



## ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ ГОРЧИЦЫ БЕЛОЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

✉ Прахова Т.Я.<sup>1</sup>, Таишев Н.Р.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр лубяных культур

Пензенская обл., р.п. Лунино, Россия

<sup>2</sup>Пензенский государственный аграрный университет

Пенза, Россия

✉ e-mail: [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

Представлены результаты изучения использования микроудобрений и регуляторов роста для повышения продуктивности и качественных показателей горчицы белой. Исследования проводили в условиях лесостепи Среднего Поволжья в 2019–2021 гг. Применение биологических препаратов оказывало влияние на интенсивность начального роста горчицы. Наибольшие показатели силы роста семян горчицы отмечены на вариантах с Изагри Вита и Мегамиксом, длина проростков существенно превышала контрольный вариант на 0,63–0,97 см. Данные препараты стимулировали увеличение всхожести семян на 2,66–2,98% относительно к контролю (94,68%). Урожайность горчицы в среднем за 3 года составила 1,39–1,59 т/га. Изучаемые препараты способствовали увеличению продуктивности на 0,02–0,20 т/га относительно контрольного варианта. Наиболее эффективными являются Изагри Вита и Агроверм, применение которых позволило получить прибавку урожая горчицы на 0,17–0,20 т/га. Наибольшая маслячность семян отмечена на вариантах с регуляторами роста Альбит (26,70%) и Циркон (26,99%), что было выше контрольного варианта на 1,44 и 1,73%. Морфометрические показатели растений горчицы также изменялись в зависимости от применения стимуляторов роста. Применение Циркона способствовало увеличению высоты растений (до 102,6 см) и образованию наибольшего числа стручков на одном растении (194,1 шт.). Использование Агроверма позволило образованию максимального количества ветвей (10,3 шт.). На вариантах с обработкой Мегамиксом и Гуматом+7 сформировались наиболее крупные семена, масса 1000 семян составила 6,82 и 6,79 г. Все изучаемые препараты способствовали снижению процентной концентрации линоленовой кислоты до 9,56–10,28%. Обработка препаратом Агрика максимально увеличивает содержание эруковой кислоты до 36,20%, препаратом Циркон – олеиновой кислоты до 31,20% и снижает концентрацию линолевой и линоленовых кислот на 8,0 и 1,52%. Применение микроудобрений и регуляторов роста может выступать в качестве приемов повышения продуктивности горчицы белой.

**Ключевые слова:** горчица белая, микроудобрения, регуляторы роста, продуктивность, маслячность, жирнокислотный состав, посевные качества

## METHODS OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF WHITE MUSTARD IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE VOLGA REGION

✉ Prakhova T.Ya.<sup>1</sup>, Taishev N.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center for Bast Fiber Crops

Lunino, Penza Region, Russia

<sup>2</sup>Penza State Agrarian University

Penza, Russia

✉ e-mail: [prakhova.tanya@yandex.ru](mailto:prakhova.tanya@yandex.ru)

The results of the study of the use of microfertilizers and growth regulators to improve productivity and quality indicators of white mustard are presented. The research was conducted in the forest-steppe

conditions of the Middle Volga region in 2019-2021. The use of biological preparations influenced the intensity of initial growth of mustard. The highest rates of mustard seeds growth force were noted in the variants with Izagri Vita and Megamix, the length of the seedlings significantly exceeded the control variant by 0.63-0.97 cm. These preparations stimulated an increase in seed germination by 2.66-2.98% relative to the control (94.68%). Mustard yields averaged 1.39-1.59 t/ha over three years. The studied preparations contributed to an increase in productivity by 0.02-0.20 t/ha with respect to the control variant. The most effective are Izagri Vita and Agroverm, the use of which allowed to get an increase in the mustard yield by 0.17-0.20 t/ha. The highest oil content of seeds was observed in the variants with the growth regulators Albit (26.70%) and Zircon (26.99%), which was higher than the control variant by 1.44 and 1.73%. Morphometric indices of mustard plants also changed depending on the application of the growth stimulants. The application of Zircon contributed to an increase in the plant height (up to 102.6 cm) and the formation of the highest number of pods per plant (194.1 pcs). The use of Agroverm allowed the formation of the maximum number of branches (10.3 pcs). The variants treated with Megamix and Humate +7 formed the largest seeds, the weight of 1,000 seeds was 6.82 and 6.79 g. All of the studied preparations contributed to a decrease in the percentage concentration of the linolenic acid to 9.56-10.28%. Treatment with Agrika maximizes the content of erucic acid to 36.20%, with Zircon - oleic acid to 31.20% and reduces the concentration of linoleic and linolenic acids by 8.0 and 1.52%. The use of microfertilizers and growth regulators can act as methods of increasing the productivity of white mustard.

**Keywords:** white mustard, microfertilizers, growth regulators, productivity, oil content, fatty acid composition, sowing qualities

**Для цитирования:** Прахова Т.Я., Таишев Н.Р. Приемы повышения продуктивности горчицы белой в условиях Среднего Поволжья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2022. Т. 52. № 4. С. 13–20. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-2>

**For citation:** Prakhova T.Ya., Taishev N.R. Methods of increasing the productivity of white mustard in the conditions of the Middle Volga Region. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoy nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2022, vol. 52, no. 4, pp. 13–20. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2022-4-2>

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

#### **Благодарность**

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008).

#### **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 Scientific Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008).

## **ВВЕДЕНИЕ**

Повышение продуктивности сельскохозяйственных культур обеспечивается за счет расширения посевных площадей, разработки оптимальной технологии возделывания, создания новых сортов, характеризующихся устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды [1]. В настоящее время тенденция развития современного сельского хозяйства в направлении биологизации предполагает переход к более экологичным агротехнологиям, которые включают применение безопасных биологических препаратов как фактора, способствующего по-

вышению стрессоустойчивости растений, их продуктивности и эффективности сельскохозяйственного производства в целом [2]. С каждым годом расширяется спектр биопрепаратов различной химической природы (микроудобрений, регуляторов роста), обладающих широким спектром действия и которые находят все большее применение в растениеводческой практике. Их использование, причем в малых дозах, способствует стимулированию ростовых процессов растений и их защиты от абиотических стрессов, повышению плодородия почвы и получению высоких урожаев с меньшими затратами [2, 3].

Есть опыт применения микроудобрений на отдельных сельскохозяйственных культурах, в том числе на зерновых и бобовых [4, 5], льне масличном [6], рапсе [7] и др. [8, 9]. Исследования показывают, что применение микроудобрений и регуляторов роста положительно влияло на адаптационные способности растений, на изменения ростовых процессов, способствовало увеличению активности фотосинтеза, крупности семян, повышению урожайности семян [4, 10]. Применение биологических комплексов не влияло на биометрические показатели растений, но оказывало воздействие на качество продукции и на устойчивость растений к поражению болезнями и повреждению вредителями [3, 11].

Горчица белая (*Sinapis alba*) в настоящее время является одной из наиболее используемых человеком сельскохозяйственных культур, важнейшим источником масличных семян, зеленого корма и зеленого удобрения [12]. Потенциальная продуктивность горчицы достигает 2,0 т/га при содержании в ее семенах до 25–35% масла, которое используется во многих отраслях промышленности [13]. Горчичное масло отличается высокими вкусовыми достоинствами и его используют непосредственно для пищевых целей, а также в консервной, кондитерской, хлебопекарной отраслях [14]. Масло большинства сортов горчицы белой содержит до 24–57% эруковой и 15–36% олеиновой кислоты и находит применение в технической промышленности и для производства биодизеля [15]. Кроме того, в агрономии горчицу используют в качестве зеленого удобрения. Ее биомасса, обладая фитомелиоративными и фитосанитарными свойствами, оказывает положительное влияние на плодородие почвы [13, 16].

Горчица белая относится к скороспелой группе ранних яровых культур и характеризуется как культура, способная адаптироваться к различным условиям произрастания [14, 17]. Однако ее продуктивность во многом зависит и от элементов технологии возделывания.

Применение микроэлементных препаратов под крестоцветные культуры, в том числе и под горчицу [18], недостаточно изучено в настоящее время, при этом немногочисленные исследования проведены в других агроклиматических условиях.

Цель исследований – изучить влияние микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность и качественные показатели горчицы белой в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2019–2021 гг. на полях Федерального научного центра лубяных культур (ОП Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства). Объектом исследований служила горчица белая сорта Люция. Опыт заключался в предпосевной обработке семян горчицы микроудобрениями и регуляторами роста из расчета 1,0 л/т, Альбитом – 0,5 л/т. Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1. Контроль (без обработки); 2. Гумат+7; 3. Агроверм; 4. Изагри Вита; 5. Мегамикс; 6. Циркон; 7. Агрика; 8. Альбит.

Вегетационный период горчицы в 2019 г. протекал в засушливых условиях, ГТК составлял 0,65. Период вегетации культуры 2020 г. протекал с небольшим дефицитом осадков, ГТК = 0,72. Условия 2021 г. были более благоприятными для развития культуры и характеризовались как умеренно засушливые (ГТК = 0,80).

Посев горчицы проводили согласно оптимальным технологическим параметрам: срок посева – ранний (I декада мая), способ посева – рядовой, норма высева – 2,0 млн всхожих семян/га. Общая площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, повторность опыта 4-кратная. Размещение делянок систематическое. Предшественник – чистый пар.

Закладка опыта, все учеты урожая, фенологические наблюдения и анализы проводили согласно методическим рекомендациям<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2010. 323 с.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Первоначальные изменения, возникающие в семенах после их обработки биологически активными препаратами, оказывают большое влияние на прохождение дальнейшей стадии развития взрослого организма и на продуктивность растения в целом.

Результаты лабораторных исследований показали, что обработка семян горчицы микроудобрениями и регуляторами роста положительно влияла на посевные качества семян, обеспечила более высокие показатели и повышенную интенсивность начального роста.

Наиболее эффективными при обработке семян горчицы отмечены препараты Изагри Вита и Мегамикс, применение которых стимулировало лабораторную всхожесть семян на 2,66–2,98% относительно к контролю (94,68%) при наименьшей существенной разнице 1,45%. Следует отметить, что энергия прорастания обработанных семян существенно увеличивалась на 2,06–5,66% относительно контроля. Наиболее высокой она была при применении микроудобрений Изагри Вита (73,56%) и Агроверм (74,56%) (см. табл. 1).

По критериям оценки силы роста все семена, обработанные стимуляторами роста, имели сильные проростки, длина которых достигала 2,67–3,64 см. Однако наибольшей длиной проростков (3,30; 3,60 и 3,64 см) отличались варианты с применением Мегамикса, Изагри Вита и Агроверма. Показа-

тели начального роста здесь существенно превышали контрольный вариант на 0,63–0,97 см при наименьшей существенной разнице 0,47 см.

Выявленная закономерность отмечена и по массе 100 ростков. Под влиянием указанных выше микроудобрений отмечены максимальные значения по массе 100 проростков (4,86 и 5,62 г), что превышало контроль на 19,1–37,7%. Применение Гумата+7 и Агрики способствовало несущественному увеличению массы 100 ростков на 0,54–0,64 г при значении  $НСП_{05} = 0,69$  г.

Урожайность горчицы в среднем за 3 года составила 1,39–1,59 т/га, применяемые препараты способствовали увеличению продуктивности на 0,02–0,20 т/га относительно контрольного варианта (см. табл. 2).

На вариантах с применением Гумата+7 и Мегамикса было несущественное увеличение урожая, всего на 0,10 и 0,11 т/га. На вариантах с обработкой микроудобрением Агрика и регуляторами роста Циркон и Альбит отмечено статистически незначимое увеличение урожайности семян на 0,02–0,06 т/га ( $НСП_{0,5} = 0,09$  т/га).

Наиболее эффективными были варианты с применением микроудобрений Изагри Вита и Агроверм, где сформировался наиболее высокий урожай семян (1,56 и 1,59 т/га) и отмечена наибольшая общая отзывчивость культуры на применение данных биопрепаратов, показатель отзывчивости составил 0,08 и 0,11 соответственно. Это показывает, что на данных вариантах растения не только

**Табл. 1.** Посевные качества горчицы белой в зависимости от обработки микроудобрениями (2019–2021 гг.)

**Table 1.** Sowing qualities of white mustard depending on the treatment with microfertilizers (2019–2021)

Вариант	Сила роста		Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %
	Длина проростка, см	Масса 100 проростков, г		
Контроль	2,67	4,08	68,90	94,68
Гумат+7	2,88	4,62	71,89	96,91
Циркон	2,78	4,20	72,63	95,34
Агроверм	3,64	5,62	74,56	95,34
Изагри Вита	3,60	4,86	73,56	97,34
Мегамикс	3,30	4,86	71,25	97,66
Агрика	2,67	4,72	70,96	96,91
Альбит	2,70	4,18	72,51	95,71
$НСП_{05}$	0,47	0,69	2,03	1,45

**Табл. 2.** Продуктивность горчицы в зависимости от применения микроудобрений (2019–2021 гг.)  
**Table 2.** Productivity of mustard depending on the use of microfertilizers (2019–2021)

Вариант	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Общая отзывчивость	Масличность, %
Контроль	1,39	–	–0,09	25,26
Гумат+7	1,49	0,10	0,01	25,70
Агроверм	1,59	0,20	0,11	25,67
Изагри Вита	1,56	0,17	0,08	26,26
Мегамикс	1,50	0,11	0,02	26,42
Циркон	1,45	0,06	–0,03	26,99
Агрика	1,42	0,03	–0,06	25,44
Альбит	1,41	0,02	–0,07	26,70
НСР <sub>05</sub>	0,09	–	–	0,94

результативнее поглощают элементы минерального питания из почвы и микроудобрений, но и синтезируют больше органического вещества на единицу поглощаемого элемента, чем на других вариантах.

Содержание масла в семенах горчицы варьировало от 25,26 до 26,99%. Все изучаемые препараты способствовали в той или иной мере повышению масличности семян. Обработка семян биопрепаратами Гумат+7, Агроверм и Агрика несущественно увеличивала маслосодержание, процент прибавки относительно контрольного варианта составил 0,18–0,44 при НСР<sub>05</sub> = 0,94. Наиболее существенное увеличение содержания масла в семенах отмечено на вариантах с обработкой Мегамиксом, Альбитом и Цирконом, где прибавка составила 1,16; 1,44 и 1,73% соответственно. Применение микроудобрения Изагри Вита несущественно повышало масличность семян

(на 1,0%), что находилось в пределах наименьшей существенной разницы.

Морфометрические признаки растений горчицы также изменялись в зависимости от применения стимуляторов роста. К примеру, высота растений варьировала в диапазоне от 87,3 см до 102,6 см, коэффициент вариации составил 12,56%. Применение биологического препарата Циркон стимулировало наибольший рост растений горчицы, высота составила 102,6 см при 91,3 см в контрольном варианте. При использовании Изагри Вита, Агрики и Альбита высота растений горчицы даже снижалась до 87,3–89,8 см относительно варианта без обработки (см. табл. 3).

Наибольшее количество ветвей отмечено на вариантах с обработкой Мегамиксом (9,4 шт.), Изагри Вита (9,4 шт.) и Агровермом (10,3 шт.). Максимальное число стручков на одном растении (194,1 шт.) было на

**Табл. 3.** Элементы структуры урожая горчицы в зависимости от применения микроудобрений (2019–2021 гг.)

**Table 3.** Elements of mustard yield structure depending on the application of microfertilizers (2019–2021)

Вариант	Высота растения, см	Число на растении, шт.			Масса, г	
		ветвей	стручков	семян в стручке	семян с одного растения	1000 семян
Контроль	91,3	8,8	135,1	5,3	3,99	6,26
Гумат+7	92,6	7,9	139,8	5,4	4,16	6,79
Циркон	102,6	8,5	194,1	5,8	4,53	6,56
Агроверм	97,8	10,3	169,2	5,4	4,74	6,47
Изагри Вита	89,6	9,4	146,9	5,2	4,71	6,57
Мегамикс	96,4	9,4	176,0	5,6	4,18	6,82
Агрика	89,8	7,9	151,5	5,2	4,67	6,41
Альбит	87,3	7,1	168,4	5,3	4,13	6,32
V, %	12,56	27,15	23,73	4,44	22,11	3,22

**Табл. 4.** Содержание основных жирных кислот в маслосеменах горчицы в зависимости от микроудобрений, %**Table 4.** The content of essential fatty acids in mustard oilseeds depending on microfertilizers, %

Вариант	Кислота				
	насыщенные	олеиновая	линолевая	линоленовая	эруковая
Контроль	3,61	21,75	19,66	11,04	28,13
Гумат+7	3,72	30,99	10,26	9,56	30,45
Агроверм	3,52	29,20	9,86	9,90	32,42
Изагри Вита	3,74	30,68	10,80	9,58	30,44
Мегамикс	3,52	29,16	9,57	10,20	32,65
Циркон	3,80	31,20	11,26	9,52	29,06
Агрика	3,52	25,13	10,07	10,28	36,20
Альбит	3,71	30,18	10,63	9,92	30,96

варианте с Цирконом. При этом число семян в стручке практически не зависело от микроудобрений и составляло в среднем 5,2–5,8 шт. Продуктивность одного растения увеличивалась в зависимости от изучаемых препаратов, масса семян с одного растения составляла 4,13–4,74 г, что превышало контроль на 0,14–0,75 г.

Крупность семян горчицы мало изменялась в зависимости от применяемых препаратов, коэффициент изменчивости данного признака был низким (3,22%). Масса 1000 семян варьировала от 6,32 до 6,82 г на обработанных вариантах при 6,26 г в контроле. Наиболее крупные семена сформировались на варианте с обработкой Мегамиксом (6,82 г) и Гуматом+7 (6,79 г). Кроме того, изучаемые препараты влияют и на качество масла. Обработка препаратом Циркон максимально увеличивает содержание олеиновой кислоты до 31,20% при 21,75% в контроле и снижает концентрацию линолевой и линоленовых кислот на 8,0 и 1,52% относительно контроля (см. табл. 4).

Использование препарата Агрика максимально увеличивает процент эруковой кислоты (до 36,20%) и снижает до минимума содержание насыщенных кислот (до 3,52%). Наибольшее содержание линоленовой кислоты отмечено на варианте без обработки. Все изучаемые препараты способствовали снижению процентной концентрации данной кислоты до 9,56–9,92%, за исключением Мегамикса и Агрики, где ее содержание составило 10,20 и 10,28% соответственно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение микроудобрений и регуляторов роста в той или иной степени влияет на продуктивность, качество и посевные свойства горчицы белой и может выступать в качестве приемов повышения ее продуктивности. Наиболее эффективными являются Изагри Вита и Агроверм, применение которых позволило получить прибавку урожайности горчицы на 0,17–0,20 т/га относительно контрольного варианта. Использование Мегамикса, Альбита и Циркона способствовало увеличению масличности семян на 1,16–1,73%. Наиболее крупные семена сформировались на вариантах с обработкой Мегамиксом и Гуматом+7, масса 1000 семян составила 6,82 и 6,79 г. Наибольшая интенсивность начального роста горчицы отмечена на вариантах с Изагри Вита и Мегамиксом, где показатели начального роста и всхожести существенно превышали контрольный вариант на 0,63–0,97 см и 2,66–2,98%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукьянова О.В., Вавилова Н.В., Виноградов Д.В., Ступин А.С., Соколов А.А. Роль биологически активных препаратов в повышении продуктивности агрокультур // Вестник Рязанского Государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2021. № 1 (49). С. 30–39.
2. Лагошина А.Г., Пчихачев Э.К., Белоус О.Г. Влияние регуляторов роста растений на функциональные процессы сельскохозяйственных культур (литературный обзор) // Субтропическое и декоративное са-

- доводство. 2020; № 74. С. 120–131. DOI: 10.31360/2225-3068-2020-74-120-131.
3. Серков В.А., Белопухов С.Л., Дмитриевская И.И. Применение защитно-стимулирующих комплексов на технической конопле // *Агрохимия*. 2020. № 2. С. 51–60. DOI: 10.31857/S0002188120020131.
  4. Косенко С.В., Плужникова И.И. Влияние биоудобрения «Агроверм» на процесс прорастания семян зерновых культур // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2020. № 10 (192). С. 19–23.
  5. Сырмолот О.В., Байделюк Е.С., Кочева Н.С. Применение биопрепаратов и стимуляторов роста при возделывании сои в Приморском крае // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34. № 8. С. 70–74. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10812.
  6. Кишикаткина А.Н., Журавлев Е.Ю. Регуляторы роста и микроудобрения – факторы повышения продуктивности льна масличного // *Нива Поволжья*. 2018. № 4 (49). С. 67–71.
  7. Зубкова Т.В., Виноградов Д.В., Гогмачадзе Г.Д. Эффективность некорневой обработки микроудобрениями при выращивании ярового рапса // *АгроЭкоИнфо*. 2021. № 1 (43). С. 5. DOI: 10.51419/20211121.
  8. Timoshkin O.A., Prakhova T.Ya., Druzhinin V.G. Influence of growth regulators on the quality of safflower seeds in the conditions of the Middle Volga // *Volga Region Farmland*. 2021. N 2 (10). P. 53–56. DOI: 10.26177/VRF.2021.10.2.008.
  9. Piskareva L.A., Cheverdin A.Yu. Influence of mineral fertilizers and growth regulators for maize yield // *Journal Of Agriculture And Environment*. 2020. N 3 (15). P. 24–28. DOI: 10.23649/jae.2020.3.15.5.
  10. Босак В.Н., Сачивко Т.В., Яковлева Е.В. Применение удобрений и регуляторов роста при возделывании пряно-ароматических и эфирно-масличных культур // *Вестник аграрной науки*. 2021. № 3 (90). С. 37–42. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.37.
  11. Кузьмина Е.Ю., Савенков В.П. Влияние макро- и микроудобрений на урожай семян редьки масличной в условиях лесостепи ЦФО России // *Масличные культуры*. 2021. № 1 (185). С. 52–62. DOI: 10.25230/2412-608X-2021-1-185-52-62.
  12. Шитиевская Е.Ю., Сердюк О.А., Трубина В.С., Горлова Л.А. Горчица белая. История, применение. Сорты селекции ВНИИМК // *Агронабформ*. 2018. № 8 (164). С. 66–68.
  13. Воловик В.Т. Горчица белая – значение, использование // *Адаптивное кормопроизводство*. 2020. № 2. С. 41–67. DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-41-67.
  14. Antova G.A., Angelova-Romova M.I., Petkova Z.Y., Teneva O.T., Marcheva M.P. Lipid composition of mustard seed oils (*Sinapis alba* L.) // *Bulgarian chemical communications*. 2017. Vol. 49. P. 55–60.
  15. Yesilyurt M.K., Arslan M., Eryilmaz T. Application of response surface methodology for the optimization of biodiesel production from yellow mustard (*Sinapis alba* L.) seed oil // *International journal of green energy*. 2019. Vol. 16. N 1. P. 60–71. DOI: 10.1080/15435075.2018.1532431.
  16. Damian F., Jelea S.G., Lacatusu R., Mihali C. The treatment of soil polluted with heavy metals using the *Sinapis alba* L. and organo zeolitic amendment // *Carpathian journal of earth and environmental sciences*. 2019. Vol. 14. N. 2. P. 409–422. DOI: 10.26471/cjees/2019/014/090.
  17. Ростова Е.Н. Семенная продуктивность и эффективность выращивания разных видов горчицы в степной зоне Крыма // *Известия сельскохозяйственной науки Тавриды*. 2021. № 26 (189). С. 59–67.
  18. Мастеров А.С., Романцевич Д.И., Журавский А.С. Влияние регуляторов роста на эффективность возделывания горчицы белой на семена // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 2. С. 98–101.

## REFERENCES

1. Lukyanova O.V., Vavilova N.V., Vinogradov D.V., Stupin A.S., Sokolov A.A. The role of biologically active preparations in increasing productivity of agrocultures. *Vestnik Ryazanskogo Gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva = Herald of the Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*, 2021, no. 1 (49), pp. 30–39. (In Russian).
2. Lagoshina A.G., Pchikhachev E.K., Belous O.G. Influence of plant growth regulators on functional processes of agricultural crops (literature review). *Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo = Subtropical and ornamental horticulture*, 2020, no. 74, pp. 120–131. (In Russian). DOI: 10.31360/2225-3068-2020-74-120-131.
3. Serkov V.A., Belopukhov S.L., Dmitrievskaya I.I. Application of protective-stimulating complexes on technical hemp. *Agrokhi-miya = Agricultural Chemistry*, 2020, no. 2, pp. 51–60. (In Russian). DOI:10.31857/S0002188120020131.

4. Kosenko S.V., Pluzhnikova I.I. The influence of biofertilizer "Agroverm" on the process of seed germination of cereal crops. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2020, no. 10 (192), pp. 19–23. (In Russian).
5. Syrmolot O.V., Baydelyuk E.S., Kocheva N.S. The use of biological products and growth stimulants in the cultivation of soybean in the Primorsky Territory. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, vol. 34, no. 8, pp. 70–74. (In Russian). DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10812.
6. Kshnikatkina A.N., Zhuravlev E.Yu. Growth regulators and microfertilizers - factors for increasing the productivity of oil flax. *Niva Povolzh'ya = Volga Region Farmland*, 2018, no. 4 (49), pp. 67–71. (In Russian).
7. Zubkova T.V., Vinogradov D.V., Gogmachadze G.D. Efficiency of non-root treatment with microfertilizers in the cultivation of spring rapeseed. *AgroEkoInfo = AgroEcoInfo*, 2021, no. 1 (43), p. 5. (In Russian). DOI: 10.51419/20211121.
8. Timoshkin O.A., Prakhova T.Ya., Druzhinin V.G. Influence of growth regulators on the quality of safflower seeds in the conditions of the Middle Volga. *Volga Region Farmland*, 2021, no. 2 (10), pp. 53–56. DOI: 10.26177/VRF.2021.10.2.008.
9. Piskareva L.A., Cheverdin A.Yu. Influence of mineral fertilizers and growth regulators for maize yield. *Journal Of Agriculture And Environment*, 2020, no. 3 (15), pp. 24–28. DOI: 10.23649/jae.2020.3.15.5.
10. Bosak V.N., Sachivko T.V., Yakovleva E.V. Application of mineral fertilizers and growth regulators in the cultivation of spicy-aromatic and essential oil crops. *Vestnik agrarnoy nauki = Bulletin of Agrarian Science*, 2021, no. 3 (90), pp. 37–42. (In Russian). DOI: 10.17238/issn2587-666X.2021.3.37.
11. Kuzmina E.Yu., Savenkov V.P. Effect of macro- and microfertilizers on oil radish seed yield of in the forest-steppe conditions of the Central Federal District of Russia. *Maslichnyye kul'tury = Oil crops*, 2021, no. 1 (185), pp. 52–62. (In Russian). DOI: 10.25230/2412-608X-2021-1-185-52-62.
12. Shipievskaya E.Yu., Serdyuk O.A., Trubina V.S., Gorlova L.A. White mustard. History, application. Varieties of VNIIMK breeding. *Agrosnabforum = Agrosnabforum*, 2018, no. 8 (164), pp. 66–68. (In Russian).
13. Volovik V.T. White mustard – meaning, use. *Adaptivnoye kormoproizvodstvo = Adaptive Fodder Production*, 2020, no. 2, pp. 41–67. (In Russian). DOI: 10.33814/AFP-2222-5366-2020-2-41-67.
14. Antova G.A., Angelova-Romova M.I., Petkova Z.Y., Teneva O.T., Marcheva M.P. Lipid composition of mustard seed oils (*Sinapis alba* L.). *Bulgarian chemical communications*, 2017, vol. 49, pp. 55–60.
15. Yesilyurt M.K., Arslan M., Eryilmaz T. Application of response surface methodology for the optimization of biodiesel production from yellow mustard (*Sinapis alba* L.) seed oil. *International journal of green energy*, 2019, vol. 16, no. 1, pp. 60–71. DOI: 10.1080/15435075.2018.1532431.
16. Damian F., Jelea S.G., Lacatusu R., Mihali C. The treatment of soil polluted with heavy metals using the *Sinapis alba* L. and organo zeolitic amendment. *Carpathian journal of earth and environmental sciences*, 2019, vol. 14, no. 2, pp. 409–422. DOI: 10.26471/cjees/2019/014/090.
17. Rostova E.N. Productivity of seed and efficiency of growing different types of mustard in the steppe zone of the Crimea. *Izvestiya sel'skokhozyaistvennoi nauki Tavrida = Transactions of Taurida Agricultural Science*, 2021, no. 26 (189), pp. 59–67. (In Russian).
18. Masterov A.S., Romantsevich D.I., Zhuravsky A.S. Influence of growth regulators on the efficiency of cultivation of white mustard for seeds. *Vestnik Belorusskoy Gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy*, 2021, no. 2, pp. 98–101. (In Russian).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Прахова Т.Я.**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 442731, Пензенская область, р.п. Лунино, ул. Мичурина, 1/б; e-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

**Тайшев Н.Р.**, аспирант

## AUTHOR INFORMATION

✉ **Tatyana Ya. Prakhova**, Doctor of Science in Agriculture, Head Researcher; **address:** 1b, Michurina St., Lunino, Penza region, 442731, Russia; e-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

**Nurmarat R. Taishev**, Postgraduate Student

Дата поступления статьи / Received by the editors 15.04.2022  
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 02.06.2022  
Дата публикации / Published 26.09.2022