DOI 10.12737/2782-490X-2026-5-21-28
УДК 631.5:631.8

ВЛИЯНИЕ АГРОХИМИКАТОВ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПОЛБЫ (ДВУЗЕРНЯНКИ) В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

© 2026 Погодина А. В.[1]✉, Лукманов А. А.[1], Ивойлов А. В.[2]

[1]Татарский филиал ФГБУ «Агрохимическая служба России»
(г. Казань, Российская Федерация)
[2]Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н.П. Огарева
(г. Саранск, Российская Федерация)
✉pogodanna@ya.ru

Реферат. Полба как крупяная и продовольственная культура имеет широкое народнохозяйственное значение. Качество зерна определяется множеством факторов, среди которых ключевыми являются агротехнические приемы, генетические особенности сортов и почвенно-климатические условия региона. В данной статье рассматриваются вопросы применения различных доз минеральных удобрений во взаимодействии с предпосевной инокуляцией семян биологическими препаратами Азотовит (1л/т), Ризоагрин (1 л/т), а также комплексным органоминеральным препаратом Биостим Старт (1л/т). Исследования соответствуют современным ресурсосберегающим адаптивным технологиям с элементами биологизации. Опыты проводились в Сабинском муниципальном районе РТ на серых лесных почвах тяжелосуглинистого гранулометрического состава в период с 2020 по 2023 годы. pH_{KCl} была близка к нейтральной – 6,2 (ГОСТ 26483-85), содержание гумуса по Тюрину – 3,4%, содержание подвижного фосфора и подвижного калия по Кирсанову – 127 и 138 мг/кг соответственно. Независимо от фона минерального питания инокуляция семян препаратом Азотовит увеличивала сбор белка на 9%, препаратом Ризоагрин – на 17%, Биостим Старт – на 25 %. Максимальный валовой сбор белка и сырого жира в среднем за 4 года был достигнут в варианте $N_{71}P_{36}K_{58}$ (на 3,0 т/га зерна) + Биостим Старт – 1 л/т, максимальное содержание белка (17,3%) и сырого жира (3,53%) в зерне полбы – в варианте $N_{59}P_{30}K_{48}$ на 3,0 т/га зерна + Биостим Старт – 1 л/т. Разработанная технология возделывания полбы, обеспечивает формирование агроценозов со стабильной продуктивностью не менее 2,85 т/га высококачественного зерна полбы (двузернянки) с содержанием белка 16,5% и повышенной пищевой ценностью.

Ключевые слова: полба двузернянка, расчетные нормы удобрений, инокуляция семян, содержание белка, сырой жир, сорт Руно, аминокислотный состав.

Для цитирования: Погодина А.В., Лукманов А.А., Ивойлов А.В. Влияние агрохимикатов на качество зерна полбы (двузернянки) в лесостепной зоне Среднего Поволжья // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2026. 2(18). С. 21-28. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-21-28

INFLUENCE OF AGROCHEMICALS ON GRAIN QUALITY OF EMMER WHEAT *(TRITICUM DICOCCUM)* IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF MIDDLE VOLGA REGION

© 2026 Pogodina A. V.[a]✉, Lukmanov A. A.[a], Ivoylov A. V.[b]

[a]Tatar branch of FSBU Agrochemical service of Russia
(Kazan, Russian Federation)
[b]National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev
(Saransk, Russian Federation)
✉pogodanna@ya.ru

Abstract. Emmer wheat, as a cereal and food crop, has wide economic significance. Grain quality is determined by numerous factors, including key agronomic practices, variety genetics, regional soil and climatic conditions. This article discusses the use of various doses of mineral fertilizers in conjunction with pre-sowing seed inoculation with biological preparations Azotovit (1 l/t), Rizoagrin (1 l/t) and complex organomineral preparation Biostim Start (1 l/t). The research is consistent with modern resource-saving adaptive technologies with elements of biologization. Experiments were conducted in Sabinskiy municipal district of the Republic of Tatarstan on gray forest soils with a heavy loamy texture from 2020 to 2023. pH_{KCl} was close to neutral – 6.2 (GOST 26483-85), humus content according to Tyurin was 3.4%, mobile phosphorus and mobile potassium contents according to Kirsanov were 127 and 138 mg/kg, respectively. Regardless of the mineral nutrition background, seed inoculation with Azotovit increased protein yield by 9%, with Rizoagrin by 17% and with Biostim Start by 25%. The maximum gross harvest of protein and crude fat on average over 4 years was achieved in variant $N_{71}P_{36}K_{58}$ (3.0 t/ha of grain) + Biostim Start – 1 l/t. The maximum protein content (17.3%) and crude fat (3.53%) in spelt grain was achieved in variant $N_{59}P_{30}K_{48}$ (3.0 t/ha of grain) + Biostim Start – 1 l/t. The developed spelt cultivation technology ensures the formation of agrocenoses with a stable productivity

of at least 2.85 t/ha of high-quality emmer wheat grain with a protein content of 16.5% and increased nutritional value.

Key words: emmer wheat *(Triticum dicoccum)*, calculated fertilizer rates, seed inoculation, protein content, crude fat, Runo variety, amino acid composition.

For citation: Pogodina AV, Lukmanov AA, Ivoylov AV. [Influence of agrochemicals on grain quality of emmer wheat *(Triticum dicoccum)* in the forest-steppe zone of Middle Volga region]. Agrobiotechnologies and digital farming. 2026; 2(18). 21-28 p. doi: 10.12737/2782-490X-2026-5-21-28

Введение. Современный интерес к здоровому питанию и устойчивому земледелию возрождает древние культуры зерновых, среди которых особое место занимает полба двузернянка (*Triticum dicoccum*). Известное с эпохи неолита зерно полбы [1, 2] сегодня переживает новый виток популярности благодаря появлению новых высокопродуктивных сортов, своей уникальной пищевой ценности, устойчивости к неблагоприятным агроэкологическим условиям (засухе, холоду, жаре, засолению и др.) и меньшей подверженности заболеваниям по сравнению с современной пшеницей [3, 4, 5].

Следовательно, анализ качества зерна полбы представляет собой важную задачу, поскольку его химический состав, технологические свойства и биоактивные компоненты значительно отличаются от традиционной мягкой и твердой пшеницы [6, 7, 8]. Зерно полбы отличается высоким содержанием белка (8,7–22,9%), сбалансированного по аминокислотному составу, клетчатки, макро- и микроэлементов (фосфор, калий, цинк, железо, марганец), мононенасыщенных жирных кислот, полифенолов, витаминов и антиоксидантов [9, 10, 11], что делает полбу перспективным сырьем для функциональных продуктов питания [12, 13].

В условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья на продуктивность и качество зерна полбы существенное влияние оказывают почвенно-климатические факторы, что требует разработки адаптивных технологий возделывания [14, 15]. Однако для реализации биологического потенциала данной культуры необходимо оптимизировать систему минерального питания. Минеральные удобрения способствуют повышению урожайности, но их избыточное применение может ухудшать технологические и биохимические показатели зерна и неблагоприятно сказываться на окружающей среде. В связи с этим возрастает роль применения препаратов биологического происхождения, которые усиливают доступность элементов питания, повышают устойчивость растений к стрессам и улучшают качество урожая [16, 17, 18].

Цель исследований – оценить действие расчетных норм минеральных удобрений и изучаемых препаратов в технологии предпосевной обработки семян на качество зерна полбы сорта «Руно».

Условия, материалы и методы. Опыты проводились в 2020-2023 годы в Сабинском муниципальном районе Республики Татарстан в ООО «Саба». Объект исследований – полба двузернянка (*Triticum dicoccum*) сорта «Руно». Агрохимическая характеристика опытного участка: кислотность – $pH_{сол}$ – 6,2 ± 0,1, содержание гумуса – 3,4% по Тюрину, минерального азота – 37,8 ± 11,0 мг/кг, подвижного фосфора по Кирсанову – 127 ± 3 мг/кг почвы и обменного калия по Кирсанову – 138 ± 9 мг/кг почвы. Почва – серая лесная тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Исследования и статистическая обработка проведены в соответствии с методикой Б. А. Доспехова. Площадь опытных делянок – 108 $м^2$, повторность опытов четырехкратная, размещение делянок систематическое. Норма высева – 4,5 млн шт. всхожих семян на гектар.

Опытная схема. Уровень удобренности почвы (фактор А): 1) Контроль (без удобрений); 2) $N_{59}P_{30}K_{48}$ с расчетом получения 2,5 т/га; 3) $N_{71}P_{36}K_{58}$ с расчетом получения 3,0 т/га. Определение доз проводилось расчетно-балансовым методом.

Предпосевная обработка посевного материала разными стимулирующими препаратами (фактор Б): 1) Без обработки препаратами (контроль); 2) Азотовит – 1л/т.; 3) Ризоагрин – 1 л/т; 4) Биостим Старт – 1 л/т.

Предпосевная обработка семян осуществлялась с использованием тройного фунгицидного протравителя Доспех 3, КС в дозе 0,5 л/т семян за 10 дней до посева. Азотовит – микробиологический препарат, содержащий в своей основе свободноживущие азотфиксирующие бактерии рода *Beijerinckia fluminensis*. Ризоагрин – корневой инокулянт-азотофиксатор, содержащий в основе ассоциативные бактерии рода *Agrobacterium radiobacter*. Биостим Старт относится к комплексным органоминеральным удобрениям, включающим в своем составе аминокислоты и полисахариды, макро- (N, P, K, Mg) и микроэлементы в легкоусвояемой хелатной форме (Mn, Zn, Cu, B, Mo). Обработку Азотовитом и Ризоагрином провели в день посева в темном помещении, а Биостим Старт – совместно с фунгицидным протравителем за 10 дней до посева. Все используемые препараты имеют государственную регистрацию и разрешены для применения на территории России [19]. Определение содержания белка и азота проводилось в соответствии с ГОСТ 10846-91, содержание жира по ГОСТ 29033-91, аминокислотный состав – методом капиллярного электрофореза согласно ГОСТ Р 155569-2013 в аккредитованной лаборатории Татарского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба».

Аминокислотный скор (A_c) рассчитывался по формуле (ВОЗ/ФАО, 1990):

$$A_c = (A_i/A_{io}) \times 100\%, \text{ где}$$

A_i– содержание в исследуемом белке незаменимой кислоты, г/100 г белка;

A_{io}– содержание незаменимой кислоты в эталонном белке, г/100 г белка.

Результаты и обсуждения. Температурный режим в годы исследования был типичным для умеренно-континентального климата средних широт с чередованием достаточно увлажненного года с засушливым по влагообеспеченности. Как видно из представленных диаграмм (рис. 1 и 2)

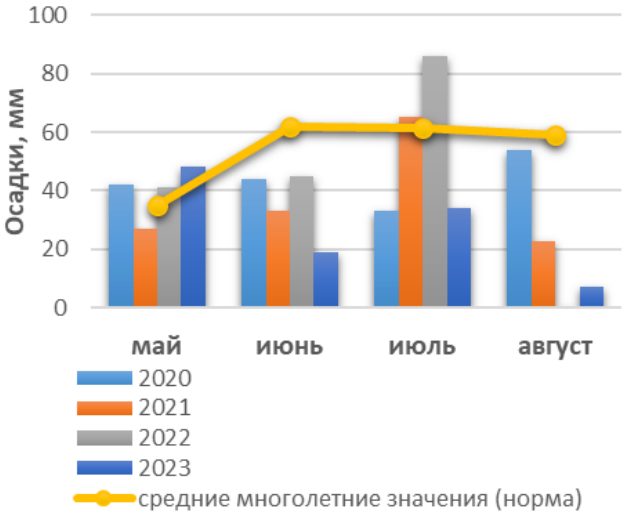

Рис. 1 – Количество выпавших осадков за вегетационный период по годам (МО «Арск»)
Fig. 1 – Amount of precipitation during the growing season by year (Municipal District “Arsk”)

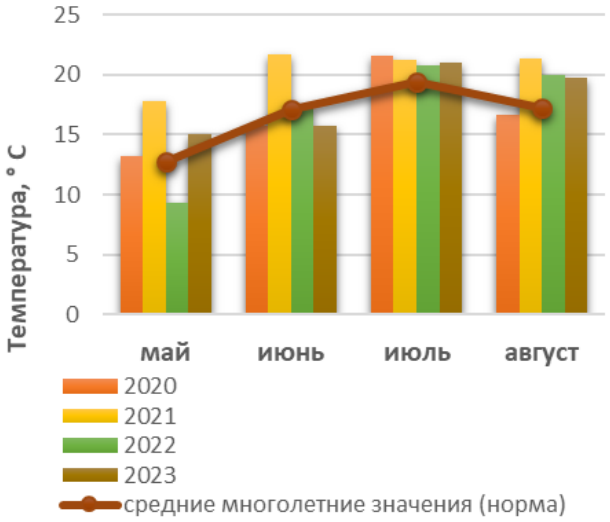

Рис. 2 – Среднемесячная температура воздуха за вегетационный период по годам (МО «Арск»)
Fig. 2 – Average monthly air temperature during the growing season by year (Municipal District “Arsk”)

Вегетационный период 2020 года характеризовался нормальным увлажнением (ГТК – гидротермический коэффициент Селянинова – составил 1,0). 2021 год был крайне засушливым и отличился повышенным температурным режимом (ГТК 0,55), что сказалось и на всех биометрических показателях изучаемой культуры. В мае 2022 года средняя температура воздуха оказалась ниже многолетней нормы примерно на 6–7 °С, что в сочетании с избыточным увлажнением в первые дни месяца привело к задержке сроков посева приблизительно на 1,5 недели. Гидротермический коэффициент составил 0,5 за май и 1,1 за весь период вегетации культуры. Погодные условия мая в 2023 году отличились повышенным накоплением эффективных температур и суммы осадков (ГТК 1,6), в целом же за вегетационный период ГТК составил 0,7.

Белки, являясь ключевыми макронутриентами, играют важную роль в питании человека, участвуя в ферментативных реакциях, формировании иммунитета и энергетическом обмене. Среди злаковых зерновых культур по содержанию белка особо выделяется полба. Мы оценили действие уровня минерального питания и способов предпосевной обработки семян на содержание белка в зерне полбы сорта *Руно* (табл.1).

Таблица 1 – Влияние изучаемых препаратов и фона минерального питания полбы на содержание белка и его валовой сбор (среднее за 2020-2023 годы)

Table 1 – Effect of the studied preparations and the mineral nutrition background on the protein content and its gross yield in spelt (average for 2020–2023)

Фактор А (расчетные фоны NPK)	Фактор В (препараты в предпосевной обработке семян)	Урожайность зерна (без плодовой оболочки), т/га	Содержание белка, %	Валовой сбор белка, кг/га	Прибавка, кг/га	
					от удобрений	от биопрепарата
Контроль (без удобрений)	Без обработки (контроль)	1,05	14,2	149,1	–	–
	Азотовит	1,09	14,7	160,2	–	10,8
	Ризоагрин	1,15	15,3	176,0	–	26,9
	Биостим Старт	1,21	15,8	190,7	–	41,6
Среднее по фону		1,12	15,0	168,9	–	26,4
На 2,5 т/га зерна ($N_{59}P_{30}K_{48}$)	Без обработки (контроль)	1,62	15,6	252,7	103,6	–
	Азотовит	1,74	16,1	279,6	119,7	26,9
	Ризоагрин	1,76	16,9	297,2	121,2	44,5
	Биостим Старт	1,84	17,3	318,3	127,1	65,6
Среднее по фону		1,74	16,5	287,0	117,9	45,7
На 3,0 т/га зерна ($N_{71}P_{36}K_{58}$)	Без обработки (контроль)	1,88	15,1	287,8	138,7	–
	Азотовит	2,02	15,6	315,2	155,3	27,4
	Ризоагрин	2,08	16,0	332,7	156,7	44,9
	Биостим Старт	2,15	16,5	354,1	163,4	66,3
Среднее по фону		2,03	15,8	322,4	153,5	46,2

Содержание белка в зерне полбы (двузернянки) зависело от трёх факторов:

- под действием изучаемых препаратов оно возрастало от 14,2% в контроле (без биопрепаратов и без удобрений) до 15,8% в варианте использования Биостим Старт в предпосевной подготовке семян изучаемой культуры. Прибавка белка от этого биостимулятора составила 41,6 кг/га, то есть 1 л Биостим Старт обеспечивает получение 41,6 кг белка. Вторую позицию занимает инокулянт Ризоагрин с соответствующими показателями 15,3 % и 26,9 кг/га, тогда как в варианте с биопрепаратом Азотовит – 14,7% и 11,1 кг/га;

- значительное увеличение наблюдалось как в содержании белка в процентах, так и в абсолютной массе белка в вариантах с применением расчетных норм минеральных удобрений. Так, при внесении NPK на планируемую урожайность зерна полбы 2,5 т/га содержание белка увеличилось на 1,4% относительно контроля (*15,6 - 14,2 = 1,4%)*, что позволило дополнительно получить 103,6 кг/га самого ценного элемента питания человека - белка. При внесении минеральных удобрений в дозе $N_{71}P_{36}K_{58}$ отмечено снижение содержания белка в зерне, что связано с усиленным ростом вегетативной массы и перераспределением азотных соединений в пользу соломины. Несмотря на это за счёт более высокой урожайности зерна была получена самая высокая прибавка белка 134,8 кг/га;

- эффект взаимодействия препаратов и минеральных удобрений выше, чем при раздельном их применении. Так, от взаимодействия препарата Биостим Старт (1 л на т семян) и NPK-удобрений с расчётом получения 2,5 т/га зерна полбы было получено 127, 1 кг/га белка, что выше контроля на 26% (*127,1 : 103,6 х 100 = 126%*), а на фоне NPK на 3,0 т/га данная разница снижается до 21%.

Для объективной оценки преимуществ полбы недостаточно сравнивать её только по общему содержанию белка. Такие культуры, как горох, фасоль, чечевица и соя, содержат 25–30% белка и обеспечивают максимальный выход белка с гектара пашни Татарстана. Поэтому особое значение приобретает анализ питательной ценности белка полбы, в первую очередь — её аминокислотного состава (табл. 2).

Таблица 2 – Аминокислотный состав белка полбы сорта Руно в зависимости от фона минерального питания, г/100 г белка (2023 год)

Table 2. Amino acid composition of protein in the Runo spelt variety depending on the mineral nutrition background, g/100 g of protein (2023)

Аминокислота	Без удобрений	NPK на 2,5 т/га	NPK на 3,0 т/га
Аргинин	0,40	0,44	0,42
Лизин	0,37	0,41	0,39
Тирозин	0,28	0,30	0,29
Фенилаланин	0,94	1,05	0,98
Гистидин	0,32	0,36	0,31
Лейцин и изолейцин	1,19	1,28	1,22
Метионин	0,22	0,24	0,23
Валин	0,85	0,89	0,88
Пролин	1,48	1,65	1,57
Треонин	0,22	0,37	0,36
Серин	0,60	0,62	0,61
Аланин	0,64	0,67	0,66
Глицин	0,53	0,57	0,55
Цистеин	0,20	0,21	0,21
Глутаминовая кислота	4,28	4,65	4,46
Аспарагиновая кислота	0,80	0,86	0,80
Триптофан	0,12	0,14	0,13

В наших опытах доля незаменимых аминокислот в контрольном варианте опыта составила 32% от общего объема аминокислот. Применение минеральных удобрений в расчете на урожайность 2,5 т/га зерна увеличивает относительное содержание незаменимых аминокислот до 4,89 г/100 г белка (34%). Однако при внесении удобрений в норме, рассчитанной на урожайность 3,0 т/га зерна, общее содержание незаменимых аминокислот снижается до 4,69 г/100 г белка (33%).

Таблица 3 – Содержание незаменимых аминокислот и аминокислотный скор

Table 3 – Content of essential amino acids and amino acid score

Аминокислоты	Содержание незаменимых аминокислот, г/100 г		Аминокислотный скор, %
	в эталонном белке (рекомендации ФАО/ВОЗ 2011 г.)	в зерне полбы *Руно**	
Валин	0,50	0,89	178
Лейцин и изолейцин	1,10	1,28	116
Лизин	0,55	0,41	75
Метионин + цистеин	0,35	0,45	129
Треонин	0,40	0,37	93
Триптофан	0,10	0,14	140
Фенилаланин + тирозин	0,60	1,35	225

*Примечание: * – зерно с варианта NPK на урожайность зерна 2,5 т/га (NPK + Биостим Старт)*

*Note: * — grain from the NPK variant with a grain yield of 2.5 t/ha (NPK + Biostim Start)*

Жиры и жироподобные вещества являются наиболее концентрированным источником энергии для организма человека. При окислении 1 г жира выделяется около 9,3 ккал энергии, что более чем в 2 раза превышает энергетическую ценность углеводов (4,1 ккал/г). Кроме того, жиры зерна играют ключевую роль в усвоении жирорастворимых витаминов (A, D, E, K), необходимых для нормального обмена веществ и жизнедеятельности.

Влияние изучаемых препаратов и минеральных удобрений на накопление сырого жира в очищенном зерне полбы от плодовой оболочки было разнонаправленное (рис. 3). Под действием препаратов содержание сырого жира повышалось от 2,86% абсолютном контроле (без препаратов и без удобрений) до 3,31% в варианте использования Биостим Старта в предпосевной подготовке семян полбы из расчёта 1 л/т.

При внесении минеральных удобрений из расчёта на урожайность 3,0 т/га зерна полбы наблюдается тенденция к снижению концентрации сырого жира в зерне (3,20–3,45%) по сравнению с вариантом внесения NPK на 2,5 т/га зерна (3,23–3,53%). Явление снижения концентрации сырого жира в связи с повышением норм внесения азотных удобрений объясняется известным в растениеводстве явлением «ростового разбавления».

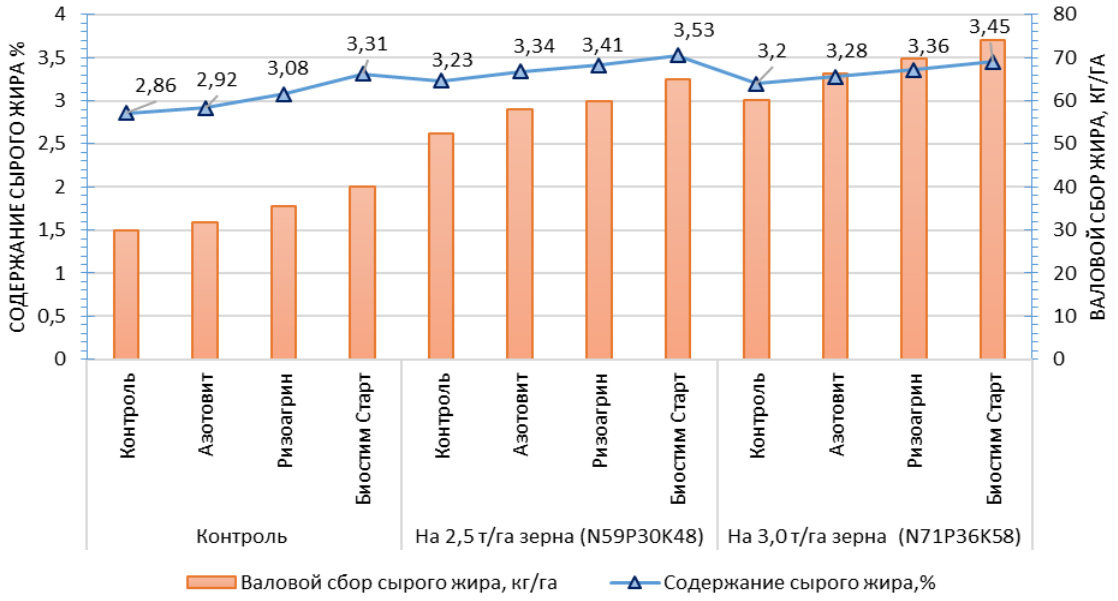

Рис. 3 – Влияние агрохимикатов на содержание жира в зерне полбы *Руно* и валовой сбор (в среднем за 4 года)

Fig. 3 – Effect of agrochemicals on the fat content in Runo spelt grain and gross yield (average over 4 years)

Аналогичная тенденция увеличения содержания сырого жира наблюдалась при использовании биопрепаратов Ризоагрин и Азотовит. Этот эффект проявлялся как в процентном отношении, так и в абсолютных показателях валового сбора. Применение данных препаратов обеспечило прирост выхода сырого жира с 1 га пашни на 1,8–10,0 кг (без минеральных удобрений) и на 6–14 кг/га на фоне внесения $N_{71}P_{36}K_{58}$ (расчётная доза на урожайность 3,0 т/га).

Максимальный валовой сбор сырого жира был достигнут при синергетическом взаимодействии биопрепаратов и минеральных удобрений. В этих вариантах показатели составили 12,3–34,5 кг/га, что значительно превышало результаты от их раздельного применения.

В научной литературе отмечается, что особое значение имеет присутствие в составе сырого жира полбы полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот, которые участвуют в регуляции метаболических процессов. Например, анализ зерна Волжской полбы показал наличие 0,890 г/100 г белка мононенасыщенных и 1,223 г/100 г белка полиненасыщенных жирных кислот. Кроме того, в составе были идентифицированы следы особо ценных омега-3 и омега-6 жирных кислот [6, 20].

Выводы. Внесение минеральных удобрений на планируемую урожайность зерна полбы совместно с предпосевной обработкой семян препаратами Азотовит, Ризоагрин и Биостим Старт способствует повышению показателей качества зерна. Максимальный валовой сбор белка (354,1 кг/га) и сырого жира (74,2 кг/га) в среднем за 4 года был достигнут в варианте $N_{71}P_{36}K_{58}$ на 3,0 т/га зерна + Биостим Старт- 1 л/т, максимальное содержание белка (17,3%) и сырого жира в зерне (3,53%) - в варианте $N_{59}P_{30}K_{48}$ на 2,5 т/га зерна + Биостим Старт - 1 л/т.

Полученные данные свидетельствуют о высоком потенциале зерна полбы как источника незаменимых аминокислот, необходимых для нормальной жизнедеятельности, а также важных для организма источников энергии — моно- и полиненасыщенных жирных кислот.

Литература

1.Peng J., Sun D., Nevo E. Wild emmer wheat, Triticum dicoccoides, occupies a pivotal position in wheat domestication process // Australian Journal of Crop Science. 2011. Vol. 5. iss. 9. P. 1127–1143.

2.Исследование внутривидового разнообразия тетраплоидной пшеницы Triticum dicoccum (Schrank.) Schuebl с помощью метода дифференциального окрашивания хромосом / О.С. Дедкова, Е.Д. Бадаева, О.П. Митрофанова и др.// Генетика. 2007. Т. 43. № 11. С. 1517–1533.

3.Arzani A. Emmer (Triticum turgidum spp. dicoccum) Flour and Breads // Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention. Elsevier. 2019. P. 89-98. doi:10.1016/B978-0-12-814639-2.00007-1.

4.Перспективность полбы как сырья для альтернативных напитков / П.И. Гунькова, А.А. Трофимов, А.С. Бучилина и др. // Аграрная наука. 2024. № 382(5). С. 108–116. doi: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116.

5.Хмелева Е. В. Использование зерна полбы в технологии зернового хлеба повышенной пищевой ценности // Индустрия питания. 2023. Т. 8, № 1. С. 64-73. doi: 10.29141/2500-1922-2023-8-1-7.

6.Крюкова Е.В., Лейберова Н.В., Лихачева Е. И. Исследование химического состава полбяной муки // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2014. № 2 (2). С. 75–81.

7.Сравнительная характеристика мукомольных свойств новых сортов зерна пшеницы, тритикале и полбы / Р. Х. Кандроков, М. Ш. Бегеулов, А. Н. Ткач и др. // Вестник МГТУ. Труды Мурманского государственного технического университета. 2021. Т. 24, № 3. С. 299-305. doi: 10.21443/1560-9278-2021-24-3-299-305.

8.Evaluation of three wheat species (Triticum aestivum L., T. spelta L., T. dicoccum (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality / V. Petrenko, T. Sheiko, R. Spychaj [et al.] // Romanian Agricultural Research. 2018. Vol. 2018, No. 35. P. 255-264.

9.Čurná V, Lacko-Bartošová M. Chemical Composition and Nutritional Value of Emmer Wheat (Triticum dicoccon Schrank) // Journal of Central European Agriculture. 2017. Vol. 18, iss. 1. P. 117–134. doi: 10.5513/JCEA01/18.1.1871.

10.Comparison of some bioactive components of emmer wheat [Triticum dicoccum (Schrank) Schübler] cultivars from two different origins grown under the same conditions / Z. Petkova, M. Stoyanova, S. Stankov [et al.] // Food and Health. 2019. Vol. 5, iss. 3. P. 160–167.

11.Composition, quality characteristics and microstructure of the grain Triticum dicoccum / E. Kuznetsova, L. Shayapova, E. Klimova [et al.]// Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2019. Vol. 13, iss. 1. P. 933–940.

12.Нижельская К. В., Чижикова О. Г., Коршенко О. Г. Пищевая ценность и использование пророщенного зерна // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2018. № 3(39). С. 151-156.

13.Чугунова О. В., Крюкова Е. В. Агрономические свойства полбы как нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий // Научный Вестник. 2015. № 3(5). С. 90-100. doi: 10.17117/nv.2015.03.090.

14.Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. Кишинев: Штинца, 1990. 432 с.

15.Аленин П. Г., Кухарев О. Н., Кшникаткин С. А. Ресурсосберегающие адаптивные приемы в технологии возделывания зерновых культур // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2017. № 2(38). С. 6-14. doi: 10.18286/1816-4501-2017-2-6-14.

16.Амиров М. Ф., Семенов П. Г., Новоселов С. И. Влияние некорневых подкормок на урожайность и качество зерна сортов пшеницы полбы в условиях Предкамья Республики Татарстан // Агробиотехнологии и цифровое земледелие. 2023. № 4(8). С. 12-17.

17.Максимов И. В., Абизгильдина Р. Р., Пусенкова Л. И. Стимулирующие рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов (обзор) // Прикладная биохимия и микробиология. 2011. Т. 47, № 4. С. 373-385.

18.Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я. Экология азотфиксации. Саратов: Амирит. 2019. 252 с.

19.Реестр пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ/ Минсельхоз России. Москва. 2026. 899 с. URL: https://golnk.ru/1bRJ6/ (дата обращения: 30.04.2026).

20.Юков В.В., Лихачева Е.И. Аминокислотный состав протеина Волжской полбы // Комбикорма. 2004. № 7. С. 40–42.

References

1. Peng J, Sun D, Nevo E. Wild emmer wheat, Triticum dicoccoides, occupies a pivotal position in wheat domestication process. Australian Journal of Crop Science. 2011; Vol.5. issue 9. 1127-1143 p.

2. Dedkova OS, Badaeva ED, Mitrofanova OP. [Study of intraspecific diversity of tetraploid wheat Triticum dicoccum (Schrank.) Schuebl using differential chromosome staining method]. Genetika. 2007; Vol.43. 11. 1517-1533 p.

3. Arzani A. Emmer (Triticum turgidum spp. dicoccum) flour and breads. Flour and breads and their fortification in health and disease prevention. Elsevier. 2019; 89-98 p. doi:10.1016/B978-0-12-814639-2.00007-1.

4. Gunkova PI, Trofimov AA, Buchilina AS. [Prospects of emmer wheat as a raw material for alternative beverages]. Agrarnaya nauka. 2024; 382(5). 108-116 p. doi: 10.32634/0869-8155-2024-382-5-108-116.

5. Khmeleva EV. [Use of emmer wheat grain in the technology of grain bread with increased nutritional value]. Industriya pitaniya. 2023; Vol.8. 1. 64-73 p. doi: 10.29141/2500-1922-2023-8-1-7.

6. Kryukova EV, Leyberova NV, Likhacheva EI. [Study of the chemical composition of emmer wheat flour]. Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Pishchevye i biotekhnologii. 2014; 2(2). 75-81p.

7. Kandrokov RKh, Begeulov MSh, Tkach AN. [Comparative characteristics of milling properties of new varieties of wheat, triticale and emmer wheat grain]. Vestnik MGTU. Trudy Murmanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2021; Vol.24. 3. 299-305 p. doi: 10.21443/1560-9278-2021-24-3-299-305.

8. Petrenko V, Sheiko T, Spychaj R. Evaluation of three wheat species (Triticum aestivum L., T. spelta L., T. dicoccum (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality]. Romanian Agricultural Research. 2018; Vol.2018. No.35. 255-264 p.

9. Curna V, Lacko-Bartosova M. Chemical composition and nutritional value of emmer wheat (Triticum dicoccon Schrank). Journal of Central European Agriculture. 2017; Vol.18. issue 1. 117-134 p. doi: 10.5513/JCEA01/18.1.1871.

10. Petkova Z, Stoyanova M, Stankov S. Comparison of some bioactive components of emmer wheat [Triticum dicoccum (Schrank) Schübler] cultivars from two different origins grown under the same conditions. Food and Health. 2019; Vol.5. issue 3. 160-167 p.

11. Kuznetsova E, Shayapova L, Klimova E. Composition, quality characteristics and microstructure of the grain Triticum dicoccum. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. 2019; Vol.13. issue 1. 933-940 p.

12. Nizhelskaya KV, Chizhikova OG, Korshenko OG. [Nutritional value and use of germinated grain]. Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. 2018; 3(39). 151-156 p.

13. Chugunova OV, Kryukova EV. [Agronomic properties of emmer wheat as an unconventional raw material for the production of flour confectionery products]. Nauchnyy Vestnik. 2015; 3(5). 90-100 p. doi: 10.17117/nv.2015.03.090.

14. Zhuchenko AA. Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy). [Adaptive crop production (ecological and genetic foundations)]. Kishinev: Shtintsa. 1990; 432 p.

15. Alenin PG, Kukharev ON, Kshnikatkin SA. [Resource-saving adaptive techniques in grain cultivation technology]. Vestnik Ulyanovskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2017; 2(38). 6-14 p. doi: 10.18286/1816-4501-2017-2-6-14.

16. Amirov MF, Semenov PG, Novoselov SI. [Effect of foliar feeding on productivity and grain quality of emmer wheat varieties in the conditions of Kama region of the Republic of Tatarstan]. Agrobiotekhnologii i tsifrovoe zemledelie. 2023; 4(8). 12-17 p.

17. Maksimov IV, Abizgildina RR, Pusenkova LI. [Plant growth-promoting microorganisms as an alternative to chemical means of protection against pathogens (review)]. Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya. 2011; Vol.47. 4. 373-385 p.

18. Zavalin AA, Sokolov OA, Shmyreva NYa. Ekologiya azotfiksatsii. [Ecology of nitrogen fixation]. Saratov: Amirit. 2019; 252 p.

19. Register of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation. [Internet]. Minselkhoz Rossii. Moscow. 2026; 899 p. [cited 2026, April 30]. Available from: https://golnk.ru/1bRJ6/.

20. Yukov VV, Likhacheva EI. [Amino acid composition of Volga emmer wheat protein]. Kombikorma. 2004; 7. 40-42 p.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Сведения об авторах:

Погодина Анна Владимировна – соискатель Татарского филиала ФГБУ «Агрохимическая служба России» (420059, Российская Федерация, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 120), e-mail: pogodanna@ya.ru, ORCID 0009-0000-4193-0317

Лукманов Анас Ахтямович – доктор сельскохозяйственных наук, директор Татарского филиала ФГБУ «Агрохимическая служба России» (420059, Российская Федерация, г. Казань, ул. Оренбургский тракт, д. 120), e-mail: agro-pai@mail.ru, ORCID 0009-0003-9709-8883

Ивойлов Александр Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры агрономии и ландшафтной архитектуры Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева (430005, Российская федерация, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68), e-mail: ivoilov.av@mail.ru, ORCID 0000-0002-5355-6251

Все авторы ознакомились и одобрили окончательный вариант рукописи.
Поступила 05.03.2026; одобрена после рецензирования 20.06.2026; принята к публикации 25.06.2026.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interest.

Authors:

Pogodina Anna Vladimirovna – an applicant Tatar branch of FSBU Agrochemical service of Russia (120 Orenburgsky Trakt St., Kazan, 420059, Russian Federation), e-mail: pogodanna@ya.ru, ORCID 0009-0000-4193-0317

Lukmanov Anas Akhtyamovich – Doctor of Agricultural Sciences, Director Tatar branch of FSBU Agrochemical service of Russia (120 Orenburgsky Trakt St., Kazan, 420059, Russian Federation), e-mail: agro-pai@mail.ru, ORCID 0009-0003-9709-8883

Ivoylov Aleksandr Vasilevich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Agronomy and Landscape Architecture Department National Research Mordovian State University named after N.P. Ogarev (68, Bolshevistskaya St., Saransk, Republic of Mordovia, 430005, Russian Federation), e-mail: ivoilov.av@mail.ru, ORCID 0000-0002-5355-6251

The authors have reviewed and approved the final manuscript.
Submitted 05.03.2026; revised 20.06.2026; accepted 25.06.2026.