

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ СЕРИИ ИЗАГРИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ САФЛОРА (*CARTHAMUS TINCTORIUS*)

(✉) Прахова Т.Я.¹, Дружинин В.Г.²

¹Федеральный научный центр лубяных культур
Пензенская область, р.п. Лунино, Россия

²Пензенский государственный аграрный университет
Пенза, Россия

(✉)e-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

Представлены результаты анализа влияния микроэлементных удобрений марки Изагри на продуктивность сафлора в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводили в 2020–2022 гг. на территории Пензенской области (опытное поле Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства). Объектом изучения служил сафлор красильный сорт Ершовский 4. Опыт заключался в предпосевной обработке семян микроудобрениями серии Изагри. Установлено, что препараты Изагри увеличивают силу роста семян до 1,21–1,57 см, повышают всхожесть на 1,1–8,8%, сохранность растений к уборке – на 0,5–6,2%. На фоне применения удобрений продуктивность сафлора в среднем за 3 года составила 1,30–1,55 т/га, т.е. увеличилась на 0,06–0,25 т/га. Наибольший эффект дали препараты Изагри Форс и Изагри Вита, обработка которыми позволила получить прибавку урожая на 0,23–0,25 т/га. Наибольшая масличность семян отмечена в вариантах с использованием Изагри Азот (29,85%) и Изагри Бор (30,04%): прибавка составила 2,7 и 3,0% соответственно. Применение указанных препаратов снизило лужистость семян до 37,7 и 37,9% соответственно. Наиболее крупные семена сформировались в варианте с Изагри Вита – масса 1 тыс. семян составила 39,16 г. Обработка Изагри Фосфор и Изагри Вита дала незначительное снижение содержания олеиновой кислоты (до 9,94 и 9,62%). При этом применение Изагри Вита максимально увеличило количество линолевой кислоты (до 83,63%). После использования препарата Изагри Форс концентрация данной кислоты снизилась до 81,88%. На основе полученных данных можно сделать вывод, что предпосевная обработка семян микроудобрениями из линейки Изагри способствует улучшению качественных показателей маслосемян и может выступать в качестве приема повышения продуктивности сафлора.

Ключевые слова: сафлор красильный, микроудобрения, полевая всхожесть, урожайность, масличность, жирно-кислотный состав, качества семян

INFLUENCE OF MICROFERTILIZERS OF THE IZAGRI SERIES ON THE PRODUCTIVITY OF SAFFLOWER (*CARTHAMUS TINCTORIUS*)

(✉) Prakhova T.Ya.¹, Druzhinin V.G.²

¹Federal Research Center for Bast Fiber Crops
Lunino, Penza region, Russia

²Penza State Agrarian University
Penza, Russia

(✉)e-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

The results of the analysis of the influence of Izagri microelement fertilizers on safflower productivity in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region are presented. The studies were conducted in 2020–2022 in the Penza region (experimental field of the Penza Research Institute of Agriculture). The object of the study was safflower of the Ershovsky 4 variety. The experiment consisted in pre-sowing seed treatment with Izagri series of microfertilizers. Izagri preparations were found to increase the growth force of seeds up to 1.21–1.57 cm, germination by 1.1–8.8%, safety of plants for harvesting by 0.5–6.2%. Against the background of fertilizer application, safflower productivity averaged 1.30–1.55 t/ha for 3 years, i.e. increased by 0.06–0.25 t/ha. The greatest effect was produced by Izagri Force and Izagri Vita, which helped to obtain a yield increase of 0.23–0.25 t/ha. The highest oil content of seeds was observed in the variants with Izagri Azot (29.85%) and Izagri Bor (30.04%): the

increase was 2.7 and 3.0% respectively. Application of these preparations reduced seed huskiness to 37.7 and 37.9%, respectively. The largest seeds were formed in the variant with Izagri Vita - weight of 1 thousand seeds was 39.16 g. Treatment with Izagri Phosphorus and Izagri Vita gave a slight decrease in oleic acid content (to 9.94 and 9.62%). At the same time, the use of Izagri Vita maximized the amount of linoleic acid (up to 83.63%). After using Izagri Force, the concentration of this acid decreased to 81.88%. Based on the data obtained, it can be concluded that pre-sowing treatment of seeds with microfertilizers from Izagri line improves the quality indicators of oilseeds and can act as a method to increase the productivity of safflower.

Keywords: safflower, microfertilizers, field germination, productivity, oil content, fatty acid composition, seed quality

Для цитирования: Прахова Т.Я., Дружинин В.Г. Влияние микроудобрений серии Изагри на продуктивность сафлора (*Carthamus tinctorius*) // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 5. С. 31–39. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-5-4>

For citation: Prakhova T.Ya., Druzhinin V.G. Influence of microfertilizers of the Izagri series on the productivity of safflower (*Carthamus tinctorius*). *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 5, pp. 31–39. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-5-4>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008).

Acknowledgements

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

В настоящее время большую значимость приобретает проблема климатических метаморфоз, что естественным образом отражается в агрономии [1]. На этом фоне особенно актуальным становится использование в сельскохозяйственном производстве культур, способных противостоять абиотическим и биотическим стрессорам и обеспечить высокие урожаи семян¹. К таким культурам относится сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.) – ценная масличная культура, которую можно выращивать в самых разных агроэкологических условиях благодаря ее высокой адаптации к внешней среде, устойчивости к засухе, высоким температурам, патогенам и вредителям² [2].

По различным данным, семена сафлора содержат от 25 до 45% масла, которое имеет множество применений в пищевой, косметической, фармацевтической и технической

промышленности [3, 4]. В состав масла входят две основные ненасыщенные жирные кислоты – олеиновая и линолевая (в сумме до 90%) [5, 6]. Высокое содержание линолевой кислоты позволяет использовать масло сафлора в производстве лекарств, применяемых для снижения уровня холестерина при атеросклерозе и болезнях сердца [7]. Кроме того, данное масло хорошо сочетается с другими растительными маслами, способствует улучшению их питательных свойств и используется для изготовления миксов [8].

Масла, относимые к группе высокоолеиновых, в настоящее время приобретают большое значение в пищевой промышленности [3]. Именно такие масла обладают высокой окислительной стабильностью и рекомендуются для производства биодизеля, косметики, смазочных материалов и другой продукции олеохимической промышленности [9, 10].

¹Kshnikatkina A.N., Kshnikatkin S.A., Alenin P.G., Shchanin A.A., Prakhova T.Ya., Prakhov V.A., Medvedev A.P., Voronova I.A. Biological diversity of non-traditional oil crops // IOP Conference: International Conference on Engineering Studies and Cooperation in Global Agricultural Production. 2021. Vol. 659. P. 12091.

²Еськова О.В., Еськов С.В. Экологические аспекты выращивания сафлора красильного в зависимости от норм и сроков его высева в предгорном Крыму // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 60. С. 87–92.

По данным многих российских [4, 6] и зарубежных [2, 11] исследований, сафлор является теплолюбивым и очень засухоустойчивым растением. Его главная биологическая особенность – наличие корневой системы, которая проникает на глубину до 2 м и хорошо усваивает из почвы различные микро- и макроэлементы. В результате даже на бедных почвах сафлор способен получать достаточное количество питательных веществ для формирования биологической массы [12].

В условиях изменения климата, усиления его аридности и частых засух такая культура, как сафлор, становится все более востребованной. Однако пробелом в возделывании сафлора остается недостаточная изученность технологии его выращивания, в том числе принципов применения микроудобрений, содержащих сбалансированный набор макро- и микроэлементов. Использование удобрений позволяет изменить темпы роста и развития растений, способствует повышению не только продуктивности урожая, но и устойчивости к стрессовым ситуациям³ [13].

В настоящее время многие авторы занимаются проблемой повышения урожайности сафлора, в том числе на основе использования микроудобрений, однако во всех описанных в литературе исследованиях опыты проводили в других климатических условиях [11, 14, 15]. Работы, посвященные применению препаратов из линейки Изагри на посевах сафлора, отсутствуют. В связи с этим целью наших исследований являлся анализ влияния предпосевной обработки семян микроэлементными удобрениями марки Изагри на продуктивность сафлора красильного в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в 2020–2022 гг. на полях Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства (обособленное подразделение Федерального научного центра лубяных культур). Почвы опытного участка представлены выщелочен-

ными среднемощными черноземами. Содержание гумуса в пахотном слое достигает в среднем 5,75%, $\text{pH}_{\text{сол}}$ 5,4. Количество легко-гидролизуемого азота составляет 83,9 мг/кг (по Тюрину и Кононовой, ГОСТ 26951–86), доступного фосфора – 142,6 мг/кг (по Чирикову, ГОСТ 26204–91), обменного калия – 167,5 мг/кг (по Чирикову, ГОСТ 26204–91).

Опыт заключался в предпосевной обработке семян сафлора сорта Ершовский 4 микроудобрением Изагри, представляющим собой большую линейку жидких органоминеральных удобрений с различным соотношением минеральных элементов в водорастворимой форме для обработки семян перед посевом и листовой подкормки растений.

Схема полевого опыта включала следующие варианты: 1) контроль (без обработки); 2) обработка различными видами микроудобрения Изагри в концентрации 1 л/т: а) Изагри Азот; б) Изагри Бор; в) Изагри Вита; г) Изагри Фосфор; д) Изагри Форс.

Посев сафлора проводили в I декаде мая сеялкой СН-16. Способ посева – рядовой, норма высева – 0,3 млн всхожих семян/га. Площадь опытной делянки составляла 10 м², повторность четырехкратная. Уборку осуществляли прямым способом в фазу полной спелости культуры селекционным комбайном САМПО-130.

Учет урожая, наблюдения и анализы проводили согласно методическим рекомендациям⁴. Площадь листовой поверхности определяли методом высечек в фазу цветения, масличность семян – методом Сокслета, жирно-кислотный состав – методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Кристалл 5000.1» согласно ГОСТу Р 51483–99, содержание протеина – методом Кильдаля в лаборатории агротехнологий Пензенского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Сортовые и посевные качества семян определяли по ГОСТу 9672–61, в том числе массу 1 тыс. семян – по ГОСТу 10842–89, лузгистость – по ГОСТу 10855–64.

Климат лесостепи Среднего Поволжья, куда входит Пензенская область, умеренно

³Аленин П.Г., Прахова Т.Я., Сафронкин А.Е. Влияние микроудобрений и регуляторов роста на продуктивность рыхика озимого сорта Пензяк // Нива Поволжья. 2015. № 3 (36). С. 13–18.

⁴Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: Издательство ВНИИМК, 2010. 323 с.

континентальный. Его отличительная черта – выраженная контрастность, характеризующаяся изменчивостью и неустойчивостью ресурсов тепла и влаги. Вегетация сафлора в 2020 г. протекала в условиях недостаточного увлажнения, гидротермический коэффициент (ГТК) в указанный период составил 0,72. При этом была отмечена резкая смена метеоусловий по фазам развития культуры. Так, фаза «посев – стеблевание» отличалась обильным увлажнением (ГТК = 1,85), а от стеблевания до цветения развитие растений протекало в засушливых условиях (ГТК = 0,67). Фаза «цветение – спелость» характеризовалась более умеренными показателями (ГТК = 0,92).

Период вегетации культуры в 2021 г. проходил на фоне небольшого дефицита осадков. При этом данная тенденция наблюдалась во все фазы развития растений. Гидротермический коэффициент по всем фенофазам и за вегетационный период в целом был одинаковым – 0,86, за исключением времени от посева до начала стеблевания, когда отмечались острозасушливые условия (ГТК = 0,07).

В 2022 г. развитие сафлора от всходов до цветения проходило при обильном увлажнении (ГТК = 1,38), дальнейший рост культуры (от цветения до спелости) – в условиях сильной засухи (ГТК = 0,23), когда выпало всего 7 мм осадков. Ситуация усугублялась высоким температурным режимом: среднесуточная температура воздуха составила 25,6 °C, что выше климатической нормы на 5,8 °C.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для получения высокой урожайности любой сельскохозяйственной культуры, в том

числе сафлора красильного, необходимо сформировать посевы с оптимальной плотностью продуктивного стеблестоя, которую определяют в первую очередь полевая всхожесть и сохранность растений к уборке. Первоначальные изменения, возникающие в семенах после их обработки микроэлементными веществами, оказывают большое влияние на дальнейшее развитие растений и их продуктивность в целом.

Проведенные лабораторные исследования выявили высокую отзывчивость семян сафлора на предпосевную обработку микроудобрениями серии Изагри. В результате их применения сила роста проростков увеличилась до 1,21–1,57 см, что на 0,03–0,39 см выше, чем в контрольном варианте (см. табл. 1).

Наиболее интенсивная стимуляция начального роста отмечена в вариантах с Изагри Вита и Изагри Форс, где сила роста семян составила 1,57 и 1,48 см соответственно и достоверно превышала контроль. Данный факт свидетельствует о том, что применение этих препаратов увеличивает жизненную силу семян, усиливает их рост и развитие.

При использовании изучаемых препаратов наблюдалась тенденция увеличения процента полевой всхожести на 1,1–8,8% относительно контроля. Наибольший показатель всхожести отмечен в варианте с Изагри Вита – 78,1%, минимальные значения (70,4 и 70,6%) получены в вариантах с Изагри Бор и Изагри Фосфор, обработка которыми не существенно повышала посевные качества семян.

Средняя за 3 года сохранность растений к уборке была высокой (82,0–88,2%) и в зависимости от вида применяемого препара-

Табл. 1. Влияние применения различных видов микроудобрения серии Изагри на посевные качества и формирование агроценоза сафлора (2020–2022 гг.)

Table 1. Effect of applying different types of Izagri series microfertilizer on the sowing qualities and formation of safflower agrocenosis (2020–2022)

Вариант	Сила роста, см	Полевая всхожесть, %	Сохранность к уборке, %	Площадь листьев, тыс. м ² /га
Контроль	1,18	69,3	82,0	33,52
Изагри Бор	1,21	70,4	82,5	36,89
Изагри Вита	1,57	78,1	88,2	37,13
Изагри Фосфор	1,32	70,6	84,0	35,67
Изагри Азот	1,35	75,4	87,6	34,45
Изагри Форс	1,48	76,5	86,9	39,65
HCP ₀₅	0,19	1,47	1,57	1,12

та увеличивалась на 0,5–6,2% относительно контроля. Высокие значения сохранности растений зафиксированы в вариантах с применением удобрений Изагри Вита (88,2%) и Изагри Азот (87,6%), которые в наибольшей мере способствовали улучшению продукционного процесса.

Еще одним показателем, характеризующим состояние агроценоза посевов культуры, является фотосинтетическая деятельность растений, в частности формирование оптимальной площади листьев. Так, в начальный период роста сафлора площадь листьев нарастает очень медленно, и максимум ее приходится на фазу цветения. Наиболее интенсивное нарастание листовой поверхности наблюдали при обработке семян препаратом Изагри Форс: максимальный показатель площади листьев составил 39,65 тыс. м²/га, что выше показателей контроля на 6,13 тыс. м²/га и на 2,52–6,13 тыс. м²/га больше, чем в других вариантах с обработкой.

Продуктивность сафлора в среднем за 3 года достигала 1,30–1,55 т/га, при этом наблюдалась тенденция увеличения урожая при использовании препаратов Изагри. Наиболее эффективным было применение Изагри Форс и Изагри Вита, которые способствовали получению урожая объемом 1,53 и 1,55 т/га соответственно. Рост продуктивности семян при обработке составил 0,23 и 0,25 т/га относительно контрольного варианта (см. рис. 1).

Использование Изагри Фосфор также способствовало незначительному, но достоверному увеличению урожая на 0,16 т/га, что находится в пределах наименьшей существенной разницы (0,15 т/га). При обработке семян микроудобрениями Изагри Бор и Изагри Азот фиксировали статистически незначимый рост урожайности семян на 0,06 и 0,09 т/га при НСР₀₅ = 0,15 т/га.

Следует отметить, что эффективнее всего удобрения работали в 2021 г. (ГТК = 0,86): в этот год растения имели наиболее высокую урожайность 1,63–1,78 т/га при 1,48 т/га в варианте без удобрений.

Как указано выше, Изагри Вита и Изагри Форс ощутимо увеличивали урожайность сафлора, однако практически не влияли на процесс маслонакопления. Содержание масла в семенах при их использовании составило 27,31 и 27,24% соответственно, что незначительно выше относительно контрольного варианта – на 0,17 и 0,10% при НСР₀₅ = 1,04% (см. рис. 2).

Максимального значения показатель масличности достигал в вариантах с обработкой препаратами Изагри Азот (29,85%) и Изагри Бор (30,04%), что было существенно (на 2,71 и 3,0% соответственно) выше по сравнению с контролем. По-видимому, данные препараты наиболее интенсивно участвуют в синтезе углеводов и образовании жиров. В варианте с Изагри Фосфор наблюдали сниже-

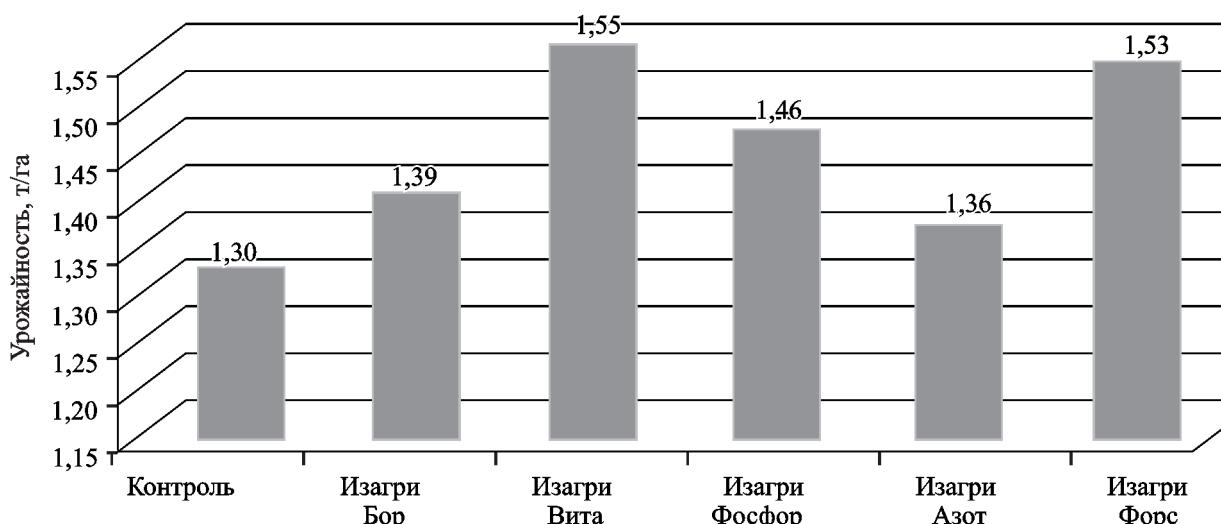


Рис. 1. Влияние применения различных видов микроудобрения серии Изагри на продуктивность сафлора (2020–2022 гг.)

Fig. 1. Effect of applying different types of Izagri series microfertilizer on safflower productivity (2020-2022)

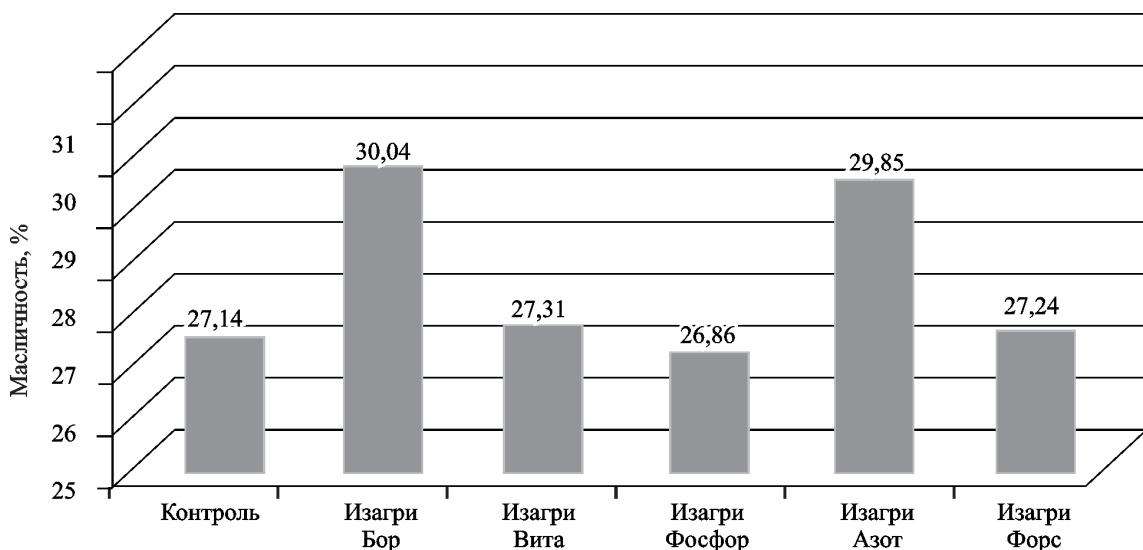


Рис. 2. Влияние применения различных видов микроудобрения серии Изагри на содержание масла в семенах сафлора (2020–2022 гг.)

Fig. 2. Effect of applying different types of Izagri series microfertilizer on the oil content of safflower seeds (2020–2022)

ние содержания жира до 26,86% при масличности в контрольном варианте 27,14%.

Наибольшее содержание протеина в семенах отмечено в вариантах с обработкой биоудобрениями Изагри Вита и Изагри Бор – 23,55 и 23,18% соответственно (см. табл. 2). Применение Изагри Форс и Изагри Фосфор практически не влияло на накопление протеина, содержание которого в данном случае было на уровне контроля и составило 22,46%. Изагри Азот снижал количество белка в семенах до 21,74% при 22,10% в варианте без обработки.

Масса 1 тыс. семян сафлора варьировала от 36,63 до 39,16 г. Наиболее крупные семена сформировались в результате обработки Изагри Вита: масса 1 тыс. семян составила

39,16 г. В варианте с Изагри Форс масса 1 тыс. семян была несколько ниже – 38,19 г, что не значительно выше, чем в других вариантах.

С агрономической точки зрения семена с высокой натурой более выполненные, имеющие хорошо развитый эндосперм и высокий удельный вес. Семена с низкой натурой более щуплые, невыполненные, характеризующиеся наличием значительного количества оболочек. В нашем опыте натура семян сафлора была достаточно высокой и варьировала от 475,0 г/л в контроле до 514,1 г/л в варианте с Изагри Бор. Максимальный показатель натуры отмечен в вариантах с использованием препаратов Изагри Бор (514,1 г/л) и Изагри Азот (507,1 г/л). Это свидетельствует о том, что семена в данных вариантах хорошо

Табл. 2. Влияние применения различных видов микроудобрения серии Изагри на показатели качества семян сафлора (2020–2022 гг.)

Table 2. Effect of applying different types of Izagri series microfertilizer on the quality indicators of safflower seeds (2020–2022)

Вариант	Содержание протеина, %	Масса 1 тыс. семян, г	Натура, г/л	Лужистость, %
Контроль	22,10	36,63	475,0	40,6
Изагри Бор	23,18	37,82	514,1	37,7
Изагри Вита	23,55	39,16	502,2	38,1
Изагри Фосфор	22,46	37,91	483,5	39,6
Изагри Азот	21,74	36,86	507,1	37,9
Изагри Форс	22,46	38,19	495,6	38,8
HCP ₀₅	0,39	0,74	11,57	1,54

Табл. 3. Влияние применения различных видов микроудобрения серии Изагри на содержание основных жирных кислот в маслосеменах сафлора

Table 3. Effect of applying different types of Izagri series microfertilizer on the content of essential fatty acids in safflower oilseeds

Вариант	Насыщенные		Ненасыщенные		
	пальмитиновая	стеариновая	олеиновая	линовая	линопеновая
Контроль	4,28	1,45	10,56	82,98	0,11
Изагри Бор	4,54	1,62	10,26	82,45	0,13
Изагри Вита	4,15	1,48	9,62	83,63	0,21
Изагри Фосфор	4,61	1,63	9,94	82,71	0,18
Изагри Азот	4,25	1,50	10,88	82,20	0,23
Изагри Форс	4,68	1,63	10,71	81,88	0,14

выполнены и имеют меньшее число плодовых оболочек (лузги).

Лузжистость семян, в свою очередь, влияет на их масличность: чем ниже лузжистость, тем выше масличность. Увеличения либо снижения лузжистости можно достичь изменением условий питания, например за счет внесения макро- или микроудобрений и т.д. Применение микроудобрений в наших исследованиях снижало лузжистость семян до 37,7–39,6% при 40,6% в контрольном варианте. Низкая лузжистость зафиксирована при обработке препаратами Изагри Бор и Изагри Азот – 37,7 и 37,9% соответственно, как следствие в данных вариантах была наиболее высокая масличность семян.

Применяемые микроудобрения существенного влияния на жирно-кислотный состав маслосемян не оказали. Однако следует отметить небольшие изменения в содержании мононенасыщенной олеиновой кислоты: на фоне Изагри Фосфор и Изагри Вита ее концентрация снизилась до 9,94 и 9,62%. При этом обработка семян Изагри Вита максимально (до 83,63%) увеличила количество полиненасыщенной линоловой кислоты. В результате использования препарата Изагри Форс ее концентрация снизилась до 81,88% относительно других вариантов, где уровень линоловой кислоты находился в пределах 82,20–82,98% (см. табл. 3).

По вариантам содержание насыщенных кислот существенно не менялось и составляло: пальмитиновая – 4,15–4,68%, стеариновая – 1,45–1,63%. Количество линопеновой кислоты варьировало от 0,13 до 0,23% в зависимости от применяемых препаратов. Следовательно, используя микроудобрения, можно

в той или иной степени регулировать состав жирных кислот в маслосеменах сафлора краильного.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предпосевная обработка семян сафлора микроудобрениями марки Изагри способствует улучшению производственного процесса посевов, повышению продуктивности и качественных показателей маслосемян. Среди рассмотренных удобрений наиболее эффективными являются Изагри Вита и Изагри Форс, применение которых повышало интенсивность начального роста семян, увеличивало полевую всхожесть и позволило добиться прибавки урожая на 0,23 и 0,25 т/га относительно контрольного варианта. В результате использования этих препаратов были получены наиболее крупные семена (масса 1 тыс. составила 39,16 и 38,19 г). Обработка Изагри Азот и Изагри Бор способствовала росту масличности семян на 2,7 и 3,0% соответственно и снижению их лузжистости до 37,7 и 37,9%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Herger N., Angélil O., Abramowitz G., Donat M., Stone D., Lehmann K. Calibrating Climate Model ensembles for assessing extremes in a Changing Climate // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2018. Vol. 123. N 11. P. 5988–6004.
2. Chehade L.A., Luciana G.A., Tavarini S. Genotype and seasonal variation affect yield and oil quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Mediterranean conditions // Agronomy. 2022. Vol. 12 (1). P. 122. DOI: 10.3390/agronomy12010122.

3. Khalid N., Khan R.S., Hussain M.I., Farooq M., Ahmad A., Ahmed I. A comprehensive characterisation of safflower oil for Its potential applications as a bioactive food ingredient – A Review // Trends in Food Science and Technology. 2017. Vol. 66. P. 176–186. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.06.009.
4. Турина Е.Л. Значение сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.) и обоснование актуальности исследований с ним в Центральной степи Крыма (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2020. № 1 (21). С. 100–121. DOI: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121.
5. Nasiyev B.N., Yessenguzhina A.N. Formation of agricultural landscapes of saflor (*Carthamus tinctorius*) in the system of biologized crop // Intellect, Idea, Innovation. 2021. N 1. P. 35–39. DOI: 10.12345/22266070_2021_1_35.
6. Киникаткина А.Н., Прахова Т.Я., Щанин А.А. Продуктивность и качество сортонабразцов сафлора красильного в условиях Среднего Поволжья // Нива Поволжья. 2019. № 1 (50). С. 2–7.
7. Кароматов И.Д., Акрамова Н.Ш. Перспективное лекарственное растение – сафлор красильный (обзор литературы) // Биология и интегративная медицина. 2018. № 6 (23). С. 68–95.
8. Вольф Е.Ю., Козырева В.М., Симакова И.В., Вольф А.А. Исследование жирно-кислотного состава некоторых растительных масел и их купажей // Ползуновский вестник. 2021. № 3. С. 131–140. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.018.
9. Nogales-Delgado S., Encinar J.M., Cortés Á.G. High oleic safflower oil as a feedstock for stable biodiesel and biolubricant production // Industrial Crops and Products. 2021. Vol. 170. P. 113701. DOI: 10.1016/j.indcrop.2021.113701.
10. Турина Е.Л., Корнев А.Ю. Сортопропытание сафлора в Крыму и возможность получения биотоплива // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 98. С. 120–125. DOI: 10.21515/1999-1703-98-120-125.
11. Ghassemi-Golezani K., Afkhami N. Safflower productivity and oil yield affected by water limitation and nanofertilizers // Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. 2018. Vol. 12. N 5. P. 425–431.
12. Полякова А.И., Алиева О.Ю. Продуктивность сафлора под влиянием минеральных удобрений и регуляторов роста // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4. С. 51–55.
13. Сафина Н.В., Кильянова Т.В. Технология возделывания сафлора красильного в условиях Среднего Поволжья // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2019. № 6 (92). С. 95–100.
14. Милованов И.В., Кандалов Е.В., Нарушиев В.Б., Кожагалиева Р.Ж. Влияние стимуляторов роста и микроудобрения на продуктивность сафлора красильного в степной зоне Саратовского Правобережья // Аграрный научный журнал. 2021. № 4. С. 24–29. DOI: 10.28983/asj.y2021i4pp24-39.
15. Насиев Б.Н., Гончаров С.В., Жылкыбай А.М. Изучение биологизированной технологии возделывания сафлора в Западном Казахстане // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022. № 94. С. 131–136. DOI: 10.21515/1999-1703-94-131-136.

REFERENCES

1. Herger N., Angélil O., Abramowitz G., Donat M., Stone D., Lehmann K. Calibrating Climate Model ensembles for assessing extremes in a Changing Climate. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 2018, vol. 123, no. 11, pp. 5988–6004.
2. Chehade L.A., Luciana G.A., Tavarini S. Genotype and seasonal variation affect yield and oil quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Mediterranean conditions. *Agronomy*, 2022, vol. 12 (1), p. 122. DOI: 10.3390/agronomy12010122.
3. Khalid N., Khan R.S., Hussain M.I., Farooq M., Ahmad A., Ahmed I. A comprehensive characterisation of safflower oil for Its potential applications as a bioactive food ingredient – A Review. *Trends in Food Science and Technology*, 2017, vol. 66, pp. 176–186. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.06.009.
4. Turina E.L. *Carthamus tinctorius* L. value and the relevance of the research with this crop in the Central Steppe of the Crimea (Review). *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki = Tauride Bulletin of Agrarian Science*, 2020, no. 1 (21), pp. 100–121. (In Russian). DOI: 10.33952/2542-0720-2020-1-21-100-121.
5. Nasiyev B.N., Yessenguzhina A.N. Formation of agricultural landscapes of saflor (*Carthamus tinctorius*) in the system of biologized crop. *Intellect, Idea, Innovation*, 2021, no. 1, pp. 35–39. DOI: 10.12345/22266070_2021_1_35.

6. Kshnikatkina A.N., Prakhova T.Ya., Shanin A.A. Productivity and quality of variety samples of safflower in the conditions of the Middle Volga region. *Niva Povolzh'ya = Volga Region Farmland*, 2019, no. 1 (50), pp. 2–7. (In Russian).
7. Karomatov I.D., Akramova N.Sh. Perspective herb – the *Carthamus tinctorius* (literature review). *Biologiya i integrativnaya meditsina = Biology and Integrative Medicine*, 2018, no. 6 (23), pp. 68–95. (In Russian).
8. Wolf E.Yu., Kozyreva V.M., Simakova I.V., Wolf A.A. Research of fat-acid composition of certain vegetable oils and their blends. *Polzunovskiy vestnik = Polzunovskiy vestnik*, 2021, no. 3, pp. 131–140. (In Russian). DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2021.03.018.
9. Nogales-Delgado S., Encinar J.M., Cortés Á.G. High oleic safflower oil as a feedstock for stable biodiesel and biolubricant production. *Industrial Crops and Products*, 2021, vol. 170, pp. 113701. DOI: 10.1016/j.indcrop.2021.113701.
10. Turina E.L., Kornev A.Yu. Variety testing of *Carthamus tinctorius* in Crimea and the possibility of obtaining biofuel. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 2022, no. 98, pp. 120–125. (In Russian). DOI: 10.21515/1999-1703-98-120-125.
11. Ghassemi-Golezani K., Afkhami N. Safflower productivity and oil yield affected by water limitation and nanofertilizers. *Journal of Bio-*diversity and Environmental Sciences, 2018, vol. 12, no. 5, pp. 425–431.
12. Polyakova A.I., Alieva O.Yu. Productivity of safflower under the influence of mineral fertilizers and growth regulators. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii = Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy*, 2020, no. 4, pp. 51–55. (In Russian).
13. Safina N.V., Kilyanova T.V. Technology of cultivation of safflower in the Middle Volga region. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 2019, no. 6 (92), pp. 95–100. (In Russian).
14. Milovanov I.V., Kandalov E.V., Narushev V.B., Kozhagalieva R.Zh. Influence of growth stimulants and microfertilizers on the productivity of *Carthamus tinctorius* in the steppe zone of the Saratov Right Bank. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*, 2021, no. 4, pp. 24–29. (In Russian). DOI: 10.28983/asj.y2021i4pp24-39.
15. Nasiev B.N., Goncharov S.V., Zhylkybay A.M. Study of the biologized technology of safflower cultivation in Western Kazakhstan. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of the Kuban State Agrarian University*, 2022, no. 94, pp. 131–136. (In Russian). DOI: 10.21515/1999-1703-94-131-136.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

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

Дружинин В.Г., аспирант

AUTHOR INFORMATION

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

Vitaly G. Druzhinin, Postgraduate Student

Дата поступления статьи / Received by the editors 17.02.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 10.03.2023
Дата публикации / Published 20.06.2023