

10. Смирнов И.Г., Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Тумаева Е.А., Бурменко Ю.В. Разработка программно-аппаратного комплекса с мобильным приложением на основе нейронной сети для мониторинга плодов яблони в кроне дерева // Садоводство и виноградарство. 2023. № 1. С. 43–51.

11. Yang X., Gao Y., Yin M., Li H. Automatic Apple Detection and Counting with AD-YOLO and MR-SORT // Sensors. 2024. 24(21). 7012.

12. Rojas Santelices I., Cano S., Moreira F., Peña Fritz Á. Artificial Vision Systems for Fruit Inspection and Classification: Systematic Literature Review // Sensors. 2025. 25. 1524.

13. А.И. Кутырев, Н.А. Потапенков Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025682457 Российская Федерация. Программа компьютерного зрения для распознавания, классификации и сегментации плодов яблони на линии сортировки с использованием алгоритмов машинного обучения: заявл. 10.07.2025. опубл. 22.08.2025.

УДК 631:631.9:631.95

И.И. Серегина, *д-р биол. наук, профессор,*

Е.И. Гальченко, *аспирант*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва
seregina.I@inbox.ru

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО ФОСФОГИПСА НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Ключевые слова: нейтрализованный фосфогипс, дозы внесения, яровая пшеница, качество зерна, белок, крахмал.

Keywords: neutralized phosphogypsum, application rates, spring wheat, grain quality, protein, starch.

Аннотация. В полевых исследованиях изучено влияние нейтрализованного фосфогипса на содержание сырого протеина в зерне яровой пшеницы сорта Агрос в условиях нечерноземной зоны. В результате исследования установлено позитивное влияние нейтрализованного фосфогипса на показатели качества яровой пшеницы, при условии совместного применения с азотсодержащими и калийными удобрениями.

Summary: In the field studies, the effect of neutralized phosphogypsum on the crude protein content in the grain of spring wheat of the Agros variety in the conditions of the non-chernozem zone was studied. As a result of the study, the positive effect of neutralized phosphogypsum on the quality indicators of spring wheat was established, provided that it is used together with nitrogen-containing and potassium fertilizers.

Введение.

Яровая пшеница является одной из ключевых зерновых культур, обеспечивающих продовольственную безопасность многих стран мира. Качество зерна пшеницы, в частности содержание сырого протеина, напрямую влияет на его хлебопекарные свойства и кормовую ценность. В современных условиях интенсификации сельского хозяйства поиск эффективных и экономически выгодных агрохимикатов, способных повысить урожайность и качественные показатели зерна, остается приоритетной задачей. Одним из перспективных направлений является использование отходов промышленности, в частности фосфогипса - побочного продукта производства фосфорных удобрений. Фосфогипс содержит в своем составе кальций, серу и фосфор, которые играют важную роль в метаболизме растений. Одним из ключевых факторов, лимитирующих синтез белка в растениях, является обеспеченность почвы доступными формами серы.[1] Сера входит в состав незаменимых серосодержащих аминокислот - метионина и цистеина, которые являются структурными компонентами запасных белков зерна. В последние десятилетия в глобальном масштабе наблюдается дефицит серы в пахотных почвах. Это связано с несколькими причинами: во-первых, снижением выбросов SO_2 в атмосферу в результате экологических программ; во-вторых, переходом на высококонцентрированные удобрения, например мочевины, диаммофос, которые, в отличие от простого суперфосфата и сульфата аммония, не содержат серы в сопутствующих количествах. В результате дисбаланс между поступлением азота и серы приводит к накоплению небелковых форм азота в растении, снижению эффективности использования азота и, как следствие, падению содержания сырого протеина в зерне.[2] Однако, наряду с потенциальной пользой, фосфогипс может содержать примеси тяжелых металлов и радиоактивных элементов, что требует тщательного изучения его воздействия на агроценозы. В связи с этим, исследование влияния различных доз фосфогипса на содержание сырого протеина в зерне яровой пшеницы представляет высокий теоретический и практический интерес. На сегодняшний день в научной литературе накоплены противоречивые данные о влиянии фосфогипса на продуктивность и качество сельскохозяйственных культур. С одной стороны, ряд исследований отмечает положительное влияние умеренных доз - 2–5 т/га на урожайность и содержание белка в зерне колосовых культур, связывая это с улучшением серного и кальциевого питания. Однако высокие дозы - более 10–15 т/га могут вызывать осмотический стресс из-за избытка солей, ингибировать поглощение калия и магния, а также приводить к аккумуляции тяжелых металлов в продукции. Применительно к яровой пшенице, значимость баланса N:S для синтеза запасных белков хорошо известна, однако конкретные количественные за-

кономерности влияния градиента доз фосфогипса на динамику накопления сырого протеина именно в условиях континентального климата остаются недостаточно изученными.[3] Таким образом, научная проблема заключается в отсутствии обоснованных рекомендаций по дозировкам фосфогипса, гарантирующих не только повышение урожайности, но и стабильное улучшение качественных характеристик зерна, в первую очередь содержания сырого протеина, без риска загрязнения почвы и растений токсичными элементами.

Актуальность. Внесение фосфогипса в высоких дозах может приводить к засолению почвы или накоплению токсичных элементов, что негативно скажется на качестве зерна. В то же время, недостаточные дозы могут не оказать желаемого эффекта на содержание протеина. Таким образом, установление экологически безопасных и агрономически эффективных доз внесения нейтрализованного фосфогипса совместно с микроэлементами является критически важным.

Цель заключается в изучении эффективности применения нейтрализованного фосфогипса в комплексе с минеральными удобрениями и оценить его влияние на качественные показатели яровой пшеницы в Нечернозёмной зоне РФ.

Материал и методика исследования. Объектом исследования послужила яровая пшеница сорта Агрос. Сорт яровой мягкой пшеницы Агрос обладает высоким потенциалом урожайности, высокой адаптивностью, устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессовым факторам внешней среды, качественными показателями на уровне сильной и ценной пшеницы. Длина вегетационного периода у нового сорта Агрос составляет 85 дней, что позволяет отнести его к среднеранним сортам. Сорт Агрос практически устойчив в полевых условиях к бурой ржавчине и мучнистой росе, значительно слабее стандартного сорта Злата поражается септориозом. Включен в Госреестр по Северо-Западному (2) и Центральному (3) регионам[4] Согласно методике проведения полевого опыта[5] было проведено исследование на базе опытной полевой станции РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. На опытные делянки согласно вариантам были внесены различные дозы нейтрализованного фосфогипса совместно с азотными удобрениями и микроэлементами. В Схему опыта входили следующие варианты

- 1) Контроль - 0
- 2) Фон 1 – Селитра аммиачная + сульфат калия
- 3) Фон 1 + Фосфогипс из расчёта 2,0 т/га
- 4) Фон 1 + Фосфогипс из расчета 6,0 т/га
- 5) Фон 2 – Сульфоаммофос + сульфат калия
- 6) Фон 2 + Фосфогипс 2,0 т/га

- 7) Фон 2 + Фосфогипс 6,0 т/га
- 8) Фон 3 – Аммофос + сульфат калия
- 9) Фон 3 + Фосфогипс 2,0 т/га
- 10) Фон 3 + Фосфогипс 6,0 т/га

Результаты исследования.

На основании представленных данных, выполнена оценка вариабельности содержания белка в зерне яровой пшеницы по десяти экспериментальным вариантам. Анализ показал существенную межвариантную изменчивость показателя, что свидетельствует о влиянии агротехнических и генотипических факторов на белковый состав зерна. Результаты представлены на рисунке 1.

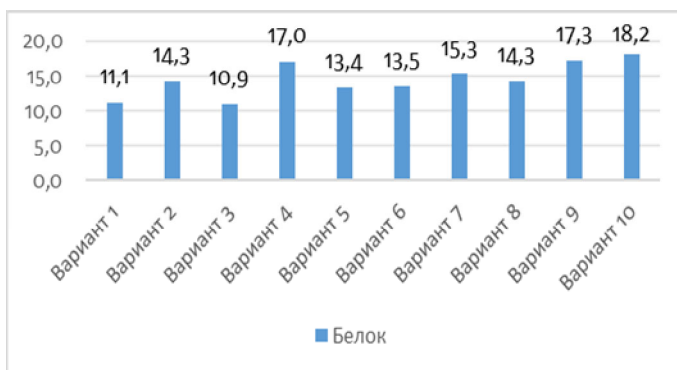


Рисунок 1. Влияние нейтрализованного фосфогипса на содержание белка, %

Минимальное содержание белка зафиксировано в варианте 3 - 10,9%, максимальное - в варианте 10 - 18,2%. Показатели колеблются в пределах 7,3%, что указывает на высокую отзывчивость культуры к повышенной дозе нейтрализованного фосфогипса (6 т/га) на фоне азотных и калийных удобрений. вариант 4 - 17,0%, вариант 9 - 17,3%, вариант 10 - 18,2% Данные варианты превышают среднее значение и могут рассматриваться как перспективные, с точки зрения получения зерна высокой биологической ценности. В совокупности с данным показателем следует рассмотреть результаты агрохимического анализа по определению содержания клетчатки. Результаты представлены на рисунке 2.

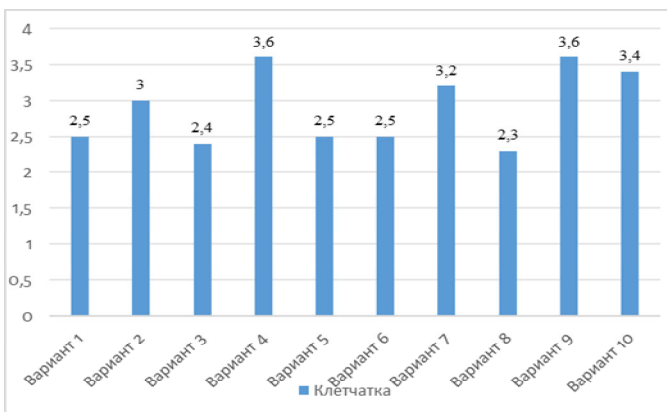


Рисунок 2. Влияние нейтрализованного фосфогипса на содержание клетчатки в зерне яровой пшеницы, %

Согласно результатам агрохимического анализа минимальное содержание клетчатки зафиксировано в варианте 8 - 2,3%, максимальное - в вариантах 4 и 9 - 3,6%. Амплитуда колебаний значений показателя составляет 1,3%, что указывает на умеренную изменчивость признака. Варианты 1, 3 и 8 потенциально характеризуются более высоким выходом муки и лучшим качеством эндосперма.

При статистическом анализе наблюдается положительная тенденция между содержанием белка и клетчатки (рисунок 3). Относительно соотношения данных показателей лучшими оказались варианты 6 и 7 с применением фосфогипса в дозах 2 т/га и 6 т/га, соответственно, при условии комплексного применения с сульфаммофосом и сульфатом калия. Высокое содержание белка и клетчатки в вариантах 4, 9 и 10 может быть следствием более интенсивного азотного питания, что способствует накоплению сухого вещества. Такое зерно обладает высокой биологической ценностью, но может иметь пониженный выход муки.

Выводы:

1. Нейтрализованный фосфогипс оказывает положительное влияние на показатели качества зерна яровой пшеницы.
2. Применение азотсодержащих удобрений в совокупности с нейтрализованным фосфогипсом способствует увеличению содержания белка в яровой пшенице.
3. Лучшими по соотношению процентного содержания белка и клетчатки оказались варианты на которых применялись дозы фосфогипса 2 т/га и 6 т/га на фоне азотного удобрения сульфаммофоса.

Список использованных источников

1. Окорков В.В. Использование фосфогипса в земледелии // Плодородие. 2013. №1. С. 20-25.
2. Аристархов, А. Н. Оптимизация серного питания сельскохозяйственных культур: теория и практика. – М.: ВНИИА, С 2015. – 320.
3. Иванов, Д. С., Петров, Н. К. Влияние серосодержащих мелиорантов на соотношение N:S в растениях пшеницы и фракционный состав белка // Российская сельскохозяйственная наука. – 2018. № 2, С. 12–16.
4. <https://agroservers.ru/b/pshenitsa-yarovaya-sort-agros-es-708550.htm>
5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям – Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. – Москва: Альянс. 2011, С. 350.

УДК 556.12

И.А. Воропаев

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации», г. Москва
i.voropaev@ipkmeteo.ru*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИСКУССТВЕННОМУ УВЕЛИЧЕНИЮ ОСАДКОВ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ СЕКТОР РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

Ключевые слова: искусственное увеличение осадков, гидрометеорология, агрометеорология, активные воздействия, сельское хозяйство, агротехнологии, адаптивное земледелие.

Keywords: artificial precipitation increase, hydrometeorology, agrometeorology, active influences, agriculture, agrotechnologies, and adaptive farming.

Аннотация: в статье рассматривается влияние эксперимента по искусственному увеличению осадков в Республике Саха (Якутия) на сельскохозяйственный сектор региона. Цель исследования – анализ положительных и отрицательных последствий воздействия на атмосферные процессы для агропромышленного комплекса Якутии. Методика исследования включает анализ данных полевых наблюдений, статистической информации и результатов экспериментальных работ за 2022–2025 годы. Особое внимание уделяется изучению влияния дополнительного увлажнения