73
Фон + Комплекс аминокислот (2,0 л/т+2,0 л/га)	66,7	766,8	40,3	58,0	25,2	70
Фон + Комплекс аминокислот (3,0 л/т+3,0 л/га)	67,6	772,2	40,9	59,8	25,7	69
$НСР_{05}$ (I)	2,8	31,2	1,8			
$НСР_{05}$ (II)	3,0	32,9	1,9			

Литература:

1. Гармаш Г.А., Гармаш Н.Ю., Берестов А.В. Гуматизированные удобрения и их эффективность // АВ, 2013, №2. – С. 11-13.

2. Гейгер Е.Ю., Варламова Л.Д., Семенов В.В., Погодина Ю.В., Сиротина Ю.А. Микроудобрения на хелатной основе: опыт и перспективы использования ПАВ// АВ, 2017, №2. – С. 29-32.

3. Гайсин И.А., Пахомова В.И. Итоги разработки и изучение механизма действия хелатных микроудобрений // АВ, 2017, № 5. – С. 45-47.

4. Грабовская Т.Ю.// Урожайность озимой пшеницы на почвах чернозема выщелоченного в зависимости от применения новых инновационных удобрений // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием Белгородского научноисследовательского института сельского хозяйства «Проблемы качества зерна мягкой пшеницы и пути их решения». – Белгород, 2017. – С. 315-320.

5. Кшникаткина А.Н., Русяев И.Г. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосевной обработки семян комплексными микроудобрениями и бактериальными препаратами// АВ, 2018, №3. – С.48-50.

6. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А. И. Завражнова. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 496 с.:

7.Аминокислоты для подкормки урожая. [Электронный ресурс]. URL: http://www.agroperspectiva.com.ua/ru/aminokisloty-dlja-podkormki-urozhaja/

8. Intedhar Abbas Marhoon, Majeed Kadhim Abbas, Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (Capsicum Annuum L.) cultivars // Internation Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS), 2015, Vol. 1. Is. 1. PP 35-44.

ВЛИЯНИЕ ГУМАТА КАЛИЯ «БИОРЕСУРС» НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ

Д.А. Пырсиков

ООО «Чебаркульская птица»,
Челябинская область, Чебаркульский район,
п. Тимирязевский, ул. Мичурина 3, Россия
nii@chpt

Работа выполнена под руководством к.с.-х.н. Н.В. Глаз

Вариант двукратного применения гумата калия «Биоресурс» показал увеличение урожайности, по отношению к контролю 18,7 %. Расход препарата составил 1,8 л/га, окупаемость дополнительным урожаем 3,6 ц/га.

Ключевые слова: гумат калия, пшеница, урожайность

Широкую популярность приобретает использование гуматов в качестве почвенных кондиционеров и антидепрессантов, снимающих утомление почвы, насыщающих плодородный слой лабильными органическими соединениями, для снижения стресса культурных растений при применении в баковых смесях с пестицидами [1]. Высокая активность гуматов объясняется наличием аминокислот, микроэлементов и доступного растениям органического кремния [2, 3, 4]. Гуматы калия полученные из торфа имеют больше растворимых лабильных веществ и более предпочтительны в растениеводстве [5]. Гуматы натрия полученные из угля менее растворимы и поэтому находят широкое применение в топливной промышленности, где используются в борьбе с нефтяными загрязнениями [6].

В структурном подразделении ООО «Чебаркульская птица» из низинного торфа по запатентованной технологии низкотемпературной экстракции производится гумат калия «Биоресурс» [7], соответствующий ГОСТу Р 54249-2010 «Удобрения жидкие гуминовые на основе торфа».

Целью опыта являлось установление влияния гумата калия «Биоресурс» на урожайность.

Материалы и методы. С целью определения эффективности агрохимиката Гумат калия «Биоресурс» на урожайность был заложен опыт с

предпосевным протравливанием семян при норме расхода 1,5 л/т, и добавления в баковую смесь с гербицидом при норме расхода 1,5 л/га в качестве антидепрессанта.

Для закладки производственного полевого опыта было выбрано поле землепользования ООО «Чебаркульская птица» №к2п5, предшественник зерновые культуры овес. Почва участка имеет содержание гумуса 8,5%, реакция среды слабокислая близкая к нейтральной, pH солевой вытяжки 6,-7,0. Содержание подвижных форм фосфора низкое, менее 5,0 мг/экв на 100 г почвы. Высевался сорт пшеницы Челяба-75, репродукция «Элита». Посевная норма составляет 200 кг/га дата посева 19.05.2019 г. После обмолота показатели качества зерна и клейковины определялись методами утверждеными ГОСТ Р 54895-2012, и методики сортоиспытания [8] в лаборатории комплекса растениеводства ООО «Чебаркульская птица». Повторность опытов четырехкратная, площадь учетной делянки 25 м2. Уборка вариантов производилась селекционным комбайном 01.10.2019 г.

Варианты опыта:

1. Контроль протравливание семян перед посевом «Скарлет» в дозе 300 г/т семян, защита от сорняков гербицидом в фазе кущения пшеницы в дозе расхода препаратов «Балерина» 0,5 л/га, + «Ластик Топ» 0,5 л/га. Расход рабочей жидкости 100 л/га.

2. Вариант двукратного применения агрохимиката гумата калия «Биоресурс» первое при протравливании семян перед посевом протравитель Скарлет в дозе 300 г/т + гумат калия «Биоресурс» 1,5 л/т семян и второе в баковой смеси в качестве антидепрессанта с гербицидом в фазе кущения пшеницы дозе расхода препаратов «Балерина» 0,5 л/га, + «Ластик Топ» 0,5 л/га + Гумат калия «Биоресурс» 1,5 л/га. Расход рабочей жидкости 100 л/га.

Результаты и обсуждение. Визуальные осмотры посевов показали по состоянию на 20.06.2019 г. в варианте опыта с двукратным применением гумата калия «Биоресурс» наблюдался значительный эффект. Отмечено меньшее количество сорняков, большее количество стеблей — 3 (в контроле

2), внешний вид стеблей более выигрышный, более высокие стебли, листья имеют более интенсивную зеленую окраску. Осмотр посевов 24.07.2019 г. показал сохранение динамики визуального превосходства варианта с обработкой гуматом калия «Биоресурс» по отношению к контролю, визуально отмечено более развитые колосья, корневая система, свидетельствующие о биологической эффективности агрохимиката.

В условиях производственного опыта вариант двукратного применения гумата калия «Биоресурс» показал увеличение урожайности, по отношению к контролю прибавка урожая составила 18,7 %, при урожайности в контроле 19,3 ц/га (таблица).

При более высокой урожайности в варианте двукратного применения гумата калия «Биоресурс» снизились показатели натуры зерна, количества и качества клейковины, но валовый выход клейковины с единицы площади увеличился в варианте применения агрохимиката на 7,3 %, что доказывает влияния гумат калия «Биоресурс» на урожайность.

Таблица: Влияние двукратного применения гумата калия «Биоресурс» на урожайность пшеницы 2019 г.

Вариант	Натура зерна	Клейковина			Урожайность ц/га	Прибавка, %/га
		масса	качество	группа		
Контроль	745	21,2	72,4	1	19,3	-
2-х кратная обработка гуматом калия «Биоресурс»	736	19,3	71,0	1	22,9	18,7
$НСР_{0,5}$	-	-	-	-	0,8	-

Выводы. В результате опыта получены данные о биологической эффективности гумата калия «Биоресурс» и увеличении урожайности при применении двукратной обработки, включающей предпосевное протравливании семян при норме расхода 1,5 л/т, и добавления в баковую смесь с гербицидом при норме расхода 1,5 л/га в качестве антидепрессанта. Внесение агрохимиката проводилось совместно с обработками пестицидами и не требовало дополнительных расходов на проведение операции, общий

расход препарата составил 1,8 л/га, окупаемость дополнительным урожаем составила 3,6 ц/га.

Литература:

1. Федотова О.В., Грехова И.В. Эффективность применения гуминовых препаратов на зерновых культурах в Северном Зауралье // Живые и биокосные системы. 2016. № 18. - С. 6.

2. Кобякова Т.И., Уфимцева Л.В. Динамика кислотности черноземных почв северной лесостепи Курганской области // Агрохимический вестник. 2017. №5. - С. 34-36.

3. Васильев А.А., Кожемякин В.С. Влияние хелатов на биометрию, продуктивность и качество картофеля. // Вестник Российской Академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 2. - С. 49-51.

4. Бочарникова Е.А., Матыченков В.В., Погорелов А.Г. Сравнительная характеристика некоторых кремнеевых удобрений // Агрохимия. 2011. №11. - С. 25-30.

5. Грехова И.В. Влияние гуминивого препарата Росток на адаптацию растений к действию стрессоров // Перспективные разработки и прорывные технологии в АПК. Сборник материалов национальной научно-практической конференции. 2020. - С. 107-111.

6. Гречищева Н.Ю., Холодов В.А., Парфенова А.М., Котелев М.С., Перминова И.В. Исследование стабилизирующей и диспергирующей способности гуминово-глинистых комплексов по отношению к нефтяному загрязнению водных сред Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина. 2017. №1. - С. 133-145.

7. Пырсиков Д.А. Способ производства комплексного органоминерального вещества на основе гумата калия. Патент на изобретение RU 2709745 19.12.2019 Заявка № 2019106808 12.03.2019.

8. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып.1. Общая часть. М., 1985. - 270 с.

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Е. Квитко, О.А. Щуклина

ФГБУН Главный ботанический сад им Н.В. Цицина РАН
127276 г. Москва, Ботаническая ул., дом 4, Россия
lera.kvitko@mail.ru, oashuklina@gmail.ru

Рассматривается использование ретарданта Рэгги при возделывании яровой тритикале, его действие на рост и развитие растений, а также влияние препарата на урожайность зерна.

Ключевые слова: регуляторы роста, ретардант Рэгги, урожайность, яровая тритикале, метеоусловия.

При возделывании зерновых культур в зонах достаточного и избыточного увлажнения во второй половине вегетации может наблюдаться полегание посевов. В результате нарушается завязывание и налив зерна, снижаются посевные качеств семян, зерно сильнее поражается патогенами и прорастает на корню. Уборка таких посевов сильно затруднена, возрастают потери урожая. Особенно остро эта проблема стоит при выращивании высокостебельных культур [1].

Для того, чтобы этого избежать, необходимо обрабатывать посевы зерновых культур ретардантами. Ретарданты – это вещества разной химической природы, которые подавляют рост стеблей и побегов и представляют собой одну из разновидностей регуляторов роста. Данные препараты являются ингибиторами биосинтеза гиббереллинов, замедляющих рост стебля в высоту. У растений укорачиваются междоузлия, стебли становятся более жесткими и прочными, что предотвращает полегание. Одновременно у зерновых появляются дополнительные продуктивные стебли, которые формируют полноценные колосья, следовательно, увеличивается урожайность. Обработка посевов зерновых ретардантами является одним из важнейших агротехнических приемов получения высокой урожайности и хорошего качества зерна [2, 3].

На сегодняшний день в «Списке…» насчитывается около 11 препаратов от полегания, действующими веществами которых являются

хлормекватхлорид, тринексапак-этил, этефон. Производителями данных препаратов являются такие фирмы, как ЗАО «Фирма Август» (препарат Рэгги), ООО «Сингента» (препарат Моддус) ООО «БАСФ» (препарат Це Це Це), ООО «Агро Эксперт Груп» (препара Центрино), ООО «АГРус» (препарат Цегран), ЗАО «Щелково Агрохим» (препарат ХЭФК) и др.

Необходимость в поиске и использовании препаратов для защиты посевов зерновых культур от полегания обусловлена погодными условиями региона и внесением высоких доз азотных удобрений на сортах интенсивного типа. В связи с этим становится актуальным всестороннее изучение применения ретардантов в условиях Центрального района Нечерноземной зоны, а расширение спектра обрабатываемых культур препаратом Рэгги (на яровой тритикале) обуславливает новизну работы.

Целью исследований являлось изучение особенности формирования урожайности зерна новых сортов яровой тритикале при применении ретарданта Рэгги в метеоусловиях, близких к среднемноголетним (2018 год), и при избыточном увлажнении (2017 год) в условия Центрального района Нечерноземной зоны.

Исследования проводились в 2017 и 2018 гг. на Полевой опытной станции РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве. В качестве объекта исследований были изучены сорта яровой тритикале Тимирязевская 42 [3, 4], Кармен и Укро [5]. Опыты заложены в 3-кратной повторности, размещение вариантов рандомизированное.

В зависимости от варианта опыта обработка препаратом Рэгги проводилась либо в фазу кущения, либо в фазу выхода в трубку, либо в обе названные фазы развития. Действующим веществом применяемого ретарданта Рэгги (ЗАО «Фирма Август») является хлормекватхлорид (750 г/л), который ингибирует биосинтез активных изомеров гиббереллинов, способствуя тем самым сокращению длины соломины. По словам производителя, данный ретардант существенное снижает риск полегания

зерновых за счет лучшего развития механических тканей, равномерного укорачивания длины междоузлий и уплотнения стенок стебля, повышает устойчивости растений к возбудителям болезней, сосущим вредителям и неблагоприятным условиям внешней среды, облегчает уборку, стимулирует увеличения количества продуктивных побегов и улучшение качества зерна.

Сложившиеся погодные условия 2017 – 2018 года были относительно благоприятными для роста и развития растений. В первой половине вегетации 2017 года температура была ниже нормы на 1 – 3 градуса, а во второй – выше на 2 – 3 градуса. Вместе с тем наблюдалось большое количество осадков на протяжении всего вегетационного периода, особенно в конце августа, что оттянуло сроки уборки и способствовало прорастанию зерна на корню. В 2018 году температура воздуха была выше среднемноголетних знаний 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. Несмотря на более благоприятные погодные условия, без резких колебаний, урожайность зеленой массы не была самой высокой [6].

В условиях различных температурных режимов и режимов осадков важно было установить, какое влияние оказало применение ретарданта Рэгги на длину стебля яровой тритикале. Использование препарата Рэгги способствовало сокращению высоты растений независимо от погодных условий. В условиях 2017 года наблюдалось укорачивание побегов по сравнению с контролем на 20 см на сорте Тимирязевская 42, на 16,4 см на сорте Кармен и на 10,9 см на сорте Укро соответственно. В 2018 году этот показатель был равен 15 (Тимирязевская 42), 19,4 (Кармен) и 16,1 см (Укро). Из таблицы 1 видно, что применение Рэгги в фазы кущения и кущения + выход в трубку давало стабильное сокращение высоты растений яровой тритикале во все годы исследования.

Таблица 1 – Влияние ретарданта Рэгги на высоту яровой тритикале в фазу молочной спелости в 2017 – 2018 гг, т/га

Вариант опыта	Тимирязевская 42		Кармен		Укро	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1. Контроль (без обработки)	100,8	84,7	114,8	98,5	122,8	101,2
2. Кущение + вода	85,7	75,1	101,8	79,1	112,6	87,1
3. Вода + выход в трубку	93,3	81,1	107,5	91,1	116,5	95,7
4. Кущение + выход в трубку	80,8	69,7	98,4	82,2	111,9	85,1
$НСР_{05}$	11,0	12,6	6,4	14,4	7,8	10,1

Данные Х. Абделаал, 2019.

Для конкретизации данных был проведен дополнительный сноповой анализ для установления влияния препарата Рэгги на длину конкретных междоузлий. Оценка проводилась на сорте Кармен в 2017 году. Применение ретарданта в фазу кущения способствовала значительному сокращению первого надземного междоузлия до 7,2 см при длине на контроле 9,3 см. Данная разница подтверждается статистически. Также происходит уменьшение последующих междоузлий по сравнению с контролем: с 14,4 до 12,2 см у второго междоузлия, с 25,3 до 24,1 у третьего и с 27,7 до 25,3 у четвертого, однако существенной разницы между вариантами не наблюдалось.

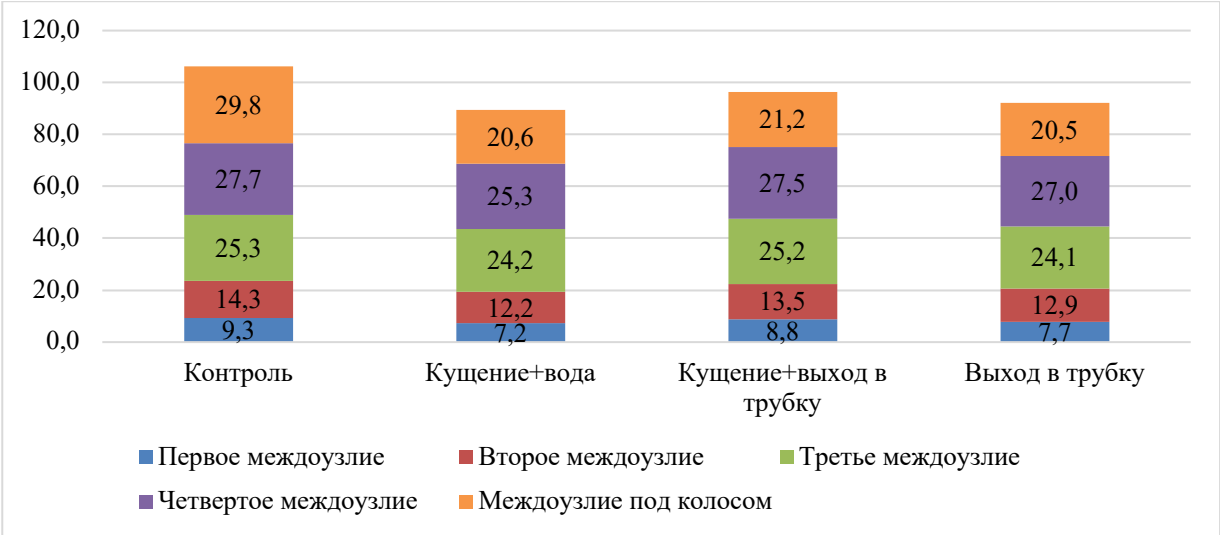


Рисунок 1 – Длина междоузлий яровой тритикале сорта Кармен в 2017 г, см.

Урожайность зерна является основным показателем продуктивности культуры. По словам производителя, действие препарата Рэгги помимо уменьшения длины соломины направлено на стимуляцию образования дополнительных продуктивных стеблей, в связи с чем необходимо учитывать урожайность зерна (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние ретарданта Рэгги на урожайность зерна яровой тритикале в 2017 – 2018 гг, т/га

Вариант опыта (срок обработки ретардантом)	Тимирязевская 42		Кармен		Укро	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
1. Контроль (без обработки)	6,31	5,54	7,32	4,34	6,25	3,80
2. Кущение + вода	6,23	6,30	6,57	4,36	6,51	4,29
3. Вода + выход в трубку	6,59	5,52	6,01	4,85	6,78	3,92
4. Кущение + выход в трубку	6,22	6,12	7,34	4,61	6,51	4,63
$НСР_{05}$	1,72	1,75	0,80	0,92	1,22	1,13

Данные Х. Абделаал, 2019.

В исследуемые годы, несмотря на сильное колебание значений урожайности зерна яровой тритикале, статистически прибавка не подтвердилась ни на одном из сортов. Это может быть объяснено слабым полеганием (до 3%) посевов в 2017-2018 годах, в результате чего уборка растений в контроле и вариантах опыта была проведена одинаково без затруднений и потерь. К тому же пониженные температуры в период фазы кущения не позволил растениям образовать дополнительные продуктивные побеги, что также отразилось на урожайности. Тем не менее, при высоких дозах азота, особенно во влажный год, желательно применять ретардант Рэгги во избежание полегания посевов и потерь при уборке зерна.

Таким образом, использование ретарданта Рэгги на яровой тритикале закономерно способствует снижению высоты растений при обработке в фазу кущение и фазы кущение+выход в трубку. При этом стабильно сокращается длина первого надземного междоузлия. Однако в исследуемые годы это никак не повлияло на урожайность зерна яровой тритикале, несмотря на сильное варьирование данного показателя внутри сортов и между ними.

Литература:

1. Скатова, С.Е, Тысленко, А.М. Яровое тритикале: Возделывание в Нечерноземной зоне России / С.Е. Скатова, А.М. Тысленко [редкол.: С.М. Лукин, Л.И. Ильин] // ФГБНУ ВНИИОУ. – Владимир: Тринзит-ИКС, 2017. – С.3.
2. Привалов Ф.И. Ретарданты в посевах ярового ячменя / Ф.И. Привалов // Защита и карантин растений. – 2012. – №12. – С. 24-26.
3. Щуклина, О.А. Тимирязевская 42 – новый сорт яровой тритикале (x Triticosecale Wittm. Ex. Camus) / О.А. Щуклина, А.А. Соловьев, Е.С. Полховская, В.Е. Квитко, И.Н. Клименкова, С.В. Завгородний // Кормопроизводство. – 2021. – №8. – С.43-46.
4. Энзекрей Е.С. Влияние метеорологических условий и азотных удобрений на биологическую урожайность яровой тритикале сорта Тимирязевская 42 / Е.С. Энзекрей, О.А. Щуклина, С.В. Завгородний // Зерновое хозяйство России. – 2021. - №2(74). – С.88-93.
5. Тысленко А.М. Инновационные сорта и технологии возделывания ярового тритикале / Тысленко А.М. и д.р. – Иваново: ПресСто, 2017. – С. 295.
6. Применение регулятора роста на посевах яровой тритикале в разные по агрометеорологическим условиям годы / Х. К. Абделаал, Е. С. Энзекрей, В. Е. Квитко [и др.] // Кормопроизводство. – 2019. – № 3. – С. 23-27.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

М.Е. Ламмас

ФГБНУ ВНИИ Агрохимии имени Д.Н. Прянишникова
127550, г. Москва, ул. Прянишникова 31А, Россия
todo.positivo@mail.ru

Проанализированы данные по ситуации с производством и урожайностью ярового ячменя в мире в 2019-2020гг., в лабораторных условиях ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова изучались посевные качества ячменя при применении регуляторов

роста. Действие всех биостимуляторов роста оказало положительное влияние на лабораторную всхожесть семян ярового ячменя сорта «Михайловский».

Ключевые слова: ячмень, урожайность, регуляторы роста растений, биостимуляторы, посевные качества, лабораторная всхожесть.

Ячмень (Hordeum vulgare L.) по праву считают одной из самых древнейших в мире возделываемых культур, занимая четвертое место по посевным площадям после пшеницы, кукурузы и риса, в настоящее время выращивается на 46,9 млн. га в более чем 100 странах мира [1]. Одной из главных проблем, с которыми сталкивается человечество, является способность прокормить постоянно растущее население, особенно в условиях возрастающих климатических стрессов. Различные модели прогнозирования климата указывают на серьезные последствия для значительной части Африки, Аравийского полуострова и Центральной части Южной Америки, где ячмень по-прежнему играет решающую роль в качестве пищи для населения [2]. Одним из способов обеспечения сбалансированного питания населения и предотвращения продовольственных кризисов, которые могут возникнуть в ближайшее время, является увеличение производства продовольствия для людей и кормов для животных. Ячмень, используемый изначально как пищевая культура, со временем стал ценной кормовой культурой, его использование в качестве корма для животных увеличилось. Выращивание ячменя продолжает играть важную роль в современном сельском хозяйстве.

Ячмень по своей природе обладает более высоким уровнем устойчивости к абиотическому стрессу, чем другие культуры, что дает возможность расширить его будущее производство в районах, страдающих от изменения климата. Ячмень в основном используется не

только для кормления животных, но и для производства солода во многих странах мира [3].

В 2020 году во всем мире было произведено 156,6 млн тонн ячменя на площади 51,8 млн га, в то время как средняя урожайность зерна составила 3,02 т/га [4]. В России посевные площади в 2021 году сократились и составили почти 7,8 млн. га (8,2 млн. в 2020 г.) (рис.1).

В России, согласно данным Росстата, валовые сбор ячменя - свыше 20,9 млн т (+447 тыс. т). Урожайность ячменя в 2021 году выше прошлого года на 19,5% и составляет 38,6 ц/га.

В РФ в настоящее время 70% кормов для сельскохозяйственных животных состоит из ячменя, и эта культура также входит в страховой фонд Российской Федерации [11].

Урожай всех сельскохозяйственных культур зависит, в первую очередь, от качества посевного материала. Ячмень, имея короткий период вегетации и быстрый темп роста и развития в начальные фазы, может успешно возделываться и давать стабильные урожаи как в северных, так и южных регионах нашей страны [10].

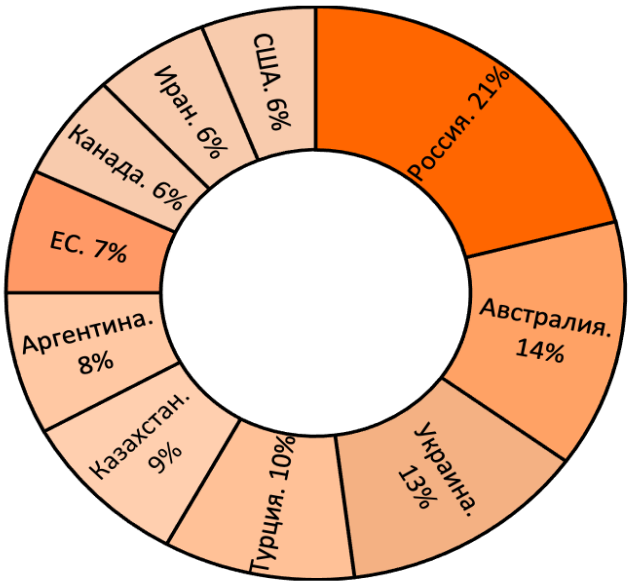


Рисунок 1 - Доля посевных площадей под яровым ячменем по странам, 2019-2020 гг. (млн. га)

Методика исследования. Исследования по изучению действия биостимуляторов на всхожесть и энергию прорастания семян ячменя, морфофизиологические свойства проростков, особенности формирования зерна проводили в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и регуляторов роста растений при ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» имени Д.Н. Прянишникова в 2021 г. Всхожесть и энергию прорастания семян ячменя определяли в соответствии с общепринятой методикой (ГОСТ 12038-84); массу 1000 семян – по ГОСТ 12042-80 [5].

Сорт ячменя Михайловский (занесен в Госреестр). Родословная: Мамми х Свитязь. Включен в Госреестр по Северо-Западному (2) и Центральному (3) регионам.

Разновидность нутанс. Куст прямостоячий. Влагалища нижних листьев без опушения. Антоциановая окраска ушек флагового листа сильная, восковой налет на влагалище средний - сильный.

Растение среднерослое. Колос полупрямостоячий, цилиндрический, рыхлый, со слабым восковым налетом. Ости длиннее колоса, зазубренные, кончики с сильной - очень сильной антоциановой окраской. Первый сегмент колосового стержня короткий, с очень сильным изгибом и с очень сильной горбинкой. Стерильный колосок отклоненный, с заостренным кончиком и длинной нижней цветковой чешуей. Колосковая чешуя с остью среднего колоска длиннее зерновки. Опушение основной щетинки зерновки длинное. Антоциановая окраска нервов наружной цветковой чешуи очень сильная. Зазубренность внутренних боковых нервов наружной цветковой чешуи отсутствует. Зерновка ромбическая, очень крупная, с неопушенной брюшной бороздкой и охватывающей лодикулой. Средняя урожайность в регионах допуска 34,2 ц/га, на уровне стандартов. Среднеспелый, вегетационный период 72-92 дня. Устойчивость к полеганию и засухе средняя. Включен в списки пивоваренных и ценных по качеству сортов.

Слабо - средневосприимчив к твердой головне; восприимчив к стеблевой ржавчине, полосатой и сетчатой пятнистости; сильновосприимчив к пыльной головне и темно-бурой пятнистости [4].

В нашем опыте мы рассматривали влияние рострегулирующих агрохимикатов в лабораторных условиях ФГБНУ ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова.

Цель исследований - установить влияние биостимуляторов на посевные качества ярового ячменя.

Реализация поставленной цели предусматривает выполнение следующих задач: 1. установить действие биостимуляторов на морфофизиологические свойства проростков ячменя в лабораторных условиях на энергию прорастания, лабораторную всхожесть семян ярового ячменя среднеспелого сорта Михайловский [6].

Схема опыта: 1. Эпин-Экстра (200мл/т); 2. Циркон (2 мл/т); 3. Гиберелон (50 г/т); 4. Альбит (30 мл/т); 5. Рестарт, Ж (0,1мл/т); 6. Эмистим (1 мл/т).

Семена проращивали в чашках Петри на фильтровальной бумаге в термостате при температуре 20^{o}С. В каждую чашку раскладывали по 100 семян, обработанных дистиллированной водой (контрольный вариант) и растворами биостимуляторов (опытные варианты). Повторность опыта четырехкратная. Экспозиция обработки семян 1 час.

Согласно ГОСТ 12038-84, проводили учет прорастания семян в два этапа: на 3-и сутки - определяли энергию прорастания, на 7-е сутки - определяли всхожесть семян. В лабораторном скрининге определяли интенсивность прорастания семян по длине корешков и ростков, массе проростков.

Результаты и их обсуждение. В наших исследованиях отмечено положительное влияние обработки биостимуляторами на увеличение энергии прорастания и всхожести семян ячменя (табл.1). Как известно, низкая энергия прорастания вызывает более продолжительное

появление всходов в полевых условиях, увеличивая угрозу поражения вредителями [9].

В вариантах с обработкой биостимуляторами показатели энергии прорастания были выше, чем на контроле, на 7…17%. Наиболее существенно, энергия прорастания по сравнению с контролем (на 17,3%) возрастала под действием обработки фитогормона Гиберелон и препарата-антидота биологического происхождения Альбит. Применение препаратов Циркон и Рестарт, Ж позволило повысить энергию прорастания на 11%.

Таблица 1- Влияние биостимуляторов роста на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян ярового ячменя сорта Михайловский, 2021 год

Варианты	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
Контроль (обработка одой)	75	72
Эпин-Экстра	84	87
Циркон	86	87
Гиберелон	88	93
Альбит	88	96
Рестарт, Ж	86	94
Эмистим	82	91
Среднее	84,1	88,6

Оценка лабораторной всхожести позволила установить следующую закономерность: под действием применяемых препаратов всхожесть возрастала на 15...24%. При этом, наиболее значимыми было увеличение всхожести под действием препаратов Альбит (+24%), Рестарт, Ж (+22%), Гиберелон (+21%). Наилучшие результаты показала обработка Гиберелоном и Альбитом.

Обработка семян растворами агрохимикатов повлияла на биометрические показатели ярового ячменя сорта «Михайловский». Длина ростков и корешков, биомасса проростков показали

существенную прибавку по сравнению с вариантом без обработки и показаны в таблице 2.

Таблица 2 – Биометрические показатели ярового ячменя сорта «Михайловский»

Варианты	Длина, см		Масса 100 проростков, г			
	ростка	корешков	проростков		корешков	
			сырая	сухая	сырая	сухая
Контроль	7,2	6,8	8,75	6,12	8,43	5,78
Эпин Экстра	10,4	9,5	9,38	8,14	10,02	8,92
Циркон	10,6	9,7	9,43	8,09	10,64	9,23
Гиберелон	11,7	10,4	9,68	8,46	10,91	9,41
Альбит	12,6	10,2	9,82	8,55	11,90	9,84
Рестарт, Ж	11,8	9,8	9,55	8,23	10,69	9,27
Эмистим	9,9	8,6	9,38	8,19	10,25	9,30
$НСР_{05}$	0,54	0,47	0,52	0,45	0,56	0,51

Максимальные значения показателей установлены в варианте с обработкой агрохимикатом Альбит в норме 30 мл/т. В данном варианте длина ростка была больше контроля на 5,4 см, корешков – на 3,4 см. Высокие значения отмечены также и на остальных вариантах с обработкой семян агрохимикатами, а именно, Эпин-Экстра, Циркон, Гиберелон, Рестарт, Ж, на которых длина ростка увеличилась на 44,0, 47,2, 62,5 и 63,8% соответственно, длина корешков – на 39,7, 42,6, 52,9 и 44,1% соответственно.

Аналогичные данные получены и при оценке биомассы проростков ярового ячменя сорта Михайловский. Увеличилась биомасса проростков по всем вариантам с обработкой на 7,2, 7,8, 10,6, 12,2, 9,1 и 7,2% соответственно, сухая масса проростков – на 33,0, 32,1, 38,2, 39,7, 34,4 и 33,8% соответственно. Биомасса корешков в среднем по вариантам с обработкой была выше на 27,3%, сухая масса корешков на 61,3% по сравнению с контрольным вариантом.

Выводы. Проведенные исследования позволили установить эффективность предпосевной обработки семян ячменя биостимуляторами на изменение морфологических и функциональных

параметров прорастания семян. По результатам полученных данных по показателям качества семян ярового ячменя сорта Михайловский установлена положительная динамика по формированию энергии прорастания (на 7…17%), всхожести (на 15...24%), длины ростков (на 2,7…4,5мм) и корешков (на 1,8…3,6 см), биомассы проростков (на 0,6…1,1г).

Литература:

1. Алехина Н.Д., Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко Физиология растений. – М.: Академия, 2005. – 467 с.
2. Вавилов П.Л. Растениеводство. – М.: Агропромиздат, 1986.-90с.
3. Верзилов В.Ф. Регуляторы роста и их применение в растениеводстве. – М.: Наука, 1971. - 144 с
4. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Определение всхожести.
5. «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов», разрешенных к применению на территории Российской Федерации, часть I, II. Москва, 2021г.
6. Кретович В. Л. Биохимия растений, - М.: Высшая школа, 1980. - 447 с.
7. Лобанов В. Я. Определение посевных качеств семян. - М.: Колос, 1964.-111
8. Международный стандарт ГОСТ 10469-76 Семена ячменя. Сортовые и посевные качества. Технические условия. Дата введения 01 июля 1977 года, с изменениями №№ 1,2,3.
9. Овчаров К. Е. Физиологические основы всхожести семян. - М.: Наука, 1969. - 280 с.
10. Овчаров К. Е. Физиология формирования прорастания семян. - М.: Колос, 1976. - 255 с.
11. www.applied-research.ru (дата обращения: 11.11.2021).

ВЛИЯНИЕ РЕУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ

Е.С. Бородина[1], В.И. Бондарь[2], А.Н. Постников[1], А.Ф. Пэлий[3], И.Н. Ворончихина[4]

[1] РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, Россия, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
Kaluga-Peliy@yandex.ru
[2] Калужский филиал РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева
248007, Россия, г. Калуга, ул. Вишневского, 27
[3] Российский университет дружбы народов
117198, Россия, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
[4] ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127550, Россия, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А

Экспериментальная работа проводилась на опытном поле Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в период с 2019 по 2021 г. В работе исследовали влияние регуляторов роста при различных способах применения на продуктивность и структурный анализ урожайности кормовой свеклы. По результатам исследований доказана эффективность применения фиторегуляторов как при предпосевной обработке семян, так и при внекорневом применении.

Ключевые слова: кормовая свёкла, регуляторы роста, структура урожая, интенсивные технологии.

Первичным центром происхождения рода свёклы (Beta L.), вида Beta vulgaris L, куда входят все культурные формы свёклы (сахарная, полусахарная, кормовая, столовая, винокуренная, листовая или мангольд), является Средиземноморье [1]. Происхождение культуры на Средиземноморье – определяет сильную зависимость их урожайности от условий влагообеспеченности. В этой связи продуктивность свеклы кормовой при выращивании в Центральной части Нечерноземной зоны сильно колеблется по годам из-за неравномерного распределения осадков в период вегетации [2].

Формирование и рост листьев и корнеплодов происходит в основном в вечерние и ночные часы. Ведущий фактор среды, определяющий изменение

массы растения ночью, – температура. Днем наибольшее угнетающее воздействие оказывает высокая интенсивность освещения и пониженная влажность воздуха, уменьшающие скорость процесса фотосинтеза. Продолжительность периода фотосинтетической активности выше при большей облиственности, что обеспечивает увеличение продуктивности посевов.

Применение в качестве антидепрессантов в критические фазы онтогенеза физиологических средств регуляции роста и развития позволяет повысить устойчивость к неблагоприятным условиям среды, что проявляется в более полной реализации потенциала растений [3-5].

Применение регуляторов роста является одним из основных элементов интенсивных технологий. Изменение гормонального статуса растений под воздействием регуляторов роста обеспечивает повышение активности метаболических процессов в растении, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам, повышает урожайность и качество продукции.

Применение фиторегуляторов определяется этапом онтогенеза, средовыми условиями и задачами, решаемыми с их помощью (корнеобразование, выведение семян из состояния покоя, регуляция развития вегетативных генеративных органов, регуляция плодообразования и созревания, регуляция устойчивости растений, качества продукции и др.)

Таким образом, регуляция гормонального статуса в онтогенезе путем использования регуляторов роста является эффективным средством повышения продуктивности и устойчивости сельскохозяйственных культур, а также качества продукции, позволяющего реализовывать потенциал растений [6-8].

Для получения высокого урожая корнеплодов необходимы семена соответствующего качества. При этом необходимо отметить, что более полно реализовать потенциальные возможности сельскохозяйственных растений позволяет обработка регуляторами роста [9].

Целью проводимых исследований кормовой свёклы стало изучение влияния различных регуляторов роста на качественные и количественные показатели культуры в условиях Нечерноземной зоны.

Экспериментальная работа проводилась на базе опытного поля Калужского филиала РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в 2019-2021 гг. на дерново-подзолистой супесчаной почве в Калужской области на кормовой свёкле сортотипа Эккендорфская жёлтая. По результатам экспериментальных исследований выявлены положительные эффекты от применения регуляторов роста как при обработке семенного материала, так и при внекорневом внесении.

Почва характеризовалась низким содержанием гумуса – 2,3%, повышенным содержанием подвижного фосфора 130 мг/кг, средним содержанием обменного калия 93 мг/кг, реакция почвенного раствора слабокислая, $pH_{сол}$ – 5,5. Повторность опыта – четырёхкратная, размещение вариантов рендомизированное, учётная площадь делянок 20 $м^2$. Фон удобрений состоял из внесения 100% от необходимой нормы при планируемом урожае 50 т/га корнеплодов потребления фосфорно-калийного удобрения и 30% азотного удобрения под предпосевную культивацию вручную и 70% азотных подкормок по вегетации из расчета $N_{150}P_{100}K_{180}$. Посев производился вручную с нормой высева 75 тыс. шт/га всхожих семян, 18 мая 2019 года, 15 мая 2020, 15 мая в 2021 году.

Предшествующая культура – озимая пшеница.

Схема опыта включала следующие варианты:

1. Контроль – без обработки.

2. Предпосевная обработка семян:

- Биодукс (1 мл/т);
- АгроСтимул (250 мл/т);
- Эпин-Экстра (12 мл/т);
- Циркон (4 мл/т);

3. Обработка растений по вегетации (в фазу 7-ого листа):

- Биодукс (3 мл/га);
- АгроСтимул (150 мл/га);
- Эпин-Экстра (100 мл/га);
- Циркон (40 мл/га);

Обработка семян фиторегуляторами проводилась по рекомендованным производителями срокам от даты посева, первая внекорневая обработка посевов – при появлении 7-го настоящего листа, совпадающего с началом периода интенсивного роста. На варианте обработки растений по вегетации (вариант 2-4) проводилась 2-разовая обработка посевов через каждые 10 дней после восстановления тургора листьев не ранее 17 часов мелкодисперсным ручным опрыскивателем с расходом жидкости, эквивалентным 200 л/га.

Применение фиторегуляторов на посевах различных культур становится все более распространенным приемом в сельском хозяйстве, из-за того, что в настоящее время климат претерпевает глобальные изменения, отмеченные и подтверждённые многочисленными службами и организациями [10].

В 2019 году среднесуточная температура была ниже среднемноголетнего уровня только в июле и августе, в остальные месяцы показатели превышали норму среднемноголетних значений, особенно в мае и июне на 3,5 ^{o}C, поэтому температурный режим за май-сентябрь 2019 года можно охарактеризовать как умеренно теплый. В 2020 году среднесуточная температура характеризовалась превышением среднемесячных температур на всем периоде вегетации, данные отображены на рисунке 1. 2021 год характеризовался превышением климатической нормы по всем месяцам вегетации, кроме сентября.

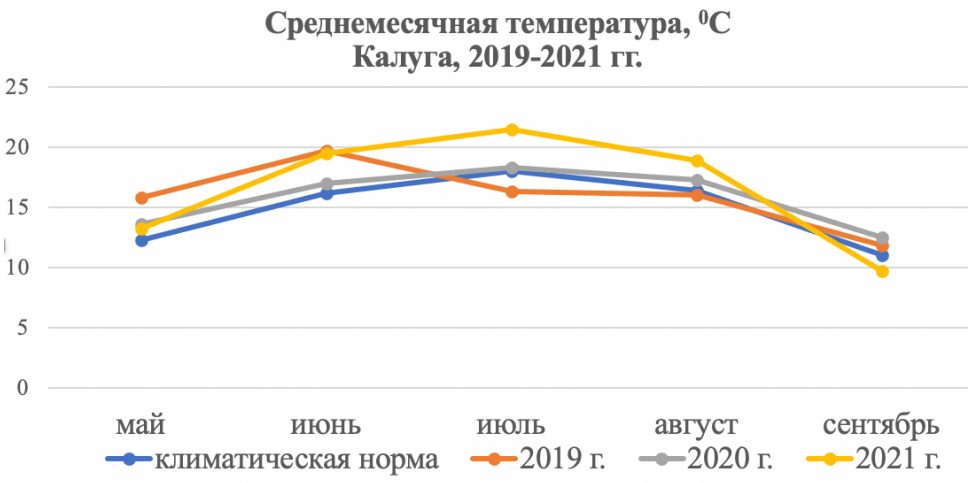


Рисунок 1 - Среднемесячная температура в вегетационные периоды 2019-2021 гг., г. Калуга

Сумма осадков за май-сентябрь в 2019 года составила 323 мм или 94% от нормы. Наибольшее количество осадков выпало в июне 111 мм, данные отображены на рисунке 2. Режим атмосферных осадков за май-сентябрь в 2019 года характеризуется достаточным количеством выпавших осадков.

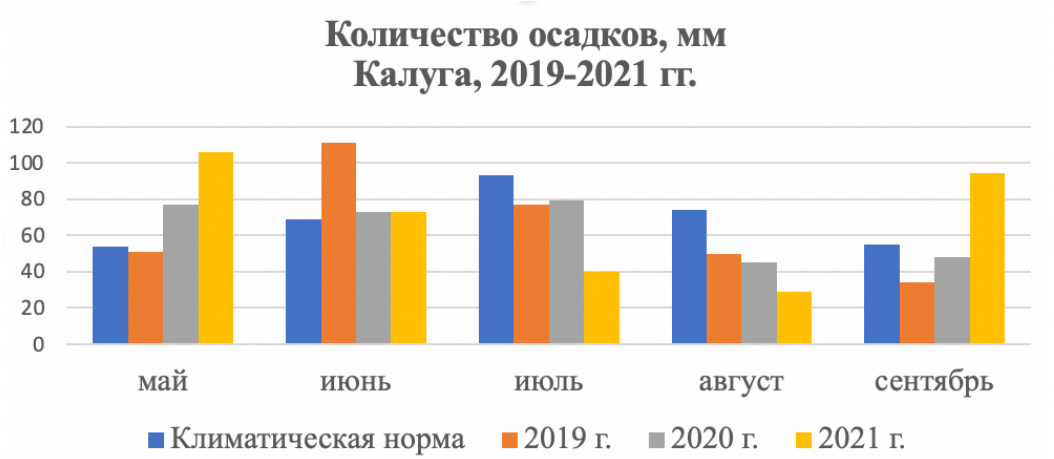


Рисунок 2 - Количество осадков в вегетационные периоды, мм Калуга, 2019-2021 гг.

В 2020 году в период вегетации с мая по сентябрь выпало свыше 322 мм осадков, что на 23 мм меньше суммы среднемесячных осадков за данный период времени.

2021 год характеризовался выпадением нормы осадков 342 мм, которые были распределены следующим образом: пик осадков – 179 мм пришелся на

начальный период роста. На интенсивный период развития культуры и накопления сухого вещества июль-август, сумма выпавших осадков составила 69 мм, что на 41% ниже климатической нормы.

В целом, за годы исследований повышенные температуры и количество выпавших осадков на ранней стадии онтогенеза кормовой свеклы оказали существенное влияние на рост и развитие культуры.

Полевой опыт и фенологические наблюдения проводили в соответствии с методикой полевого опыта Б.А. Доспехова, 1985 г.

Урожайность кормовой свёклы в зависимости от фиторегуляторов за 2019-2021 года приведена в таблице 1. В вариантах с применением регуляторов роста достоверно доказана прибавка полученной урожайности относительно контрольного варианта как при применении в предпосевную обработку, так и при обработке растений по вегетации регуляторами роста. Максимальная урожайность в опыте была получена в 2019 году и составляла интервал от 560 до 621 ц/га корнеплодов для вариантов с предпосевной обработкой семян и 560–625 ц/га для вариантов с внекорневым внесением фиторегуляторов. Агроклиматические условия сезона 2019 года были наиболее благоприятными для достижения данных показателей.

Наибольший положительных эффект в опыте за три года исследований был получен в вариантах 2 и 5, в которых применяли регуляторы роста Биодукс и Циркон. Так, прибавка в указанных вариантах для предпосевной обработки семян варьировалась от 560 до 561 ц/га при контрольном значении в 506 ц/га, а для вариантов с внекорневым внесением от 559 до 564 ц/га.

Эффективность применения регуляторов роста при обработке семенного материала была наиболее эффективной в 2019 году, а внекорневых обработок в 2020-2021 годах, что обусловлено неоптимальным режимом выпадения осадков в сезоне вегетаций при относительно благоприятных температурных режимах.

Таблица 1 - Зависимость урожая корнеплодов кормовой свеклы от влияния регуляторов роста за 2019–2021 гг.

Вариант	Урожайность корнеплодов, ц/га			
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	среднее по годам
Предпосевная обработка семян				
1. Контроль	560	516	441	506
2. Биодукс	617	581	482	560
3. АгроСтимул	577	552	463	531
4. Эпин-Экстра	607	568	474	550
5. Циркон	621	579	483	561
$НСР_{05}$	–			22,8
Обработка растений по вегетации				
1. Контроль	560	516	441	506
2. Биодукс	625	583	485	564
3. АгроСтимул	572	549	467	529
4. Эпин-Экстра	599	571	481	550
5. Циркон	607	580	490	559
$НСР_{05}$	–			24,9

Известно, что накопление сухой биомассы кормовой свёклы осуществляется в соответствии с S-образной кривой роста в течении вегетации с соответствующей зависимостью от внешних факторов, поэтому изменение влагообеспеченности, накопления температур сыграло решающую роль в значительной корреляции сухого вещества по годам. Недостаток увлажнения приводит к необратимым потерям в урожае, при этом накопление сухого вещества в корнеплодах не прекращается до уборки [9].

В целом, влияние фиторегуляторов положительно сказалось как на величине урожая, так и на градации отношения урожая сухой биомассы к ботве, данные приведены в таблице 2.

Величина урожая сухой биомассы корнеплодов при предпосевной обработке семян была в пределах 69,1–72,2 ц/га, в вариантах с внекорневыми обработками семян от 69,0 до 73,5 ц/га при общем контроле в 64,9 ц/га.

Таблица 2 - Структура урожая и коэффициент хозяйственной эффективности ($К_{хоз}$) кормовой свёклы в зависимости от фиторегуляторов, среднее за 2019–2021 гг.

Варианты	Урожай сухой биомассы, ц/га			$К_{хоз}$
	общий	корнеплодов	ботвы	
Предпосевная обработка семян				
1. Контроль	95,4	64,9	30,5	0,68
2. Биодукс	104,8	72,9	31,9	0,70
3. АгроСтимул	100,1	69,1	31,0	0,69
4. Эпин-Экстра	101,4	70,0	31,4	0,69
5. Циркон	105,2	73,2	32,0	0,70
Обработка растений по вегетации				
1. Контроль	95,4	64,9	30,5	0,68
2. Биодукс	105,7	73,5	32,2	0,70
3. АгроСтимул	100,0	69,0	31,0	0,69
4. Эпин-Экстра	101,7	70,2	31,5	0,69
5. Циркон	104,8	72,9	31,9	0,70

Применение регуляторов роста способствует получению более высоких урожаев сухой биомассы корнеплодов по всем годам исследований. Так, в среднем за 2019-2021 года прибавка от применения регуляторов роста при протравливании семян относительно контроля опыта составляла 6,5-12,8%, а при применении по вегетации в 6,4-13,4%, тем самым, подтверждая эффективность внедрения в интенсивную технологию возделывания кормовой свеклы регуляторов роста.

Применение фиторегуляторов на малоплодородных дерново-подзолистых почвах как при предпосевной обработке, так и по вегетации способствует получению наибольших показателей сухой биомассы и урожайности в опыте.

Литература:

1. Коровина О.Н., Вавилов Н.И. О первичных центрах происхождения культурных растений // Ботанический журнал. 1987, № 6. С. 721-731.

2. Постников А.Н., Зольникова Е.В. Урожайность кормовой свёклы и брюквы при использовании регуляторов роста // Достижения науки и техники

АПК. 2014. № 9. С. 37-39.

3. Аленин П.Г. Лядвенец рогатый и черноголовник многобрачный – перспективные кормовые культуры // Кормопроизводство. 2011. №5. С. 21–23.

4. Исайчев В.А., Андреев Н.Н. и соавт. Влияние регуляторов роста на содержание тяжелых металлов в зерне яровой пшеницы сорта Землячка в условиях Среднего Поволжья // Вестник Казанского ГАУ. 2013. № 1 (27). С. 103–107.

5. Кадиков Р.К., Мигранов Р.Р. Влияние сортовой устойчивости яровой пшеницы на эффективность применения препаратов предпосевной обработки семян // Вестник Башкирского ГАУ. 2013. № 1. С. 33–36.

6. Бородина Е.С., Постников А.Н. и соавт. Управление продуктивностью кормовой свеклы фиторегуляторами нового поколения // Перспективы научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: сборник материалов международной научной конференции, 15 октября 2019 года. Смоленская ГСХА. С: 2019. С. 14-18.

7. Prendergast S.L. et al. A comparison of microbial protein synthesis in beef steers fed ad libitum winter ryegrass or fodder beet // Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 2015. Vol. 75 P. 251–256.

8. Edwards G.R., De Ruiter J.M., Dalley D.E. et al. Dry matter intake and body condition score change of dairy cows grazing fodder beet, kale and kale-oat forage systems in winter // Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 2014. Vol. 76. P. 81–88.

9. Муромцев Г. С., Чкаников Д.И. и соавт. Применение регуляторов роста в овощеводстве и картофелеводстве. М.: ВО Агропромиздат, 1987. С. 284–301.

10. Постников А.Н., Бондарь В.И. и соавт. Управление продуктивностью кормовой свеклы фиторегуляторами нового поколения // Доклады ТСХА. Сборник статей 06–08 декабря 2018 года. РГАУ–МСХА им. К.А. Тимирязева. М.: 2019. С. 635–638.

ИЗВЕСТКОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ С КЛЕВЕРОМ

А. А. Рыжакова

ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА»
160555, Россия, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2, Россия
anna.anna.anna.ryzhakova@mail.ru

Работа выполнена под руководством д. с.-х. н. А. Н. Налиухина

Представлены исследования по изучению известкования и эффективности последействия систем удобрения на биологическую азотфиксацию клевера лугового. Установлено, что известкование способствовало увеличению доли фиксированного азота до 86-88% от общего, а применение минеральной и органо-минеральных систем удобрения на ее фоне обеспечило поступление в почву от 126 до 144 кг/га биологического азота.

Ключевые слова: клевер луговой, известкование, системы удобрения, симбиотическая азотфиксация.

Одной из основных кормовых культур, выращиваемых на северо-западе европейской части России является клевер луговой [1]. Благодаря способности биологически фиксировать азот атмосферы, клевер способствует накоплению этого элемента питания в почве, что положительно отражается на урожайности последующих выращиваемых культур [7,12].

Результаты ряда исследований показали, что применение систем удобрения способствуют увеличению уровня азотфиксации клевера [3, 4, 9, 11].

Вместе с тем, в научной литературе недостаточно данных о влиянии последействия систем удобрения и уровня кислотности на уровень азотфиксации клевера на дерново – подзолистых легкосуглинистых почвах севера Нечерноземной зоны.

Цель работы – изучить эффективность последействия известкования и систем удобрения на симбиотическую азотфиксацию клевера лугового, возделываемого на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве.

Полевой опыт по изучению влияния уровня кислотности и систем удобрения на азотфиксацию клевера лугового с. Дымковский проводился 2018-2020 гг., на учебно-опытном поле кафедры растениеводства, земледелия и агрохимии Вологодской ГМХА им. Н.В. Верещагина.

Почва участка опыта дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая среднеокультуренная с содержанием подвижного P_2O_5 – 261 мг/кг (по Кирсанову), подвижного K_2O_5 – 125 мг/кг (по Кирсанову), гумуса (по Тюрину) – 3,16 %, pH_{KCl} 5,1-5,2 [8, 10].

Клевер возделывался в 5-польном полевом севообороте со следующим чередованием культур: вико – овсяная смесь – озимая пшеница – ячмень с подсевом клевера – клевер луговой – овес.

Схема опыта включала в себя следующие варианты систем удобрения: 1. Контроль (без удобрений); 2. Навоз 50 т/га (органическая система); 3. NPK (минеральная система) эквивалентная по д. в. 2 варианта; 4. Навоз 25 т/га + ½ NPK (1-я органо-минеральная система) эквивалентная по д. в. 2-му варианта; 5. Навоз 50 т/га + NPK (2-я органо-минеральная система). Все варианты систем удобрения изучались на фоне без известкования (pH_{KCl} 5,1-5,2 ед.) и с внесением извести (pH_{KCl} 5,8-5,9 ед.). Навоз и известь вносили под первую культуру севооборота, минеральные под первые три. Таким образом, на клевере луговом испытывали 1-й год последействия минеральных удобрений и 3-й год органических.

Все изучаемые системы удобрения были выровнены по количеству вносимых питательных веществ с удобрениями.

Размер опытной делянки – 5 х 20 $м^2$, в трехкратном повторении, расположение вариантов – систематическое.

Учет урожайности клевера лугового проводили сплошным методом в фазе начала цветения. Результаты учета урожайности подвергали

статистической обработке по Б.А. Доспехову [6]. Количество симбиотически фиксированного азота и коэффициента азотфиксации, вынос и поступление в почву биологического азота рассчитывали разностным методом по [4, 9]. Учёт урожайности корневой системы определяли по Н. З. Станкову [5].

ГТК Селянинова 2018 г. – 1,2, 2019 г. – 2,0, 2020 г. – 2,5.

Результаты опыта представлены в таблице 1 и на рисунке 1.

Фон кислотности положительно повлиял на накопление азота в почве. Благодаря более оптимальной реакции почвенной среды, на известкованном фоне выход биологического азота с поукосно-корневыми остатками, в среднем по опыту, был на 19,2 % выше, чем на неизвесткованном фоне. Рост урожайности клевера лугового сопровождался увеличением выноса общего азота с 263-300 кг/га в контрольном варианте до 313-364 кг/га при органо-минеральной системе удобрения.

Однако, коэффициент азотфиксации по фонам кислотности был практически одинаковым. Несмотря на это, общее накопление азота в почве на фоне кислотности близком к нейтральному (с известкованием) было на 27,6 % выше, чем на слабокислом фоне (без известкования).

В целом по опыту отмечали положительное влияние последействия удобрений (2-5 варианты) на накопление биологического азота в почве, по сравнению с вариантом без удобрения (1 вариант). Причем, как на фоне известкования, так и без внесения извести.

Среди вариантов с системами удобрения, в период последействия на фоне известкования максимальное накопление биологического азота отмечали в варианте с минеральной системой удобрения (3-й вариант, 1-й год последействия), увеличение по сравнению с контрольным вариантом (без удобрения), составило 50,5 %, а минимальное – в варианте с органической системой (2-й вариант, 3-й год последействия), увеличение по отношению к варианту без удобрения (контрольному) – 6,6 %.

Тогда как по неизвесткованному фону (слабокислому), преимущество в уровне накопления биологического азота имела 2-я органо-минеральная

система удобрения, увеличение по сравнению с вариантом без удобрения составило 26,4 %. А на втором месте по эффективности была органическая система 3-го года последействия.

Таблица 1 - Влияние различных систем удобрения на биологическую азотфиксацию клевера лугового, в среднем за 2018-2020 гг.

№ п/п	Удобрения	Среднегодовая урожайность СВ, ц/га	Вынос $N_{общ.}$ с урожаем, кг/га	Накопление $N_{биол.}$ в поукосно-корневых остатках, кг/га	$K_ф$*
Без известкования					
1.	Контроль (без удобрений)	42,9	263	135	0,84
2.	Навоз 50 т/га	46,7	279	153	0,84
3.	NPK	46,5	306	141	0,86
4.	Навоз 25 т/га NPK1/2	48,1	313	104	0,86
5.	Навоз 50 т/га + NPK	51,6	377	159	0,89
С известкованием					
1.	Контроль (без удобрений)	44,2	300	139	0,86
2.	Навоз 50 т/га	49,5	329	147	0,86
3.	NPK	50,9	371	188	0,88
4.	Навоз 25 т/га NPK1/2	54,6	360	184	0,88
5.	Навоз 50 т/га + NPK	58,4	364	169	0,88

**Коэффициент азотфиксации*

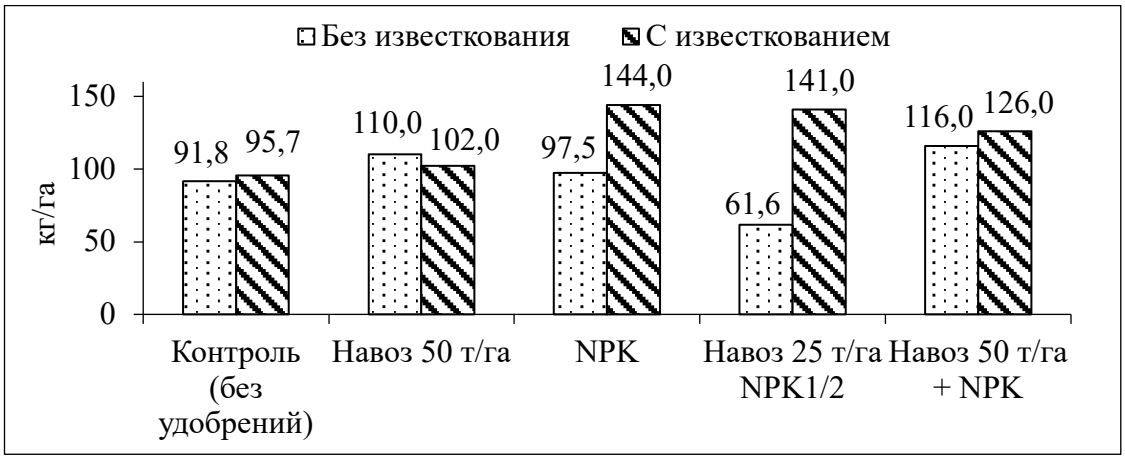


Рисунок 1 - Накопление биологического азота в почве

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что известкование положительно влияет на уровень азотфиксации клевера лугового. Последействие систем удобрения усиливает накопление биологического азота, как на фоне извести, так и без известкования. Причем,

на фоне известкования наибольший эффект в накоплении азота в пожнивно-корневых остатках клевера лугового проявляется при последействии минеральной системы удобрения, а на неизвесткованном фоне – при органо-минеральной.

Литература:

1. Гатаулина Г.Г., В.Е., Долгодворцев, П.Д., Бугаев. Растениеводство. М.: Инфра-М, 2016. - 608 с.

3. Мингалев С.К., Лаптев В.Р. Влияние многолетних бобовых трав и способов их использования на урожайность культур севооборота // Аграрный вестник Урала. 2013. № 6. - С. 4-5.

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

5. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. М.: Колос, 1964. 280 с.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1958. - 351 с.

7. Соснина И.Д. Влияние парозанимающих культур, севооборота и фона питания на баланс гумуса и трансформацию органического вещества в дерново-подзолистой почве Предуралья // Аграрный вестник Урала. - 2012. - № 9. - С. 8-9.

8. Налиухин А.Н., Чухина О.В., Власова О.А. Почвы опытного поля ВГМХА им. Н.В. Верещагина и их агрохимическая характеристика // Молочнохозяйственный вестник. - 2015. - № 3 (19). - С. 35-46.

9. Трепачев Е.П. Агрохимический аспекты биологического азота в современном земледелии. М.: Агроконсалт, 1999. - 498 с.

10. Рыжакова А.А. Влияние систем удобрения на урожайность и питательную ценность клевера лугового при возделывании на дерново-подзолистой почве / Современные аспекты развития АПК. Труды

Всероссийского совета молодых ученых и специалистов аграрных образовательных и научных учреждений. - 2019. - С. 7-13.

11. Холзаков В.М. Достоинства клевера лугового // Земледелие. 2001. № 5. С. 28.

12. Шрамко Н.В., Мельцаев И.Г., Вихорева Г.В. Бобовые травы-основа кормопроизводства и повышения плодородия дерново-подзолистых почв Нечерноземной зоны // Кормопроизводство. - 2008. - № 3. - С.1-4.

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И СОИ

А.В. Кузнецов, Ю.Н. Недайборщ, М.О. Сурков

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», 430005, Россия, РМ, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68, Россия
smolin89@mail.ru

Работа выполнена под руководством д. с.-х. н. Н.В. Смолина

Обсуждаются вопросы применения средств химизации на урожайность и качество зерна кукурузы и сои. Подчеркивается роль минерального питания растений и комплексного применения пестицидов в получении высоких урожаев хорошего качества зерна кукурузы и сои в зернопропашном севообороте в условиях юга Нечерноземной зоны РФ на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе.

Ключевые слова: кукуруза, соя, урожайность, минеральные удобрения, доза, средства защиты растений, лизиметр, качество зерна.

Применение средств химической защиты от вредных объектов и внесение удобрений являются определяющими факторами в варащивании

любой сельскохозяйственной культуры, которые непосредственно влияют на продуктивность и качественые показатели выращиваемых культур [1, 2].

Чтобы исключить ухудшение качества получаемого урожая и снижение его продуктивности при использовании удобрений и пестицидов необходимым является учет биологических особенностей растений, почвенно-климатических условий, свойств почв, свойств применяемых удобрений и средств защиты [3].

Процесс перемещения элементов в почвогрунте может отследить с помощью лизиметрического метода исследования почвенного раствора. Данный метод в земледелии считается особенно удобным и достоверным, так как отражает процессы, происходящие в почве, и более полно воссоздает условия окружающей среды [4, 5].

Исследования были проведены на базе лизиметрической лаборатории кафедры агрономии и ландшафтной архитектуры в 2019–2020 гг. В стационарном опыте был освоен зернопропашной севооборот. Предшественником кукурузы был ячмень, сои – кукуруза на зерно.

Фактор А – внесение минеральных удобрений: 1. контроль (без удобрений), 2. умеренная доза внесения минеральных удобрений (кукуруза – $N_{90}P_{90}K_{90}$, соя – $N_{30}P_{60}K_{60}$), 3. высокая доза внесения минеральных удобрений (кукуруза – $N_{180}P_{180}K_{180}$, соя – $N_{60}P_{120}K_{120}$). Фактор Б – комплекс ХСЗР: 1. контроль (без ХСЗР), 2. использование ХСЗР. Учитывали контрольный вариант без участия удобрений и средств химической защиты растений.

Семена кукурузы протравливали фунгицидом скарлет (МЭ) (д.в. 100 г/л имазалила + 60 г/л тебуконазола) в дозе 0,4 л/т. В течение вегетации культуры применяли опрыскивание инсектицидом шарпей (МЭ) (д.в. 250 г/л циперметрина) в дозе 0,15 л/га. Посевы кукурузы обрабатывали гербицидом дублон (СК) (д.в. 40 г/л никосульфурона) в дозе 1,5 л/га в фазе 3-6 листьев культуры, а также ранние фазы роста сорняков.

Семена сои обрабатывали фунгицидным протравителем синклер (СК) (д.в. 75 г/л флудиоксонила) в дозе 0,6 л/т. В посевах сои применяли гербицид

парадокс (ВРК) (д.в. 120 г/л имазамокса) в дозе 0,3 л/га в фазы роста 2-4 листьев сорняков.

Посев кукурузы сорта Лидер 165 СВ (ФАО 160) (раннеспелый I репродукции) был проведен в 2019 году (норма высева 15 кг/га). В следующем году была посеяна соя сорта Билявка (норма высева 70 кг/га).

Площадь одного лизиметра – 4 $м^2$, объем почвы 4 $м^3$. Опыт выполнен в трехкратной повторности.

Полученная с лизиметров урожайность зерна кукурузы и сои была переведена на 14 %-ную стандартную влажность семян. Результаты химического состава зерна получили с помощью прибора Инфралюм ФТ–10.

Анализ данных химического состава зерна показал, что улучшению качественных характеристик зерна способствовало длительное применение средств химизации в севообороте и внесение минеральных удобрений непосредственно под культуры (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние минеральных удобрений и химических средств защиты растений (ХСЗР) на химический состав зерна кукурузы и сои, %

Вариант		Сухое вещество	Сырой протеин	Фосфор	Калий	Сырая зола
Доза удобрений (А)	Химические средства защиты растений (В)					
Кукуруза						
Контроль	контроль	90,1	7,6	0,08	0,45	2,0
	ХСЗР	90,1	8,2	0,08	0,41	2,0
Умеренная	контроль	90,2	8,8	0,08	0,46	1,9
	ХСЗР	89,5	9,4	0,06	0,47	1,8
Высокая	контроль	90,3	10,4	0,08	0,49	2,1
	ХСЗР	90,3	13,1	0,09	0,47	2,1
$НСР_{05}$ частных различий $НСР_{05}$ А $НСР_{05}$ В и АВ		$F_ф < F_{05}$ $F_ф < F_{05}$ $F_ф < F_{05}$	1,8 1,3 1,1	$F_ф < F_{05}$ $F_ф < F_{05}$ $F_ф < F_{05}$	0,05 0,03 0,03	$F_ф < F_{05}$ $F_ф < F_{05}$ $F_ф < F_{05}$
Соя						
Контроль	контроль	90,1	35,3	0,64	1,44	5,6
	ХСЗР	90,5	36,2	0,65	1,50	5,4
Умеренная	контроль	89,6	38,8	0,62	1,46	5,5
	ХСЗР	89,2	39,7	0,61	1,51	5,4
Высокая	контроль	88,9	41,7	0,62	1,53	5,3
	ХСЗР	88,6	42,5	0,63	1,55	5,3

$НСР_{05}$ частных различий	$F_ф < F_{05}$	5,3	$F_ф < F_{05}$	0,07	$F_ф < F_{05}$
$НСР_{05}$ А	$F_ф < F_{05}$	4,9	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$
$НСР_{05}$ В и АВ	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	$F_ф < F_{05}$	0,06	$F_ф < F_{05}$

Так, в частности на кукурузе, отмечали значительное увеличение содержания сырого протеина до 10,4 % на варианте с использованием высокой дозы удобрений, по сравнению с контролем (7,6 %).

Использование пестицидов также приводило к увеличению количества сырого протеина до 8,2 %. Подобная зависимость отмечена на всех вариантах опыта. Максимальное количество изучаемого показателя зафиксировано на варианте $N_{180}P_{180}K_{180}$ с применением комплекса химических обработок пестицидами (13,1 %).

Использование разных доз минеральных удобрений в комплексе с пестицидами на посевах сои также способствовало значительному увеличению сырого протеина (на 3,5 и 6,4 % соответственно по сравнению с абсолютным контролем).

Значения показателей содержания сырой золы, сухого вещества, фосфора и калия в зерне кукурузы и сои были в пределах ошибки опыта.

При оценке урожайных данных зерна кукурузы отмечена прямая корреляционная зависимость между увеличением дозы вносимых удобрений и повышением урожайности культуры (табл. 2). Так, на варианте с использованием умеренной дозы удобрений урожайность зерна кукурузы увеличилась практически в 2 раза (5,40 т/га) при сопоставлении с контролем, а при высоких дозах минерального питания – в 2,3 раза (6,14 т/га).

Подобная зависимость на продуктивность кукурузы наблюдалась и при использовании комплекса средств защиты растений. Максимальное значение изучаемого показателя зафиксировано на варианте, где использовались высокие дозы удобрений в комплексе со средствами химизации (8,30 т/га).

В засушливых условиях 2020 г. урожайность зерна сои на абсолютном контроле составила 0,82 т/га. Использование химических средств защиты растений обеспечивало прирост урожайности зерна на 0,36 т/га без применения удобрений. Внесение только $N_{30}P_{60}K_{60}$ повышало урожайность

зерна сои на 0,24 т/га. На фоне проведения химической защиты растений прибавка урожайности культуры от внесения умеренной дозы минерального питания увеличилась на 0,64 т/га по сравнению с абсолютным контролем. При внесении только $N_{60}P_{120}K_{120}$ прирост урожайности зерна сои составил 0,28 т/га, а на фоне применения химических средств защиты прибавка возросла до 1,0 т/га.

Таблица 2 – Урожайность зерна кукурузы и сои в зависимости от применения средств защиты растений и минеральных удобрений, т/га

Вариант		Кукуруза			Соя		
Доза удобрений (А)	Химические средства защиты растений (В)	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га		Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	
			от средств защиты	от удобрений		от средств защиты	от удобрений
Контроль	контроль	2,64	–	–	0,82	–	–
	ХСЗР	4,26	1,62	–	1,18	0,36	–
Умеренная	контроль	5,40	–	2,76	1,06	–	0,24
	ХСЗР	7,88	2,48	3,62	1,46	0,40	0,28
Высокая	контроль	6,14	–	3,50	1,10	–	0,28
	ХСЗР	8,30	2,16	4,04	1,82	0,72	0,64
$НСР_{05}$ частных различий		1,00			0,24		
$НСР_{05}$ А		0,71			0,17		
$НСР_{05}$ В и АВ		0,58			0,14		

Таким образом, в условиях юга Нечерноземной зоны РФ при выращивании кукурузы и сои на зерно в зернопаровом севообороте на выщелоченном тяжелосуглинистом черноземе получению высоких урожаев хорошего качества данных культур способствует возделывание их на фоне комплексного применения пестицидов с внесением высоких доз минерального питания (под кукурузу $N_{180}P_{180}K_{180}$ и под сою $N_{60}P_{120}K_{120}$ кг в расчете на 1 га).

Внесение высоких доз удобрений и комплекса средств защиты повысило урожайность зерна кукурузы по сравнению с абсолютным контролем в 3,1 раза, урожайность сои – в 2,2 раза.

Литература:

1. Вислобокова Л. Н. Влияние минеральных удобрений и средств защиты на продуктивность бобовых культур в севообороте / Л. Н. Вислобокова, С. В. Ветрова, Е. В. Дудова // Земледелие, агрохимия и почвоведение. – 2018. – №3 (85). – С. 12–15.

2. Ретьман С. В. Защита сои / С. В. Ретьман, А. И. Борзых, Т. Н. Кислых и др. // Приложение к журналу "Защита и карантин растений", 2015. – №4. – С. 73 (21).

3. Голубев Б. А. Лизиметрические методы исследования в почвоведении и агрохимии / Б. А. Голубев. – Москва: Изд-во Наука, 2007. – 110 с.

4. Комаревцева Л. Г., Майдебура Н. М., Балашова Л. А. Методы почвенных и агрохимических исследований: [Текст]: учебное пособие / Л. Г. Комаревцева, Н. М. Майдебура, Л. А. Балашова. – Ярославль: ФГОУ ВПО «Ярославская ГСХА», 2011. – 260 с.

5. Кузнецова Е. И. Актуальность лизиметрических экспериментов в комплексном экологическом анализе почв / Е. И. Кузнецова, М. В. Ларионов // Инновации в науке. – 2016. – №12-1 (61). – С. 26–28.

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

С.Л. Белопухов, К.А. Усова, Н.А. Зейслер

ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА»
160555, Вологодская область, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2
kseniyausuva@mail.ru

Рассматриваются вопросы влияния регуляторов роста растений на элементы продуктивности льна масличного сорта ЛМ 98 в почвенно-климатических условиях Вологодской области.

Ключевые слова: лен масличный, регуляторы роста, биостимуляторы, продуктивность

Лен масличный – ценная сельскохозяйственная культура, семена которой отличаются высоким содержанием высыхающего масла (до 48%), насыщенного органическими кислотами (фенолкарбоновые кислоты - п-кумариновая, п-оксибензойная, феруловая, хлорогеновая, кофеилхинная и другие, глицериды линоленовой , линолевой, олеиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот [1]. Традиционно в условиях Северо-Запада Российской Федерации возделывали лен-долгунец, выращиваемый преимущественно для получения волокна. Лен масличный – культура более теплолюбивая, чем лен-долгунец, но относительно нетребовательная к условиям произрастания и при соблюдении сроков посева [2] может успешно расти и давать семена в условиях Вологодской области.

Дискуссионным остается вопрос об урожайности семян льна масличного, формирующейся в результате взаимодействия таких элементов продуктивности как количество коробочек, число семян в коробочке, массы 1000 семян [3].

Для изучения семенной продуктивности льна масличного в 2016-2018 гг был заложен полевой мелкоделяночный опыт на территории учебно-опытного поля ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА». Почвы опытного участка дерново-подзолистые, среднесуглинистые, типичные для Вологодской области. Метеорологические условия вегетационного периода в годы исследований приведены в таблице 1.

В 2016–2018 гг. в периоды вегетации льна условия были в целом благоприятными для роста, развития и формирования достаточно высокой урожайности семян культуры. Отрицательное влияние на получение качественной продукции льна оказывало избыточное увлажнение в период формирования и созревания семян (июль - август). Наступление фенологических фаз, определение сроков посева и уборки в большой степени зависело от метеорологических условий.

Объектом исследования являлся сорт льна масличного «ЛМ 98». Площадь опытной делянки 1 м^2, повторность опыта четырехкратная. Способ посева – обычный рядовой, глубина заделки семян 2-3 см.

Таблица 1 - Метеорологические условия вегетационного периода льна масличного за 2016-2018 гг.

Показатель	Год	Месяц				
		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Осадки, мм	2016	23,3	51,6	47,8	101,4	57,0
	2017	43,5	128,7	125,1	41,4	76,0
	2018	56,0	43,0	92,0	59	84,0
Температура, °С	2016	13,8	15,2	19,8	17,7	9,4
	2017	6,5	12,3	16,2	16,5	10,2
	2018	12,7	14,4	18,5	16,9	11,6

Посев семян проводили вручную при прогревании почвы до 6–7°С: в 2016 году – 19 мая, в 2017 году – 23 мая, в 2018 году – 16 мая. Уборку урожая проводили в 2016 году – 28 августа, в 2017 году – 21 сентября (поздняя уборка урожая была связана с неблагоприятными погодными условиями, а также с увеличением срока созревания растений), в 2018 году – 5 сентября.

Обработку препаратами проводили путем двукратного опрыскивания растений: 1-й раз – в начале фазы «елочка», 2-й – в конце данной фазы, в дозе 300 л/га. Контрольные растения обрабатывали водой.

В качестве регуляторов роста использовали следующие препараты: "ЭкоФус", "Флоравит®-3Р" и "ГФК".

"Экофус" – это органо-минеральное удобрение на основе водоросли фукуса пузырчатого. Препарат содержит более 40 микроэлементов. Применяется для стимуляции роста растений, обладает бактериальными и фунгицидными свойствами [4].

"Флоравит®-3Р" – биопрепарат, на основе вторичных метаболитов мицелярного гриба *Fusarium Sambusimum* Fuckel, не содержит в себе клеток гриба. Предназначен для ускорения всходов, повышает устойчивость растений к болезням. Улучшает качество и количество урожая [5, 6].

"ГФК" (гумино-фульватный комплекс) – биопрепарат, полученный из гумифицированной льняной костры [7].

Опыт включал следующие варианты:

1. Контроль (обработка водой);

2. "ГФК" (гумино-фульватный комплекс) 0,1 %-ный водный раствор;

3. "ГФК" 1 %-ный водный раствор;

4. "ГФК" 10 %-ный водный раствор;

5. "Флоравит®-3Р" 0,1 %-ный водный раствор;

6."Экофус" 0,1" %-ный водный раствор;

7."Экофус" 0,5 %-ный водный раствор.

Борьба с сорными растениями проводилась механическим путём в фазу «ёлочки».

Морфометрические показатели рассматривали после сбора урожая. Брали 50 растений с каждой делянки, определяли высоту растений, техническую длину стебля, количество коробочек и семян, среднюю массу семян с 1 растения, массу 1000 семян. Полученные результаты приведены в таблице 2.

При анализе морфометрических показателей за 2016–2018 гг. было отмечено, что в среднем на контрольном варианте высота растений льна составляла 42,9 см, что меньше заявленного в описании сорта на 29,5 %. При этом, техническая длина фактически соответствовала описанию сорта [1]., количество коробочек составляло 5 штук, количество семян на 1 растение в среднем равнялось 15.

При применении регуляторов роста отмечалось увеличение таких показателей, как высота растения, техническая длина стебля, количество семян с 1 растения. При этом количество коробочек на растении не изменялось.

Так, наилучшим вариантом обработки являлся препарат «ЭкоФус» в 0,5%-ной концентрации. Он позволил максимально увеличить высоту растения, техническую длину и количество семян с 1 растения. При этом

высота составила 52,5 см, техническая длина – 44,5 см, что выше описания сорта на 9,5 см, количество семян – 22 штуки с одного растения. Препараты "ГФК" 1%-ной концентрации и "ЭкоФус" 0,1%-ной концентрации так же значительно повлияли на увеличение данных показателей.

Таблица 2 - Морфометрические показатели льна масличного (урожай) *

Вариант	Высота растения, см	Техническая длина стебля, см	Количество коробочек на 1 растении, шт.	Количество семян с 1 растения, шт.
Контроль (без обработки)	42,9 ± 4,0	33,6 ± 4,4	5,0 ± 1,2	15,0 ± 4,6
"ГФК" 0,1 %	46,3 ± 3,5	41,0 ± 1,3	5,0 ± 1,0	16,0 ± 3,2
"ГФК" 1 %	50,0 ± 6,0	43,6 ± 3,2	5,0 ± 1,0	20,0 ± 5,5
"ГФК" 10 %	47,9 ± 5,1	40,4 ± 4,7	5,0 ± 1,5	20,0 ± 3,1
"ЭкоФус" 0,1 %	49,4 ± 5,2	42,2 ± 2,9	5,0 ± 0,6	22,0 ± 1,2
"ЭкоФус" 0,5 %	52,5 ± 4,0	44,5 ± 4,1	5,0 ± 0,6	22,0 ± 4,6
"Флоравит®-3Р" 0,1 %	46,7 ± 8,7	39,0 ± 6,7	5,0 ± 1,7	16,0 ± 1,2

* В таблице приведены средние значения за 2016-2018 г.г.

Для оценки крупности и выполненности семян определяли массу 1000 семян (таблица 3). Этот показатель применяют для расчета норм высева, а также он свидетельствует о запасе питательных веществ в семени, от которого зависит дружность всходов, развитие и созревание растений.

Масса 1000 семян без обработки регуляторами роста составила в 2016 году 6,136 г, в 2017 г. – 5,318 г, в 2018 – 6,410 г.

Исследования показали, что в 2016 году регуляторы роста позволили увеличить массу 1000 семян, исключением являлись опыты с использованием "ЭкоФус" 0,1 %-ной концентрации и "Флоравит" 0,1 %-ной концентрации (рисунок 1).

В 2017 году наблюдалась аналогичная закономерность. Исследуемый показатель семян во всех вариантах внекорневой обработки увеличился относительно контрольных образцов. Это может быть связано с хорошей влагообеспеченностью периода бутонизации, которая способствует получению высокого урожая семян с крупными семенами повышенной масличности [8]. Так, в июле 2017 года отмечалось максимальное количество осадков за годы наблюдений – 125,1 мм (таблица 1). В варианте с препаратом

"ЭкоФус" 0,5 %-ной концентрации отмечалось максимальное значение массы 1000 семян (7,121 г, что превысило контроль на 16 %).

Таблица 3 - Эффективность применения некорневой обработки льна масличного регуляторами роста на массу семян

Вариант	Год	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Контроль	2016	0,073	6,136
	2017	0,065	5,318
	2018	0,123	6,410
"ГФК" 0,1 %	2016	0,113	6,468
	2017	0,112	6,552
	2018	0,063	5,119
"ГФК" 1 %	2016	0,144	6,244
	2017	0,157	6,555
	2018	0,068	4,675
"ГФК" 10 %	2016	0,130	6,896
	2017	0,104	6,121
	2018	0,181	7,726
"ЭкоФус" 0,1 %	2016	0,110	5,259
	2017	0,137	7,293
	2018	0,130	6,334
"ЭкоФус" 0,5 %	2016	0,177	7,121
	2017	0,143	5,618
	2018	0,097	5,866
"Флоравит®-ЗР" 0,1 %	2016	0,089	5,384
	2017	0,110	6,382
	2018	0,073	6,334

Обработка препаратами в 2018 году не способствовала увеличению массы 1000 семян, за исключением "ГФК" 10 %-ной концентрации. Данный раствор превысил показатель контроля в 1,2 раза (рисунок 1).

Изучение влияния регуляторов роста на показатели семенной продуктивности показало, что имеются заметные различия в массе 1000 семян, и даже в пределах одного варианта обработки он сильно меняется по годам.

В целом, за 3 года исследований наилучшим регулятором роста оказался "ГФК" 10 %-ной концентрации, его применение максимально увеличило крупность семян льна масличного.

Также, в период исследований определяли массу зерна с 1 растения. В 2016 году она составила 0,073 г, в 2017 году – 0,065г, в 2018 – 0,123г (рисунок 2).

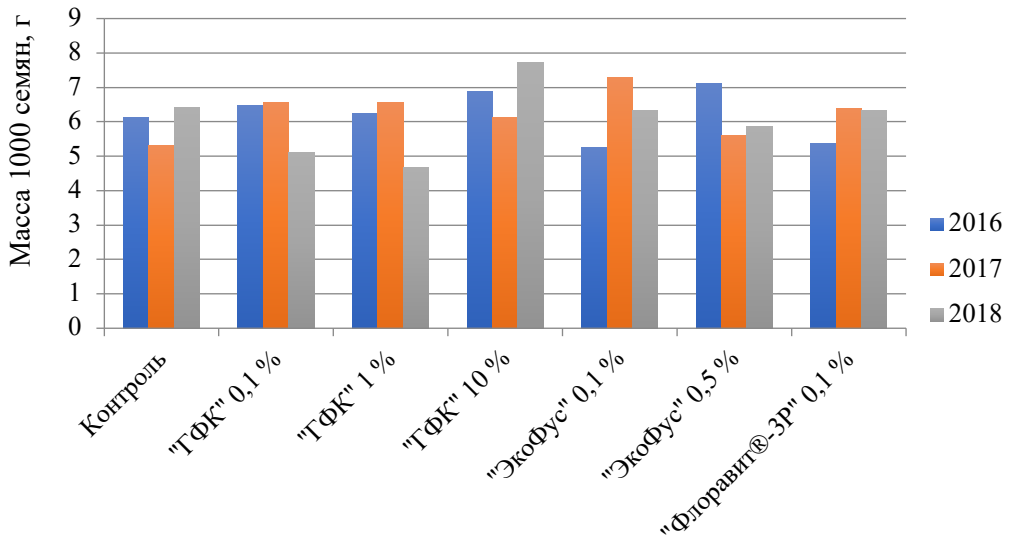


Рисунок 1 – Влияние регуляторов роста на массу 1000 семян

Анализ показал, что в 2016 году применение всех биорегуляторов позволило увеличить массу семян с растения. Максимальное значение отмечалось при обработке льна препаратом "ЭкоФус" 0,5 %-ной концентрации (0,177 г).

В 2017 году данный показатель также вырос при использовании регуляторов роста. Применение 1 %-го раствора "ГФК" в большей степени увеличило массу семян с растения.

Исследование влияния регуляторов роста на массу семян с растения в 2018 году показало, что увеличить данный показатель смогли лишь препараты "ГФК" 10 %-ной концентрации и "ЭкоФус" 0,1 %-ной концентрации (0,181 г и 0,130 г соответственно). Остальные изучаемые варианты препаратов и концентраций не оказали положительного влияния.

В ходе работы взаимосвязи между крупностью семян и их количеством в коробочке выявлено не было. Урожай семян с растения определялся количеством семян (r=0.93).

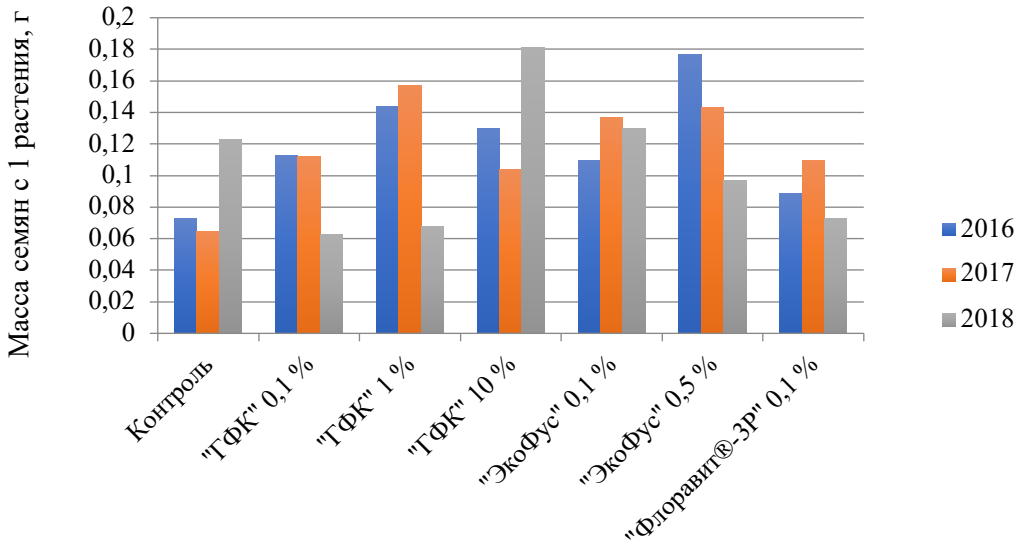


Рисунок 2– Влияние регуляторов роста на массу семян с 1 растения

Выявлено, что на степень выполненности семян влияли погодные условия. В большей степени эта закономерность наблюдалась в вариантах с применением регуляторов роста. Примером могут служить препараты "ЭкоФус" и "Флоравит®-3Р" 0,1 %-ной концентрации. Так, их максимальная зависимость от климатических факторов наблюдалась в июле и августе (фазы бутонизации и созревания семян).

Было отмечено, что в среднем масса зерна с растения составила 0,087 г, а масса 1000 семян – 5,955 г, что соответствовало описанию сорта.

Под действием регуляторов роста у льна масличного сорта ЛМ 98 в условиях Вологодской области увеличивались морфометрические показатели (высота растения, техническая длина, количество семян с 1 растения). Относительно таких показателей, как масса 100 семян и масса семян с 1 растения отчетливой тенденции в зависимости от применяемых регуляторов роста отмечено не было.

Литература:

1. Лен ЛМ 98 [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия»). – URL: http://http://reestr.gossort. com/reestr/sort/9705194, 2016. – Дата обращения: 9.12.2016.

2. Новиков Н.С. Культивирование льна масличного в условиях вологодской области / Н.С. Новиков // В сборнике: материалы межрегиональной научной конференции IX ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых. 2015. С. 291-294.

3. Кошкин, Е. И Частная физиология полевых культур / Е. И Кошкин, Г. Г. Гатаулина, А. Б. Дьяков / Под ред. Кошкина Е.И. М.: КолосС, 2005. С. 213–265.

4. Гунар Л.Э. Флуоресцентные и физиологические показатели растений льна, обработанных препаратами экофус и циркон/ Л.Э. Гунар, И.И., Дмитревская, Л.А., Дорожкина, В.А., Караваев, О.А. Калмацкая //Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2017. № S12. С. 122-124.

5. Белопухов, С. Л. Влияние биопрепарата "ФЛОРАВИТ®-3Р" на рост, развитие и урожайность льна-долгунца / С. Л. Белопухов, И. И. Дмитриевская, И. С Прохоров, А. И. Григораш // Агрохимический вестник. — 2014.— №6 .— С. 28–30.

6. Дмитревская, И. И. Получение экологически безопасной льнопродукции при использовании препарата "Флоравит®-3Р ®" // И. И. Дмитревская, С. Л. Белопухов, Е. Ю. Федорова, А. И. Григораш, Е.Э. Нефедьева, И. Г. Шайхиев // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т.18, №3. С.185-188.

7. Ущаповский, И. В. Применение защитно-стимулирующего комплекса "ГФК" при возделывании льна / И. В. Ущаповский, И. И Дмитревская, С. Л. Белопухов, М. Л. Мазиров // Земледелие. – 2016. – № 1. – С. 29–31.

8. Биологические особенности льна масличного [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта – URL:

http://sosvniimk.narod.ru/Articles/len/biological_features.htm, 2013. – Дата обращения: 22.05.2019.

СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ КУЛЬТУР НА ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦВЕТОЧНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ

К.А. Усова, Н.В. Мельникова

ФГБОУ ВО «Вологодская ГМХА»
160555, Вологодская область, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, д. 2
kseniyausuva@mail.ru

Рассматриваются особенности сортовой реакции календулы лекарственной на применение регуляторов роста. Для повышения декоративности календулы рекомендуется использовать сорт Оранжевый король и проводить двукратную обработку препаратом Цирков во время вегетации растений.

Ключевые слова: календула лекарственная, регуляторы роста, сортовые особенности.

Цветочно-декоративные культуры имеют широкое распространение и применение для создания цветочных агрофитоценозов.

При размножении и культивировании цветочно-декоративных растений целесообразно применять регуляторы роста – химические вещества различной природы, способные направленно влиять на изменение обмена веществ растительного организма [1, 2]. Использование регуляторов роста позволяет повысить эффективность процесса семенного и вегетативного размножения, ускорить наступление и продлить сроки максимальной декоративности, повысить устойчивость растений к заболеваниям и стрессовым факторам [3, 4]. Применяя регуляторы роста можно увеличить количество посадочного материала растений, используемых в озеленении, что крайне важно для новых, редких или трудноразмножаемых видов и сортов, а также повысить

декоративный эффект за счет увеличения количества соцветий или продления сроков цветения при создании агрофитоценозов из цветочных культур.

На различные, даже близкородственные, виды цветочно-декоративных растений регуляторы роста воздействуют по-разному.

Так, А.А. Реут и Л.Н. Миронова, изучая действие регуляторов роста на 4 видах пионов в Башкирском Предуралье, отметили видоспецифичность действия препаратов «Гетероауксин», «Фэтил» и «Завязь». Самыми отзывчивыми на обработку гетероауксином из изучаемых видов оказались *Paeonia anomala* и *Paeonia tenuifolia*, а на препарат «Завязь» - *Paeonia hibrida* [5, 6]. Также ими выявлена специфическая реакция у 7 видов хост на регуляторы роста. Например, обработка препаратами Энерген и Иммуноцитофит у растений видов *Hosta sieboldiana* и *Hosta lancifolia* ускоряла наступление фазы начала цветения на 2-11 дней, у особей вида *Hosta undulata* задерживало наступление цветения на 16 дней, а на растения видов *Hosta fortune* и *Hosta glauca var. aurea* обработка этими препаратами не повлияла на сроки наступления фазы цветения [7, 8]. Т.В. Полубоярова и Т.И. Новикова указывают на видоспецифичность реакции на действие регуляторов роста 6 видов декоративных луков в культуре in vitro [9].

Ряд исследователей отмечают для цветочно-декоративных культур не только видовую, но и сортовую специфичность реакций на применение регуляторов роста при изучении вегетативного размножения сортов чубушника [10], лилий, гладиолусов [11], а также чайно-гибридных роз [12], исследовании полевой всхожести на сортах *Zinnia elegans* [13], а также выгонке луковиц новых сортов тюльпанов [14].

Различия в реакции на обработку регуляторами роста в культуре *in vitro* в зависимости от сорта объекта исследования отмечены для пеларгонии королевской [15], канны садовой [16].

Нами также, в условиях Вологодской области, были установлены сортовые различия при воздействии регуляторами роста на 2 вида цветочно-

декоративных однолетних растений, широко применяемых в озеленении – циннию изящную и календулу лекарственную [17, 18] в 2014-2015 гг.

В 2016 году опыты были продолжены с двумя сортами календулы лекарственной – Оранжевый король и Ред виз блек центр. Изучалось действие на растения препаратов Циркон, Эпин-Экстра.

Исследования проводились в полевом мелкоделяночном опыте на учебно-опытном поле ФГБОУ ВО Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина. Площадь опытной делянки 1 $м^2$, повторность четырехкратная. Посев проводился 6 мая. Обработка регуляторами роста растений проводилась путем опрыскивания растений на делянке в дозах, рекомендуемых производителями для цветочно-декоративных культур. Опрыскивание осуществлялось дважды – в фазу 1-2 настоящих листьев и через две недели после первой обработки. Определялось количество и масса цветочных корзинок календулы лекарственной, как показатели обильности цветения. Сбор соцветий проводился вручную по мере распускания каждые 2-3 дня (рис. 1). Затем соцветия календулы высушивались при комнатной температуре, после высушивания определялось количество соцветий и их масса.

Календула – культура, которая обильно цветет с середины лета и до наступления заморозков. В опыте получены следующие результаты (табл. 1). В таблице приведены суммарные данные за весь период сбора соцветий.

На контрольном варианте без применения регуляторов роста количество цветочных корзинок у сорта Ред виз блек центр в среднем составило 789,1 шт с одного квадратного метра за вегетационный период. Количество соцветий у сорта Оранжевый король было значительно ниже и составило в среднем 685,7 шт/$м^2$.

Регуляторы роста различно влияли на сбор соцветий календулы. Обработка препаратом Эпин-экстра практически не повлияло на количество собранных за сезон цветочных корзинок у сорта Оранжевый король и существенно снизило количество соцветий у сорта Ред виз блек центр.

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на урожайность календулы лекарственной

Сорт	Вариант	Количество цветочных корзинок, шт/м^2	Урожайность (масса воздушно-сухих соцветий), г/м^2
Оранжевый король	Контроль	685,7	131,1
	Эпин-экстра	686,6	141,2
	Циркон	867,3	170,6
	НСР 05	39	20,3
Ред виз блек центр	Контроль	789,1	90,9
	Эпин-экстра	731,0	85,3
	Циркон	911,5	98,2
	НСР $_{05}$	42	6,3

Препарат Циркон повысил сбор соцветий у обоих изучаемых сортов, на 15.5 % для сорта Ред виз блек центр и на 26,5% для сорта Оранжевый король.

Однако, декоративность календулы лекарственной зависит не только от количества соцветий с единицы площади, но и от их крупности. Для оценки крупности цветочных корзинок в опыте также определялась масса соцветий календулы лекарственной в воздушно-сухом состоянии с единицы площади.

Масса соцветий календулы лекарственной отличалась в зависимости от сорта и на контрольном варианте составила для сорта Оранжевый король в среднем 131,1 г/м^2, а для сорта Ред виз блек центр, несмотря на большее количество соцветий, масса соцветий была значительно меньше и равнялась 90,9 г/м^2. Можно сделать вывод, что соцветия этого сорта более мелкие, по сравнению с сортом Оранжевый король.

При обработке препаратом Эпин-экстра на сорте Оранжевый король наблюдалось несущественное увеличение массы собранных соцветий календулы по сравнению с контрольным вариантом. Поскольку количество соцветий с единицы площади практически не изменилось, то увеличение массы произошло за счет увеличения массы отдельного соцветия.

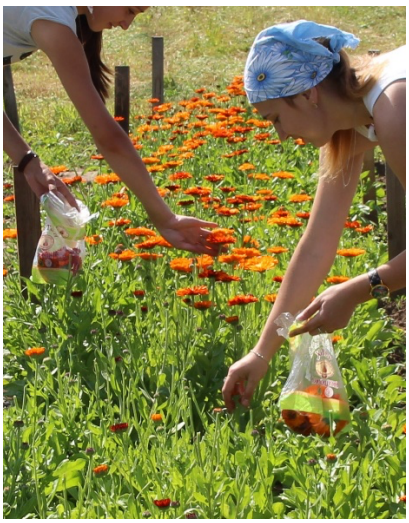


Рисунок 1. Сбор цветочных корзинок календулы лекарственной

Применение препарата Эпин-экстра на сорте Ред виз блек центр привело к несущественному уменьшению массы соцветий с единицы площади, что вероятно, было связано с уменьшением количества соцветий.

Обработка препаратом Циркон существенно повысила массу соцветий у обоих изучавшихся сортов, на 8% для сорта Ред виз блек центр и на 30,1% для сорта Оранжевый король.

При этом масса соцветий при обработке Цирконом растений сорта оранжевый король была почти в 2 раза выше, чем у сорта Ред виз блек центр.

Таким образом, мы установили, что декоративные качества календулы, заключающиеся в первую очередь в крупности цветочных корзинок, выше у сорта Оранжевый король. Двукратная обработка препаратом Циркон растений сорта Оранжевый король на 26,5% повышает количество соцветий и на 30,1% их массу.

Литература:

1. Бахтенко Е.Ю. Регуляция роста и развития растений: учебное пособие /Е.Ю. Бахтенко, П.Б. Курапов. – Вологда: ВГПУ, 2014. – 192 с.

2. Защитно-стимулирующая роль микроэлементов и регуляторов роста в растениеводстве: монография / И.И. Серегина, С.Л. Белопухов, Н.А. Черных, В.М. Зубкова. – М.: Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "Проспект". - 2021. – 184 с.

3. Усова К.А. Экологически безопасные высокоэффективные регуляторы роста растений для цветочно-декоративных культур (обзор российской литературы) / К.А. Усова, С.Л. Белопухов, И.Г. Шайхиев // Вестник Технологического университета. – 2016. – Т. 19. № 21. – С. 193-198.

4. Усова К.А. Эффективность регуляторов роста растений для цветочно-декоративных культур в условиях вологодской области /К.А. Усова, С.Л.Белопухов // В сборнике: Доклады ТСХА. Материалы Международной научной конференции. – 2017. – С. 360-362.

5. Реут А.А. Семенная продуктивность дикорастущих пионов и способы ее повышения / А.А. Реут //Научные ведомости. Серия Естественные науки. – 2011. – №3 (98). Вып. 14/1. – С. 134-139.

6. Реут А.А. Влияние физиологически активных веществ на габитус и семенную продуктивность пионов / А.А. Реут, Л.Н. Миронова// Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета. – 2010. – № 9. – С. 101-105.

7. Миронова Л.Н. Повышение продуктивности представителей рода хоста в результате обработки регуляторами роста /Л.Н. Миронова, А.А. Реут, Р.Р. Юлбарисова // Вестник Башкирского университета. – 2013. – Т.18. №3. – С. 748-749.

8. Миронова Л.Н. Применение регуляторов роста при культивировании хост в Башкирском Предуралье /Л.Н. Миронова, А.А. Реут //Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2014. №4 (5). URL: http://7universum.com/ru/nature/archive/item/1197

9. Полубоярова Т.В. Действие регуляторов роста на размножение декоративных луков подрода *Melanocrommyum* в культуре *in vitro* /Т.В. Полубоярова, Т.И. Новикова //Научные ведомости. Серия Естественные науки. –2011. – №3 (98). Вып. 14/1. – С. 304-308.

10. Грекова И.В. Влияние регуляторов роста на укоренение черенков чубушника (PhiladelphusL., Philadelphaceae) / И.В. Грекова, С.С. Чукуриди

//Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – №105 (01). – С. 899-909.

11. Пугачева Г.М. Эффективность регуляторов роста при выращивании цветочных культур / Г.М. Пугачева, М.А. Соколова, С.Ю. Ячменева, О.В. Юдина // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №8. – С.36-37

12. Лящева Л.В. Влияние регуляторов роста и препарата, полученного методом вермикультивирования, на корнеобразовательную способность черенков чайно-гибридных роз / Л.В. Лящева, А.А. Лящев, И.А. Прок // Агропродовольственная политика России. – 2020. - №6. – С. 6-10.

13. Влияние предпосевной обработки семян регуляторами роста и фунгицидами на полевую всхожесть *Zinnia elegans* /Н.В. Смолин, Ю.Н. Недайборщ, Н.В. Потапова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2020. - №5. – С. 44-49

14. Савельева Д.С. Выгонка луковиц новых сортов тюльпанов с использованием стимуляторов роста / Д.С. Савельева, О.Н. Сергеева // В сборнике: Научные основы развития АПК. Сборник научных трудов по материалам XXII Всероссийской (национальной) научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. – 2020. – С. 119-123

15. Корчагина А.В. Питательные среды для культивирования пеларгонии королевской (Pelargonium grandiflorum) в условиях in vitro / А.В. Корчагина, А.В. Корчагин, А.В. Поляков // Плодоводство и ягодоводство России: Сб. науч. трудов. Т. XXVI. – М.: ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, 2011 – С. 328-334.

16. Тевфик А.Ш. Особенности клоналнгоьного микроразмножения канны садовой (Canna × hibrida Hort.) / А.Ш. Тевфик, И.В. Митрофанова, Т.Н. Кузьмина // «Biotechnologia Acta». – 2014. – Т.7, №5. – С. 71-76

17. Зьобро К.С. Влияние регуляторов роста на биометрические показатели циннии изящной / К.С. Зьобро // В сборнике: Материалы

межрегиональной научной конференции IX Ежегодной научной сессии аспирантов и молодых ученых. – 2015. – С. 265-269

18. Латышева Н.В. влияние фосфорно-калийных удобрений и эпина на продуктивность генеративных органов календулы лекарственной (*Calendula officinalis L.*) / Н.В. Латышева, К.А. Усова, О.В. Чухина // В сборнике: Инновационные технологии в сельском хозяйстве и лесном комплексе: теория и практика. Международная научно-практическая конференция, посвященная 85-летию со Дня рождения профессора кафедры земледелия и агрохимии факультета агрономии и лесного хозяйства Ю.Г. Дубова. – 2014. – С. 134-137

ОСОБЕННОСТИ ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ Cr(VI) В МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЯХ

Е.А. Пестрякова, Е.В. Терещенко, И.М. Кочетова, В.М. Лапушкин

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, АО «НИУИФ»

EPestryakova@phosagro.ru

Работа выполнена под руководством к.т.н. В.В. Соколова

В статье рассмотрены агрохимические аспекты превращения хрома в почве и его влияние на растения. Проведена проверка работоспособности методики определения массовой доли шестивалентного хрома в минеральных удобрениях по европейскому стандарту EN 16318:2013. Дана оценка необходимости контроля содержания водорастворимого шестивалентного хрома в минеральных удобрениях.

Ключевые слова: минеральные удобрения, шестивалентный хром, фотометрический метод определения

Хром - один из биогенных элементов, который постоянно находится в тканях растений и животных. В растениях он принимает активное участие в синтезе белков, повышает содержание хлорофилла в листьях и

продуктивность фотосинтеза. При избытке хрома в почвах ухудшается рост и развитие растений, наблюдается увядание надземной части, повреждение корневой системы и хлороз молодых листьев.

Техногенный хром поступает в почву со стоками из рудных отвалов, сточными водами металлургических предприятий и др. Кроме того, хром может вноситься в почву с минеральными удобрениями, особенно фосфорсодержащими.

Валовое содержание хрома в разных почвах варьирует в широком диапазоне от 2 до 50 мг/кг. Степень окисления хрома определяет его подвижность в почве и доступность растениям, а, следовательно, и его токсичность. В почве хром может присутствовать в четырех формах: трехвалентных - Cr^{3+} и CrO^{2-} и шестивалентных – CrO_4^- и $Cr_2O_7^{2-}$. Трехвалентный хром по своим свойствам и поведению в почве схож с алюминием - растворимость его резко уменьшается уже при pH>4, а при pH=5,5, происходит его осаждение. В щелочных почвах возможен переход к растворимым соединениям Cr(VI): $Cr(OH)_3 + 3OH^- = (Cr(OH)_6)^{3-}$.

Соединения Cr(III) в почве стабильны, мало подвижны и, вследствие этого, обладают малой токсичностью [1]. Соединения Cr(VI) очень подвижны в почве, практически не поглощаются почвенными коллоидами и обладают сильной токсичностью.

Наиболее доступны для усвоения растениями соединения шестивалентного хрома, однако, являясь сильным окислителем, Cr(VI) в почве может легко восстанавливаться в присутствии двухвалентного железа, сульфидов, органических соединений, содержащих SH-группы с образованием нерастворимых соединений Cr(III):

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e \rightarrow 2Cr^{3+}\downarrow + 7H_2O$$

Участие хрома в метаболизме растений малоизучено, его количество в растениях определяется содержанием растворимых соединений хрома в почвах. Поступая в растения хром распределяется неравномерно, его максимальное содержание отмечено в корнях, а наиболее низкий уровень – в

зёрнах [2]. С одной стороны, относительно соединений трехвалентного хрома отмечается его стимулирующее влияние на развитие растений: увеличивается содержание в листьях хлорофиллов а и б, суммы каротиноидов, усиливается фотосинтез, активируется ряд ферментов, увеличивается продуктивность и улучшается качество продукции. С другой стороны, даже незначительные концентрации Cr(VI) в питательной среде могут привести к существенному угнетению роста растений, что выражается в хлорозе молодых листьев, увядании надземной части и повреждении корневой системы.

В связи с этим для Cr(III) установлен ПДК в почве 100 мг/кг, тогда как для Cr(VI) ПДК в почве 0,05 мг/кг.

В ЕС принято решение о повсеместном ограничении оборота фосфорных удобрений с высоким содержанием тяжелых металлов и введении добровольной «зеленой» маркировки для удобрений с улучшенными экологическими характеристиками. Для Cr(VI) установлена ПДК в минеральных удобрениях 2 мг/кг (ppm). В РФ с целью содействия устойчивому развитию сельского хозяйства с 1 марта 2022 года вступает в силу Федеральный закон № 159-ФЗ «О сельскохозяйственной продукции, сырье и продовольствии с улучшенными характеристиками». Для его реализации принято решение о создании Ассоциации «Зеленый стандарт», которая будет способствовать развитию рынка улучшенной продукции. Российское сельское хозяйство развивает производство в соответствии с международными тенденциями в области экологии, поэтому в производстве минеральных удобрений актуален вопрос контроля содержания водорастворимого шестивалентного хрома.

С учетом требований европейского стандарта EN 16318:2013 был разработан ГОСТ Р 58663-2019, который предполагает фотометрический метод определения Cr(VI), основанный на образовании окрашенного комплексного соединения Cr(VI) с 1,5-дифенилкарбазидом и последующим фотометрированием окрашенного раствора на длине волны 540 нм [3,4]. Для минеральных удобрений марок: МАФ 12-52, NPK 16-16-16 и NPK 10-26-26

была проведена апробация данного метода, в результате которой Cr(VI) не был обнаружен.

Для воспроизведения методики методом «введено-найдено» (табл. 1) к навеске исследуемого минерального удобрения была введена добавка водорастворимого Cr(VI) в виде раствора стандартного образца. В анализируемых образцах Cr(VI) не обнаружен.

Для проверки работоспособности методики был использован образец реактивного моноаммонийфосфата, ч.д.а, по ГОСТ 3771-74, с добавкой водорастворимого Cr(VI) в виде раствора стандартного образца. Добавка, введённая в пробу реактивного МАФ, была воспроизведена, но с систематическим сдвигом в сторону уменьшения.

Таблица 1 – Результаты определения массовой доли водорастворимого Cr (VI) в образцах моноаммонийфосфата

Исследуемый образец	Введено Cr (VI), ppm	Найдено Cr (VI), ppm
МАФ 12-52	0,5	не обнаружено
МАФ, ч.д.а. по ГОСТ 3771-74	0,48	0,47
МАФ, ч.д.а. по ГОСТ 3771-74	0,16	0,13
МАФ, ч.д.а. по ГОСТ 3771-74	1,5	1,2

В фильтрате и в нерастворимом в воде остатке исследуемых образцов определяли содержание общего хрома методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой. Полученные данные подтвердили наличие общего хрома, при этом водорастворимый Cr(VI) фотометрическим методом не обнаружен.

Возможно неудовлетворительные результаты фотометрического определения Cr(VI) в исследуемых образцах могут объясняться мешающим влиянием присутствующего в анализируемой пробе восстановителя (например, Fe(II)), что приводит к восстановлению Cr(VI) до Cr(III).

Для подтверждения влияния восстановителя при определении водорастворимого Cr(VI) были проведены следующие эксперименты:

- в исследуемых образцах минеральных удобрений фотометрическим методом с орто-фенантролином определяли содержание Fe(II), (табл. 2).

- в дистиллированную воду вносили водорастворимый Cr(VI) и сульфат железа (II), в исследуемой пробе определяли содержание Cr(VI) до и после внесения сульфата железа (II), (табл. 3).

Таблица 2 – Результаты определения массовой доли двухвалентного железа в исследуемых образцах

Исследуемый образец	Массовая доля FeO, ppm	Массовая доля Cr(VI), ppm
МАФ 12-52	610	не обнаружено
NPK 16-16 -16	200	не обнаружено
NPK 10-26-26	300	не обнаружено
МАФ ч.д.а. по ГОСТ 3771-74	4	не обнаружено

Из данных табл. 1-2 можно заключить, что определению водорастворимого Cr(VI) в пробах минеральных удобрений мешает присутствие в анализируемых образцах Fe(II), которое является восстановителем и, окисляясь до Fe(III), переводит Cr(VI) в Cr(III).

Таблица 3 – Результаты оценки влияния Fe(II) на определения водорастворимого Cr(VI)

Исследуемый образец	Введено FeO, ppm	Введено Cr(VI), ppm	Найдено Cr(VI), ppm
Дистиллированная вода	-	0,13	0,13
	10	0,13	не обнаружено
	50	0,13	не обнаружено

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что для удобрений на основе фосфатов аммония применение фотометрического метода определения Cr(VI) нецелесообразно, из-за содержания Fe(II) в количестве, на несколько порядков превышающем требуемое для восстановления хрома (VI).

Литература:

1. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. – М.: Мир, 1989. – 439 с.

2. Побилат А.Е. Микроэлементы в сельскохозяйственных растениях (обзор). / А.Е. Побилат, Е.И. Волошин // Микроэлементы в медицине. – 2021. – №22(3). – С. 3-14.

3. BS EN 16318:2013 Fertilizers – Determination of trace elements – Determination of chromium (VI) by photometry (method A) and by ion chromatography with spectrophotometric detection (method B).

4. ГОСТ 58663-2019 Продукция и продовольствие с улучшенными характеристиками. Удобрения минеральные. Методы определения свинца, кадмия, мышьяка, никеля, ртути, хрома (VI), меди, цинка и биурета.

ВЛИЯНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Смирнов С.Ю.

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, АО «НИУИФ», Россия
smirnovstepan911@gmail.com

Работа выполнена под руководством к.б.н. В.М. Лапушкина

Влияние нетрадиционных органических удобрений на урожай и качество яровой пшеницы сорта «Любава» изучали в условиях микрополевого опыта. Исследования показали, что все изучаемые удобрения обеспечили получение достоверной прибавки урожая зерна яровой пшеницы. Наиболее высокие урожаи получены при применения биогумуса, золотой феи и навоза в эквивалентных по азоту дозах. Применение биогумуса, золотой феи и их сочетаний с минеральными удобрениями в эквивалентных количествах способствовали увеличению белковости зерна на 4-13% относительно контроля.

Ключевые слова: биогумус, яровая пшеница, навоз, урожай.

Насущной проблемой животноводства и пищевой промышленности в целом является утилизация довольно большого количества органических отходов. Если навоз с.-х. животных может применяться в качестве органического удобрения после компостирования, то вопрос возможности эффективного применения отходов пивоварения или получения биогаза остается открытым. Различные органические отходы могут успешно применяться в растениеводстве не только открытого или защищенного грунта, но и в садоводстве [4].

Биогумус – это хорошо зарекомендовавшее себя удобрение, получаемое на основе переработки органических отходов (чаще всего навоза крупного рогатого скота) дождевыми червями. Многие исследователи отмечают, что биогумус значительно превосходит обычный навоз по действию на урожай с.-х. культур [3].

Исследуемое органическое удобрение «Золотая фея» является отходом от получения биогаза путем сбраживания зеленой массы кукурузы или суданской травы. Композиция представляет собой зеленовато-коричневые неводопрочные цилиндрические гранулы длиной 11-23 мм и диаметром 6 мм. Влажность композиции составляет 6,0%, содержание органического вещества – 71,8%, аммонийного азота – менее 0,01%, соотношение углерода к азоту – 16. Удобрение предоставлено компанией-производителем Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen LUFA, Германия [1].

В качестве опытного участка было выбрано опытное поле РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Размер делянки 1х1 м, повторность 4-х кратная, количество делянок – 44 шт. Размер участка ~ 40 х 7 м.

Таблица 1-Агрохимические показатели почвы

pH_{KCl}	Нг	S	T	V	P_2O_5	K_2O
ед.	мг-экв/100 г			%	мг/кг	
5,3	1,86	11,2	13,1	86	141	164

Почва характеризовалась слабокислой реакцией (pH_{KCl} = 5,3), высокой степенью насыщенности основаниями (86%), повышенным содержанием подвижного фосфора и обменного калия.

Схема опыта включала в себя 11 вариантов с внесением органических, минеральных удобрений и их сочетаний в эквивалентных дозах.

Химический состав удобрений представлен в таблице 2. Все варианты опыта были выровнены между собой по количеству внесенного азота 6,0 г/м^2.

Таблица 2 - Химический состав органических удобрений, % на естественную влажность

Вариант	N	P_2O_5	K_2O	Влажность
Биогумус	0,4	0,25	0,24	70,2
Навоз	0,41	0,23	0,28	73,8
Золотая фея	2,59	3,11	6,15	6,0

После учета урожая и проведения статистической обработки результатов можно утверждать, что все изучаемые удобрения обеспечили получение достоверной прибавки урожая зерна яровой пшеницы от 47 до 82 г/м^2. Однако действие их между собой существенно не отличалось.

При сравнении действия разных форм и сочетаний органических и минеральных удобрений наблюдалась тенденция к получению более высоких урожаев при применении биогумуса, золотой феи и навоза в эквивалентных по азоту дозах. Прибавки урожая зерна в этих вариантах составили, соответственно 40, 44 и 47% относительно контрольного варианта.

Все изучаемые органические удобрения по сравнению с эквивалентным количеством минеральных удобрений способствовали усилению формирования репродуктивных органов, увеличивали среднюю массу одного колоса и массу 1000 зерен.

Применение навоза, минеральных удобрений в эквивалентной дозе и их сочетания не оказало влияния на основной показатель качества урожая – содержание сырого протеина. В свою очередь, применение биогумуса, золотой феи и их сочетаний с минеральными удобрениями в эквивалентных

Таблица 3 - Структура урожая яровой пшеницы

Вариант	Масса зерна, г/м^2	Масса побочной продукции, г/м^2	Соотношение	Масса зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Сырой протеин, %	Сбор сырого протеина, г/м^2
1) 0-контроль	174	250	1,43	0,76	32,5	699	14,19	25
2) 1/2 биогумуса	216	297	1,38	1,05	33,5	742	13,64	29
3) Биогумус	244	301	1,24	1,10	36,0	765	15,52	38
4) NPK (экв. Вар.3)	234	283	1,21	1,04	34,2	749	13,97	33
5) 1/2NPK+1/2 Биогумус (экв. Вар.3)	221	311	1,41	1,08	34,0	773	15,65	35
6) Золотая фея	251	310	1,23	1,15	36,1	730	14,71	37
7) NPK (экв. Вар.6)	254	301	1,19	1,16	34,3	749	16,06	41
8) 1/2NPK+1/2 Золотая фея (экв. Вар.6)	241	305	1,27	1,12	35,3	761	15,60	38
9) Навоз	256	319	1,25	1,20	36,0	765	13,68	35
10) NPK (экв. Вар.9)	249	315	1,27	1,17	34,7	767	14,25	36
11) 1/2NPK+1/2 Навоз (экв. Вар.9)	248	319	1,29	1,15	36,8	763	14,83	37
$НСР_{05}$	25	28	-	-	-	-	-	-
m%	8,54	9,83	-	-	-	-	-	-

количествах способствовали увеличению белковости зерна на 4-13% относительно контроля.

Сбор сырого протеина с квадратного метра во всех удобренных вариантах превышал контроль на 31-63%. Максимальным накоплением сырого белка в урожае характеризовались растения в вариантах с внесением биогумуса, золотой феи и их сочетаний с минеральными удобрениями.

Таким образом, наши исследования показали, что применение в качестве удобрений биогумуса и отхода от производства биогаза «Золотая фея» не только обеспечивает получение прибавок урожая яровой пшеницы на уровне навоза и эквивалентного количества минеральных удобрений, но и способствует увеличению белковости зерна на 8-13% и сбора сырого протеина с единицы площади на 5-8% относительно варианта с внесением навоза.

Литература:

1. Галлямов, Г. Р. О возможности использования отходов, образующихся при получении биогаза в качестве удобрения / Г. Р. Галлямов, В. М. Лапушкин, С. П. Торшин // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: Материалы VI Всероссийской научно-практической конфере, Пенза, 28–29 марта 2018 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2018. – С. 33-37.

2. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / Под ред. Кидина В.В. - М: КолосС, 2008

3. Кощаев, А. Г. Биотехнология вермикультивирования органических отходов / А. Г. Кощаев, О. В. Кощаева, М. А. Елисеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 95. – С. 594-603.

4. Раджабов, А. К. Особенности роста и питания саженцев яблони сорта Орлик в зависимости от способа выращивания и состава субстрата / А. К. Раджабов, А. А. Никитенко, В. М. Лапушкин // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 6. – С. 5-15. – DOI 10.26897/0021-342X-2017-6-5-15.

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

Ф.Г. Игралиев[1], В.М. Лапушкин[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

Работа выполнена под руководством профессора С.П. Торшина

В условиях вегетационного опыта проводили исследование действия новых форм карбамида с покрытием гранул однозамещенным фосфатом кальция разной толщины на урожай яровой пшеницы сорта Тризо Deutsche Saatveredelung AG (Германия) на дерново-подзолистой почве. Дополнительно проводились исследования с применением ингибитора уреазной активности DMPP. Показана эффективность применения капсулированных удобрений, прибавка урожая составила 3-25% по сравнению со стандартным карбамидом. Коэффициент использования из капсулированных удобрений повысился на 4-7% относительно стандартного удобрения. Применение ингибитора уреазной активности уменьшило урожайность на 12% и снизился коэффициент использования азота из удобрений по сравнению со стандартным карбамидом, но коэффициент использования азота был выше на 3%.

Ключевые слова: яровая пшеница, карбамид, капсулированные удобрения, урожайность, азотные удобрения, ингибитор уреазной активности.

В настоящее время большой интерес вызывает разработка и изучение удобрений пролонгированного действия. Особое внимание уделяется азотным удобрениям. В первую очередь это связанно с тем, что азот является наиболее лабильным элемент питания. Поэтому азотные удобрения на данный момент приходится вносить несколько раз за сезон, что ведет к дополнительным расходам. Во вторую очередь это обусловлено стремительным ростом цен на

азотные удобрение. С 2020 — 2021 гг стоимость азотных удобрений выросла в 2-4 раза [5]. Поэтому возникает необходимость искать пути наиболее эффективного применения азотных удобрений.

На данный момент широкое распространение получили мочевино-формальдегидные удобрения (карбамидоформ, уреаформ). Также ведутся исследования в направлении производства удобрений с покрытием гранул различными полимерными оболочками, солями жирных кислот, серой, силикатами и с введением в состав удобрения ингибиторов уреазной активности [1]. Большой интерес вызывают покрытия гранул удобрения фосфатами кальция, магния, магний-аммоний-фосфатом и другими солями, служащими дополнительным источником элементов питания [2,3].

Институтом удобрений и инсектофунгицидов имени Я.В. Самойлова для проведения наших исследований были предоставлены образцы новых форм карбамида с покрытием гранул однозамещенным фосфатом кальция различной толщины. Также проводилось изучение эффективности применения обычного карбамида совместно с применением ингибитора уреазной активности DMPP. Фактическое содержание азота и фосфора в удобрениях составляло: №1 – карбамид без покрытия 46% N; №2 покрытие однозамещенным фосфатом кальция толщиной 0,050 мм, 38% N и 10% P_2O_5; №3 покрытие однозамещенным кальция толщиной 0,075 мм, 32% N и 13% P_2O_5; №4 однозамещенным кальция толщиной 0,100 мм 32% N и 16% P_2O_5.

Вегетационные опыты проводили на дерново-подзолистой, среднесуглинистой почве, характеризующейся следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса - очень низкое – 2,4%, степень кислотности – близкая к нейтральной, pH_{KCl}=5,6, гидролитическая кислотность очень низкая - 1,53 мг-экв/100 г., сумма поглощенных оснований – 12,6 мг-экв/100 г., емкость катионного обмена 14,1 мг-экв/100 г., степень насыщенности основаниями повышенная 89%, содержание щелочногидролизуемого азота по Корнфилду - очень низкое 68 мг/кг,

подвижного фосфора по Кирсанову среднее - 87 мг/кг, содержание обменного калия по Кирсанову повышенное – 159 мг/кг.

В качестве объекта исследования была выбрана мягкая яровая пшеница среднеспелого сорта Тризо Deutsche Saatveredelung AG (Германия). Внесен в Госреестр селекционных достижений с 2004 года. Вегетационный период — 85-90 дней. Масса 1000 зерен — 33-40 грамм. Средняя урожайность 29,7 ц/га. Хлебопекарные качества хорошие, ценная пшеница. Пшеница Тризо отличается высокой устойчивостью к полеганию. Хорошо переносит растянутые сроки уборки. Сорт умеренно восприимчив к бурой ржавчине, сильновосприимчив к твердой головне. Сорт отзывчив на внесение азотных удобрений.

Опыт проводили в 4-х кратной повторности, в сосудах Митчерлиха вместимостью 5 кг сухой почвы. Схема опыта включала 7 вариантов:

1. 0 -Контроль – без внесения удобрений;
2. PK – фосфорно-калийный фон;
3. Nm - Карбамид без покрытия;
4. Nm-0,050 - Карбамид с покрытием толщиной 0,050 мм;
5. Nm-0,075 - Карбамид с покрытием толщиной 0,075 мм;
6. Nm-0,100 - Карбамид с покрытием толщиной 0,100 мм;
7. Nm+инг - Карбамид с применением ингибитора уреазной активности.

В каждый сосуд высевали по 30 семян яровой пшеницы со всхожестью не ниже 95%. После прореживания в каждом сосуде оставляли по 20 растений.

Количество внесенных элементов питания во всех вариантах опыта (кроме фонового и контрольного) были выровнены. Дозы вносимых удобрений устанавливали в соответствии с рекомендациями из расчета 150 мг N/кг сухой почвы, а также с учетом соотношения питательных веществ в удобрении [4].

Результаты опыта (табл. 1) показали, что все исследуемые формы карбамида с покрытием гранул оказали существенное действие на урожай

яровой пшеницы по сравнению с контрольным вариантом, фосфорно-калийным фоном, а также стандартным карбамидом без покрытия. Применение карбамида с ингибитором уреазной активности ухудшило структуру урожая по сравнению с стандартным карбамидом.

Таблица 1 – Структура урожая яровой пшеницы

Вариант		Масса зерна, г	Масса соломы, г	Отношение побочн. продукции к основной	Масса 1000 зерен, г	Масса 1 колоса, г
1	0	3,39	8,51	2,51	24,17	0,25
2	PK	3,95	8,69	2,20	25,78	0,28
3	Nm	5,40	14,42	2,67	27,05	0,42
4	Nm-0,05	5,54	14,28	2,58	31,95	0,43
5	Nm-0,075	6,39	12,84	2,01	31,73	0,46
6	Nm-0,10	6,78	12,95	1,91	31,77	0,49
7	Nm+инг	4,77	12,86	2,70	29,80	0,35
	$НСР_{05}$	1,12	2,01	-	4,70	0,10

При применение капсулированных удобрений увеличилась масса зерна (5,54-6,78 г по сравнению с 5,40 г), сузилось соотношение между побочной и основной продукцией (1,91-2,58 по сравнению с 2,67), увеличилась масса 1000 зерен (31,73-31,95 г по сравнению с 27,05 г) и увеличилась масса 1 колоса (0,43-0,49 г по сравнению с 0,42 г).

Применение карбамида с ингибитором уреазной активности ухудшило основные показатели структуры урожая. Снизилась масса зерна (4,77 г по сравнению с 5,40 г), увеличилось соотношение между побочной продукцией и основной (2,70 по сравнению с 2,67), снизилась масса 1 колоса (0,35 г по сравнению с 0,42 г), но повысилась масса 1000 зерен (29,80 г по сравнению с 27,05г)

После учета структуры урожая, был проведен химический анализ растительных образцов. Содержание элементов питания в урожае определяли после мокрого озоления по Къельдалю: валовое содержание азота микрометодом Къельдаля (ГОСТ 13496.4-93), фосфора колориметрически

(ГОСТ 26657-97), калия – пламенно-фотометрическим методом (ГОСТ 30504-97) [4].

По результатам химического анализа урожая (табл. 2) был рассчитан вынос элементов питания основной и побочной продукцией и определены коэффициенты использования азота из удобрений.

Таблица 2. Хозяйственный вынос элементов питания урожаем яровой пшеницы, мг/сосуд

№	Вариант	N	P_2O_5	K_2O	$КИУ_N$
1	0	89	43	103	-
2	PK	121	55	107	-
3	Nm	301	65	191	23
4	Nm-0,05	353	75	175	30
5	Nm-0,075	333	68	200	27
6	Nm-0,100	350	71	208	30
7	Nm+инг	321	66	183	26

Как следует из результатов химического анализа, вынос азота был несколько выше в варианте с внесением карбамида с покрытием гранул однозамещенным фосфатом кальция, что говорит о большей его доступности из состава этого удобрения. Это подтверждается и более высоким коэффициентом использования.

Коэффициенты использования азота из капсулированных удобрений были заметно выше по сравнению с обычным карбамидом и варьировали в диапазоне 27-30% против 23%.

В вариантах с внесением карбамида с покрытием гранул однозамещенным фосфатом кальция с толщиной покрытия 0,050 и 0,100 мм коэффициент использования азота был максимальным и достиг 30%, что на 7% выше, относительно карбамида без покрытия.

Коэффициенты использования азота из гранул карбамида с покрытием однозамещенным фосфатом кальция толщиной 0,075 мм составили 27%, что на 4% выше по сравнению с обычным карбамидом.

Коэффициенты использования азота из карбамида совместно с ингибитором уреазной активности составили 26%, что на 3% выше по сравнению с стандартным карбамидом.

Таким образом, результаты исследования показали, что все изучаемые формы карбамида с покрытием гранул однозамещенным фосфатом кальция различной толщины оказали положительное действие на урожай яровой пшеницы, способствовали увеличению массы и озерненности колоса, а также сужали соотношение между основной и побочной продукцией. Следует отметить, что урожай увеличивался по мере увеличения толщины покрытия используемых удобрений. Так удобрение с покрытие однозамещенным фосфатом кальция с толщиной 0,050 мм повысило урожайность на 3%, а с толщиной 0,100 мм — на 25% по сравнению со стандартным карбамидом. Коэффициент использования азота был также выше на 4-7% по сравнению с карбамидом без покрытия гранул.

Эффективность карбамида с применением ингибитора уреазной активности была ниже по сравнению со стандартным карбамидом. Урожайность уменьшилась на 12%. Однако коэффициент использования азота из удобрения был выше на 3%.

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. Лапушкин В.М., Аксенчик К.В., Малявин А.С. Производство минеральных удобрений // Энциклопедия технологий. Эволюция и сравнительный анализ ресурсной эффективности промышленных технологий. Под. ред. Д.О. Скобелева. М, С-П.: Центр экологической промышленной политики, 2019. С. 515-561.

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

5. https://www.kommersant.ru/doc/5192751

ЗАТРАТЫ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОХИМИЧЕСКОЙ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ ПОЧВ

А.И. Семенова

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д.Н. Прянишникова
127550, Москва, ул. Прянишникова 31а, Россия
anastasiya.semenova96@list.ru

Работа выполнена под руководством д. с.-х. наук С.А. Шафрана

Рассматривается влияние содержания основных элементов питания в почве на затраты азотных удобрений на формирование урожая яровой пшеницы.

Ключевые слова: почва, урожайность, затраты, удобрения, азот, фосфор

Целью данного исследования является выявление зависимости между содержанием основных элементов питания в почвах и затратами азотных удобрений на формирование урожая яровой пшеницы.

При выборе злаковой культуры, наиболее чувствительной к содержанию элементов питания в почве, пшеница имеет значительное преимущество. 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 [1]. Например, высокая стоимость фосфорных удобрений по сравнению с азотными является причиной того, что пшеница часто страдает от дефицита фосфора.

Вследствие резкого уменьшения объема применяемых удобрений в 1990-х гг. идет устойчивая тенденция к снижению обеспеченности пахотных почв питательными элементами [2].

Для получения достаточно высокого урожая и эффективного использования удобрений необходимо определение доз питательных веществ, так как производительная способность почв различается в зависимости от их типа. Почвы имеют различия по содержанию основных элементов питания, органического вещества, влаги, а также по реакции почвенной среды [2].

Однако проведенные ранее Государственной агрохимической службой многочисленные полевые опыты свидетельствуют о том, что агрохимические свойства почв оказывают гораздо большее влияние на урожайность культур и эффективность применения удобрений по сравнению с генетическими свойствами и агрометеорологическими условиями [3].

Исследования были проведены на трех типах почв: дерново-подзолистых, серых лесных и черноземах выщелоченных. Исходя из полученных данных можно сделать вывод о том, что в опытах на яровой пшенице закономерность следующая: с увеличением доз азота снижалась его окупаемость прибавкой урожая. В связи с этим возрастали затраты азотных удобрений на формирование единицы урожая. Также они сокращались при повышении содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах. И помимо прочего заметно влияние агрохимического окультуривания дерново-подзолистых почв на значительное снижение затрат азотных удобрений, пошедших на формирование урожайности яровой пшеницы.

Кроме этого, отмечены некоторые отличия во влиянии содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах на урожайность. Значительная разница по данному показателю отмечена при низкой степени обеспеченности почв P_2O_5 и K_2O как в вариантах без внесения азота, так и с его применением (табл.1).

Наиболее четко эта разница прослеживалась между дерново-подзолистыми и серыми лесными почвами. Увеличение содержания подвижных форм фосфора и калия эту разницу уравнивало, а при повышенной степени обеспеченности этими элементами питания дерново-подзолистые

почвы обладали определенным преимуществом, что вероятно связано с более высоким действием азотных удобрений на фоне значительной увлажненности данного типа почв. Затраты азотных удобрений на формирование 1 т урожая яровой пшеницы несколько различались между типами почв.

Таблица 1 - Затраты азотных удобрений на формирование урожайности яровой пшеницы в зависимости от содержания подвижных форм фосфора и калия на различных типах почв, ц/га

Содержание в почве, мг/кг		Дозы азота, кг/га			Дозы азота, кг/га	
		Урожайность, ц/га			Затраты, кг/г	
P_2O_5	K_2O	0	30	60	30	60
Центральный и Приволжский округа						
Дерново-подзолистые почвы						
< 50	< 80	11,7	14,8	15,2	20	39
	81-120	12,5	16,5	16,9	18	36
	>120	13,8	18,1	18,5	17	32
51-100	< 80	17,1	21,3	21,8	14	28
	81-120	19,0	24,1	24,6	12	24
	>120	20,9	26,3	26,8	11	22
> 100	< 80	17,8	23,5	24,1	13	25
	81-120	19,8	26,4	27,0	11	22
	>120	21,8	28,7	29,3	10	20
Серые лесные почвы						
< 50	< 80	17,0	18,9	19,2	16	31
	81-120	18,1	20,5	20,7	15	29
	>120	19,1	21,7	21,9	14	27
51-100	< 80	18,0	20,7	21,0	14	29
	81-120	19,1	22,3	22,6	13	27
	>120	20,2	23,5	23,9	13	25
> 100	< 80	19,5	22,3	22,6	13	27
	81-120	20,6	23,9	24,2	13	25
	>120	21,6	25,0	25,4	12	24
Черноземы выщелоченные						
< 50	< 80	15,8	17,2	17,3	17	35
	81-120	16,8	18,5	18,7	16	32
	>120	17,9	19,7	19,8	15	30
51-100	< 80	16,8	18,7	18,9	16	32
	81-120	17,9	20,2	20,3	15	30
	>120	19,0	21,3	21,5	14	28
> 100	< 80	18,3	20,6	20,8	15	29
	81-120	19,4	22,0	22,2	14	27
	>120	20,4	23,1	23,3	13	26

При их низкой степени обеспеченности фосфором и калием требовалось больше азотных удобрений на получение единицы урожая на дерново-подзолистых почвах по сравнению с серыми лесными и выщелоченными

черноземами. Окультуривание почв способствовало снижению затрат азота удобрений на формирование урожая яровой пшеницы. При содержании P_2O_5 более 100 мг/кг и K_2O до 120 мг/кг удельный расход азотных удобрений на формирование урожайности в зоне распространения дерново-подзолистых почв снизился практически в 2 раза, тогда как разница на других типах почв намного меньше. Таким образом, затраты азотных удобрений возрастали при увеличении доз.

На рисунке 1 можно наглядно проследить взаимосвязь урожайности яровой пшеницы, затрат удобрений на формирование урожая и агрохимической окультуренности почв.

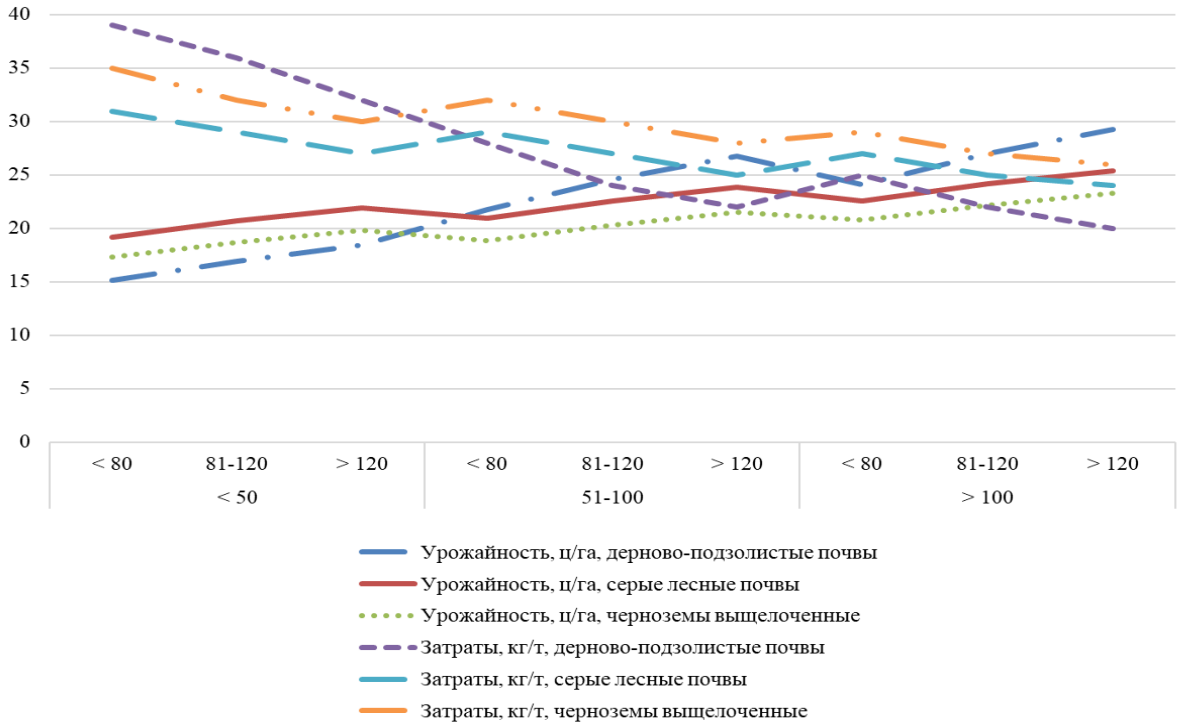


Рисунок 1 - Урожайность яровой пшеницы и затраты в зависимости от агрохимической окультуренности почв при внесении дозы N60

Таким образом, можно сделать следующий вывод: при повышении агрохимической окультуренности почв можно значительно повысить урожайность яровой пшеницы и снизить затраты удобрений на формирование 1 т урожая, что будет способствовать рациональному применению удобрений

и снижению стоимости производства продукции для сельхозтоваропроизводителей.

Литература:

1. Шафран С.А. Баланс азота в земледелии России и его регулирование в современных условиях. Агрохимия, 2020, №6, с. 14-21.

2. С.А. Шафран, А.В. Постников, И.П. Стокозов. Применение удобрений и баланс питательных веществ в земледелии России. Агрохимические исследования и технологии. Труды ВНИПТИХИМ.-М.,1999 - вып.1. т.1. с. 32-45.

3. Шафран С.А., Духанина Т.М. Значение комплексного агрохимического окультуривания и повышение эффективности азотных удобрений под пшеницу. //Агрохимия. 2015. №11. С. 21-30.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ

Н.Н. Лангаева

ФГБУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН
127276, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая д. 4, Россия
natalalangaeva@gmail.com

Работа выполнена под руководством к. с.-х. наук О.А. Щуклиной

В статье рассмотрены результаты исследований по эффективности дифференцированного внесения азотных подкормок фотометрическими приборами в посевах горчицы белой (*Sinapis alba* L.). Опыты проведены в условиях дерновоподзолистой среднесуглинистной почвы Центрального района Нечерноземной зоны, хорошо обеспеченной фосфором и калием, но имеющей низкое содержание гумуса (1,8-1,9%). Проведенный эксперимент показал, что между показаниями изучаемых фотометров и данными

химической (стеблевой) диагностики растений существует тесная линейная корреляционная зависимость (R=0,5-0,7).

Ключевые слова: фотометрия, азотные удобрения, стеблевая диагностика, горчица белая, подкормки.

Основной задачей сельского хозяйства является получение максимального высококачественного урожая. Несмотря на то, что эти показатели ограничиваются генетическими особенностями, существуют также и внешние факторы (погодные, агротехнические, почвенные и др.), учитывая которые можно существенно повлиять на процесс формирования урожайности [4, 9].

Для предотвращения возникновения дефицита питательных веществ в почве, который может впоследствии привести к снижению урожайности и качества конечного продукта, следует своевременно проводить диагностику минерального питания растений [5, 7].

В настоящее время существует несколько распространенных способов определения потребности растениями в элементах питания, которые подразделяют на четыре категории: химический анализ, визуальная диагностика по внешним признакам, полевые и вегетационные опыты, агрохимический анализ почв (почвенная диагностика).

Проведение визуальной диагностики в процессе вегетации малоэффективно, так как проявление нехватки питания можно установить лишь в случае острого голодания, когда внесение подкормок практически не приносит желаемого результата. Кроме того, диагностирование данным способом осложняется тем, что проявления дефицита некоторых элементов схож между собой, а чаще всего возникает недостаток сразу нескольких элементов [3].

Метод стеблевой (тканевой) диагностики, позволяет определить нитратный азот на срезах стеблей растений, где он локализуется в наибольших количествах. Принцип определения неорганических соединений основан на

получении различной окраски при добавлении к ним специальных реактивов (в нашем опыте – дифениламина). В результате химических реакций минеральные вещества в соке с добавляемыми реактивами образуют окрашенные соединения. Сущность метода состоит в том, что на основании полученных данных о содержании нитратного азота можно судить о необходимости азотной подкормки растений. Данный способ достаточно трудоемок и требуют значительного времени на отбор растительных проб и их химический анализ [1, 9].

В настоящее время широкое распространение получает фотометрическая диагностика, которая лишена вышеупомянутых недостатков и обеспечивает достаточно высокую точность результатов при меньших затратах времени и средств на проведение обследования посевов в полевых условиях. [2, 7, 8]. Оперативная диагностика азотного питания растений осуществляется переносными приборами - фотометрами. Данный метод используется при активном росте культур посредством определения фотохимических свойств зелёных листьев: интенсивности флуоресценции хлорофилла, светопроницаемости листовых пластинок и пропорциональной зависимости этих показателей. Данные показатели высвечиваются сразу на жидкокристаллическом дисплее прибора и выражаются в условных единицах.

Исследования по теме работы проведены в 2017 г. в полевых опытах на Полевой опытной станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая. Результаты агрохимического анализа почвы показали, что она хорошо обеспечена подвижными формами фосфора (определенных по методу Кирсанова), и калия. Содержание подвижного фосфора составляет в среднем 283 мг/кг, калия – 134 мг/кг, щелочно-гидролизуемого азота 6,3 мг/кг, обменного кальция 7,0 мг/экв/100 г, магния – 1,3 мг. Степень насыщенности основаниями – 80%. Характеризуется средним уровнем кислотности (pH 4,8, Нг 2,0 мг-экв/100 г), средним содержанием гумуса (1,9%). Согласно принятой в агрохимслужбе классификации по градациям кислотности почва опыта с pH 4,8 относится к среднекислой. По обеспеченности подвижным фосфором

почва опыта относится к очень высокой, по обменному калию к повышенной. По гумусу почвы относятся к слабогумусированным.

Определение состояния азотного питания проводилось в посевах горчицы белой сорт Луговская, созданной методом многократного отбора из популяции Лунинская местная в ФНЦ «ВИК им. В.Р.Вильямса». Оценка проводилась зарубежным портативным фотометрическим прибором N-тестером «Yara» и отечественным двулучевым фотометром «Спектролюкс». В качестве альтернативного способа использовали химический метод стеблевой диагностики по В.В. Церлинг [4].

Изучение эффективности внесенных азотных удобрений фотометрическими приборами в горчице белой проводилось после проведения подкормок в следующие сроки: в фазу стеблевания вносили 30, 60, 90, 120 и 150 кг д. в. на га аммиачной селитры (NH_4NO_3), содержащей 34% N. В фазу цветения проводили подкормку аммиачной селитрой в дозе 30 и 60 кг д.в. на гектар в 2 вариантах. Опыты заложены в 4-кратной повторности с рандомизированным размещением делянок [6].

Таблица 1 – Зависимость показаний портативных фотометров от доз азотных удобрений при проведении фотометрической диагностики посева белой горчицы в фазу цветения

Вариант	F/R двулучевой «Спектролюкс»	Yara, у.е.	Стеблевая диагностика, балл
1.Контроль	32,0	386	0
2.$N_{30}+N_0$	44,1	379	0,3
3.$N_{60}+N_0$	39,5	406	2,0
4.$N_{90}+N_0$	27,9	442	2,1
5.$N_{120}+N_0$	29,3	442	2,1
6.$N_{150}+N_0$	22,3	419	2,7
7.$N_{90}+N_{30}$	35,6	396	1,8
8.$N_{90}+N_{60}$	36,0	421	2,6
$НСР_{05}$	12,3	44	0,7
Корреляция с урожайностью	-0,5	0,7	0,7
Корреляция со стеблевой диагностикой	-0,5	0,8	-

После внесения первой подкормки азотных удобрений в фазу цветения, отечественный фотометр – двулучевой «Спектролюкс» не показал значительных отклонений контрольного варианта и опытных делянок.

Так как его показания основаны на соотношении проникающего света и отраженного, он показывает обратную зависимость. Чем выше концентрация хлорофилла в листьях, тем ниже его показатели. В свою очередь данные с прибора «Yara» показывают непосредственную концентрацию хлорофилла в листьях. Его показатели увеличивались начиная с высоких доз подкормок – от 90 кг/га д. в.

Результаты зависимости показаний портативных фотометров от доз азотных удобрений при проведении фотометрической диагностики посева белой горчицы в фазу цветения представлены в таблице 1.

В эту же фазу стеблевая диагностика показала, что существует сильная потребность в азоте на Контроле и на варианте N_{30}. Начиная с варианта N_{60}, горчица белая также нуждалась в подкормке, но в меньших дозах.

Следует отметить, что данные стеблевой диагностики находились в сильной корреляции с урожайностью семян горчицы белой, этот коэффициент составил – 0,7. Аналогичная корреляция наблюдалась и при проведении диагностики при помощи прибора «Yara», что указывает на точность его показаний.

При проведении оценки корреляций показаний приборов с урожайностью и со стеблевой диагностикой, были получены четкие закономерности, которые выражаются в достаточно сильной обратной зависимости на Спектролюксе, где коэффициент корреляции составил в обоих случаях -0,5 и высокой зависимости этих показателей на приборе «Yara». С урожайностью коэффициент корреляции составил 0,7, со стеблевой диагностикой – 0,8. Это говорит, о достаточно высокой точности показаний используемых в исследовании приборов.

Через три недели после внесения первой подкормки на двух вариантах дополнительно внесли удобрение с дозами N30 и N60, после чего также провели оценку потребности в азотных удобрениях. Зависимость показаний портативных фотометров от доз азотных удобрений при проведении фотометрической диагностики посева белой горчицы в фазу формирования плодов представлена в таблице 2.

Переход к генеративному периоду у горчицы белой сопровождается трансформацией химического состава тканей, морфологического строения, а также приводит к изменению окраски надземных органов. Начиная с фазы цветения и формирования плодов, количество листьев на горчице постеменно уменьшается, что значительно затрудняет проведение фотометрической диагностики. Однако в проведенных опытах в 2012 году в условиях Полевой опытной станции на горчице белой (Афанасьевым, Щуклиной, Вячиным) было достоверно определено, что в этот период горчица продолжает остро нуждаться в подкормках.

Таблица 2 – Зависимость показаний портативных фотометров от доз азотных удобрений при проведении фотометрической диагностики посева белой горчицы в фазу формирования плодов

Вариант	F/R двулучевой «Спектролюкс»	Yara, у.е.	Стеблевая диагностика, балл
1.Контроль	34,0	395	0
2.N_{30} +N_0	33,5	366	1,3
3.N_{60} +N_0	32,2	567	1,6
4.N_{90} +N_0	28,8	534	1,8
5.N_{120} +N_0	30,1	569	1,6
6.N_{150} +N_0	35,1	364	1,4
7.N_{90} +N_{30}	30,5	482	1,4
8.N_{90} +N_{60}	33,7	424	1,4
$НСР_{05}$	8,2	83	1,3
Корреляция с урожайностью	-0,2	0,2	0,7
Корреляция со стеблевой диагностикой	-0,5	0,5	-

Внесение азотных удобрений в эти фазы онтогенеза способстовует более длительному периоду цветения и закладке дополнительных стручков.

В фазу формирования плодов на двулучевом «Спектролюксе» зависимость от возрастающих доз азотных удобрений не была установлена. Возможно это связано с тем, что резко иссеченный лист горчицы имеет меньшую площадь, чем отверстие для анализа в приборе, в связи с чем проникает дополнительный свет, который снижает показания. Этот образец требует доработки, производителю были отправлены наши рекомендации.

При определении азотного статуса посевов в фазу формирования плодов прибором «Yara» и при помощи стеблевой диагностики наибольшие показатели были выявлены по мере увеличения доз азотных удобрений от N_{60} до N_{120} (567, 534, 569 у.е.). На варианте с максимальной дозой N_{150} и дробными дозами N_{90} +N_{30} и N_{90} +N_{60} наблюдались небольшие снижения показаний. Вероятно, на варианте с максимальной внесенной дозой удобрения это связано с тем, что на нем наиболее обильно развивались сорняки, которые не только потребляли большое количество питательных веществ и влаги из почвы, но и затеняли растения горчицы. В течении вегетационного периода удобрения вымывались значительным количеством осадков, поэтому говорить об их переизбытке не приходится. На вариантах дробного внесения снижение показаний фотометрического прибора «Yara» и стеблевой диагностики свидетельствует о том, что изначально доза N_{90} была недостаточно высокой для хорошего роста и развития. Коэффициент корреляции показаний «Yara» со стеблевой диагностикой – 0,5, говорит о том, что даже в поздние фазы развития горчицы его показания достаточно сильно связаны с состоянием растений. Стеблевая диагностика в эту же фазу имела коэффициент корреляции – 0,7 с урожайностью, что также говорит о том, что этот способ достаточно точный, но, к сожалению, требует больших усилий и времени для его проведения.

Показания фотометрических приборов были неоднозначны из-за агрометеорологических условий и биологических особенностей горчицы,

однако они коррелировали с урожайностью семян и стеблевой диагностикой в обе фазы наблюдения. Согласно полученным данным с фотометрических приборов и стеблевой диагностики в фазу цветения наиболее эффективными подкормками были: Спектролюкс – N_{150}, Яра – N_{90} и N_{120}, стеблевая диагностика N_{150} и N_{90}+ N_{60}. При этом в фазу формирования плодов приоритеты по подкормке сместились и составили на «Спектролюксе» – N_{90} и N_{120}, на Яра – N_{60}, N_{90} и N_{120}, стеблевая диагностика N_{60}, N_{90} и N_{120}. Так как наибольшая урожайность была получена на вариантах N_{90}, N_{120} и N_{150}, как и рентабельность, следовательно в условиях повышенной влагообеспеченности можно остановится на дозе N_{90}, чтобы не провоцировать сорные растения для хорошего роста.

Работа выполнена в рамках Госзадания ГБС РАН №19-119080590035-9.

Литература:

1. Афанасьев Р.А., Белоусова К.В., Литвинский В.А., Пугачев П.М., Мочкова Т.В., Щуклина О.А. Фотометрическая диагностика азотного питания ярового рапса и озимой тритикале в условиях центрального Нечерноземья // Плодородие. 2012. № 4 (67). С. 51-52.

2. Афанасьев Р.А., Белоусова К.В., Литвинский В.А., Щуклина О.А. Влияние основных пигментных систем на обеспеченность растений ярового ячменя азотным питанием / Плодородие. 2013. №2(71). С. 15-17.

3. Белоусова К.В., Смирнов М.О., Носиков В.В., Литвинский В.А., Щуклина О.А. Влияние форм азотных удобрений на содержание пигментов при разных спектрах облучения растений в условиях фитотрона / Плодородие. 2012. №5(68. С. 5-6.

4. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: Справочник / В. В. Церлинг. - М.: Агропромиздат, 1990. – 234

5. Еремин Д. И., Кибук Ю. П., Ахметова А. С. К вопросу о тканевой диагностике питания зерновых культур в системе точного земледелия //Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2017.

6. Лангаева Н.Н., Воршева А.В. Особенности диагностики состояния посевов горчицы белой при помощи фотометрических приборов для оперативного внесения подкормки // В сборнике: Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Рязань, 2017. С. 171-174.
7. Щуклина О.А., Афанасьев Р.А., Лангаева Н.Н., Завгородний С.Н. Эффективность дифференцированного применения азотных удобрений в качестве корневых подкормок на основе NDVI / Достижения науки и техники в АПК. 2021. №35(8). С. 20-24. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_8_20
8. Shchuklina O.A., Langaeva N.N., Voronchikhina I.N., Voronchikhin V.V., Afanasiev R.A. Application of photometry for crops online diagnostics of the nitrogen nutrition of plants / IOP Conference series: Earth and Environmental Science. Smolensk. 2021. 022064. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022064
9. Shchuklina O., Voronchikhina I, Klimenkova I., Komkova A., Afanasiev R. Differentiated application of nitrogen fertilizers based on optical sensor readings / Agronomy Research. 2021. №19(2). С. 607-625. DOI: 10.15159/AR.21.093

ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Иргалина Р.Ш., Ахияров Б.Г., Галлямов Ф.Н., Курмашева Н.Г.

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ
450001, Россия, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, д.34, Россия

Обсуждаются вопросы фитоанализа семян яровой пшеницы и выбор эффективных протравителей семян, влияющих на корневые гнили и урожайность данной культуры

Ключевые слова: семена, патогены, корневые гнили, биологическая эффективность, урожайность яровой пшеницы

Сельскохозяйственные растения в процессе роста и развития подвергаются воздействию ряда неблагоприятных абиотических и

биотических факторов, в результате чего снижаются количество и качество урожая. Так, в регионе Южного Урала ежегодные потери урожая сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков составляют 18-20%. Система защиты растений должна быть составной частью технологии возделывания сельскохозяйственных культур и обеспечивать устойчивое долговременное подавление численности вредных организмов на основе регулирования фитосанитарного состояния посевов путем профилактических и агротехнических мероприятий, возделывания устойчивых сортов, активизации природных энтомофагов и акарифагов, применение биологического метода и рационального использования пестицидов и современных средств механизации [4, 5].

От равномерного внесения протравителя на поверхность семян зависит защита их от внутренней и наружной инфекции, что в дальнейшем отражается на повышении энергии прорастания, полевой всхожести и получении дополнительного урожая. Одним из современных технологических машин для протравливания семян был применен барабанный протравливатель БИС – 4. Машина характеризируется высокой равномерностью обработки (не менее 98 %) и щадящим режимов работы – травмируемость семян не более 1-2 % [1].

В решении проблемы защиты растений от вредных организмов все больше возрастает роль биологического и химического методов. Поэтому поиск и создание экологически малоопасных препаратов является актуальной проблемой. Для её решения создаются новые экологически малоопасные препараты для протравливания семян и опрыскивания растений [9].

Целью исследований явилось изучение эффективности протравителей для обработки семян против почвенной и семенной инфекции яровой пшеницы в условиях южной лесостепной зоны Республики Башкортостан.

Задачами исследований были: 1. Оценить эффективность контроля корневых гнилей; 2. Оценить влияние протравителей на физиологию растений (корневая система, надземная часть растений); 3. Оценить влияние

протравителей на элементы структуры урожая и урожайность яровой пшеницы.

Опыты были заложены в 4-х кратной повторности на опытных полях кафедры растениеводства, селекции растений и биотехнологии Уфимского района, который относится Южной лесостепной агроклиматической зоне РБ. Методика закладки опытов, учеты пораженности, расчеты биологической эффективности проводились по общепринятым методикам при закладке опытов по защите растений [2, 3]

Почвенно-климатические условия данной зоны в основном благоприятны для возделывания и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Климат этой зоны умеренно – влажный, континентальный. Продолжительность вегетационного периода с температурой выше 10°С – 135 дней, безморозный период – 120 дней. Сумма эффективных температур - 1600°С, сумма осадков за год 525 мм, за вегетационный период 249 мм.

Гидрометеорологический коэффициент – 1,2, относительная влажность воздуха 60 - 70°С. Среднегодовая температура составляет 2,5 – 2,6°С, абсолютный минимум составляет – 42°С, а максимум +37°С. Средняя температура воздуха за вегетационный период 16 - 17°С. Господствующие ветра юго – западного направления. Максимальная глубина промерзания почвы 85 см. Высота снежного покрова 40 – 50 см. Весна характеризуется быстрым нарастанием положительных температур [6].

Погодные условия вегетационного периода 2021г были экстремально засушливыми.

Проведенная фитопатологическая экспертиза семян яровой пшеницы сорта Ватан дала возможность выявить следующий патогенный комплекс:

Таблица 1 Зараженность партии семян сорта Ватан

Вид патогена	Заражено, %
Гр.р. *Penicillium*	10
Гр.р. *Alternaria*	7
Гр.р. *Helmintosporium ~Bipolaris*	2

По результатам фитоанализа были выделены мицелий гр.р. *Penicillium*, гр.р. *Alternaria*, гр.р. *Helmintosporium (Bipolaris)* при высеве не протравленных семян из пораженных семян развиваются плесневение семян (при наклевывании), альтернариоз и гельминтоспориозные корневые гнили. Телиоспор твердой головни не было обнаружено.

Таблица 2. Влияние протравителей семян на развитие растений яровой пшеницы сорт Ватан (20.05.2021)

№ п/п	Варианты	Длина корневой системы, см	Высота растений, см	Масса корневой системы 20 раст., г	Надземная масса, г
1	Контроль	1,5±0,02	13,8±0,1	2,0±0,1	6,2±0,1
2	Рединго Про	2,0±0,2	14,7±0,1	2,6±0,3	6,3±0,2
3	Ламадор	2,2±0,2	15,8±0,2	2,7±0,2	9,6±0,6
4	Оплот	2,1±0,5	15,9±0,2	2,4±0,3	11,0±1,3
5	Виал Трас Т	3,0±0,1	16,4±0,3	3,0±0,5	11,7±1,1
6	Скарлет	2,7±0,2	15,9±0,1	2,7±0,5	13,6±1,8
7	Дивиденд Экстрим	2,0±0,2	16,0±0,2	3,0±0,2	10,3±0,5

По данным таблицы 2 видно, что протравливание семян препаратами с разным механизмом действия оказали положительное влияние на формирование хорошей подземной и вегетативной части растений пшеницы. Длина корней по вариантам опыта отличалась не значительно: при протравливании семян препаратами Рединго Про, Ламадор, Дивиденд Экстрим, Оплот разница между контрольным вариантом – 0,5 см, 0,7 см, 0,5 см и 0,6 см соответственно. Длина корней при протравливании семян Виал ТрасТ была 3,0 см, возможно оказали влияние на ростовые процессы корневой системы компоненты, входящие в состав препарата. Протравитель Скарлет обладает тоже стимулирующим эффектом ростового процесса корней, поэтому длина корней 2,7 см. При протравливании семян Скарлет формировалась более мощные вегетативные части, но корневая система немного уступала вариантам Дивиденд Экстрим и Виал ТрасТ.

Возбудитель корневых гнилей относится как к почвенной, так и к семенной инфекции, для регулирования численности патогена в почве одним из мер борьбы является севооборот и для полного освобождения от почвенной и семенной инфекции один из эффективных мер борьбы является протравливание семян препаратами химического происхождения [7, 8]. Результаты исследований влияния протравителей семян на корневые гнили приводятся в таблице 3.

Таблица 3 Влияние протравителей семян на корневые гнили яровой пшеницы в фазу кущения

п/п	Варианты	Корневые гнили				БЭ, %
		Фаза кущения		Перед уборкой		
		Распростра-ненность,%	Развитие, %	Распростра-ненность,%	Развитие, %	
1	Контроль	62,0	21,6	22,4	8,9	-
2	Редиго Про	20,5	11,5	6,8	3,1	65,2
3	Ламадор	12,0	3,0	6,9	2,9	67,4
4	Оплот	15,6	4,8	11,2	5,1	42,7
5	Виал Трас Т	29,2	11,4	2,5	0,9	89,9
6	Скарлет	18,5	8,3	10,5	1,9	78,6
7	Дивиденд Экстрим	11,7	5,1	0	0	100

По вариантам опыта эффективно было протравливание семян препаратами Дивиденд Экстрим, Виал Трас Т, Скарлет. Эффективность этих протравителей объясняется тем, что действие протравителя Дивиденд Экстрим усиливается благодаря защитному действию дифениконазола, Виал Трас Т препятствует делению ядер мицелия патогена корневых гнилей, Скарлет – благодаря долгому сохранению действия рабочего раствора и повышает засухоустойчивость культуры.

Влияние протравителей семян на элементы структуры урожая приводятся в таблице 4:

Наибольшая урожайность по вариантам опыта была получена от протравленных семян Рединго Про благодаря количеству продуктивных стеблей, несмотря на то, что препарат имел биологическую эффективность ниже, чем Дивиденд Экстрим, Виал Трас Т, Скарлет. Из испытуемых

Таблица 4 Влияние протравителей семян на элементы структуры урожая и урожайность яровой пшеницы (сорт Ватан)

№ п/п	Вариант	Высота растений, см	Длина колоса, см	Масса 1000 зерен, г	Кол-во зерен в колосе, шт.	Кол-во продуктивных стеблей, шт/м^2	Урожайность, ц/га
1	Контроль	62	5	23,4	23	300	16,1±0,15
2	Рединго Про	67	6,5	24,6	26	343	21,3±0,2
3	Ламадор	64	6,5	24,1	26	340	20,8±0,2
4	Оплот	63	5,5	24,7	25	327	19,4±0,3
5	Виал Трас Т	66	5,5	24,2	24	338	19,6±0,7
6	Скарлет	65	6	24,9	25	336	20,2±0,7
7	Дивиденд Экстрим	61	7	24,2	27	312	19,6±0,2

протравителей низкая урожайность получена в варианте Оплот, что составила 19,4 ц/га. Исходя из полученных результатов опыта можно сделать вывод, что исследования необходимо продолжить и в последующие годы, т.к. в экстремальные погодные условия 2021 г из протравителей семян возможно оказали и ретардантный эффект.

Литература:

1. Ганеев Р.В., Галлямов Ф.Н. Совершенствование технологии протравливания семян. В сборнике: Инженерная наука - аграрному производству. материалы международной научно-практической конференции. 2014. С. 41-44.

2. Долженко В.И. и др. // Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]: учебник для студ. высш. с. - х. учеб. заведений - М.: Альянс, 2014.- 351с.

4. Иргалина Р.Ш., Хамидуллин А.Ф., Юламанова Г.И. Влияние протравителей семян на развитие болезней и урожайность яровой пшеницы. В сборнике Проблемы и перспективы развития органического сельского хозяйства. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 2020, С. 57-63.

5. Иргалина Р.Ш., Хайруллин Р.М. Особенности проявления вредоносности корневых гнилей пшеницы в южной лесостепи республики Башкортостан. В сборнике «Аграрная наука в инновационном развитии АПК». Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. 2015. С. 89-94.

6. Система ведения агропромышленного производства в Республике Башкортостан. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2012. 528 с.

7. Сираев Р.З. Обработка семян озимой пшеницы препаратами на основе эндофитных микроорганизмов Bacillus subtilus 26D и 24D: некоторые физиологические эффекты и свойства рензолятов / Р.З. Сираев, Р.Б. Нулыгаянов, Р.М. Хайруллин // Вестник защиты растений. – 2006. - №1. – С. 71-73.

8. Хайруллин Р.М. Качество зерна пшеницы при обработке семян препаратами и разной степени поражения растений корневыми гнилями / Р.М. Хайруллин, Р.Б. Нурлыгянов, С.Л. Тютерев, Р.Ш. Иргалина // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Индуцированный

иммунитет сельскохозяйственных культур – важное направление в защите растений». – Большие Вяземы Московской обл., 2006. – С.90-91.

9. Юламанова Г.И., Иргалина Р.Ш., Якупова Р.А. Влияние протравителей семян на фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы. В сборнике Международной научно-практической конференции «Вклад науки и практики в обеспечение продовольственной безопасности страны при техногенном ее развитии». Брянск, 2021 г. С.10-13.

ВЛИЯНИЕ ДОЗ ИЗВЕСТКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯЧМЕНЯ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СЕРЕБРЯНО-ПРУДСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Л. Пастушкова[1], А.А Ермаков[2], А.А Хрунов[1], Н.К Сидоренкова[2]

[1]ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева»
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская д.49, Россия
[2]ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»
127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31 А, *Россия*
sidnadejda@mail.ru

Изучались вопросы влияния известкования на агрохимические показатели почвы, нарастание зеленой массы растений в течение вегетации, продуктивность, размеры потребления основных элементов питания урожаем ячменя.

Ключевые слова: серая лесная почва, удобрение, известкование, элементы питания, вынос, ячмень, полевой производственный опыт.

Работа выполнена под руководством к.б.н А.А Хрунова.

В Российской Федерации значительные площади земель сельскохозяйственного назначения нуждаются в проведении химической мелиорации. Известкование разносторонне влияет на почвенные условия: устраняет избыточную кислотность, вредную для нормального развития

растений, улучшает физико-химические свойства почвы, снижает подвижность токсичных элементов таких как алюминий, марганец и железо, усиливает микробиологическую активность, что положительно влияет на питание растений азотом, повышает эффективность применения органических и минеральных удобрений и урожай сельскохозяйственных культур, а также создает благоприятную среду для роста растений и жизнедеятельности полезных микроорганизмов.

Главная цель известкования - устранение повышенной кислотности и создание благоприятных условий для формирования высоких урожаев сельскохозяйственных культур хорошего качества.

Сельскохозяйственные культуры неодинаково чувствительны к повышенной кислотности и внесению мелиорантов. Ячмень относится ко 2 группе культур по чувствительности к кислотности. Оптимальный интервал pH солевой вытяжки 6-6,5. Ячмень-одна из зерновых культур, которая особенно хорошо отзывается на известкование и при внесении извести дает более высокие прибавки зерна, чем, например, озимая рожь и овес [1]. Известкование улучшает также качество сельскохозяйственных культур, положительно влияет на посевные качества семян.

На эффективность применения извести оказывает влияние: дозы и сроки ее внесения, вид и качество известковых удобрений, отзывчивость культур на известкование, свойства почвы и ее гранулометрический состав, сочетание известкования с применением удобрений.

Цель исследования –изучение влияния доз извести на изменения агрохимических показателей почвы и продуктивность возделываемой культуры.

Рабочая гипотеза: Наибольшая продуктивность ячменя в условиях Московской области на серой лесной тяжелосуглинистой на покровных суглинках почве может быть получена при внесении полной дозы извести, за счет снижения почвенной кислотности.

Задачи исследования:

1. Изменение агрохимических показателей почвы под воздействием известкования.
2. Влияние известкования на динамику нарастания зеленой массы и структуру урожая.
3. Действие известкования на продуктивность и качество урожая ячменя в условиях Серебряно-Прудского района Московской области.

Актуальность. Ячмень – культура весьма чувствительная к повышенной кислотности. В последние годы наблюдается повышение кислотности почв в Московской области. В результате можно говорить об актуальности проведения работ для изучения эффективности известкования на различных почвах, в том числе на светло-серых лесных, под определенные с/х культуры.

Проблема известкования особенно важна с точки зрения снижения доступности азота, фосфора и калия для растений, поэтому, как показали многолетние исследования и столетний мировой опыт – известкование кислых почв – первое и необходимое мероприятие в земледелии. Применение известковых удобрений в большинстве стран мира, как прием химической мелиорации, субсидируется государством. Мировой опыт показывает, что страны, имеющие промывной режим увлажнения, в результате которого идет обеднение почв основаниями, в частности кальцием, имеют поддержку в лице государства [4].

Многолетними исследованиями было установлено, что кислая реакция почвенного раствора является одной из главных причин низких урожаев с/х культур, массовой гибели при перезимовке зерновых и зернобобовых многолетних трав, недостаточной эффективности минеральных удобрений, низкого содержания в зерне и кормах [5].

Объекты и методы исследований. Полевой опыт был заложен в левобережье реки Осетр. Данный район имеет незначительную территорию – всего 880 км2. Кроме того, на севере имеет смежные границы – Зарайский и Каширский районы (Московская область); на юге, западе и востоке имеет

общую границу с соседними областями: Рязанской и Тульской. Одной из отличительных особенностей Серебряно-Прудского района является высокий уровень сельскохозяйственного освоения территории.

Опытное поле находится в одинаковых условиях рельефа, что является одним из главных факторов заложения полевых опытов с удобрениями [2]. Принцип единственного различия позволяет выделить изучаемый нами фактор и нивелировать воздействие других факторов для получения достоверных результатов опыта.

Опытный участок расположен в северной части района в зоне широколиственных лесов, которые обуславливают расположение в данной местности серых лесных почв. Кроме того, по почвенным картам данного хозяйства конкретно на данном поле расположены серые лесные почвы [2].

Почвообразующая порода по данным хозяйства – покровные суглинки, что было проверено с помощью диагностических методов при описании почвенных разрезов. Гранулометрический состав почвы – тяжелосуглинистый.

Исследования проводились на территории организации «Сельскохозяйственный производственный кооператив "Клемово"» (рис.1).

Данное предприятие имеет несколько основных видов деятельности: производство сырого молока и разведение крупного рогатого скота. Дополнительной деятельностью предприятия является выращивание зерновых, зернобобовых, однолетних кормовых культур, предоставляют услуги в области. Опыт заложен в 2017 году.

Рисунок 1. Географическое местоположение опытного участка (фотография получена с помощью приложения Google Earth)

Общая площадь опытного участка составляет 2,13 га (длина 152 м, ширина 140 м). Учетная площадь всего опытного участка 0,79 га (7920 м^2). Учетная площадь каждой повторности – 2640 м^2(20 м ширина и 132 м длина). Учетная площадь каждой делянки опытного участка –880 м^2 (20 м ширина и 44 метра длина). Количество повторностей – 3, делянок –9.

Опыт включал три варианта. Первый - контрольный вариант: без извести, в качестве фона применялась азофоска. На опытное поле было внесено азофоска по 2 ц/га физического веса или N32P32K32 кг действующего вещества. Азофоска содержит по 16% N, P_2O_5, K_2O. Получают методом азотнокислого разложения природных фосфатов. Азофоску применяют как основное удобрение при подсеве или в подкормку под зерновые, картофель, сахарную свеклу и другие культуры [3].

Второй вариант: на фоне NPK вносилась известь в полной дозе, рассчитанной по гидролитической кислотности. Доза составила 4,8 т/га.

Третий вариант: применяли двойную дозу извести, 9,6 т/га. Опытной культурой был ячмень, сорт «Московский 86».

В качестве мелиоранта использовалась пылевидная известняковая мука, соответствующая ГОСТу. В целом на закладку опыта израсходовано 7,6 тонн

пылевидной известняковой муки, производимой на ООО «Карьер Известняк» в Серебряно-Прудском районе.

Лабораторно-аналитические исследования отобранных образцов были выполнены в лабораториях ФГБУ ГЦАС «Московский» в соответствии с имеющимися ГОСТами, а также с методическими рекомендациями.

Они включают в себя:

- Гост отбора проб: ГОСТ 28168-89;
- Определению содержания азота в растения методом Кьельдаля; ГОСТ 26889-86
- Определения содержания фосфора в растениях колориметрическим методом; ГОСТ 26657-97

Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия; ГОСТ 30504-97.

Выбранный нами опытный участок по всем методическим требованиям типичен для данного хозяйства и Серебряно-Прудского района. Почвенные образцы отбирались согласно ГОСТу 28168-89, затем проведены агрохимические анализы. Данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Агрохимические показатели почвы опытного участка

Гумус, %	pH	Hг, мг-экв/100 г	Ca^{2+}	Mg2+	Подвижные формы по Кирсанову, мг/кг	
			мг-экв/100 г		P_2O_5	K_2O
2,8	4,7	3,2	8,2	3,5	80	92

Почва опытного участка светло-серая лесная тяжелого гранулометрического состава характеризуется средним содержанием гумуса, средне-кислой реакцией, нуждается в известковании. По содержанию фосфора и калия относится к третьему классу, который является средним по обеспеченности для зерновых культур.

Результаты исследования. Известкование оказывает комплексное влияние на почву и растения, улучшает свойства почвы с точки зрения поглощения растениями основных элементов питания. В таблице 2

представлены агрохимические показатели почвы после проведения известкования.

Представленные в таблице данные свидетельствуют о значительном влиянии извести на реакцию почвы. При внесении полной дозы извести реакция почвы изменилась от среднекислой до слабокислой, а при внесении двойной дозы почва стала нейтральной. Кроме того, значительно снизилась гидролитическая кислотность, что свидетельствует о снижении концентрации водорода и алюминия в почвенном растворе. Следует обратить внимание, что известкование также влияло на состав поглощенных катионов. В вариантах с внесением извести в составе поглощенных катионов увеличивалась доза кальция, что оказало влияние на степень насыщенности основаниями, которая изменилась от 78,2% до 87,1% при внесении извести в двойной дозе. Это обеспечило большую емкость поглощения.

Таблица 2 - Влияние известкования на агрохимические показатели почвы, 2020г.

Варианты опыта	Гумус, %	pH_{KCl}	$H_г$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	V, %
			мг-экв/100 г			
Фон	2,80	4,7	3,2	8,0	3,5	78,2
Фон+известь 1,0 г.к	2,83	5,3	2,2	9,0	3,4	84,0
Фон+известь 2,0 г.к	2,80	6,1	1,7	9,5	3,6	87,1

Известкование также оказывало влияние на рост и развитие растений ячменя в течение вегетационного периода. Динамика развития растений в конечном итоге оказывала влияние на формирование зерна.

Для учета биомассы отбирались растения с 1-го квадратного метра. На каждой делянке отобрано по 4 образца ячменя. Отбор растительных проб проходил по календарным срокам (по месяцам).

Наряду с определением темпов накопления биомассы измерялась высота растений, так как условия развития, уровень минерального питания растений, а также кислотность почвы оказывало существенное влияние на

рост ячменя.Высоту растений определяли, как среднее из промера из 4-х растительных проб на делянке. Данные первого учета представлены в таблице 3.

Исходя из полученных данных, прирост массы 1 растения в вариантах с полной дозой извести составил 27,5%, в вариантах с двойной дозой прирост массы составил 32,5%. В вариантах с полной дозой извести прирост массы растений на м^2 увеличился на 70,5%, на делянках с двойной дозой извести на 75,3%.

Таблица 3 - Изменение массы, высоты растений и продуктивности растений. Отбор проб за 6 июля 2020 г.

Варианты опыта	Прирост массы 1-го растения, % к контролю	Прирост Массы растений на м^2, % к контролю	Увеличение высоты растений, % к контролю	Увеличение средней высоты растений, % к контролю	Увеличение продуктивных колосьев, % к контролю
Фон+ известь 1,0 г.к.	27,5	70,5	15,5	12,6	18,9
Фон+известь 2 г.к.	32,5	75,3	16,2	15,0	37,1

Двойная доза извести не приводила к увеличению роста растений, но при этом в значительной степени возрастало количество продуктивных колосьев на 37,1% по сравнению с контролем, что в итоге оказало существенное влияние на урожай ячменя.

Таблица 4 - Изменение массы, высоты растений относительно контроля. Отбор проб за 4 августа 2020 г.

Варианты опыта	Прирост массы 1-го растения, % к контролю	Прирост массы растений на м^2, % к контролю	Увеличение высоты растений, % к контролю	Увеличение средней высоты растений, % к контролю
Фон+ известь 1,0 г.к.	20,4	28,2	11,6	3,4
Фон+известь 2 г.к.	57,4	31,1	16,5	7,3

По мере роста и развития растений изменялись темпы формирования биометрических показателей изучаемой культуры. В таблице 4 представлена динамика изменения показателей при отборе проб 4 августа 2020 г.

На более поздних этапах развития процессы формирования урожая были более равномерными при внесении извести как в одинарной, так и в двойной дозе. Среднее увеличение показателей биометрии растений не сильно различались между собой и составили 3-5% по изучаемым показателям.

Таблица 5 - Изменение продуктивных колосьев, массы 1000 зерен, массы зерна и массы соломы относительно контроля.Отбор проб за 4 августа 2020 г.

Варианты опыта	Увеличение продуктивных колосьев, % кконтролю	Увеличение массы 1000 зерен, % к контролю	Увеличение массы зерна, % к контролю	Увеличение массы соломы, % к контролю
Фон+ известь 1,0 г.к.	28,8	29,9	28,1	15,2
Фон+известь 2 г.к.	36,2	47,4	52,5	69,9

Во всех вариантах с внесением извести показатели были выше, чем в контрольном варианте. Увеличение дозы извести до двойной приводило к более высоким значениям массы продуктивных стеблей, массы 1000 зерен. Согласно данным, представленным в таблице 5, все показатели были выше при внесении двойной дозы извести.

Динамика изменения биометрических показателей в период роста и развития растений, а также дозы внесения извести оказали заметное влияние на урожай зерна ячменя. Урожайные данные представлены в таблице 6.

Проведение известкования способствовало повышению урожая при внесении обеих доз извести, при этом прибавка урожая зерна от одинарной дозы извести составила 0,4 т/га, а от двойной дозы извести 1,2 т/га по сравнению с контролем. Прибавка урожая от дозы извести составила 0,8 т/га. Доля соломы в структуре урожая составляла примерно 1:1 по отношению к зерну, что свидетельствует об оптимальном соотношении товарной и нетоварной части урожая.

Качество питания сельскохозяйственной культуры определяется интенсивностью потребления основных элементов питания за вегетацию, которая рассчитывается, исходя из валового содержания элементов питания в урожае (таблица 7).

Таблица 6 - Влияние известкования на урожай ячменя

Вариант	Урожайность зерна, т/га	Прибавка урожая зерна, т/га	Прибавка, %	Урожайность соломы, т/га	Прибавкаурожая соломы, т/га	Прибавка урожая соломы, %
Фон (без извести)	2,5	-	100	2,5	-	100
Фон+ известь 1,0 г.к.	2,9	0,4	11	2,7	0,2	7,9
Фон+известь 2 г.к.	3,7	1,2	33	3,5	1	35,8
$НСР_{0,05}$	0,6					

Таблица 7 - Валовое содержание азота, фосфора и калияв урожае ячменя, %

Вариант	Зерно			Солома		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Фон (без извести)	2,5	0,5	0,75	0,9	0,35	1,26
Фон+ известь 1,0 г.к.	2,6	0,68	0,78	0,8	0,4	1,3
Фон+известь2 г.к.	2,4	0,7	0,7	0,8	0,4	1,5

На основании валового содержания азота, фосфора и калия в урожае зерна и соломы можно рассчитать хозяйственный вынос элементов питания. Потребление (вынос) растениями элементов питания позволяет определить интенсивность поглощения элементов в зависимости от сбалансированности питания и определить потребность растений в дополнительном внесении удобрений. Для каждой группы культур существует средние размеры выноса элементов питания, связанные с биологическими особенностями культуры и ее качественными показателями. Качество питания растений определяется соотношением элементов питания в выносе.

Вынос с урожаем NPK заметно увеличился по сравнению с контролем: в вариантах с одинарной дозой извести вынос N увеличился на 18%, P_2O_5 увеличился на 31,4%, а K_2O на 22,1% (таблица 8).

Применение двойной дозы извести не приводило к значительному увеличению выноса растениями элементов питания. Соотношение элементов питания в выносе было оптимальным с учетом биологических особенностей культуры.

Таблица 8 - Хозяйственный вынос азота, фосфора и калия урожаем ячменя.

Вариант	Вынос зерном, кг			Вынос соломой, кг			Хозяйственный вынос, кг		
	N	P_2O_5	K2O	N	P_2O_5	K2O	N	P_2O_5	K2O
Фон (без извести)	62,50	12,50	18,75	22,50	8,75	31,50	85,00	21,25	50,25
Фон+ известь 1,0 г.к.	75,40	19,72	22,62	21,60	10,80	35,10	97,00	30,52	57,72
Фон+известь 2 г.к.	88,80	25,90	25,90	28,00	14,00	52,50	96,80	39,90	78,40

Заключение

Известкование – важнейшее мероприятие для изменения (улучшения) важнейших агрономических значимых показателей плодородия почв, а также один из наиболее окупаемых урожаем приемов мелиорации. В данной работе изучалось действие извести на изменение биологических показателей ячменя, а также влияние известковых материалов на увеличение урожайности и выноса ячменя.

Применение одинарной и двойной дозы извести приводило к изменению агрохимических показателей почвы. На одинарной дозе реакция почвы изменялась от среднекислой до слабокислой, а на двойной дозе до нейтральной, снижался показатель величины гидролитической кислотности, повышалась насыщенность почвы основаниями, что создавало более благоприятные условия для роста и развития опытной культуры.

Динамика изменения биометрических показателей растений ячменя обеспечивала наиболее активный рост и развитие растений при внесении

двойной дозы извести. В этом варианте были получены максимальные показатели прироста массы 1 растения, высоты растений, количества продуктивных колосьев.

Учет урожая ячменя показал, что наибольшая прибавка урожая была получена в варианте с двойной дозой извести по сравнению с контролем, а также был получен высокий эффект от увеличения дозы. На одинарной дозе прибавка составила 0,4 т/га, а на двойной 1,2 т/га по сравнению с контролем. А прибавка урожая от увеличения дозы извести составила 0,8 т/га.

Расчет хозяйственного выноса элементов питания значительно увеличивался и был наибольшим при применении одинарной дозы извести. Дальнейшее увеличение дозы мелиоранта не приводило к росту потребления растениями азота. При этом вынос фосфора возрос на 30%, вынос калия на 35%.

Литература:

1. Агрохимия/Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др.; под ред. Б.А. Ягодина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 2009. - 639 с.
2. Серебряно-Прудский район[Электронный ресурс]. –Режим доступа: http://www.zapoved.net/index.php/News/ –Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 07.05.2021).
3. Вильдфлуш И.Р. Агрохимия: учебник / И.Р. Вильдфлуш, С.П. Кукреш, В.А. Ионас и др. –2 е изд., доп. и перераб. –Мн.: Ураджай, 2001. –488 с.
4. Jadav N.J.Index leaf for potassium in maize/N. J. Jadav, B. A. Golakiya // Journal of Potassium Research. -1993.-V. 9. -No 3. -P. 247–252.
5. Kovacevic V.Response of maize, barley, wheat and soybean to liming on acid soils / V.Kovacevic, B.Bertic, D.Grgic // Rostlinna Vyroba. -1993. -T. 39. -No 1.- P. 41–52.

Оглавление:

Аленичева А.Д., Щуклина О.А. ***ВЛИЯНИЕ ПОДКОРМОК АЗОТНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА УРОЖАЙНОСТЬ НОВЫХ СОРТОВ ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ*** *3*

Вознесенская Т.Ю. ***ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ С ВКЛЮЧЕНИЕМ АМИНОКИСЛОТ НА ПШЕНИЦЕ ОЗИМОЙ*** *11*

Пырсиков Д.А. ***ВЛИЯНИЕ ГУМАТА КАЛИЯ «БИОРЕСУРС» НА УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ*** *19*

Квитко В.Е., Щуклина О.А. ***ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙОСТЬ ЗЕРНА ЯРОВОЙ ТРИТИКАЛЕ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ*** *23*

Ламмас М.Е. ***ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ*** *28*

Бородина Е.С., Бондарь В.И., Постников А.Н., Пэлий А.Ф., Ворончихина И.Н. ***ВЛИЯНИЕ РЕУЛЯТОРОВ РОСТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРМОВОЙ СВЕКЛЫ В УСЛОВИЯХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ*** *36*

Рыжакова А.А. ***ИЗВЕСТКОВАНИЕ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТАХ С КЛЕВЕРОМ*** *45*

Кузнецов А.В., Недайборщ Ю.Н., Сурков М.О ***ВИЯНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И СОИ*** *50*

Белопухов С.Л., Усова К.А., Зейслер Н.А. ***СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В УСЛОВИЯХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ*** *55*

Усова К.А., Мельникова И.В. ***СОРТОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ КУЛЬТУР НА ПРИМЕНЕНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦВЕТОЧНЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ*** *64*

Пестрякова Е.А., Терещенко Е.В., Кочетова И.М., Лапушкин В.М. ***ОСОБЕННОСТИ ФОТОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ Cr(VI) В МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЯХ*** *71*

Смирнов С.Ю. ***ВЛИЯНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ*** *76*

Игралиев Ф.Г., Лапушкин В.М. ***ДЕЙСТВИЕ НОВЫХ ФОРМ КАРБАМИДА С РАЗЛИЧНЫМ ПОКРЫТИЕМ ГРАНУЛ НА УРОЖАЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ*** *81*

Семенова А.И. ***ЗАТРАТЫ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ АГРОХИМИЧЕСКОЙ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ ПОЧВ*** *87*

Лангаева Н.Н. ***ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В ПОСЕВАХ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ ФОТОМЕТРИЧЕСКИМИ ПРИБОРАМИ*** *91*

Ирдалина Р.Ш., Ахияров Б.Г., Галлямов Ф.Н., Курмашева Н.Г. ***ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВИТЕЛЕЙ СЕМЯН НА УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ*** *99*

Пастушкова А.Л., Ермаков А.А., Хрунов А.А., Сидоренкова Н.К. ***ВЛИЯНИЕ ДОЗ ИЗВЕСТКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯЧМЕНЯ В***

ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ СЕРЕБРЯНО-ПРУДСКОГО РАЙОНА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ 106