



Научная статья
УДК 633.853.494:631.811
doi: 10.55186/25876740_2026_69_2_242

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОДУКТИВНОСТИ РАПСА ЯРОВОГО

Т.Я. Прахова, Ю.В. Костин

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты оценки влияния некорневой подкормки микроэлементами на урожайность и масличность новых сортов рапса ярового. Исследования проводили в течение 2023-2025 гг. на опытном поле ОП Пензенский НИИСХ (ФГБНУ ФНЦ ЛК). Объектами исследований являлись гибрид ярового рапса ПР46Х75 (Пионер) и сорт Эребус (ВНИИМК). Опыт заключался в проведении некорневой подкормки растений рапса комплексом микроэлементов. Схема опыта двухфакторная: фактор А — сорт, фактор В — микроэлементы. В 2024 г. в период вегетации рапса условия характеризовались как засушливые, ГТК составил 0,48, в 2025 г. было отмечено избыточное увлажнение (ГТК 1,35), в 2023 г. условия были оптимальными — ГТК составил 0,98. Листовая обработка рапса микроэлементами способствовала увеличению продуктивности гибрида ПР46Х75 на 0,03-0,16 т/га, сорта Эребус — на 0,13-0,31 т/га. Наибольшая урожайность сорта Эребус отмечена в варианте с применением бора, которая составила 2,21 т/га, что на 0,31 т/га превышало контрольный вариант. У гибрида ПР46Х75 максимальная урожайность была достигнута в вариантах с применением бора и цинка — 2,22 и 2,21 т/га. Наиболее интенсивное маслонакопление отмечено в вариантах с листовой обработкой серой, где масличность гибрида ПР46Х75 составила 48,83% и сорта Эребус — 46,35%, и обеспечивало прибавку содержания жира в пределах 2,12 и 2,74% соответственно. При формировании урожайности рапса наибольшее влияние оказал фактор микроэлемента, доля влияния составила 58,3%, при накоплении масла в семенах преимущественное влияние оказал фактор сорта — 46,3%. Наибольшей стабильностью характеризуются варианты с применением цинка и бора при формировании урожайности ($b_i = 0,98-1,04$) и масличности ($b_i = 0,99-1,02$). В целом некорневая подкормка рапса ярового микроэлементами способствует увеличению урожайности в диапазоне 1,4-14,0% и содержания жира на 0,5-5,9%.

Ключевые слова: рапс яровой, сорт, гибрид, микроэлементы, урожайность, масличность, стабильность, эффективность

Благодарности: исследования выполнены при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

THE ROLE OF MICROELEMENT PREPARATIONS IN THE FORMATION OF SPRING RAPE PRODUCTIVITY

Т.Я. Prakhova, Yu.V. Kostin

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents the results of assessing the impact of foliar feeding with microelements on the yield and oil content of new varieties of spring rape. The research was carried out during 2023-2025 on the experimental field of the Penza Research Institute of Agriculture (Federal Research Center for Bast Fiber Crops). The object of the research was the spring rape hybrid PR46X75 (Pioneer) and the Erebus variety (VNIIMK). The experiment consisted of foliar feeding of rapeseed plants with a complex of microelements. The experimental design is two-factor: factor A is the variety, factor B is microelements. In 2024, the rapeseed growing season conditions were characterized as dry, the GTK was 0.48, in 2025, excess moisture was noted (GTK 1.35), in 2023, the conditions were optimal, the GTK was 0.98. Foliar treatment of rapeseed with microelements contributed to an increase in the productivity of the PR46X75 hybrid by 0.03-0.16 t/ha, and the Erebus variety by 0.13-0.31 t/ha. The highest yield of the Erebus variety was observed in the variant with the use of boron, which amounted to 2.21 t/ha, which was 0.31 t/ha higher than the control variant. In the PR46X75 hybrid, the maximum yield was achieved in variants with the use of boron and zinc and amounted to 2.22 and 2.21 t/ha. The most intensive oil accumulation was noted in the variants with foliar treatment with sulfur, where the oil content of the PR46X75 hybrid was 48.83% and the Erebus variety — 46.35%, and provided an increase in fat content within the range of 2.12 and 2.74%. In the formation of rapeseed yield, the microelement factor had the greatest influence, the share of influence was 58.3%, while in the accumulation of oil in seeds, the variety factor had the predominant influence — 46.3%. The greatest stability is demonstrated by variants using zinc and boron in the formation of yield ($b_i = 0.98-1.04$) and oil content ($b_i = 0.99-1.02$). In general, foliar feeding of spring rapeseed with microelements contributes to an increase in yield in the range of 1.4-14.0% and fat content by 0.5-5.9%.

Keywords: spring rape, variety, hybrid, microelements, yield, oil content, stability, efficiency

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение. В современной политической и экономической ситуации стратегическим приоритетом для российского АПК является повышение импортнезависимости, то есть возможность обеспечения его отечественными семенами высших репродукций сельскохозяйственных культур [1]. В том числе, и при выращивании масличных культур (рапса, подсолнечника, сои и других), особенно учитывая высокую зависимость от использования импортного семенного материала, сегодня предпочтение все больше уделяется развитию отечественной селекции и разработке технологических аспектов их возделывания [2, 3].

Как писала В.А. Гулидова: «Рапс — высокомаржинальная культура России широких потен-

циальных возможностей, и за ней будущее» [4]. Рапс занимает одно из ведущих мест в мировом сельскохозяйственном производстве масличного сырья [5, 6]. Россия значительно отстает по масштабам освоения культуры рапса от ведущих стран мира, на ее долю приходится лишь 2% от мировых посевов, что явно недостаточно для полного удовлетворения потребности в рапсовом масле и растительном белке [7, 8].

Рапс обладает рядом хозяйственных ценных свойств, которые характеризуют и определяют спектр его применения в различных направлениях: 1) в пищевой отрасли — содержание 35-50% низкоэрукового масла [4, 9]; 2) в технической — получение из него возобновляемого биотоплива [5, 7]; 3) в кормопроизводстве —

на зеленый корм, сенаж, силос, жмых [10, 11]; 4) в экологическом земледелии — как фитосанитар почв [6, 12].

Это во многом объясняет возрастающий к рапсу интерес, как в научных, так и в производственных структурах, и наблюдается положительная тенденция увеличения спроса на его маслосемена, обеспечение которыми, в первую очередь, зависит от урожайности культуры [13, 14].

Для реализации высокого потенциала новых высокоинтенсивных сортов рапса важно совершенствование агротехники их возделывания. И перспективным направлением решения данной задачи является применение в технологии их выращивания фоллиарной подкормки с использованием макро- и микроэлементов [15, 16].



По данным многих научных исследований, рапс отличается высокой требовательностью к питательным элементам [9, 14, 17], и поэтому становится достаточно популярным и актуальным применение инновационных приемов возделывания с внедрением современных микроэлементных препаратов. Однако эффективность их зависит, в первую очередь, от почвенно-климатических условий региона возделывания и от сортовых и биологических особенностей культуры.

Цель исследований — оценить влияние некорневой подкормки микроэлементами на урожайность и масличность новых сортов рапса ярового применительно к почвенно-климатическим ресурсам лесостепи Среднего Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в течение 2023-2025 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК ОП Пензенский НИИСХ, согласно Методике агротехнических исследований, в опытах с основными полевыми культурами [18]. Объектами исследований являлись гибрид ярового рапса ПР46Х75 (Пионер) и сорт Эребус (ВНИИМК, г. Краснодар). Опыт заключался в проведении некорневой подкормки растений рапса комплексом микроэлементов. Схема опыта двухфакторная, включала следующие варианты: фактор А — сорт: 1 — ПР46Х75, 2 — Эребус; фактор В — микроэлементы: 1 — контроль (без обработки), 2 — Бор, 3 — Цинк, 4 — Сера, 5 — Марганец, 6 — Молибден. Опрыскивание растений проводили в фазе стеблевания ранцевым опрыскивателем, норма расхода препаратов составила 0,5 л/га, рабочей жидкости — 200 л/га. Посев рапса ярового проводили в 1 декаде мая, рядовым способом, норма высева составляла 2,0 млн всхожих семян/га. Площадь опытной деланки 10 м², повторность — трехкратная. Элементы входили в состав жидкого микроудобрения Микрополидок с основной долей изучаемого микроэлемента и усиленное азотом и аминокислотами.

Микрополидок Бор — содержит 150 г/л бора (В), устраняет дефицит бора, стимулирует рост и развитие растений, повышает устойчивость к стрессовым факторам, увеличивает урожайность и качество продукции. Микрополидок Цинк — содержание цинка (Zn) составляет 120 г/л, усиливает образование в листьях хлорофилла и его фотосинтетическую деятельность, повышает урожайность культур и качество сельскохозяйственной продукции. Микрополидок моно Марганец (Mn=140 г/л) — способствует быстрому восстановлению ростовых процессов после стрессовых факторов (засуха, заморозки, механические повреждения, обработка пестицидами, переувлажненность и т.д.). Микрополидок моно Сера (S=140 г/л) — способствует повышению клейковины в зерновых культурах и содержания масла у масличных культур. Микрополидок Молибден (Mo=85 г/л) — содержит молибден в виде активного комплекса с фосфором и азотом, что способствует его лучшему усвоению и перемещению по растению, повышает устойчивость растений к болезням и стрессам.

Климатические показатели в годы исследований отличались контрастностью. Гидротермические условия в 2023 г. отличались более благоприятными условиями для роста и развития рапса, ГТК составлял 0,98. В 2024 г. условия вегетации характеризовались как засушливые, гидротермический коэффициент составил 0,48. В 2025 г. было отмечено избыточное увлажнение, за период от всходов до спелости выпало осадков в сумме 253 мм, ГТК составил 1,35.

Результаты исследований. Результаты исследований, в среднем за 2023-2025 гг. показали, что фолиарная подкормка микроэлементами препаратами оказывает положительное, статистически достоверное влияние как на формирование урожайности, так и на процесс маслонакопления в семенах рапса ярового.

Наибольшая урожайность сорта Эребус отмечена в варианте с применением бора, которая составила 2,21 т/га и существенно превышала контрольный вариант (на 0,31 т/га), что значительно выше величины НСР₀₅ (0,08) для фактора В (табл. 1).

Следует отметить, что вариант с применением цинка, где урожайность сорта составила 2,19 т/га, не существенно отличался от варианта с использованием бора, отклонение составило всего 0,02 т/га, но при этом также достоверно был выше контрольного варианта (на 0,29 т/га).

При обработке растений гибрида ПР46Х75 микроэлементы также положительно влияли на его продуктивность. Здесь максимальная урожайность была достигнута в вариантах с применением бора и цинка и достигала, соответственно, 2,22 и 2,21 т/га, при 2,06 т/га в варианте без обработки.

Меньшая прибавка урожая отмечена в варианте с некорневой обработкой молибденом, как при использовании его на сорте Эребус, так и на гибриде ПР46Х75, где урожайность составила 2,03 и 2,09 т/га соответственно.

В целом некорневая обработка растений рапса микроэлементами способствовала увеличению семенной продуктивности и сорта Эребус, и гибрида ПР46Х75. Разница относительно варианта без обработки составила: у сорта Эребус — 0,13-0,31 т/га; у гибрида ПР46Х75 — 0,03-0,16 т/га. Следует отметить, что сорт Эребус более отзывчив на применение микроэлементов. Несмотря на то, что сортовая урожайность (вариант без обработки) была значительно ниже урожайности гибрида на 0,16 т/га, при использовании некорневой подкормки прибавка урожая оказалась выше, чем у ПР46Х75.

Сравнительный анализ эффективности факторов показывает, что фактор В (микроэлемент) оказал более существенное влияние на урожайность рапса: разница между средними максимальным и минимальным значениями составила 0,16 т/га, при НСР — 0,08. Эффект влияния фактора А (сорт) был менее выраженным

и статистически не значимым, разница между средними по фактору составила всего 0,05 т/га, что было на уровне значения НСР.

Масличность рапса варьировала от 44,17 до 46,35% у сорта Эребус и от 46,95 до 48,83% у гибрида, при 43,61 и 46,71% в вариантах без обработки. Наиболее интенсивное маслонакопление отмечено в варианте с листовой обработкой серой, где масличность гибрида ПР46Х75 составила 48,83%, сорта Эребус — 46,35%. Прибавка по сравнению с контролем составила, соответственно, 2,12 и 2,74%, относительно других вариантов разница составила 0,40-1,88 и 0,18-2,18%.

Также высокая масличность у сорта Эребус отмечена при обработке молибденом (46,17%), которая не существенно отличалась от варианта с серой (на 0,18%) и достоверно увеличивалась по сравнению с контролем (на 2,56%).

У гибрида при использовании цинка масличность составила 48,43%, что существенно превышает величину контрольного варианта — на 1,72% и не существенно отличается от показателей в варианте с серой — на 0,40%, что было статистически незначимо.

Наиболее отзывчивым на подкормку микроэлементами по маслонакоплению был сорт Эребус, процент масличности здесь увеличивался на 0,56-2,74%. Тогда как у гибрида уровень содержания жира в семенах повышался на 0,24-2,12% относительно контроля, что на 0,32-0,62% было ниже прибавки у сорта Эребус.

Дисперсионный анализ показал статистически значимое влияние фактора В (микроэлемента) на масличность ярового рапса, хотя его эффект по сравнению с фактором сорта был ниже. Разница между максимальным и минимальным средним значением масличности по фактору В составила 1,16%, а отклонения между средними по фактору А составили — 2,49% при наименьшей существенной разнице — 0,82 и 1,42% соответственно.

Так, при анализе формирования урожайности рапса выявлено существенное доминирование фактора В (микроэлемент), доля влияния которого составила 58,3%, что свидетельствует о его определяющей роли в формировании урожайности культуры как сорта, так и гибрида. Влияние сорта здесь составило всего 15,5% (рис.).

При накоплении масла в семенах, наоборот, преимущественное влияние оказал фактор А (сорт), уровень его влияния достигал 46,3%.

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа урожайности и масличности рапса ярового в зависимости от микроэлементов
Table 1. Results of the dispersion analysis of yield and oil content of spring rapeseed depending on microelements

Сорт (фактор А)	Препарат (фактор В)	Урожайность, т/га			Масличность, %		
		вариант	фактор А	фактор В	вариант	фактор А	фактор В
Эребус	Контроль	1,90	2,09		43,61	45,21	
	Бор	2,21			44,17		
	Марганец	2,08			45,04		
	Сера	2,11			46,35		
	Цинк	2,19			45,93		
	Молибден	2,03			46,17		
ПР46Х75	Контроль	2,06	2,14	1,98	46,71	47,70	45,16
	Бор	2,22		2,22	47,44		46,80
	Марганец	2,11		2,09	47,83		46,43
	Сера	2,14		2,13	48,83		47,59
	Цинк	2,21		2,20	48,43		47,18
	Молибден	2,09		2,06	46,95		46,56
НСР ₀₅		0,12	0,04	0,08	2,02	1,42	0,82
Взаимодействия АВ		F _φ < F _τ			F _φ < F _τ		



Это обуславливается тем, что, в первую очередь, масличность является генетически закрепленным параметром и зависит от сорта. Конечно, от применения тех или иных приемов возделывания существует возможность увеличения масличности, но в определенных пределах.

Доля влияния используемого микроэлемента (фактор В) на накопление масла составила 19,6%, что говорит о том, что применяемые микроэлементы все-таки повышают генетический потенциал сорта и гибрида при реализации процесса маслонакопления.

Взаимодействие факторов А и В проявилось на уровне 5,4 и 6,7% при формировании урожайности и накоплении масла, указывая на наличие умеренного синергетического эффекта от данного сочетания приемов, что превосходит суммарных эффект каждого элемента в отдельности.

Доля повторений составила 12,7 и 17,2% соответственно, что является приемлемым для полевого опыта и свидетельствует о достаточной точности и стабильности условий проведения исследований и о сравнительно низкой погрешности полученных данных.

Также можно отметить существенный вклад (8,1 и 10,2%) случайных факторов. Это указывает на важность неучтенных параметров, включая гидротермические условия, уровень азотного питания, почвенное плодородие и другие.

В целом полученные результаты позволяют утверждать, что применение микроэлементов выступало в качестве детерминирующего фактора при возделывании рапса, обеспечивая стабильное увеличение урожайности в диапазоне 1,4-14,0% и повышение уровня масличности в пределах от 0,5 до 5,9% (табл. 2).

Наибольшая агрономическая эффективность при формировании урожая отмечена в вариантах с некорневой подкормкой сорта Эребус цинком и бором, которая составила соответственно 13,2 и 14,0%.

При этом необходимо отметить, что применение бора на гибриде ПР46Х75 также способствовало интенсификации формирования урожая рапса, позволяя повысить данный показатель в среднем на 7,2%.

При формировании качества семян рапса, а именно в процессе накопления масла, наибольший агрономический эффект (5,9%) отмечен в варианте с использованием серы у сорта Эребус.

Наиболее низкая эффективность наблюдалась в вариантах с обработкой молибденом (6,4%) и марганцем (1,3%) у сорта Эребус при формировании урожая и масличности соответственно. У гибрида минимальный эффект отмечен при использовании молибдена, уровень которого составил 1,4 и 0,5% соответственно.

Другим, не менее важным показателем при изучении влияния различных агротехнических

приемов, является оценка не только их эффективности, но и стабильности действия в изменяющихся условиях среды. Для этого применяется коэффициент регрессии (b_i), который позволяет охарактеризовать как устойчивость, так и специфическую адаптивность генотипов или технологических вариантов и показывает, насколько отклик конкретного варианта соответствует изменению условий среды [19]. Оценка устойчивости влияния различных микроэлементов на стабильность урожайности рапса показала, что коэффициент регрессии варьировал в диапазоне от 0,87 до 1,16, что указывает на различный уровень адаптивности и отзывчивости изучаемых вариантов (табл. 2).

Наибольшей стабильностью характеризуются варианты с применением цинка и бора, как при формировании семенной продуктивности ($b_i=0,98-1,03$) и ($b_i=1,01-1,04$), так и при формировании качества ($b_i=0,99-1,01$) и ($b_i=0,99$ и $1,02$) у сорта и гибрида рапса. Это свидетельствует о том, что данные комбинации факторов показывают устойчивую реакцию, слабо зависящую от изменений внешних условий.

Варианты с использованием марганца и серы, которые имеют $b_i > 1$ (1,05-1,16 и 1,10-1,11) характеризуются как адаптивные к благоприятным условиям. Например, комбинация Эребус + марганец, имеющая максимальный коэффициент 1,16, дает значительное увеличение урожайности при улучшении условий среды. Аналогичная тенденция наблюдается в варианте при сочетании гибрида ПР46Х75 + марганец ($b_i=1,11$), где при благоприятных условиях масличность гибрида увеличивается до максимального значения.

Варианты с пониженными значениями коэффициента ($b_i < 1$), такие как сорт + молибден (0,94-0,95) и гибрид + молибден (0,87-0,96), проявляют себя лучше в неблагоприятных условиях, где их относительная результативность оказывается выше.

Заключение. Таким образом, некорневая подкормка рапса ярового микроэлементами способствует увеличению урожайности в диапазоне 1,4-14,0% и качественных показателей маслосемян на 0,5-5,9%.

Наибольшая урожайность сорта Эребус отмечена в варианте с применением бора, которая составила 2,21 т/га и существенно превышала контрольный вариант (на 0,31 т/га). При фоллиарной обработке растений гибрида ПР46Х75 максимальная урожайность была достигнута в вариантах с применением бора и цинка и достигала, соответственно, 2,22 и 2,21 т/га. Наиболее интенсивное маслонакопление отмечено в вариантах с листовой обработкой серой, где масличность гибрида ПР46Х75 составила 48,83%, сорта Эребус — 46,35%, что обеспечивало прибавку содержания жира в пределах 2,12 и 2,74%.

При формировании урожайности рапса наибольшее влияние оказал фактор В (микроэлемент), доля влияния которого составила 58,3%, при накоплении масла в семенах преимущественное влияние оказал фактор А (сорт) — 46,3%.

Следует отметить, что сорт Эребус более отзывчив на применение микроэлементов, использование которых значительно повышает генетический потенциал сорта в формировании конечной продуктивности. Это дает возможность использовать современные сорта в качестве замены иностранным гибридам без потери урожайности при сравнительно низких затратах.

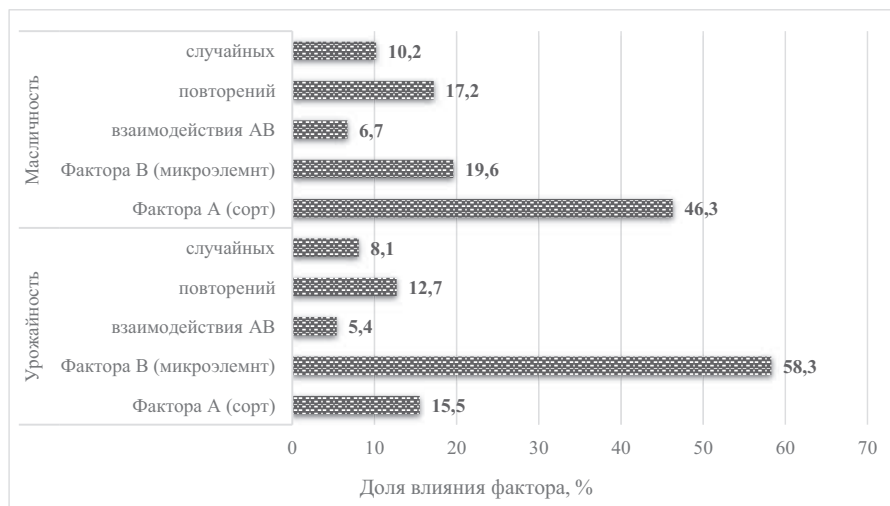


Рисунок. Доля влияния факторов на продуктивность рапса ярового
Figure. The share of influence of factors on the productivity of spring rapeseed

Таблица 2. Оценка агрономической эффективности и адаптивности изучаемых вариантов
Table 2. Evaluation of agronomic efficiency and adaptability of the studied options

Сорт (фактор А)	Микроэлемент (фактор В)	Эффективность, %		Коэффициент регрессии, b_i	
		по урожайности	по масличности	по урожайности	по масличности
Эребус	Контроль	-	-	0,91	0,92
	Бор	14,0	1,3	1,16	1,02
	Марганец	8,6	3,2	0,98	1,05
	Сера	9,9	5,9	0,96	1,10
	Цинк	13,2	5,0	1,10	0,99
	Молибден	6,4	5,5	1,02	1,01
ПР46Х75	Контроль	-	-	0,93	0,92
	Бор	7,2	1,5	1,13	1,01
	Марганец	2,4	2,3	1,04	1,11
	Сера	3,7	4,3	0,97	0,99
	Цинк	6,8	3,6	1,07	1,08
	Молибден	1,4	0,5	0,97	0,96



Список источников

1. Серков В.А., Кабунина И.В., Ростовцев Р.А. Использование сортов отечественной селекции в коноплеводстве Российской Федерации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (397). С. 90-93. doi: 10.55186/25876740_2024_67_1_90

2. Прахова Т.Я. Оценка адаптивности сортов и гибридов рапса в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Пермский аграрный вестник. 2024. № 2 (46). С. 68-76. doi: 10.47737/2307-2873_2024_46_68

3. Лебедев Д.В., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Дубровина О.А. Агробиологическая эффективность выращивания подсолнечника и ярового рапса с применением гербицидов имидазолиновой группы // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2024. № 2 (71). С. 94-101. doi: 10.31677/2072-6724-2024-71-2-94-101

4. Гулидова В.А. Жирнокислотный состав масла озимого и ярового рапса в условиях Липецкой области // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 4 (34). С. 30-35. doi: 10.24888/2541-7835-2024-34-4-30-35

5. Sachan, D.S., Naimuddin, S.K., Patra, D., Subha, L., Senthilkumar, T., Chittibomma, K., Khan, N., Prasad, S.V.B. (2024). Advancements in Enhancing Oil Quality in Rapeseed and Mustard: A Comprehensive Review. *Journal of Experimental Agriculture International*, no. 5 (46), pp. 181-193. doi: 10.9734/jeai/2024/v46i52369

6. Васильев А.Н., Богатырева А.С., Акманаев Э.Д. Влияние приемов предпосевной обработки почвы на урожайность ярового рапса в Среднем Предуралье // Пермский аграрный вестник. 2025. № 1 (49). С. 31-37. doi: 10.47737/2307-2873_2025_49_31

7. Постовалов А.А. Продуктивность, масличность и жирнокислотный состав различных сортов ярового рапса в Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 3-13.

8. Зубкова Т.В., Мухина М.Т., Виноградов Д.В. Особенности применения микроудобрений в агроценозах ярового рапса // Плодородие. 2023. № 3 (132). С. 44-48. doi: 10.25680/519948603.2023.132.11

9. Лукомец В.М., Савенков В.П., Бушнев А.С. Оптимизация применения удобрений под яровой рапс в лесостепи Центрального федерального округа России // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2025. № 6. С. 1332-1341. doi: 10.30766/2072-9081.2025.26.6.1332-1341

10. Manentzos, A.N., Pahl, A.M.C., Melloh, P., Martin, E.A., Leybourne, D.J. (2024). Low prevalence of secondary endosymbionts in aphids sampled from rapeseed crops in Germany. *Bulletin of Entomological Research*, no. 2 (114), pp. 254-259. doi: 10.1017/S0007485324000063

11. Вафина Э.Ф., Мазунина Н.И., Мильчакова А.В. Влияние минеральных удобрений на формирование урожайности семян ярового рапса в условиях Среднего Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (87). С. 85-90.

12. Чебатарева А.П., Жаркова С.В., Чебатарева М.В., Шпагин Н.А. Комплексная оценка хозяйственно-ценных признаков перспективных сортов и линий ярового рапса в условиях юга Западной Сибири // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2025. № 1 (243). С. 10-18. doi: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-10-18

13. Ломонос О.Л., Ломонос М.М. Анализ приемов увеличения производства маслосемян рапса и их экологическая составляющая // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2025. № 1. С. 67-76. doi: 10.46646/2521-683X/2025-1-67-76

14. Баматов И.М., Даудов И.Л. Оценка применения стимуляторов роста и минеральных удобрений при возделывании ярового рапса // Аграрная Россия. 2025. № 4. С. 39-43. doi: 10.30906/1999-5636-2025-4-39-43

15. Поликарпов А.С., Гаспарян И.Н. Динамика разрушения инсектицидного препарата в растениях яро-

вого рапса при применении с бором и молибденом // Плодородие. 2025. № 2 (143). С. 54-58. doi: 10.25680/519948603.2025.143.12

16. Шлеева М.Ю. Влияние внекорневых обработок микроудобрениями на элементы структуры и урожайность рапса сорта Риф в условиях лесостепи ЦЧР // Агропромышленные технологии Центральной России. 2019. № 3 (13). С. 55-62. doi: 10.24888/2541-7835-2019-13-55-62

17. Kalantar Ahmadi, S.A., Eyni-Nargeseh, H. (2023). Foliar Application of Growth Regulators Mitigates Harmful Effects of Drought Stress and Improves Seed Yield and Oil Quality of Rapeseed (*Brassica napus* L.). *Gesunde Pflanzen*, no. 6 (75), pp. 2449-2462. doi: 10.1007/s10343-023-00907-3

18. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Семеренко С.А. Методика агротехнических исследований в опытах с основными полевыми культурами. Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. 538 с.

19. Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, no. 1 (6), pp. 36-40.

References

1. Serkov, V.A., Kabunina, I.V., Rostovtsev, R.A. (2024). *Ispol'zovanie sortov otechestvennoi seleksii v konoplevodstve Rossiiskoi Federatsii* [Use of domestically bred varieties in hemp cultivation in the Russian Federation]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (397), pp. 90-93. doi: 10.55186/25876740_2024_67_1_90

2. Prakhova, T.Ya. (2024). *Otsenka adaptivnosti sortov i gibridov rapsa v usloviyakh lesostepnoi zony Srednego Povolzh'ya* [Evaluation of the adaptability of rapeseed varieties and hybrids in the forest-steppe zone of the Middle Volga region]. *Permskii agrarnyi vestnik* [Perm agrarian journal], no. 2 (46), pp. 68-76. doi: 10.47737/2307-2873_2024_46_68

3. Lebedev, D.V., Zubkova, T.V., Vinogradov, D.V., Dubrovina, O.A. (2024). *Agronombicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya podsolnechnika i yarovogo rapsa s primeneniem gerbitsidov imidazolionovoi gruppy* [Agronomic efficiency of growing sunflower and spring rapeseed using imidazolionone herbicides]. *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)* [Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University)], no. 2 (71), pp. 94-101. doi: 10.31677/2072-6724-2024-71-2-94-101

4. Gulidova, V.A. (2024). *Zhirnokislnotnyi sostav masla ozimogo i yarovogo rapsa v usloviyakh Lipetskoi oblasti* [Fatty acid composition of winter and spring rapeseed oil in the Lipetsk region]. *Agropromyshlennye tekhnologii Tsentral'noi Rossii* [Agro-industrial technologies of Central Russia], no. 4 (34), pp. 30-35. doi: 10.24888/2541-7835-2024-34-4-30-35

5. Sachan, D.S., Naimuddin, S.K., Patra, D., Subha, L., Senthilkumar, T., Chittibomma, K., Khan, N., Prasad, S.V.B. (2024). Advancements in Enhancing Oil Quality in Rapeseed and Mustard: A Comprehensive Review. *Journal of Experimental Agriculture International*, no. 5 (46), pp. 181-193. doi: 10.9734/jeai/2024/v46i52369

6. Vasilev, A.N., Bogatyreva, A.S., Akmanayev, E.D. (2025). *Vliyaniye priemov predposevnoi obrabotki pochvy na urozhainost' yarovogo rapsa v Srednem Predural'e* [The influence of pre-sowing tillage techniques on the yield of spring rapeseed in the Middle Urals]. *Permskii agrarnyi vestnik* [Perm agrarian journal], no. 1 (49), pp. 31-37. doi: 10.47737/2307-2873_2025_49_31

7. Postovalov, A.A. (2024). *Produktivnost', maslichnost' i zhirnokislnotnyi sostav razlichnykh sortov yarovogo rapsa v Kurganskoi oblasti* [Productivity, oil content and fatty acid composition of different varieties of spring rape in the Kurgan State Agricultural Academy], no. 1 (49), pp. 3-13.

8. Zubkova, T.V., Mukhina, M.T., Vinogradov, D.V. (2023). *Osobennosti primeneniya mikroudobrenii v agrotsenozakh yarovogo rapsa* [Features of the use of microfertilizers in agrocenoses of spring rape]. *Plodorodie* [Fertility], no. 3 (132), pp. 44-48. doi: 10.25680/519948603.2023.132.11

9. Lukomets, V.M., Savenkov, V.P., Bushnev, A.S. (2025). *Optimizatsiya primeneniya udobrenii pod yarovoi rapso v lesostepi Tsentral'nogo federal'nogo okruga Rossii* [Optimization of fertilizer application for spring rape in the forest-steppe of the Central Federal District of Russia]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 6, pp. 1332-1341. doi: 10.30766/2072-9081.2025.26.6.1332-1341

10. Manentzos, A.N., Pahl, A.M.C., Melloh, P., Martin, E.A., Leybourne, D.J. (2024). *Low prevalence of secondary endosymbionts in aphids sampled from rapeseed crops in Germany*. *Bulletin of Entomological Research*, no. 2 (114), pp. 254-259. doi: 10.1017/S0007485324000063

11. Vafina, E.F., Mazunina, N.I., Mil'chakova, A.V. (2021). *Vliyaniye mineral'nykh udobrenii na formirovaniye urozhainosti semyan yarovogo rapsa v usloviyakh Srednego Predural'ya* [The influence of mineral fertilizers on the formation of spring rapeseed yield in the conditions of the Middle Urals]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], no. 1 (87), pp. 85-90.

12. Chebatayev, A.P., Zharkova, S.V., Chebatayeva, M.V., Shpagin, N.A. (2025). *Kompleksnaya otsenka khozyaistvenno-tsennykh priznakov perspektivnykh sortov i linii yarovogo rapsa v usloviyakh yuga Zapadnoi Sibiri* [Comprehensive assessment of economically valuable traits of promising varieties and lines of spring rapeseed in the conditions of the south of Western Siberia]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], no. 1 (243), pp. 10-18. doi: 10.53083/1996-4277-2025-243-1-10-18

13. Lomonos, O.L., Lomonos, M.M. (2025). *Analiz priemov uvelicheniya proizvodstva maslosemyan rapsa i ikh ehkologicheskaya sostavlyayushchaya* [Analysis of methods for increasing the production of rapeseed oilseeds and their environmental component]. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ehkologiya* [Journal of the Belarusian State University. Ecology], no. 1, pp. 67-76. doi: 10.46646/2521-683X/2025-1-67-76

14. Bamatov, I.M., Daudov, I.L. (2025). *Otsenka primeneniya stimulyatorov rosta i mineral'nykh udobrenii pri vozdel'nyanii yarovogo rapsa* [Evaluation of the use of growth stimulants and mineral fertilizers in the cultivation of spring rape]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], no. 4, pp. 39-43. doi: 10.30906/1999-5636-2025-4-39-43

15. Polikarpov, A.S., Gasparyan, I.N. (2025). *Dinamika razrusheniya insektitsidnogo preparata v rasteniyyakh yarovogo rapsa pri primeneni s borom i molibdenom* [Dynamics of destruction of an insecticidal preparation in spring rape plants when used with boron and molybdenum]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2 (143), pp. 54-58. doi: 10.25680/519948603.2025.143.12

16. Shleeva, M.Yu. (2019). *Vliyaniye vnekornevnykh obrabotok mikroudobreniyami na ehlementy struktury i urozhainost' rapsa sorta Rif v usloviyakh lesostepi TSCHR* [The effect of foliar treatments with micro fertilizers on the structural elements and yield of rapeseed of the Rif variety in the conditions of the forest steppe of the Central-Chernozem District]. *Agropromyshlennye tekhnologii Tsentral'noi Rossii* [Agro-industrial technologies of Central Russia], no. 3 (13), pp. 55-62. doi: 10.24888/2541-7835-2019-13-55-62

17. Kalantar Ahmadi, S.A., Eyni-Nargeseh, H. (2023). *Foliar Application of Growth Regulators Mitigates Harmful Effects of Drought Stress and Improves Seed Yield and Oil Quality of Rapeseed (Brassica napus L.)*. *Gesunde Pflanzen*, no. 6 (75), pp. 2449-2462. doi: 10.1007/s10343-023-00907-3

18. Lukomets, V.M., Tishkov, N.M., Semerenko, S.A. (2022). *Metodika agrotekhnicheskikh issledovaniy v opytakh s osnovnymi polevymi kul'turami* [Methodology of agrotechnical research in experiments with the main field crops]. *Krasnodar, Prosveshchenie-Yug Publ.*, 538 p.

19. Eberhart, S.A., Russel, W.A. (1966). *Stability parameters for comparing varieties*. *Crop Sci.*, no. 1 (6), pp. 36-40.

Информация об авторах:

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией интродукции редких масличных культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, Scopus ID: 57212197990, Researcher ID: AAB-4388-2021, SPIN-код: 7077-3294, prakhova.tanya@yandex.ru

Костин Юрий Викторович, аспирант, лаборатория интродукции редких масличных культур, k0stin83@yandex.ru

Information about the authors:

Tatyana Ya. Prakhova, doctor of agricultural sciences, chief researcher, head of the laboratory of introduction of rare oil crops, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, Scopus ID: 57212197990, Researcher ID: AAB-4388-2021, SPIN-code: 7077-3294, prakhova.tanya@yandex.ru

Yuri V. Kostin, graduate student, laboratory of introduction of rare oil crops, k0stin83@yandex.ru

