

Научная статья

УДК 631.8:633.11

DOI: 10.36508/journal.2026.85.19.004

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений
(Сельскохозяйственные науки. Биологические науки)

4.1.3. Agrochemistry, Agrosoil Science, Plant Protection, and Quarantine
(Agricultural Sciences. Biological Sciences)

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ С МИКРОЭЛЕМЕНТАМИ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Трушина Марина Викторовна^{✉1}, Лукьянова Ольга Викторовна¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университета имени П.А. Костычева», г. Рязань, Россия

^{✉1}marina_trushina02@mail.ru

Аннотация. В статье отражены результаты полевого опыта по изучению воздействия минеральных удобрений с микроэлементами Актив Рост, Вигор Форте и Стимакс марка: Для семян на показатели урожайности и качества зерна яровой пшеницы, который был заложен в 2025 году в производственных условиях ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области.

Проблема и цель. Основным элементом продовольственной безопасности Российской Федерации и аграрного экспорта является пшеница. Поэтому перед сельхозтоваропроизводителями России ежегодно стоит задача в создании оптимальных условий для получения высоких урожаев зерна как озимой, так и яровой пшеницы. При этом важно получить зерно хорошего качества, отвечающего современным требованиям, для повышения конкурентоспособности российского зерна.

Методология. Схема опыта включала 4 варианта: 1. Контроль (без удобрения); 2. Актив Рост, 1,0 л/га; 3. Вигор Форте, 25 г/га; 4. Стимакс марка: Для семян, 0,5 л/га. Повторность в опыте четырехкратная, размещение вариантов методом организованных повторений. Площадь опытных делянок – 5568 м², площадь учетных делянок – 1392 м². Уборку проводили сплошным методом. Результаты исследования обрабатывали методом дисперсионного анализа.

Результаты. На варианте без удобрений (контроль) урожайность яровой пшеницы составила 33,9 ц/га. Достоверная прибавка при $НСР_{05} = 3,08$ ц/га получена на опытных вариантах с применением Вигор Форте, 25 г/га и Стимакс марка: Для семян, 0,5 л/га, составив соответственно 3,3 ц/га и 4,6 ц/га. Качественные показатели зерна пшеницы также были выше на

вариантах с некорневыми подкормками растений культуры минеральными удобрениями с микроэлементами.

Заключение. Исследования показали, что применение минеральных удобрения с микроэлементами Вигор Форте и Стимакс марка: Для семян для некорневой подкормки растений яровой пшеницы в фазу кущения позволяет существенно повысить урожайности зерна и его качество.

Ключевые слова: яровая пшеница, минеральные удобрения с микроэлементами, урожайность, клейковина, натура зерна

Original article

THE EFFECT OF MINERAL FERTILIZERS WITH MICROELEMENTS ON THE YIELD AND QUALITY OF SPRING WHEAT

Trushina Marina Viktorovna^{✉1}, Lukyanova Olga Viktorovna¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev", Ryazan, Russia

^{✉1}marina_trushina02@mail.ru

Abstract. The article presents results of a field experiment studying the effects of mineral fertilizers with microelements, Aktiv Rost, Vigor Forte, and Stimax on the yield and grain quality of spring wheat. The experiment took place in 2025 at Avangard LLC in Ryazan District of Ryazan Region.

Problem and purpose. Wheat is a key element of the Russian Federation's food security and agricultural exports. Therefore, Russian agricultural producers annually face the challenge of creating optimal conditions for high grain yields of both winter and spring wheat. It is also important to obtain high-quality grain that meets modern requirements to increase the competitiveness of Russian grain.

Methodology. The experiment included four options: 1. Control (no fertilizer); 2. Aktiv Rost, 1.0 l/ha; 3. Vigor Forte, 25 g/ha; 4. Stimax, 0.5 l/ha. The experiment was replicated four times, with options assigned using the organized replication method. The area of the experimental plots was 5.568 m², while the area of the sample plots was 1.392 m². Harvesting was carried out using the continuous method. The results were analyzed using analysis of variance.

Results. The spring wheat yield was 33.9 c/ha in the control option without fertilizers. A significant increase at LSD₀₅ of 3.08 c/ha was achieved in the experimental options using Vigor Forte, 25 g/ha, and Stimax, 0.5 l/ha, amounting to 3.3 c/ha and 4.6 c/ha, respectively. Wheat grain quality was also higher in the options with foliar application of mineral fertilizers containing microelements.

Conclusion. Research has shown that the use of Vigor Forte and Stimax for foliar application of spring wheat during the tillering stage significantly increases grain yield and quality.

Key words: *spring wheat, mineral fertilizers with microelements, yield, gluten, grain unit*

Введение

Пшеница – главная продовольственная культура в нашей стране. Увеличение производства высококачественного зерна – одна из основных задач сельского хозяйства.

В структуре посевных площадей Рязанской области зерновой клин составляет 48% (рисунок 1). При этом в 2025 году в регионе пшеницу посеяли на площади 442,8 тыс. га., в том числе 122,7 тыс. га занимала яровая пшеница.

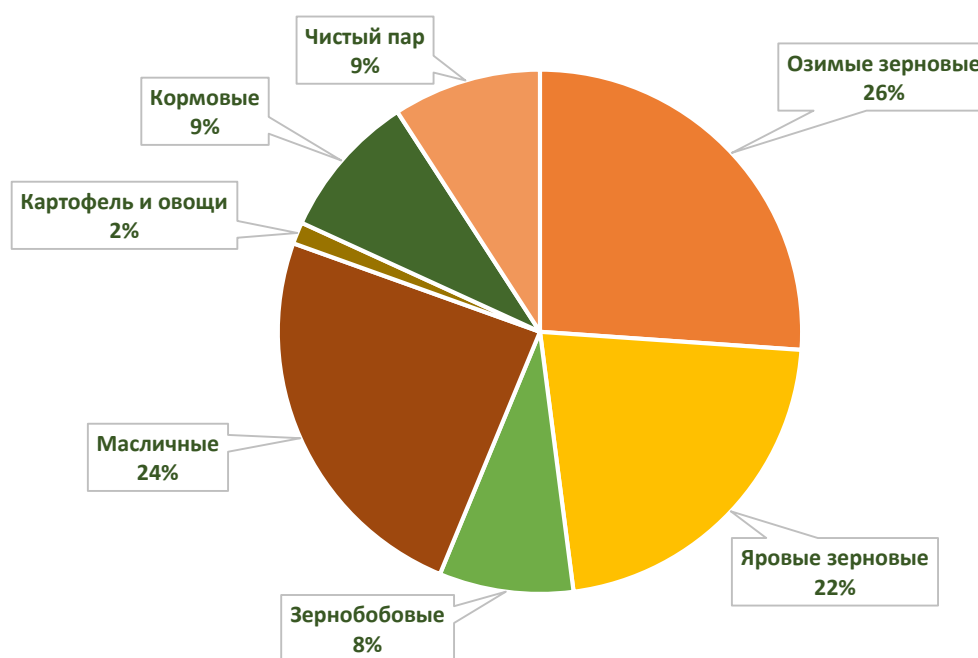


Рисунок 1 – Структура посевных площадей Рязанской области в 2025 году
Figure 1 – Structure of crop areas in Ryazan region in 2025

В связи с этим актуальность приобретают вопросы разработки технологических приемов повышения урожайности и качества зерна яровой пшеницы. К числу таких приемов можно отнести использование минеральных и органических удобрений, микроудобрений, регуляторов роста, специальных технологий обработки почвы, правильной системы защиты растений от неблагоприятных факторов, подбор предшественника и т.д. [1, 2, 4].

Минеральные удобрения оказывают непосредственное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур, так как содержащиеся в них элементы питания являются «строительным материалом» и требуются в больших количествах (макро- и мезоэлементы), а без микроэлементов невозможны биохимические процессы, протекающие в клетках.

Минеральные удобрения с микроэлементами обладают тройным действием на растения: стимуляцией физиологических процессов, повышением собственной устойчивости растений к действию неблагоприятных факторов и

усилением неспецифического иммунитета. Они способны в малых дозах влиять на процессы метаболизма в растениях, что приводит к значительным изменениям в росте и развитии растений, и как следствие, увеличению урожайности культур. Поэтому применение минеральных удобрений с микроэлементами является важным элементом современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. При этом минеральные удобрения с микроэлементами для некорневых подкормок рассматриваются как экологически чистый и экономически выгодный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур, позволяющий полнее реализовывать потенциальные возможности растительных организмов.

Основным естественным источником микроэлементов является почва, однако их доступность во многом зависит от ряда факторов, в первую очередь, от обеспеченности почвы микроэлементами в доступной форме, во-вторых, от кислотности почвы (рН), в-третьих, наличие влаги в почве. Поэтому надёжным источником микроэлементов для сельскохозяйственного производства являются современные виды минеральных удобрений, которые используются для некорневых подкормок растений, обеспечивая их необходимыми элементами питания в критические периоды развития [1, 5, 6].

Таким образом, изучение влияния минеральных удобрений с микроэлементами на урожайность и качество зерна яровой пшеницы с учетом конкретных почвенно-климатических условий является актуальным.

Литературные источники показывают, что имеется большое количество исследований различных авторов по применению удобрений при возделывании яровой пшеницы. Однако сведений о применении удобрений в зависимости от потребностей культуры в различные фазы вегетации с учетом складывающихся погодных условий недостаточно.

Материалы и методы исследований

Опыт по применению минеральных удобрений с микроэлементами на посевах яровой пшеницы проводился в 2025 году на производственном участке ООО «Авангард» Рязанского района Рязанской области.

В опыте исследовалось воздействие минеральных удобрений с микроэлементами Актив Рост, Вигор Форте и Стимакс марка: Для семян на показатели урожайности и качества зерна яровой пшеницы, состав которых представлен в таблицах 1, 2, 3.

Повторность в опыте четырехкратная, размещение вариантов методом организованных повторений, схема опыта включала 4 варианта (Доспехов Б.А., 2011):

1. Контроль (без удобрения)
2. Актив Рост, 1,0 л/га
3. Вигор Форте, 25 г/га
4. Стимакс марка: Для семян, 0,5 л/га

Площадь опытных делянок – 5568 м², площадь учетных делянок – 1392 м².

Таблица 1 - Состав минерального удобрения Актив Рост

Наименование показателя	Содержание
1	2
Азот общий N, %	6,4
Фосфор, P ₂ O ₅ , %	4,2
Калий, K ₂ O, %	3,4
Магний, MgO, %	2,0
Сера, SO ₃ , %	7,5
Железо, Fe, %	0,23
Бор, В, %	0,3
Медь, Cu, %	1,99
Цинк, Zn, %	1,99
Марганец, Mn, %	0,25

продолжение таблицы 1

Молибден, Mo, %	0,43
Кобальт, Co, %	0,13
Никель, Ni, %	0,01
Селен, Se, %	0,01
Хром, Cr, %	0,005
Ванадий, V, %	0,006

Таблица 2 - Состав минерального удобрения Вигор Форте

Наименование показателя	Содержание
Ортокрезоксиуксусная кислота триэтаноламмониевой соли, г/кг	100,0
Азот общий N, %	4,2
Фосфор водорастворимый P ₂ O ₅ , %	7,8
Калий водорастворимый K ₂ O, %	14,2
Магний, MgO, %	3,8
Бор, В, %	0,25
Молибден, Mo, %	0,25
**Железо водорастворимый Fe, %	1,1
*Марганец водорастворимый, Mn, %	0,40
*Цинк водорастворимый, Zn, %	1,0
*Медь водорастворимая, Cu, %	0,9

*хелатирован ЭДТА, **хелатирован ДТПА

Таблица 3 - Состав минерального удобрения Стимакс марка: Для семян

Наименование показателя	Содержание
1	2
Азот общий N, %	7,2
в том числе органический, %	1,1
в том числе аммонийный, %	1,1
в том числе мочевины, %	5,0
Фосфор водорастворимый P ₂ O ₅ , %	5,0
Калий водорастворимый K ₂ O, %	5,4
Бор водорастворимый В, %	0,1

продолжение таблицы 3

1	2
**Железо водорастворимый Fe, %	0,25
*Цинк водорастворимый Zn, %	0,5
Экстракт водорослей <i>Ascophyllum nodosum</i> , %	2,0
Свободные аминокислоты, %	6,0
pH (1% раствора)	5,7

*хелатирован ЭДТА, **хелатирован ДТПА

Минеральные удобрения применяли для некорневой подкормки растений в фазе кущения с расходом рабочего раствора 200 л/га.

В опыте участвовал сорт Гранни, предшественником яровой пшеницы была кукуруза на силос. Дискование почвы проводили агрегатом МТЗ 1221 + БДМ– 7 после уборки предшественника. Через две недели под вспашку плугом МТЗ 1221+ ПЛН–5–35 внесли основное удобрение (диаммофоска 200 кг/га). К ранневесеннему боронованию МТЗ 1221 + БЗТС-1,0 приступили в начале апреля. Сев осуществлялся пневматической сеялкой СЗ-5,4 с шириной захвата 5,4 м и шириной междурядья 15 см на глубину 3 – 4 см. Норма высева составила 5,5 млн. шт./га всхожих семян. После посева проводилось прикатывание ЗККШ-6.

В фазу кущения провели подкормку культуры КАС – 32 (карбамидно-аммиачной селитрой) 50 кг/га. Система защиты культуры в течении вегетации состояла из препаратов: гербицид Ластик Экстра 0,8 л/га, инсектицид Борей Нео 0,2 л/га, фунгицид Рекс плюс 1 л/га, обработка происходила в ночное время наземным опрыскивателем Туман - 3. Уборку проводили сплошным методом зерноуборочным комбайном «Палессе» в период с 20 августа.

Для определения показателей качества семян яровой пшеницы отбирались 2 образца по 1 кг и передавались в Подвязьевский филиал ФГБУ «РосАгрохимслужба».

Результаты исследований и их обсуждение

Урожайность – это количество продукции растениеводства, получаемой с единицы посевной площади.

Объективная оценка показателей урожайности и качества в результате проведения опыта по применению минеральных удобрений с микроэлементами представлена в таблице 4.

Таблица 4 - Урожайность яровой пшеницы в производственном опыте, 2025 год

Вариант	Урожайность, ц/га	± от контроля	
		ц/га	%
1. Контроль (без удобрения)	33,9	-	-
2. Актив Рост, 1,0 л/га	34,4	+0,5	1,39
3. Вигор Форте, 25 г/га	37,3	+3,3	9,18
4. Стимакс марка: Для семян, 0,5 л/га	38,2	+4,6	12,80
НСР ₀₅		3,08	8,56

На варианте без удобрений (контроль) урожайность яровой пшеницы составила 33,9 ц/га, что ниже данного показателя на опытных вариантах на 0,5 – 4,6 ц/га в зависимости от удобрения, применяемого для некорневой подкормки культуры. Однако при $НСР_{05} = 3,08$ ц/га достоверная прибавка получена только на вариантах Вигор Форте, 25 г/га и Стимакс марка: Для семян, 0,5 л/га.

Формирование наибольшей урожайности – 38,2 ц/га, на варианте с применением удобрения Стимакс марка: Для семян было за счет содержания в удобрении, помимо необходимых микроэлементов, свободных форм аминокислот и высокого содержания азота 7,2% (в том числе органического 1,1 %, аммонийного 1,1 %).

Одним из самых важных показателей растениеводческой продукции являются качественные показатели – объективные критерии, по которым формируется цена, сегментация по классам, технологическим регламентам и определяется пригодность продукта для хранения и переработки.

Согласно ГОСТа 9353-2016 такими критериями качества зерна пшеницы являются – типовой состав, состояние, запах, цвет, массовая доля клейковины, качество клейковины, число падения, стекловидность, натура, наличие примесей и проросших зерен.

Результаты анализа качества зерна яровой пшеницы в опыте, представленные в таблице 5, показывают положительный эффект от некорневых подкормок культуры минеральными удобрениями с микроэлементами, изучаемых в опыте, по всем показателям.

Таблица 5 - Показатели качество зерна яровой пшеницы, 2025 год

Вариант	Белок, %	Клейковина		Натура зерна, г/л	Стекловидность, %
		массовая доля, %	качество, ед. ИДК		
1. Контроль (без удобрения)	12,21	23,60	82,1	712,4	50
2. Актив Рост, 1,0 л/га	12,83	24,14	85,3	733,1	51
3. Вигор Форте, 25 г/га	13,24	26,12	85,9	751,5	52
4. Стимакс марка: Для семян, 0,5 л/га	12,64	25,13	86,2	767,8	52
$НСР_{05}$	0,59	1,74	5,88	38,84	0,26

Так содержание белка в зерне яровой пшеницы на контроле составило 12,21%, на опытных вариантах данный показатель варьировал от 12,64% до 13,24%, с наибольшим показателем на варианте с применением удобрения Вигор Форте.

Показатель массовой доли клейковины также был выше на вариантах с некорневыми подкормками растений культуры минеральными удобрениями с микроэлементами, составив 24,14 – 26,13%, что на 0,54 – 2,53% больше, чем на контрольном варианте. Наибольшее количество клейковины в зерне яровой пшеницы в опыте отмечено при внесении удобрений удобрения Вигор Форте,

25 г/га и Стимакс марка: Для семян, 0,5 л/га.

Та же тенденция прослеживается и при оценке натуры зерна по вариантам опыта. Отмечается существенное увеличение данного показателя на вариантах с обработкой посевов яровой пшеницы минеральными удобрениями с микроэлементами Вигор Форте и Стимакс марка: Для семян.

По качеству клейковины зерно на всех вариантах характеризуется как удовлетворительно слабое и относится ко II группе (80 – 100 ед.).

Показатель стекловидности не имел существенных различий по вариантам опыта, варьирова от 50% до 52%.

Заключение

Исследования показали, что применение минеральных удобрений с микроэлементами Вигор Форте и Стимакс марка: Для семян для некорневой подкормки растений в фазу кущения восполняет недостающие в почве элементы питания, необходимые для полноценного роста и развития яровой пшеницы, что в свою очередь ведет к существенному повышению урожайности на 3,3 ц/га (9,2%) и 4,6 ц/га (12,8%) соответственно и качественным показателям.

Библиографический список

1. Ивенин, А.В. Влияние технологий возделывания яровой пшеницы на засоренность ее посевов и урожайность в условиях Нижегородской области / А.В. Ивенин, В.В. Ивенин, Ю.А. Богомолова, С.М. Голубев, И.И. Бугров // Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2024.- №25(4). – С. 655–663. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2024.25.4.655-663>
2. Нечаева, А.В. Влияние применения биологических препаратов на формирование качественных показателей зерна яровой пшеницы / А.В. Нечаева, С.В. Жаркова // Овощи России, 2023. - № 3. – С. 93-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-93-97>.
3. Лукьянова, О.В. Перспективы применения биопрепаратов в сельскохозяйственной практике / О. В. Лукьянова, А. С. Ступин, О. А. Антошина, В. С. Конкина // Международный сельскохозяйственный журнал, 2022. – № 5(389). – С. 502-506. DOI 10.55186/25876740_2022_65_5_502.
4. Романенков, В. А. Агротехнологические возможности управления климатическими рисками при возделывании зерновых культур / В. А. Романенков, В. Н. Павлова, М. В. Беличенко // Агротехнология, 2022. – № 12. – С. 19-30. DOI 10.31857/S0002188122120110
5. Рябцева, Н.А. Влияние биопрепаратов на формирование элементов продуктивности ярового ячменя / Н.А. Рябцева // Аграрная наука, 2021. - №354(11-12). – С.72-75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-72-75>.

References

1. Ivenin, A. V. Use of biological product, micro- and macromineral fertilizers in the technology of cultivation of winter wheat cultivars / A. V. Ivenin, V. V. Ivenin, L.

K. Petrov, S. M. Golubev // Agricultural Science Euro-North-East, 2025. – V.26(5). – C.1050 DOI: 10.30766/2072-9081.2025.26.5.1050-1058

2. Nechaeva, A.V. The influence of the use of biological preparations on the formation of quality indicators of spring wheat grain / A.V. Nechaeva, Zharkova S.V. // *Vegetable crops of Russia*, 2023. = №(3). – С. 93-97. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-3-93-97>

3. Lukyanova, O.V. Prospects for the use of biologics in agricultural practice / O.V. Lukyanova, A.S. Stupin, O.A. Antoshina, V.S. Konkina // *International agricultural journal*, 2022. – V.5(389). – S.502-506. DOI 10.55186/25876740_2022_65_5_502

4. Romanenkova, V. A. Agrotechnological Possibilities of Climate Risk Management in the Cultivation of Grain Crops / V. A. Romanenkova, V. N. Pavlovab, M. V. Belichenko // *Agrochemistry*, 2022. - V.12. – S.19-30 DOI 10.31857/S0002188122120110

5. Ryabtseva, N.A. Influence of Biopreparations on the Formation of Productivity Elements in Spring Barley / N.A. Ryabtseva // *Agrarian Science*, 2021. - No. 354(11-12). - Pp. 72-75. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2021-354-11-12-72-75>

Вклад авторов: Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Статья поступила в редакцию 12.02.2026; одобрена после рецензирования 02.03.2026; принята к размещению на сайте 02.04.2026.

Contribution of the authors: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest

The article was submitted 12.02.2026; approved after reviewing 02.03.2026; accepted for publication 02.04.2026.