



Научная статья

УДК 633.853.494:631.811

doi: 10.55186/25876740\_2026\_69\_1\_84

## ОЦЕНКА УРОЖАЙНОГО ПОТЕНЦИАЛА И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАПСА ПОД ВЛИЯНИЕМ МИКРОУДОБРЕНИЙ

Т.Я. Прахова, А.Г. Саджая

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценки влияния микроудобрений на урожайные и качественные показатели рапса ярового. Исследования проводили в течение 2023-2024 гг. в двух регионах: на опытном поле Пензенского НИИСХ (Лунино, Пензенская область) и ООО «Можары» (Рязанская область). Объектом исследований являлся гибрид ярового рапса ПР46Х75 (Пионер). Опыт заключался в проведении некорневой подкормки растений рапса комплексными микроэlementными удобрениями. Климатические условия регионов в годы проведения исследований отличались контрастностью. В период вегетации рапса в 2024 г. условия характеризовались как засушливые, ГТК составил 0,48 ед. в Пензенской области и 0,55 ед. — в Рязанской области. Гидротермические условия в 2023 г. были более благоприятными, ГТК составил 0,98 и 1,05 ед. Листовая обработка культуры способствовала увеличению продуктивности гибрида ПР46Х75, где прибавка урожая относительно контроля составила 0,10-0,24 т/га. Наиболее эффективным был препарат Микрополидок Плюс, где продуктивность гибрида ПР46Х75 составила 2,19 т/га, что на 0,24 т/га превышало контрольный вариант. Меньшая, но достоверная прибавка урожая отмечена в варианте с некорневой обработкой удобрением Полидон Аминоно (0,10 т/га). Максимальное число семян в стручке (27,5 шт.), семенная продуктивность растения (3,38 г) и масса 1000 семян (4,82 г) выявлены в варианте с некорневой подкормкой микроудобрением Микрополидок Плюс. Наиболее высокий показатель масличности отмечен в вариантах с применением удобрений Полидон Амино (44,6%) и Микрополидок Плюс (44,8%), что существенно (на 1,9-2,1%) превышал вариант без обработки. Основную долю жирнокислотного состава маслосемян рапса составляет олеиновая кислота, процент которой по вариантам варьировал от 64,28 (Полишанс) до 66,91% (Полидон Амино). При использовании удобрения Микрополидок Плюс отмечено увеличение содержания линолевой и линоленовой кислот (до 19,76 и 8,07%) и снижению эруковой кислоты до 0,18%.

**Ключевые слова:** рапс яровой, микроудобрения, урожайность, масличность, структура урожая, жирнокислотный состав

**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

## ASSESSMENT OF CROP YIELD POTENTIAL AND QUALITY INDICATORS OF RAPESEED UNDER THE INFLUENCE OF MICROFERTILIZERS

T.Ya. Prakhova, A.G. Sadzhaya

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

**Abstract.** The article presents the results of assessing the influence of microfertilizers on the yield and quality indicators of spring rape. The research was conducted during 2023-2024 in two regions: on the experimental field of the Penza Research Institute of Agriculture (Lunino, Penza region) and OOO Mozharly (Ryazan region). The object of the research was the spring rape hybrid PR46X75 (Pioneer). The experiment consisted of foliar feeding of rapeseed plants with complex microelement fertilizers. The climatic conditions of the regions during the years of the research were contrasting. During the rapeseed vegetation period in 2024, conditions were characterized as dry, the GTC was 0.48 units in the Penza region and 0.55 in the Ryazan region. Hydrothermal conditions in 2023 were more favorable, the hydrothermal coefficient was 0.98 and 1.05 units. Foliar treatment of the crop contributed to an increase in the productivity of the PR46X75 hybrid, where the yield increase relative to the control amounted to 0.10-0.24 t/ha. The most effective preparation was Micropolidoc Plus, where the productivity of the PR46X75 hybrid was 2.19 t/ha, which was 0.24 t/ha higher than the control variant. A smaller but reliable increase in yield was noted in the variant with foliar treatment with the Polidon Aminno fertilizer (0.10 t/ha). The maximum number of seeds in a pod (27.5 pieces), seed productivity of the plant (3.38 g) and the weight of 1000 seeds (4.82 g) were found in the variant with foliar feeding with the microfertilizer Micropolidoc Plus. The highest oil content was noted in the variants with the use of Polidon Amino (44.6%) and Micropolidoc Plus (44.8%) fertilizers, which significantly (by 1.9-2.1%) exceeded the variant without treatment. The main share of the fatty acid composition of rapeseed oilseeds is oleic acid, the percentage of which varied across variants from 64.28 (Polishance) to 66.91% (Polydon Amino). When using Micropolidoc Plus fertilizer, an increase in the content of linoleic and linolenic acids (up to 19.76 and 8.07%) and a decrease in erucic acid to 0.18% were noted.

**Keywords:** spring rape, microfertilizers, yield, oil content, yield structure, fatty acid composition

**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.** Рапс — это достаточно старая масличная культура, возделывание которого приобретает в последние годы стратегическое значение из-за широкого спектра его использования: получение из него возобновляемого технического сырья [1, 2]; содержание 35-50%

низкоэрукового масла позволяет использовать его в пищевой промышленности [3, 4]; как кормовая культура на зеленый корм, сенаж, силос, и его вторичные продукты жмых и шрот [5, 6]; для агроэкологического равновесия и улучшения фитосанитарной обстановки [8, 15].

Благодаря высокой пластичности, холодоустойчивости и наличию большого количества сортов и сортообразцов рапс яровой имеет широкий ареал распространения, по масштабам возделывания занимает третье место после таких культур, как подсолнечник и соя. Посевные



площади под рапс за последние годы динамично возрастают и достигают 26-27 млн га в мировом производстве и 2,7 млн га в России от общей площади посевов масличных культур [9, 10].

Но несмотря на это, по имеющимся различным оценкам, урожайность семян рапса, как в целом по стране, так и по отдельным регионам РФ, не достигает высоких значений, что связано, в первую очередь, с подбором адаптированных сортов или гибридов и недостаточной изученностью всех элементов технологии их возделывания [11, 12].

По данным многих исследователей, рапс отличается высокой требовательностью к питательным элементам [13, 14], и поэтому в последнее время достаточно популярным и перспективным становится использование различных микроудобрений и регуляторов роста в технологии его возделывания [15, 16, 17].

Современные микроэлементные препараты позволяют не только обеспечивать питательными веществами растения, но и контролировать ростовые процессы, увеличивать устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды, повышать устойчивость растений к антидепрессивному воздействию на них применяемых пестицидов [15, 18], в целом повышать урожайность семян [13, 19], а также качественные показатели урожая [16, 20]. Однако эффективность их зависит, в первую очередь, от почвенно-климатических условий региона возделывания и от сортовых и биологических особенностей культуры.

**Цель исследований** — оценить влияние микроудобрений в качестве листовой подкормки на урожайные и качественные показатели рапса ярового, позволяющие достаточно полно реализовать генетический потенциал культуры и максимально использовать почвенно-климатические ресурсы региона.

**Методика исследований.** Исследования проводили в течение 2023-2024 гг. в двух регионах: на опытном поле ФГБУ ФНЦ ЛК ОП Пензенский НИИСХ (Пензенская область) и на полях ООО «Можары» (Рязанская область), согласно существующим методическим рекомендациям [21]. Объектом исследований являлся гибрид ярового рапса ПР46Х75 (Пионер). Опыт заключался в проведении некорневой подкормки растений рапса комплексными микроэлементными удобрениями. Схема опыта включала следующие варианты: 1 — контроль (без обработки); 2 — Полидон Амино (1,0 л/га); 3 — Полишанс (0,5 л/га); 4 — Микрополидок Плюс (0,5 л/га).

Посев рапса ярового проводили в 1 декаде мая, рядовым способом, норма высева составляла 2,0 млн всхожих семян/га. Площадь опытной делянки 20 м<sup>2</sup>, повторность — трехкратная. Опрыскивание проводили в фазе «начало бутонизации» рапса ранцевым опрыскивателем, расход рабочей жидкости из расчета 200 л/га.

Полидон Амино — эффективное органоминеральное удобрение, содержащее в своем составе макро-, мезо- и микроэлементы в количестве от 0,05 до 50,0 г/л.

Микрополидок Плюс — удобрение в хелатной форме содержит смесь макроэлементов (азот — 200 г/л, фосфор — 120 г/л, калий — 100 г/л) и микроэлементов (сера — 1,5 г/л, железо — 1,1 г/л, медь — 0,21 г/л, цинк — 0,2 г/л, бор — 0,1 г/л, магний — 1,1 г/л), а также ценные

аминокислоты, которые стимулируют в растении все комплексы ростовых процессов.

Полишанс — органоминеральное удобрение в хелатной форме, в состав действующего вещества которого входят макро- и микроэлементы (4-90 г/л), экстракт морских водорослей (180 г/л), альгиновая кислота (14 г/л).

Особенности данных препаратов состоят в том, что они быстро восполняют дефицит питательных элементов, повышают устойчивость растений к абиотическим и биотическим факторам, увеличивают количество и качество урожая.

Климатические условия регионов проведения исследований практически идентичны. Годовая сумма эффективных температур составляет 2200-2300°С (Рязанская область) и 2100-2300°С (Пензенская область), сумма осадков варьирует в пределах от 450 до 550 мм (табл. 1).

Годы исследований отличались контрастностью гидротермических условий, при этом данная тенденция отмечалась в обоих регионах. В период вегетации рапса в 2024 г. была отмечена низкая влагообеспеченность и условия характеризовались как засушливые, гидротермический коэффициент составил 0,48 ед. в Пензенской области и 0,55 ед. в Рязанской области. Гидротермические условия в 2023 г. были более благоприятными для роста и развития рапса в обоих регионах исследования, ГТК составил

0,98 и 1,05 ед. При этом среднесуточные температуры в период вегетации рапса отличались невысокими показателями: в 2023 г. температурный оптимум составил 17,8 и 18,3°С, а в 2024 г. значения среднесуточных температур достигали в среднем 18,0 и 19,0°С, соответственно в Рязанской и Пензенской областях.

**Результаты исследований.** При оценке продуктивности рапса ярового были учтены средние значения структурных показателей урожайности за 2 года и в среднем по регионам.

Огромное значение при оценке рапса имеют его урожайные свойства, которые определяются, в первую очередь, элементами структуры урожайности. В результате обработки растений микроэлементными удобрениями показатели структуры урожайности рапса по сравнению с контролем значительно возросли. При этом их варьирование по вариантам было незначительное, которое составило 1,7-7,0%. Максимальное колебание по вариантам отмечено у количества стручков на растении (табл. 2).

Наибольшее число стручков на растении (56,2 шт.) отмечено в варианте с использованием препарата Полидон Амино, что существенно превышало контроль (без обработки) на 7,7 шт.

Максимальное число семян в стручке выявлено в вариантах с некорневой подкормкой микроудобрениями Микрополидок Плюс и Полишанс, где количество семян в одном стручке достигало 27,5 и 27,1 шт. соответственно.

Таблица 1. Климатические условия регионов проведения исследования  
Table 1. Climatic conditions of the study regions

Показатель	Рязанская область	Пензенская область
Тип климата	умеренно-континентальный	умеренно-континентальный
Сумма эффективных температур, °С	2200-2300	2100-2300
Годовая сумма осадков, мм	450-550	450-500
Гидротермический коэффициент	0,9	1,0
Среднесуточная температура самого теплого месяца (июль), °С	+18,8-20,0	+19,1-19,5
Среднесуточная температура самого холодного месяца (январь), °С	-10,5-11,5	-11,3-13,3
Среднегодовая температура, °С	3,9-4,6	4,1-5,2
<b>2023 г.</b>		
Среднесуточная температура, °С	17,8	18,3
Сумма осадков, мм	181,4	172,1
ГТК	1,05	0,98
<b>2024 г.</b>		
Среднесуточная температура, °С	18,0	19,0
Сумма осадков, мм	84,4	82,7
ГТК	0,55	0,48

Таблица 2. Элементы структуры урожая ярового рапса ПР46Х75 в зависимости от некорневой подкормки  
Table 2. Elements of the spring rapeseed yield structure PR46X75 depending on foliar feeding

Вариант	Число стручков на растении, шт.	Число семян в стручке, шт.	Масса семян с 1 растения, г	Масса 1000 семян, г
Контроль	48,5	25,6	2,95	4,65
Микрополидок Плюс	54,8	27,5	3,38	4,82
Полидон Амино	56,2	26,1	3,17	4,83
Полишанс	50,1	27,1	3,05	4,76
V, %	7,0	3,3	5,9	1,7
НСР <sub>05</sub>	3,9	0,9	0,10	0,10



Таблица 3. Продуктивность ярового рапса PR46X75 в зависимости от некорневой подкормки  
Table 3. Productivity of spring rapeseed PR46X75 depending on foliar feeding

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка, ± к контролю	Масличность, %	Прибавка, ± к контролю
Контроль	1,95	-	42,7	-
Микрополидок Плюс	2,19	0,24	44,8	2,1
Полидон Амино	2,05	0,10	44,6	1,9
Полишанс	2,12	0,17	43,8	1,1
V, %	4,9	-	2,2	-
НСР <sub>05</sub>	0,08	-	1,71	-

Таблица 4. Содержание основных жирных кислот в маслосеменах рапса ярового в зависимости от микроудобрений  
Table 4. Content of essential fatty acids in spring rapeseed oilseeds depending on micronutrients

Жирные кислоты	Содержание, %			
	Контроль	Микрополидок Плюс	Полидон Амино	Полишанс
Пальмитиновая	2,73	2,62	2,49	2,97
Стеариновая	1,76	1,65	1,68	1,88
Олеиновая	65,18	64,41	66,91	64,28
Линолевая	19,51	19,76	18,62	19,68
Линоленовая	7,45	8,07	7,10	7,95
Эйкозеновая	1,49	1,67	1,54	1,47
Эруковая	0,21	0,18	0,17	0,25

Следует отметить, что все микроудобрения при применении их в качестве листовой обработки способствовали существенному увеличению семенной продуктивности одного растения на 0,10-0,43 г. Высокого значения масса семян с растения достигала в варианте при обработке препаратом Микрополидок Плюс, которая составила 3,38 г при 2,95 г в контроле, разница составила 0,43 г.

В среднем, за годы и по регионам исследования, масса 1000 семян рапса варьировала в пределах 4,65-4,83 г, изменчивость по вариантам данного признака была незначительной (1,7%). Наиболее крупные семена сформировались в вариантах с применением удобрений Микрополидок Плюс и Полидон Амино, где масса 1000 семян на 0,17 и 0,18 г превышала контрольный вариант.

Эффективность применения микроудобрений определяет, в первую очередь, урожайность культуры. В проведенных нами исследованиях было установлено, что листовая обработка культуры способствовала увеличению продуктивности гибрида PR46X75, где прибавка урожая относительно контроля составила 0,10-0,24 т/га (табл. 3).

Наиболее эффективным был препарат Микрополидок Плюс, где продуктивность гибрида PR46X75 составила 2,19 т/га, что на 0,24 т/га превышало контрольный вариант и на 0,07-0,14 т/га другие варианты. Меньшая, но достоверная прибавка урожая отмечена в варианте с некорневой обработкой удобрением Полидон Амино (0,10 т/га) при наименьшей существенной разнице 0,08 т/га.

Применение микроэлементных препаратов привело к увеличению процента содержания масла в семенах рапса на 1,1-2,1%. Наиболее высокая масличность отмечена в вариантах с применением удобрений Полидон Амино (44,6%) и Микрополидок Плюс (44,8%), прибавка состава

вила 1,9 и 2,1% по сравнению с контрольным вариантом.

Процент олеиновой кислоты существенно не различался и варьировал от 64,28 до 66,91% в зависимости от вариантов, максимум отмечен в варианте с Полидон Амино и минимум — в варианте с Полишансом (табл. 4).

При использовании препарата Полидон Амино выявлено некоторое снижение концентрации линолевой кислоты (на 0,89%). При обработке удобрениями Полишанс и Микрополидок Плюс отмечено увеличение содержания линолевой кислоты до 19,68 и 19,76% по сравнению с контролем. Причем использование последнего стимулирует увеличение концентрации линоленовой кислоты до 8,07%, что было выше относительно других вариантов на 0,12-0,97%.

Кроме этого, использование микроудобрений Микрополидок Плюс и Полидон Амино способствовало относительному снижению эруковой кислоты до 0,18 и 0,17% при 0,21% в контроле.

**Заключение.** Таким образом, некорневая подкормка рапса ярового микроудобрениями способствует увеличению урожайных свойств и качественных показателей маслосемян в условиях Пензенской и Рязанской областей.

При некорневой обработке гибрида ярового рапса PR46X75 наиболее эффективным было микроэлементное удобрение Микрополидок Плюс, использовании которого способствует формированию наибольшей продуктивности семян (2,19 т/га) и обеспечивает прибавку урожая 0,24 т/га относительно контрольного варианта. Это подтверждают и наибольшие показатели элементов структуры урожая, полученные в данном варианте.

Использование препаратов Микрополидок Плюс и Полидон Амино способствовало увеличению уровня маслонакопления семян до 44,6 и 44,8%, прибавка относительно варианта без обработки составила 1,9-2,1%.

## Список источников

1. Поставалов А.А. Продуктивность, масличность и жирнокислотный состав различных сортов ярового рапса в Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2024. № 1 (49). С. 3-13.
2. 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
3. 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.
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. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Сравнительная оценка сортов и гибридов рапса ярового в условиях Западной Сибири // Зерновое хозяйство России. 2024. № 1. С. 55-60. doi: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-55-60
6. Лебедев Д.В., Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Дубровина О.А. Агрономическая 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
7. 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
8. 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
9. Лупова Е.И., Лебедев Д.В. Агроэкологическая оценка применения регулятора роста при возделывании ярового рапса и подсолнечника в южной части Нечерноземной зоны // АгроЭкоИнфо. 2025. № 1. doi: 10.51419/202151123
10. Manentzov, 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. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Применение гуминовых и минеральных удобрений в посевах рапса ярового // International agricultural journal. 2021. № 5. С. 217-228. doi: 10.24412/2588-0209-2021-10368
12. Прахова Т.Я., Четвериков Ф.П., Летучий А.В. Агроэкологическая оценка сортов рапса ярового в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Аграрный научный журнал. 2024. № 3. С. 47-54. doi: 10.28983/asj.y2024i3pp47-54
13. Чернышова О.О., Вахрушева В.В., Прядильщикова Е.Н. Воздействие минеральных удобрений и микробиологического препарата на урожайность и питательность рапса ярового // АгроЗооТехника. 2025. № 1 (8). С. 1-11. doi: 10.15838/alt.2025.8.1.3
14. Ye, X., Gao, Z., Xu, K., Li, B., Ren, T., Li, X. et al. (2023). Photosynthetic plasticity aggravates the susceptibility of magnesium-deficient leaf to high light in rapeseed plants: the importance of rubisco and mesophyll conductance. *The Plant Journal*, no. 2 (117), pp. 483-497. doi: 10.1111/tj.16504



15. Бопп В.Л., Кураченко Н.Л., Халипский А.Н., Ступницкий Д.Н., Коломейцев А.В., Смольникова Я.В. Влияние микроудобрения Ультрамэг Комби для масличных на продукционный потенциал ярового рапса в условиях Красноярской лесостепи // Достижения науки и техники АПК. 2021. № 10. С. 56-60. doi: 10.53859/02352451\_2021\_35\_10\_56

16. 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

17. 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

18. Поликарпов А.С., Гаспарян И.Н. Динамика разрушения инсектицидного препарата в растениях ярового рапса при применении с бором и молибденом // Плодородие. 2025. № 2 (143). С. 54-58. doi: 10.25680/S19948603.2025.143.12

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

20. Засядько С.В., Кадиров С.В. Влияние листовых подкормок микроэлементами на урожайность ярового рапса в ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2022. Т. 15. № 4 (75). С. 20-29. doi: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_4\_20-29

21. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Баранов В.Ф. и др. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 323 с.

References

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

2. 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

3. Vafina, E.H.F., Mazunina, N.I., Mil'chakova, A.V. (2021). Vliyanie mineral'nykh udobrenii na formirovanie urozhainosti semyan yarovogo rapasa 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.

4. Gulidova, V.A. (2024). Zhirkokislotojny sostav masla ozimogo i yarovogo rapasa v usloviyakh Lipetskoj 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. Kuznetsova, G.N., Polyakova, R.S. (2024). Sravnitel'naya otsenka sortov i gibridov rapasa yarovogo v usloviyakh Zapadnoi Sibiri [Comparative assessment of spring rape varieties and hybrids in Western Siberia]. *Zernovoe khozyaistvo Rossii* [Grain economy of Russia], no. 1, pp. 55-60. doi: 10.31367/2079-8725-2024-90-1-55-60

6. Lebedev, D.V., Zubkova, T.V., Vinogradov, D.V., Dubrovina, O.A. (2024). Agronomicheskaya effektivnost' vyrashchivaniya podsolnechnika i yarovogo rapasa s primeneniem gerbitsidov imidazolinonovoi grupy [Agronomic efficiency of growing sunflower and spring rapeseed using imidazolinone 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

7. Lomonos, O.L., Lomonos, M.M. (2025). Analiz priemov uvelicheniya proizvodstva maslosemyan rapasa 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

8. Chebatorev, A.P., Zharkova, S.V., Chebatoreva, M.V., Shpagin, N.A. (2025). Kompleksnaya otsenka khozyaistvenno-tsennykh priznakov perspektivnykh sortov i linii yarovogo rapasa 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

9. Lupova, E.I., Lebedev, D.V. (2025). Agroehkologicheskaya otsenka primeneniya regulatora rosta pri vozdelывanii yarovogo rapasa i podsolnechnika v yuzhnoi chasti Nechernozemnoi zony [Agroecological assessment of the use of a growth regulator in the cultivation of spring rape and sunflower in the southern part of the Non-Chernozem zone]. *AgroEhkoInfo* [AgroEcolInfo], no. 1. doi: 10.51419/202511123

10. Manentzos, A.N., Pahl, A.M.C., Mellor, 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. Kuznetsova, G.N., Polyakova, R.S. (2021). Primeniye guminovykh i mineral'nykh udobrenii v posevakh rapasa yarovogo [Application of humic and mineral fertilizers in spring rape crops]. *International agricultural journal*, no. 5, pp. 217-228. doi: 10.24412/2588-0209-2021-10368

12. Prakhova, T.Ya., Chetverikov, F.P., Letuchii, A.V. (2024). Agroehkologicheskaya otsenka sortov rapasa yarovogo v usloviyakh lesostepi Srednego Povolzh'ya [Agroecological assessment of spring rape varieties in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region]. *Agarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 3, pp. 47-54. doi: 10.28983/asjy2024i3pp47-54

13. Chernyshova, O.O., Vakhrusheva, V.V., Pryadil'shchikova, E.N. (2025). Vozdeistvie mineral'nykh udobrenii i mikro

biologicheskogo preparata na urozhainost' i pitatel'nost' rapasa yarovogo [Impact of mineral fertilizers and microbiological preparation on the yield and nutritional value of spring rape]. *AgroZooTekhnika* [Agricultural and livestock technology], no. 1 (8), pp. 1-11. doi: 10.15838/alt.2025.8.13

14. Ye, X., Gao, Z., Xu, K., Li, B., Ren, T., Li, X. et al. (2023). Photosynthetic plasticity aggravates the susceptibility of magnesium-deficient leaf to high light in rapeseed plants: the importance of rubisco and mesophyll conductance. *The Plant Journal*, no. 2 (117), pp. 483-497. doi: 10.1111/tpj.16504

15. Bopp, V.L., Kurachenko, N.L., Khalipskii, A.N., Stupnitskii, D.N., Kolomeitsev, A.V., Smol'nikova, Ya.V. (2021). Vliyanie mikroudobreniya Ul'tramag Kombi dlya maslichnykh na produktsionnyi potentsial yarovogo rapasa v usloviyakh Krasnoyarskoj lesostepi [Influence of Ul'tramag Kombi microfertilizer for oilseeds on the production potential of spring rapeseed in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], no. 10, pp. 56-60. doi: 10.53859/02352451\_2021\_35\_10\_56

16. 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

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

18. Polikarpov, A.S., Gasparyan, I.N. (2025). Dinamika razrusheniya insektitsidnogo preparata v rasteniyaakh yarovogo rapasa pri primeneni s borom i molibdenom [Dynamics of destruction of an insecticidal preparation in spring rape plants when used with boron and molybdenum]. *Plodородие* [Fertility], no. 2 (143), pp. 54-58. doi: 10.25680/S19948603.2025.143.12

19. Shleeva, M.Yu. (2019). Vliyanie vnekornevnykh obrabotok mikroudobreniyami na ehlementy struktury i urozhainost' rapasa 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

20. Zasyad'ko, S.V., Kadyrov, S.V. (2022). Vliyanie listovykh podkormok mikroehlementami na urozhainost' yarovogo rapasa v TSCHR [The effect of leaf fertilization with trace elements on the yield of spring rapeseed in the Central-Chernozem District]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vestnik of Voronezh State Agrarian University], vol. 15, no. 4 (75), pp. 20-29. doi: 10.53914/issn2071-2243\_2022\_4\_20-29

21. Lukomets, V.M., Tishkov, N.M., Baranov, V.F. i dr. (2010). Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami [Methods of conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. *Krasnodar, All-Russian Scientific Research Institute of Oilseeds*, 323 p.

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

**Саджая Алексей Гонелиевич**, аспирант, лаборатория интродукции редких масличных культур, kffs@mail.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

**Aleksey G. Sadzhaya**, graduate student, laboratory of introduction of rare oil crops, kffs@mail.ru

