

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ФОСФОГИПСА НЕЙТРАЛИЗОВАННОГО НА ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В КАЧЕСТВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО УДОБРЕНИЯ

А.Х. Шеуджен^{1,2}, ак. РАН, Т.Н. Бондарева^{1,2}, к.с.-х.н., Х.Д. Хурум¹, д.с.-х.н., И.А. Лебедовский², к.с.-х.н., П.Н. Хачмамук^{1,2}, к.с.-х.н., С.В. Есипенко², к.с.-х.н., М.А. Перепелин¹, А.А. Верещакова^{1,2}

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», 350921, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, п. Белозерный, 3, тел. 89183917017, e-mail: bondarevatatjna@mail.ru

²ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» 350044, Россия, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Исследования выполнены при поддержке Кубанского научного фонда

Представлены результаты исследования эффективности применения различных форм фосфогипса нейтрализованного (сыпучий, гранулированный, МОРУ) в качестве многокомпонентного удобрения на посевах пшеницы озимой, выращиваемой на черноземе выщелоченном слитом и лугово-черноземной почве. Установлено, что гранулирование фосфогипса и модификация гуматами не сказываются на его агрохимической эффективности. Фосфогипсом нейтрализованным 1-2 раза за ротацию 8-польного севооборота можно заменить внесение фосфорных удобрений без риска потери урожайности зерна и снижения его качества.

Ключевые слова: пшеница озимая, фосфогипс, фосфогипс гранулированный, многокомпонентное органоминеральное удобрение (МОРУ).

Для цитирования: Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Хурум Х.Д., Лебедовский И.А., Хачмамук П.Н., Есипенко С.В., Перепелин М.А., Верещакова А.А. Эффективность различных форм фосфогипса нейтрализованного на посевах пшеницы озимой в качестве многокомпонентного удобрения // Плодородие. – 2024. – №6. – С. 24-29.

DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.05.

Фосфогипс, образующийся в процессе производства фосфорных удобрений, является побочным продуктом, скопление которого негативно сказывается на экологии. Отвалы фосфогипса есть во всех странах мира, перерабатывающих природные фосфаты. В мире накоплено 7-8 млрд. т фосфогипса, в т. ч. на территории Российской Федерации – 450-500 млн т и эти запасы ежегодно увеличиваются, соответственно, на 100–280 и 10-15 млн т. В 70-80-е годы прошлого века в сельскохозяйственном производстве и строительстве использовалось около 7-8 % фосфогипса [3, 4, 11], а в настоящее время в РФ лишь около 1 %. Критическая масса его сосредоточена в отвалах, что негативно сказывается на экологии.

Мировая практика показывает, что фосфогипс в небольших объемах используется: в строительстве – до 20 % его запасов; при производстве сульфата аммония и серной кислоты – 10-11 % и незначительное количество применяют в целлюлозно-бумажной промышленности, при строительстве дорог и в сельском хозяйстве [5, 6, 8, 9, 11, 16]. Содержание в фосфогипсе таких элементов как кальций (более 37 %), сера (21 %), остатки фосфоритов и фосфорной кислоты (1-4 %), кремний (1 %), а также макро-, мезо-, микро- и ультрамикроэлементы, необходимых растениям для нормальной жизнедеятельности, позволяет рассматривать его как многокомпонентное удобрение [13].

Эффективность фосфогипса как мелиоранта экспериментально доказана и подтверждена практикой [13]. Все мелиоративные мероприятия в Советском Союзе были обязательны и оплачивались государством. Сохранение плодородия почв имело высокий приоритет. Однако

экономическая ситуация в конце прошлого столетия не позволила продолжить практику государственной поддержки мелиорации засоленных и переувлажненных почв. Это привело к значительному снижению плодородия почв, вследствие ухудшения их водно-физических и физико-химических свойств, переуплотнения и засоления.

Другой, не менее важной, проблемой является обеднение почв кальцием и микроэлементами. Одна из причин ее возникновения – применение высококонцентрированных минеральных удобрений взамен простых, с которыми в почву поступали кальций, сера, микроэлементы. Решить эту проблему можно путем внесения фосфогипса. Проведенными исследованиями экспериментально доказана высокая его эффективность при выращивании риса. Установлено, что фосфогипсом можно заменить фосфорное удобрение. Вносить его целесообразно один раз за ротацию севооборота. Отмечено положительное действие фосфогипса как фосфорного удобрения на протяжении двух лет [1, 2, 13].

Применение фосфогипса способствует оптимизации буферности почв; обогащению почв кальцием, серой, кремнием, фосфором и микроэлементами; стабилизации почвенных коллоидов и увеличению содержания мелкодисперсных частиц, которые важны для поглотительной способности почв; повышению содержания элементов питания растений. Исследования, проведенные на различных сельскохозяйственных культурах и типах почв, подтвердили, что фосфогипс, как нейтрализованный, так и обычный, является многокомпонентным удобрением [1, 13, 15]. Использование фосфогипса важно и для

экологии, так как, освобождая значительные площади земли снижает негативную нагрузку на окружающую среду.

На территории Краснодарского края уже складировано более 5,5 млн т фосфогипса, и это количество увеличивается из года в год. Надлежащее хранение столь обширных объемов требует как значительных финансовых затрат производителя, так и тщательного контроля надзорных органов. Различные инновационные способы утилизации фосфогипса не нашли широкого распространения в сельском хозяйстве по экономическим, технологическим и экологическим причинам. Макро- и микро-элементы, столь необходимые растениям, просто уходят в отвалы, создавая экологическую напряженность в местах своей концентрации. Таким образом, расширение объемов применения фосфогипса в сельском хозяйстве позволит решить обозначенные проблемы производителей как сельскохозяйственной продукции, так и минеральных удобрений. К решению этих проблем подключилась и ведущая минерально-химическая компания ООО «ЕвроХим-БМУ». Для повышения технологичности внесения фосфогипса в компании выполнены его грануляция и обогащение гуматами.

Цель исследования – оценить эффективность включения фосфогипса нейтрализованного сыпучего, фосфогипса нейтрализованного гранулированного и многокомпонентного органоминерального удобрения (МОМУ) в систему удобрения пшеницы озимой, возделываемой на рисовых оросительных системах.

Методика. Весь фосфогипс в ООО «ЕвроХим-БМУ» нейтрализуют. Агрегатное состояние фосфогипса нейтрализованного – порошок, содержащий гранулы различного размера, часто имеет комковатую структуру. Производитель именует его как фосфогипс сыпучий (ФГ_с). ООО «ЕвроХим-БМУ» выполняет гранулирование сыпучего (порошковидного) фосфогипса (ФГ_г) и производит многокомпонентное органоминеральное удобрение (МОМУ) путем добавления гуматов к сыпучему фосфогипсу в процессе грануляции.

Полевые исследования проводили в 2023 г. на лугово-черноземной сверхмощной слабогумусной тяжелосуглинистой почве рисовой оросительной системы ФГУП РПЗ «Красноармейский» им. А.И. Майстренко (Красноармейский район, Краснодарский край) филиала ФГБНУ «ФНЦ риса» и в 2024 г. на черноземе слитом тяжелосуглинистом рисовой оросительной системы ООО «Адыгейский научно-технический центр риса» (Тахтамукайский район, Республика Адыгея).

Почвы опытного участка – лугово-черноземная, она характеризуется следующими агрохимическими показателями: гумус – 3,6 %, азот – 0,18, фосфор – 0,19, калий – 1,70 %, азот обменно-поглощенный – 15,6 мг/кг, фосфор подвижный – 59,0, калий подвижный – 260, сера подвижная – 5,2 мг/кг; рН_{H2O} 6,6, а также чернозем слитой тяжелосуглинистой: гумус – 3,2 %, азот – 0,26, фосфор – 0,20, калий – 1,78 %, азот обменно-поглощенный – 23,6 мг/кг, фосфор подвижный – 62,0, калий подвижный – 282, сера подвижная – 5,2 мг/кг; рН_{H2O} 6,7.

Схема опыта включала следующие варианты: 1. Без удобрений (абсолютный контроль); 2. Технология хозяйства (типичная схема применения удобрений, принятая в хозяйствах региона, – N₁₀₀P₆₀K₄₀); 3. Фосфогипс нейтрализованный сыпучий, 4 т/га (P₆₀) + N₁₀₀K₄₀; 4. Фосфогипс нейтрализованный гранулированный, 4 т/га

(P₆₀) + N₁₀₀K₄₀; 5. Многокомпонентное органоминеральное удобрение (МОМУ), 4 т/га (P₆₀) + N₁₀₀K₄₀.

Площадь делянок 250 м². Повторность – 3-кратная. Размещение вариантов рендомизированное.

После уборки предшественника по поверхности поля разбрасывали фосфогипс в количестве, эквивалентном дозе фосфорного удобрения в системе удобрения (4 т/га, P₆₀), и дисковыми боронами перемешивали с почвой в слое 0-15 см. Под предпосевную обработку почвы вносили аммонийную селитру (N₃₀) и калий хлористый (K₄₀). В варианте 2 (технология хозяйства) при посеве вносили аммофос, карбамид и хлористый калий из расчета N₄₀P₆₀K₄₀. Во всех вариантах опыта, исключая контроль, проведены две подкормки аммонийной селитрой: первая подкормка – N₃₅ при возобновлении вегетации в фазе кущения; вторая – N₃₅ в фазе выхода растений в трубку.

По фазам вегетации пшеницы озимой отбирали растения и определяли следующие показатели: сухая масса – путем взвешивания после 6 ч высушивания при температуре 105°C [7]; содержание азота, фосфора и калия в надземной части растений пшеницы – методом мокрого озоления в серной кислоте с перекисью водорода: азот – по Кьельдалю (ГОСТ 13496.4–93), фосфор – колориметрически (ГОСТ 26657–97), калий – на пламенном фотометре [7], содержание S в растворе золы – гравиметрическим способом после мокрого озоления по методу ЦИ-НАО [14]. При определении стекловидности зерна руководствовались ГОСТом 10987, массовой доли и качества клейковины – ГОСТом 13586. Статистическая оценка результатов исследований выполнена методом дисперсионного анализа [12].

Результаты и их обсуждение. Влияние фосфогипса при внесении в качестве многокомпонентного удобрения на рост и развитие растений пшеницы озимой оценивали по накоплению сухой массы и содержанию в ней азота, фосфора, калия и серы, учитывая значительное ее количество, вносимое с фосфогипсом.

Отсутствие удобрения а, следовательно, и достаточного обеспечения растений элементами минерального питания не могло не отразиться на интенсивности увеличения их биомассы. Уже в фазе кущения сухая масса растений в вариантах с удобрением больше на 28,1-37,5 %. Отставание контрольных растений в развитии постепенно нарастает. В фазах выхода в трубку оно уже достигает 30,2-32,6 %, колошения – 32,5-33,8, а полной спелости – 37,1-38,1 % (рис. 1).

Замена фосфорного удобрения фосфогипсом не оказала негативного влияния на индивидуальное развитие растений пшеницы озимой. Лишь в фазе кущения растения, произрастающие при внесении фосфогипса, по сухой массе были на 4,5-6,8 % меньше, чем по минеральным удобрениям. Обусловлено это, вероятнее всего, несколько замедленной трансформацией фосфора фосфогипса в доступную для растений форму. В фазе кущения отмеченные различия не наблюдались, а уже после выхода в трубку наметилась тенденция к опережающему накоплению сухой массы растениями в вариантах с внесением фосфогипса. Существенных различий во влиянии фосфогипса сыпучего, гранулированного и МОМУ, на биосинтез органических соединений растениями пшеницы озимой не отмечено, однако, в варианте с применением МОМУ наблюдалась тенденция к лучшему развитию растений.

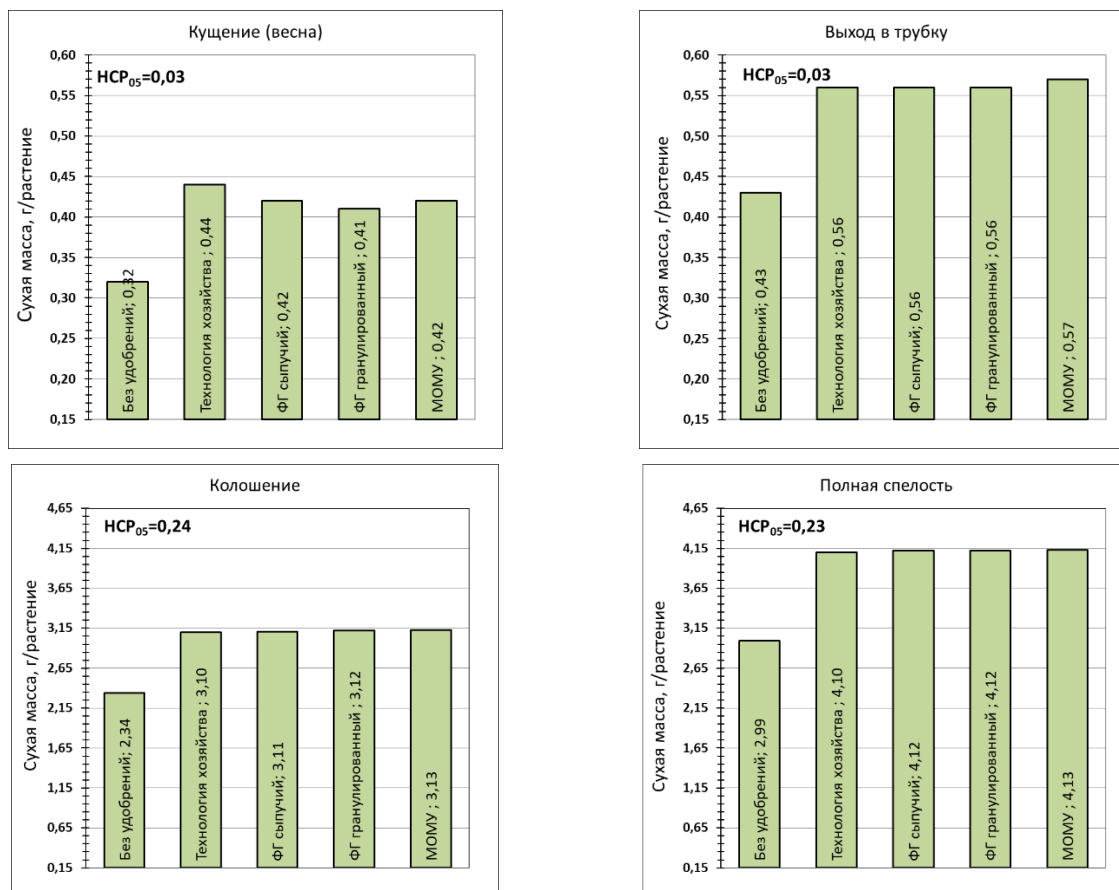


Рис. 1. Накопление сухого вещества растениями пшеницы озимой, произрастающими на лугово-черноземной почве, при внесении фосфогипса в качестве многокомпонентного удобрения

Рост растений обеспечивается, наряду с усвоением диоксида углерода, поглощением элементов минерального питания. Улучшение условий минерального питания пшеницы озимой способствует интенсивному их потреблению.

Заметные отличия от растений, испытывающих дефицит азота (контроль), отмечены уже в фазе весеннего кушения (рис. 2). При внесении минеральных удобрений повышалось содержание азота в растениях: в фазах кушения (весна) на 0,46-0,55 %, выхода в трубку – 0,09-0,14, полной спелости зерна – на 0,02-0,03 %. Присутствие фосфогипса в системе удобрения пшеницы озимой повлияло так, что в растениях азота содержалось больше, чем в произрастающих при внесении только минеральных удобрений в фазах кушения (весна) на 0,02-0,09 %, выхода в трубку – 0,01-0,05, полной спелости зерна – на 0,01 %. Отмечены также небольшие различия во влиянии сыпучего и гранулированного фосфогипса на содержание азота в вегетативных органах в первой половине онтогенеза пшеницы озимой. Наибольшее количество азота содержалось в растениях при внесении МОМУ. В фазе кушения (весна) в растениях этого варианта азота было больше, чем при внесении только минеральных удобрений; в фазах кушения на 0,09 %, выхода в трубку – 0,05, полной спелости зерна на 0,01 %. Это обусловлено, прежде всего, входящим в состав МОМУ азотом.

Влияние фосфогипса на обеспеченность пшеницы озимой фосфором определялось продолжительностью периода после его внесения. С изучаемой дозой фосфогипса в почву поступило количество P_2O_5 , эквивалентное его количеству, поступающему с минеральным удобрением. Однако в фазе кушения (весной) в растениях этих вариантов фосфора содержалось меньше, чем

при внесении $N_{100}P_{60}K_{40}$. Исключением был вариант с внесением фосфогипса сыпучего, в котором эти различия незначительны (см. рис. 1). На следующих этапах онтогенеза удобрённый фосфогипсом фитоненз интенсивнее потреблял фосфор. К фазе выхода в трубку количество элемента в растениях было на 0,01-0,02 % больше, чем в вариантах без фосфогипса. На фоне фосфогипса интенсивнее идет аттракция соединений, содержащих фосфор из вегетативных органов в зерновку. В результате в зерновках фосфора накапливается на 0,01 % больше, а в вегетативных органах столько же, как при внесении только минеральных удобрений.

Такие изменения в темпах поступления фосфора в растения обусловлены влиянием фосфогипса на почву. Мелиорант также способствует мобилизации его запасов. Система удобрения, включающая фосфогипс гранулированный и МОМУ, обеспечивает растения пшеницы озимой доступным фосфором в большем количестве, чем фосфогипс сыпучий и минеральные удобрения.

Почва, на которой проводили исследования, содержит много калия. Однако трансформация его в доступные для растений формы требует благоприятных условий и определенного времени. Решить проблему обеспеченности растений пшеницы доступным калием на начальных этапах онтогенеза позволяет внесение калийных удобрений.

К фазе весеннего кушения достоверных различий по содержанию калия в растениях между вариантами опыта не наблюдалось (см. рис. 1). Далее в онтогенезе отмечалась тенденция к несколько большему накоплению калия в растениях, а в фазе полной спелости – и в зерне пшеницы.

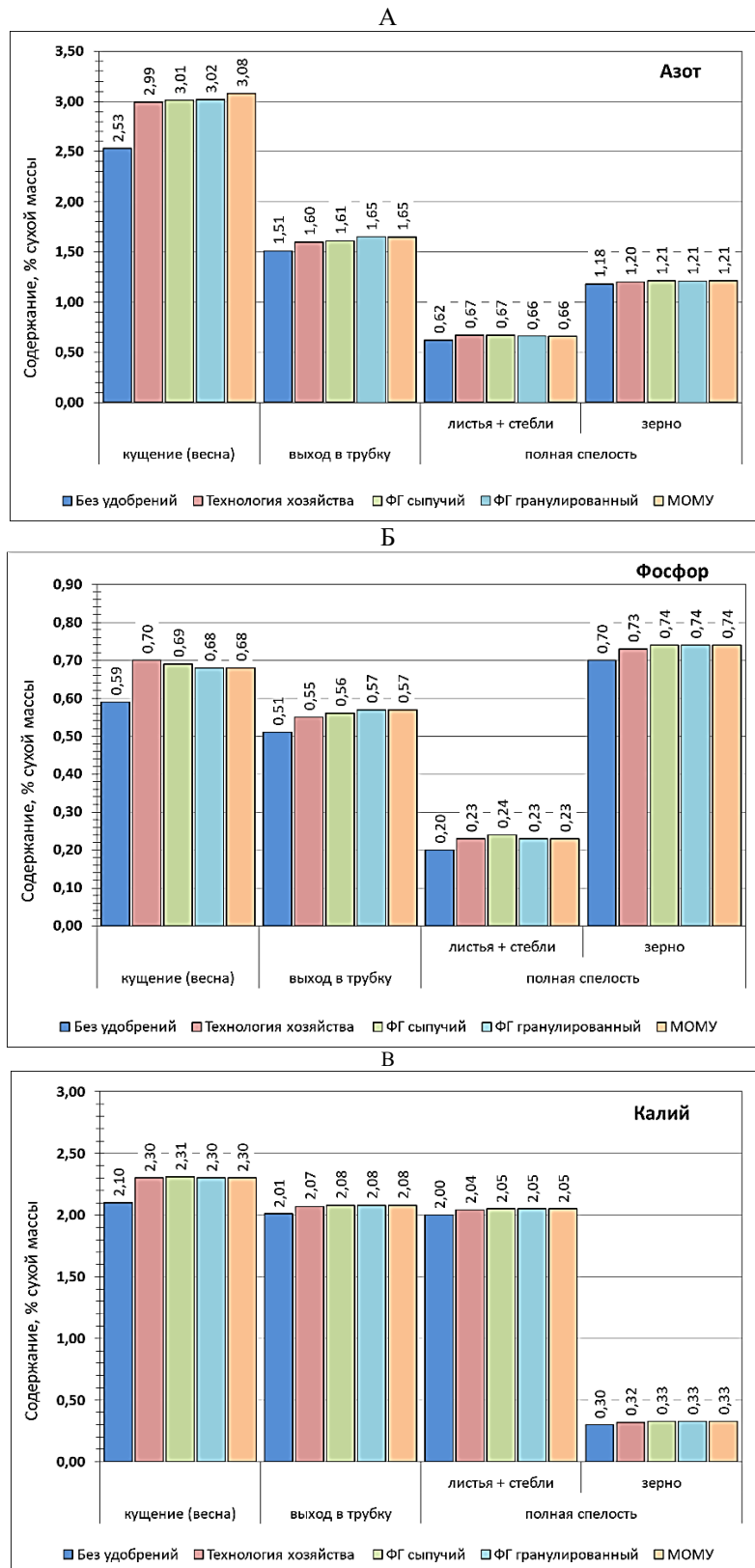


Рис. 2. Динамика содержания азота (А), фосфора (Б) и калия (В) в надземных органах растений пшеницы озимой, выращиваемой на лугово-черноземной почве

Сера – незаменимый элемент питания растений. Ее метаболизм тесно взаимосвязан с метаболизмом азота. Дефицит одного из этих элементов нарушает синтез белка, а, следовательно, и все жизненные процессы в растениях. До недавнего времени проблема обеспеченности сельскохозяйственных культур серой в Краснодарском крае отсутствовала. В почвах содержалось достаточное количество серы, в том числе вследствие применения простых удобрений, содержащих ее в качестве

примеси. Повсеместный переход на использование высококонцентрированных минеральных удобрений без серы привело к обеднению почв и как следствие – к снижению урожайности сельскохозяйственных культур.

Фосфогипс, содержащий 21,0-24,3 % серы, может служить источником пополнения ее запасов в почве. Следует отметить преимущество фосфогипса перед серными удобрениями, так как он не вызывает подкисления почвенного раствора.

Анализ динамики содержания серы в опытных растениях подтверждает предположение, что фосфогипс вполне способен выполнять функции серного удобрения (рис. 3). При его внесении, уже в фазе весеннего кущения растений, серы содержалось на 0,11-0,12 % больше, чем при N100P60K40. К фазе выхода в трубку отмеченные различия значительно сокращаются, но по-прежнему растения, лучше обеспеченные серой, накапливали ее в большем

количестве. В зерне, сформировавшемся при поступлении серы из фосфогипса, её содержалось на 0,02-0,03 % больше, чем при внесении только минеральных удобрений. На основании полученных данных можно предположить наличие очень быстрой миграции сульфат-иона вниз по профилю почвы. Необходимо отметить поступление в растения серы в несколько большем количестве при внесении фосфогипса, модифицированного гуматом.

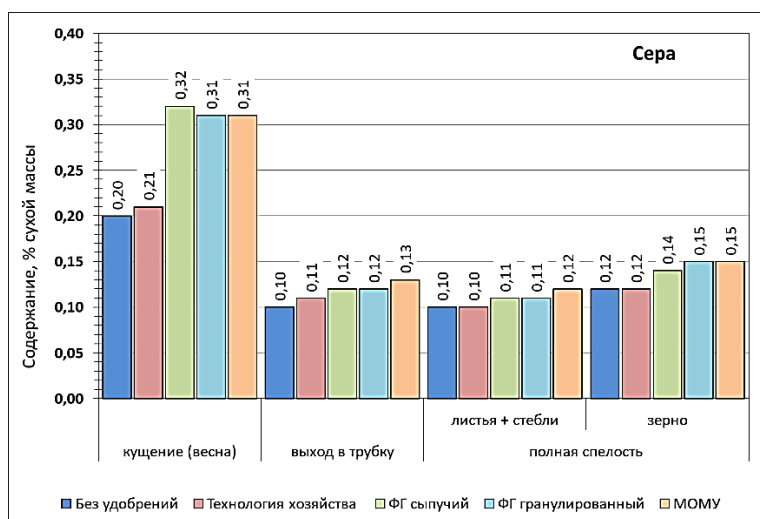


Рис. 3. Динамика содержания серы в надземных органах растений пшеницы озимой, выращиваемой на лугово-черноземной почве

Применение удобрений сопровождалось ростом урожайности (табл. 1). Достоверных различий во влиянии на урожайность изучаемых систем удобрения не отмечено. Следует отметить тенденцию к формированию более высокого урожая при внесении MOMU.

1. Урожайность пшеницы озимой, выращиваемой на лугово-черноземной почве, при внесении фосфогипса в качестве многокомпонентного удобрения

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка			
		ц/га	%	ц/га	%
Контроль (б/у)	44,0	—	—	-13,4	-23,3
Технология хозяйства	57,4	13,4	30,5	—	—
ФГ сыпучий	58,0	14,0	31,8	0,6	1,0
ФГ гранулированный	58,1	14,1	32,0	0,7	1,2
MOMU	58,2	14,2	32,3	0,8	1,4
НРС ₀₅	2,6				

Применение удобрений, включая фосфогипс, способствовало формированию более качественного зерна (табл. 2). Повышалось содержание клейковины на 2,0-2,2 %, белка – 2,3-2,6, стекловидность – на 1,3-1,5 % и ИДК на 0,5-0,8 ед. Во всех вариантах с удобрением качество зерна было хорошим с небольшим преимуществом при включении в систему удобрения MOMU. Сбор белка напрямую зависит от урожайности и содержания белка в зерне. Отмеченное небольшое их повышение в варианте с MOMU выразилось в увеличении сбора белка на 3,8 % в сравнении с внесением минеральных удобрений из расчета N₁₀₀P₆₀K₄₀.

Все закономерности влияния фосфогипса сыпучего, гранулированного и MOMU на продукционный процесс пшеницы озимой, выращиваемой на черноземе слитом тяжелосуглинистом, полностью совпадают с отмеченными на лугово-черноземной почве, что подтверждается сформированной урожайностью (табл. 3).

2. Качество зерна пшеницы озимой, выращиваемой на лугово-черноземной почве, при внесении фосфогипса в качестве многокомпонентного удобрения

Вариант	Клейковина	Белок	Стекло-видность	ИДК, ед.	Сбор белка, ц/га
Контроль (б/у)	18,4	10,1	51,1	68,1	444,4
Технология хозяйства	20,4	12,4	52,4	68,1	711,8
ФГ сыпучий	20,5	12,5	52,3	68,1	725,0
ФГ гранулированный	20,5	12,6	52,4	68,6	732,1
MOMU	20,6	12,7	52,6	68,9	739,1

3. Урожайность пшеницы озимой, выращиваемой на черноземе слитом тяжелосуглинистом, при внесении фосфогипса в качестве многокомпонентного удобрения

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка			
		ц/га	%	ц/га	%
Контроль (б/у)	46,0	—	—	-15,3	-25,0
Технология хозяйства	61,3	15,3	33,3	—	—
ФГ сыпучий	62,2	16,2	35,2	0,9	1,5
ФГ гранулированный	62,4	16,4	35,7	1,1	1,8
MOMU	62,5	16,5	35,9	1,2	2,0
НРС ₀₅	3,1				

Выводы. Гранулирование фосфогипса и модификация гуматами не сказываются на его агрохимической эффективности, но повышают технологичность внесения, обеспечивая более равномерное, по сравнению с сыпучим, распределение по поверхности поля.

Фосфогипс, независимо от формы (сыпучий, гранулированный, MOMU), является ценным многокомпонентным удобрением и мелиорантом. В системе удобрения пшеницы озимой, выращиваемой на лугово-черноземной сверхмощной слабогумусной тяжелосуглинистой почве и черноземе слитом тяжелосуглинистом, без риска снижения урожайности и качества зерна дорогостоящие фосфорные удобрения 1–2 раза за ротацию восьмипольного севооборота можно заменять фосфогипсом.

Литература

1. Аканова Н.И. Агроэкологическая эффективность нейтрализованного фосфогипса, как химического мелиоранта и фосфорсодержащего минерального удобрения в условиях богарного земледелия Краснодарского края / Н.И. Аканова, А.Х. Шеуджен, М.М. Визирская, А.А. Андреев // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – №2 (362). – С. 32-37.
2. Аканова Н.И. Фосфогипс нейтрализованный – перспективное агрохимическое средство интенсификации земледелия (по материалам семинаров ОАО «МКХ» ЕвроХим) // Плодородие. – 2013. – №1(70) – С. 2-7.
3. Ангелова А.И., Левин Б.В., Черненко Ю.Д. Фосфатное сырье. – М.: Недра, 2000. – С. 108-109.
4. Ангелова М.А. Динамика и прогноз мирового производства фосфатного сырья // Химическая промышленность. – 1997. – № 3. – С. 15-22.
5. Борисов В.М., Белрезкина Л.Г., Борисова С.И., Дьяконова Т.И. Кинетика восстановления гипса и фосфогипса // Труды НИУИФ, Вып. 243. – М., 1983. – 191 с.
6. Иваницкий В.В., Классен П.В. Новиков А.А. и др. Фосфогипс и его использование. – М.: Химия, 1990. – 224 с.
7. Куркаев В.Т. Агрохимия: учеб. пособие для вузов / В.Т. Куркаев, А.Х. Шеуджен. – Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2000. – 552 с.
8. Марказен З.Х. Утилизация фосфогипса. – М.: НИИТЭХИМ, 1986. – 56 с.
9. Меренкова Т.М., Тихонова Р.А. Пути утилизации фосфогипса в капиталистических странах // Химическая промышленность за рубежом. – 1980. – № 3. – С. 14-31.
10. Рекомендации по использованию смесей известковых материалов с фосфогипсом для химической мелиорации кислых почв. – М.: ЦИ-НАО, 1987. – 37 с.
11. Фосфогипс и его использование / Под ред. Эвенчика С.Д., Новикова А.А. – М.: Химия, 1990. – 222 с.
12. Шеуджен А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – 703 с.
13. Шеуджен А.Х. Агрохимия фосфогипса в рисовом агроценозе / А.Х. Шеуджен, С.В. Гаркуша, Т.Н. Бондарева, Н.М. Кремзин, П.Н. Хачма-мук. – Майкоп: ОАО «Полиграф-ЮГ», 2021. – 156 с. ISBN 978-5-7992-0970-4.
14. Шеуджен А.Х. Сера и методы ее определения / А.Х. Шеуджен, В.П. Суетов, Т.Н. Бондарева, С.В. Кизинек, И.А. Лебедевский. – Майкоп: ООО «Полиграф-ЮГ», 2019. – 136 с.
15. Эффективность применения фосфогипса нейтрализованного в рисовом севообороте / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева, П.Н. Хачма-мук [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 12-1(54). – С. 163-167. – DOI 10.18454/IRJ.2016.54.035.
16. Degirmenci N, Okucub A., Turabi A. Application of phosphogypsum in soil; stabilization // Building-and-Environment. V.2007. – №42. – PP. 3393-3398.
17. <https://belgorodinvest.com/upload/iblock/ac4/ac481d2541a2ac0e5bef2c7b8d41018e.pdf>

EFFECTIVENESS OF DIFFERENT FORMS OF NEUTRALIZED PHOSPHOGYPSUM WHEN USED ON WINTER WHEAT CROPS AS A POLYCOMPONENT FERTILIZER

A.Kh. Sheudzen^{1,2}, Dr. of biology, academician of Russian Academy of Sciences, T.N. Bondareva^{1,2}, Ph.D. in agriculture, Kh.D. Khurum¹, Dr. of agriculture, I.A. Lebedovskiy², Ph.D. in agriculture, P.N. Khachmamuk^{1,2}, Ph.D. in agriculture, S.V. Esipenko², Ph.D. in agriculture, M.A. Perepelin¹, A.A. Vereschakova^{1,2}

¹FSBSI «Federal Scientific Rice Centre», 350921, Russia, Krasnodar region, Krasnodar, Belozerny, 3, phone: 89183917017, e-mail: bondarevatatjna@mail.ru

²FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»

The article presents the results of studying the effectiveness of using various forms of neutralized phosphogypsum (free-running, granular, MOMF) as a multicomponent fertilizer on winter wheat crops grown on leached chernozem and meadow-chernozem soil. It has been established that granulation of phosphogypsum and its modification with humates does not affect its agrochemical efficiency. Neutralized phosphogypsum can replace the application of phosphorus fertilizers 1-2 times during an eight-field crop rotation without loss of grain yield or reduction in its quality.

Key words: winter wheat, phosphogypsum, granular phosphogypsum, multicomponent organic-mineral fertilizer (MOMF).

УДК 633.11.004.12 321:631.811.1

DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.06

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА КОРМОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РАЙОНЕ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ

Н.Н. Новиков, д.б.н., А.Н. Налиухин, д.с.-х.н., Е.А. Филатов, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет-МСХА имени К.А. Тимирязева» 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, E-mail: tshanovikov@gmail.com

Работа выполнена за счет средств Программы развития университета в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030»

Исследования, проведенные на среднесуглинистой дерново-подзолистой почве, показали, что при внесении фосфора и калия в дозах $P_{60}K_{60}$ для выращивания ячменя наиболее эффективны дозы азота N_{90-120} кг д.в./га. Применение указанных доз азота по сравнению с контролем привело к увеличению его урожайности на 77–112%, а содержания белков в зерне на 2–2,8%. Однако при этом наблюдалось снижение доли водорастворимых белков и глобулинов, обладающих сбалансированным аминокислотным составом, в общем белковом комплексе зерна. Увеличение доз азотного питания стимулировало возрастание активности всех изоферментов α - и β -амилазы, пероксидазы и кислых каталаз в зрелом зерне ячменя. В пророщенных зернах после воздействия внесенного азота наблюдалось повышение активности кислых и нейтральных α -амилаз, а также всех изоферментов каталазы и пероксидазы. Все это способствовало усилению прорастающей способности зерновок и улучшению качественных характеристик семян. В ходе проведенных исследований установлена тесная корреляция между концентрацией аминокислот в клеточном соке листьев ячменя на стадии формирования первого стеблевого узла и такими показателями, как дозы азотного удобрения, величина урожая, содержание белков и их фракций в зерне, активность изоферментов амилаз, каталазы