

ДЕЙСТВИЕ МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ УДОБРЕНИЙ НА ЯРОВУЮ МЯГКУЮ ПШЕНИЦУ В ЦЕНТРАЛЬНОМ НЕЧЕРНОЗЕМЬЕ

Валерия Геннадьевна Кокорева

Ольга Викторовна Гладышева, кандидат сельскохозяйственных наук

Татьяна Анатольевна Барковская

Институт семеноводства и агротехнологий —

филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», с. Подвязье, Рязанская обл., Россия

E-mail: podvyaze@bk.ru

Аннотация. Приведены результаты научных исследований на базе Института семеноводства и агротехнологий — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ по оптимизации минерального питания в посевах яровой мягкой пшеницы сорта Арсея. Сорт среднеспелый, высокопродуктивный, устойчивый к полеганию и болезням. Имеет высокие и стабильные по годам хлебопекарные качества: содержание белка — 14–17%, клейковины в муке — 32–44%, ценная пшеница. Применение магниевых удобрений позволило повысить продуктивность культуры и сформировать зерно с хорошими показателями качества. Во всех вариантах урожайность яровой мягкой пшеницы была выше, чем в контрольном на 0,04–0,37 т/га (0,8–7,0%), а также увеличилось формирование продуктивного стеблестоя на 4,1–19,0% (19–90 шт./м²). Число зерен с колоса и вес зерна с колоса увеличилось на 2,3–7,4 и 1,9–7,8% соответственно. Масса 1000 зерен стала больше по сравнению с контролем на 0,9–4,3%. В исследованиях оценивали влияние удобрений на качество зерна. Максимальная доза внесения в почву АгроМага гранулированного (200 кг/га) и последующая дополнительная подкормка по листу АгроМагом Актимакс в дозе 6 л/га позволила улучшить качество продукции, содержание белка в зерна повысилось на 0,9%.

Ключевые слова: магниевые удобрения, минеральное удобрение, продуктивность, белок, клейковина, некорневая подкормка, агротехника

THE EFFECT OF MAGNESIUM-CONTAINING FERTILIZERS ON SPRING SOFT WHEAT IN THE CENTRAL NON-CHERNOZEM REGION

V.G. Kokoreva

O.V. Gladysheva, PhD in Agricultural Sciences

T.A. Barkovskaya

The Institute of Seed Production and Agrotechnologies —

branch of the FSBSI Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Podvyazye village, Ryazan region, Russia

E-mail: podvyaze@bk.ru

Abstract. Mineral nutrition from all external factors has a leading role on the size and quality of the crop. The results of scientific research on the basis of the Institute of Seed Production and Agrotechnologies — a branch of the Federal State Budgetary Institution FNAC VIM on the optimization of mineral nutrition in spring wheat crops are presented. All experimental studies were carried out on spring soft wheat crops of the Arsea variety. The variety is medium-ripened, highly productive, resistant to lodging and diseases. It has high and stable baking qualities over the years: protein 14–17%, gluten content in flour 32–44%, valuable wheat. The use of magnesium fertilizers made it possible to increase the productivity of the crop and form grain with high quality indicators. It was found that the use of magnesium fertilizers in all variants allowed to obtain additional harvests of spring soft wheat more control by 0.04–0.37 t/ha or 0.8–7.0%. They also affected the formation of a productive stem by increasing it by 4.1–19.0% or by 19–90 pcs/m². Magnesium fertilizers also showed a positive effect on the formation of structural elements, the number of grains from the ear and the weight of grain from the ear increased by 2.3–7.4% and 1.9–7.8%, respectively. The mass of 1000 grains with the use of fertilizers increased by 0.9–4.3% compared to the control. In our studies, in addition to crop productivity, the effect of fertilizers on grain quality was evaluated. The maximum dose of application of granulated Agromage to the soil (200 kg/ha) and subsequent additional top dressing on the sheet of Agromage Actimax at a dose of 6 l/ha allowed to improve the quality of products, the protein content in grains increased by 0.9%.

Keywords: magnesium fertilizers, mineral fertilizer, productivity, protein, gluten, foliar top dressing, agricultural machinery

Яровая мягкая пшеница — одна из главных зерновых культур в Российской Федерации. Значительная часть населения питается переработанным зерном пшеницы в виде хлебопродуктов, макарон и кондитерских изделий. [2, 7]

Яровой пшенице по сравнению с другими зерновыми культурами необходимо большее количество питательных веществ в почве. Это связано со слабым развитием корневой системы и низкой усвояющей способностью корней. [1, 6]

Получение хороших урожаев яровой пшеницы возможно с помощью внедрения в производство новых сортов с высокой продуктивностью и при совершенствовании агротехники, прежде всего, научно обоснованного применения оптимальных доз минеральных удобрений. Главные элементы для высокого урожая пшеницы — азот, калий, магний. [3, 5, 9–11]

Цель работы — оценить влияние удобрений АгроМаг гранулированный и АгроМаг Актимакс на про-

дуктивность, элементы структуры урожая и качество яровой мягкой пшеницы сорта *Арсея* в условиях Центрального Нечерноземья.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2020–2022 годах в Институте семеноводства и агротехнологий – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ.

В среднем за три года полевые условия существенно различались. В 2020 году сложились благоприятные условия с обильным количеством осадков для развития вегетативной массы и налива зерновки. В 2021 году была недостаточная влагообеспеченность при высокой температуре воздуха за весь период вегетации. Распределение осадков по месяцам в 2022 году – неравномерное, высокая влажность в мае сменялась засушливостью с июня по август (табл. 1).

Схема опыта: вариант 1 – фон $N_{90}P_{90}K_{90}$; вариант 2 – Фон + АгроМаг гранулированный в дозе 100 кг/га MgO д.в.; вариант 3 – Фон + АгроМаг гранулированный (100 кг/га MgO д.в.) + АгроМаг Актимакс подкормка по листу в фазе кушения – выход в трубку 3 л/га; вариант 4 – Фон + АгроМаг гранулированный (200 кг/га MgO д.в.); вариант 5 – Фон + АгроМаг гранулированный в дозе 200 кг/га MgO д.в. + АгроМаг Актимакс 6 л/га подкормка по листу в фазе кушения–выход в трубку.

Общая площадь опыта – 200 м², площадь учетной делянки – 10 м², повторность – четырехкратная. Закладывали опыт по методике государственного сортоиспытания [4], обрабатывали данные по Б.А. Доспехову. [8]

Посев проводили в оптимальные сроки для яровой мягкой пшеницы в Центральном регионе по предшественнику черный пар. Норма высева – 600 шт. всх. семян/м². В фазе полных всходов осуществляли опрыскивание от вредителей инсектицидом Борей, СК – 0,1 л/га, в фазе кушения баковой смесью гербицидов (Балерина, СЭ – 0,4 л/га + Магнум, ВДГ – 7 г/га) с добавлением инсектицида Борей, СК – 0,1 л/га. Элементы структуры урожая определяли со снопового материала учетных площадок, взятого с площади 0,25 м² в четырех повторениях. Убирали делянки в фазе полной спелости культуры комбайном Сампо 130, урожайные данные приводили к стандартной 14% влажности.

Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Агрохимические показатели участка перед закладкой опыта: $pH_{сол}$ (ГОСТ 26483-85) – 5,05 ед., содержание органического вещества (ГОСТ 26213-

Таблица 1.
Гидротермический коэффициент за годы исследований

Месяц	2020	2021	2022
Май	1,43	0,86	1,12
Июнь	1,83	1,04	0,63
Июль	0,80	0,50	0,21
Август	2,31	0,02	0,16
ГТК ₀₅₋₀₈	1,28	0,80	0,43

2021) – 4,36%, подвижного фосфора (ГОСТ Р 54650-2011) – 257,0 мг/кг почвы, подвижного калия (ГОСТ Р 54650-2011) – 144,0 мг/кг почвы, обменного магния (ГОСТ 26487-85) – 2,48 ммоль/100 г почвы, обменного кальция (ГОСТ 26487-85) – 20,4 ммоль/100 г почвы, общий азот (ГОСТ Р 58596-2019) – 0,165%.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Во всех вариантах опыта установлена высокая устойчивость растений к полеганию – 7...9 баллов. Существенных различий по вариантам при поражении фитопатогенами не выявлено, все варианты были с очень высокой устойчивостью к мучнистой росе и септориозу – 9 баллов, бурой ржавчине – 7 баллов.

Отмечена прибавка во всех вариантах опыта по количеству растений и стеблей на 1 м². (табл. 2)

Самые высокие превышения над контролем отмечены в вариантах 4 и 5 по количеству растений – на 4,5 и 5,5%, густоте стеблестоя – 19,2 и 21,9%. В этих же вариантах наибольший коэффициент общего кушения – 1,4. По количеству продуктивных стеблей также выделились варианты 4 и 5 – на 19,2 и 21,9% больше контроля соответственно. Коэффициент продуктивного кушения у растений яровой пшеницы сформировался оптимальный во всех вариантах – 1,2...1,3. Сохранность растений к уборке варьировала от 87,7 (контроль) до 90,5% (различные дозы), превышение над контролем составило 0,5...3,2%. Наибольшая сохранность (90,5%) была в варианте 5 с максимальной дозой основного удобрения и подкормки по листу.

Отмечено увеличение длины колоса относительно контроля на 2,5...6,2%, числа колосков в колосе – 3,3...6,6%, озерненности колоса – 2,3...9,0% во всех вариантах опыта при внесении различных доз магниевых удобрений. Наибольшее их увеличение произошло в вариантах 4 и 5. Вес зерна с колоса повысился по сравнению с контролем на 1,9...7,8%.

Таблица 2.
Влияние магниесодержащих удобрений АгроМаг гранулированный, АгроМаг Актимакс на продуктивный стеблестой, 2020–2022 годы

Вариант	Высота, см	Количество растений, шт./м ²	Густота стеблестоя, шт./м ²	Коэффициент общего кушения	Продуктивные стебли, шт./м ²	Коэффициент продуктивного кушения	Сохранность растений, %
1	107	402	485	1,2	465	1,2	87,7
2	114	414	510	1,3	484	1,2	88,1
3	109	414	512	1,3	482	1,2	87,6
4	113	420	578	1,4	544	1,3	88,9
5	115	424	591	1,4	555	1,3	90,5

Таблица 3.

**Структура урожая яровой пшеницы в зависимости от применения магнийсодержащих удобрений
АгроМаг гранулированный, АгроМаг Актимакс, 2020–2022 годы**

Вариант	Длина колоса, см	Число, шт.		Вес зерна с колоса, г	Масса 1000 зерен, г
		колосков в колосе	зерен в колосе		
1	8,1	15,1	31,0	1,03	32,6
2	8,3	15,6	31,7	1,05	32,9
3	8,4	15,7	32,4	1,06	32,9
4	8,6	16,1	33,8	1,11	33,5
5	8,5	16,1	33,3	1,11	34,0

Таблица 4.

**Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от магнийсодержащих удобрений
АгроМаг гранулированный, АгроМаг Актимакс, 2020–2022 годы**

Вариант	Урожайность, т/га		Содержание, %	
	средняя	+, – к контролю	белка в зерне	сырой клейковины в зерне
1	5,32	–	15,11	29,8
2	5,36	+0,04	15,20	28,3
3	5,39	+0,08	14,95	27,5
4	5,44	+0,12	15,21	29,0
5	5,67	+0,37	15,24	27,8
НСР _{0,5}	0,28			

Масса 1000 зерен (контроль) – 32,6 г с применением удобрений выросла на 0,9...4,3%. Максимальное значение получено в вариантах 4 и 5 – 33,5 и 34,0 г соответственно (табл. 3).

Содержание массовой доли белка в зерне во всех вариантах опыта – 15,11...15,24%, сырой клейковины – 27,5...29,8%, что соответствует показателям зерна 3 класса.

Следует отметить, что с повышением количества вносимых удобрений произошло небольшое повышение содержания белка и понижение содержания сырой клейковины в зерне испытываемых образцов. Максимальное значение белка в зерне (15,24%) обнаружено в варианте 5, что выше контроля на 0,9% (табл. 4).

Средняя урожайность яровой пшеницы на контроле (фон N₉₀P₉₀K₉₀) – 5,32 т/га. Наибольшая продуктивность (5,44 и 5,67 т/га) получена в вариантах 4 и 5. Установлено, что внесение магневых удобрений в почву АгроМаг гранулированный и последующая внекорневая подкормка по листу АгроМаг Актимакс способствуют увеличению продуктивности культуры на 0,04...0,37 т/га, что на 0,8...7,0% выше значений контроля.

Таким образом, в статье были рассмотрены вопросы отзывчивости яровой мягкой пшеницы сорт Арсея на магневые удобрения в условиях Нечерноземья. В среднем прибавка по структурным элементам и урожайности отмечена в вариантах 4 (АгроМаг гранулированный, 200 кг/га) и 5 (АгроМаг гранулированный, 200 кг/га + АгроМаг Актимакс, 6 л/га). Водный режим почвы, зависящий от количества выпавших осадков, обуславливает действие удобрения, следовательно, выступает важным факто-

ром, влияющим на урожайность. Наибольшая отзывчивость яровой мягкой пшеницы на магневые удобрения была в год с достаточной влагообеспеченностью (ГТК – 1,28), минимальная – в острожа-сушливый (ГТК – 0,43).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Амиров М.Ф. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы при использовании биологических препаратов и минеральных удобрений // Вестник Казанского Гау. 2017. № 2(44). С. 5–8. DOI: 10.12737/article_599ac50e3defd6.43777208
- Амунова О.С., Волкова Л.В., Зуев Е.В., Харина А.В. Исходный материал для селекции мягкой яровой пшеницы в условиях Кировской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(5). С. 661–675. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.661-675>
- Барковская Т.А., Гладышева О.В., Кокорева В.Г. Влияние минеральных удобрений на урожайность сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Центрального Нечерноземья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. № 23(2). С. 239–247. DOI: 10.30766/2072-9081.2022.23.2.239-247
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс, 2011. 351 с.
- Казак А.А., Логинова Ю.П., Ерёмин Д.И. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество семян сортов пшеницы в северной лесостепи Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. № 20(3). С. 219–229. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.219-229>
- Кузнецов Д.А., Ибрагимов Г.И. Зависимость семенной продуктивности яровой пшеницы от доз минеральных удобрений и норм высева // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 22(6). С. 835–843. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.835-843>
- Малицкая Н.В., Пучкова С.Ю., Сыздыкова Г.Т. и др. Урожайность и качество зерна различных сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Акмолинской области Казахстана // Известия ТСХА. 2020. № 1. С. 33–48. DOI: 10.26897/0021-342X-2020-1-33-48
- Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. В.И. Головачева, Е.В. Кириловской. М.: Калининская областная типография, 1989. 194 с.
- Науменко Е.Т. Урожайность пшеницы по фону разной обеспеченности почвы подвижным фосфором // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 2. С. 20–24. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/2/20-24>
- Potarzycki J., Grzebisz W., Szczepaniak W. Magnesium fertilization increases nitrogen use efficiency in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) // Plants. 2022. № 11. P. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11192600>
- Radchenki M.V., Trotsenko V.I., Hlupak Z.I. et al. Influence of mineral fertilizers on yielding capacity and quality of soft spring wheat grain // Agronomy Research. 2021. № 19(4). P. 1901–1913. DOI: <https://doi.org/10.15159/AR.21.104>

REFERENCES

- Amirov M.F. Formirovanie urozhaya yarovoj myagkoj pshenicy pri ispol'zovanii biologicheskikh preparatov i mineral'nyh udobrenij // Vestnik Kazanskogo Gau. 2017. № 2(44). S. 5–8. DOI: 10.12737/article_599ac50e3defd6.43777208

2. Amunova O.S., Volkova L.V., Zuev E.V., Harina A.V. Iskhodnyj material dlya selekcii myagkoj yarovoj pshenicy v usloviyah Kirovskoj oblasti // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2021. № 22(5). S. 661–675. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.661-675>
3. Barkovskaya T.A., Gladysheva O.V., Kokoreva V.G. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' sortov yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyah Central'nogo Nechernozem'ya // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2022. № 23(2). S. 239–247. DOI: [10.30766/2072-9081.2022.23.2.239-247](https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.2.239-247)
4. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Al'yans, 2011. 351 s.
5. Kazak A.A., Loginova Yu.P., Eryomin D.I. Vliyanie mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' i kachestvo semyan sortov pshenicy v severnoj lesostepi Tyumenskoj oblasti // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2019. № 20(3). S. 219–229. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2019.20.3.219-229>
6. Kuznecov D.A., Ibragimov G.I. Zavisimost' semennoj produktivnosti yarovoj pshenicy ot doz mineral'nyh udobrenij i norm vyseva // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2021. № 22(6). S. 835–843. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.6.835-843>
7. Malickaya N.V. Puchkova S.Yu., Syzdykova G.T. i dr. Urozhajnost' i kachestvo zerna razlichnyh sortov yarovoj myagkoj pshenicy v usloviyah Akmolinskoj oblasti Kazahstana // Izvestiya TSKHA. 2020. № 1. S. 33–48. DOI: [10.26897/0021-342X-2020-1-33-48](https://doi.org/10.26897/0021-342X-2020-1-33-48)
8. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur / pod red. V.I. Golovacheva, E.V. Kirilovskoj. M.: Kalininskaya oblastnaya tipografiya, 1989. 194 s.
9. Naumenko E.T. Urozhajnost' pshenicy po fonu raznoj obespechennosti pochvy podvizhnym fosforom // Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki. 2018. № 2. S. 20–24. DOI: <https://doi.org/10.30850/vrsn/2018/2/20-24>
10. Potarzycki J., Grzebisz W., Szczepaniak W. Magnesium fertilization increases nitrogen use efficiency in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) // Plants. 2022. № 11. P. 1–22. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11192600>
11. Radchenki M.V., Trotsenko V.I., Hlupak Z.I. et al. Influence of mineral fertilizers on yielding capacity and quality of soft spring wheat grain // Agronomy Research. 2021. № 19(4). P. 1901–1913. DOI: <https://doi.org/10.1515/AR.21.104>

Поступила в редакцию 16.11.2022

Принята к публикации 30.11.2022