

ПРОДУКТИВНОСТЬ КРАМБЕ АБИССИНСКОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ МИКРОУДОБРЕНИЯМИ МАРКИ ИЗАГРИ

© 2024. Т. Я. Прахова¹, И. В. Одрин²

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,
Тверь, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Пензенский «ГАУ»,
Пенза, Российская Федерация

В статье представлены данные по изучению влияния некорневой обработки микроудобрениями марки Изагри на продуктивность крамбе в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводились в 2021–2023 гг. на полях ФГБНУ ФНЦ ЛК ОП Пензенский НИИСХ. Объектом исследований служила культура крамбе абиссинская сорт Деметра. В среднем за 2021–2023 годы урожайность семян крамбе составила 1,86–2,05 т/га. Во все годы изучения применение изучаемых микроудобрений Изагри стимулировало прибавку продуктивности культуры на 0,07–0,19 т/га. Наиболее эффективным было применение удобрений Изагри Форс и Изагри Вита, которые способствовали получению наибольшего урожая семян – до 2,02 и 2,05 т/га. Увеличение продуктивности составило 0,16 и 0,19 т/га относительно контрольного варианта. Применение изучаемых микроудобрений способствовало увеличению содержания масла, которое составило 35,9–37,6%, при 34,9% в варианте без обработки. Максимальная масличность (37,6%) отмечена в варианте с применением препарата Изагри Фосфор, где прибавка содержания масла относительно контроля составила 2,7%. В варианте с обработкой микроудобрением Изагри Вита сформировались наиболее крупные (8,95 г) и выровненные (84,0 %) семена, и отмечено наибольшее в них содержание протеина – 22,6%. Применение препарата Изагри Азот максимально увеличивало процент эруковой кислоты – до 61,48%. Использование Изагри Фосфора снижало ее количество до 59,74%. Обработка удобрением Изагри Форс максимально увеличивала содержание олеиновой кислоты до 14,33% при 13,91% в контроле и снижала концентрацию линолевой кислоты до 8,31%. Фолиарная обработка микроудобрениями из линейки Изагри способствовала повышению продуктивности крамбе и улучшению качественных показателей маслосемян.

Ключевые слова: крамбе абиссинская, микроудобрения Изагри, урожайность, масличность, качество семян, жирнокислотный состав.

Благодарности: исследования выполнены в рамках Государственного задания Министерства науки и высшего образования ФГБНУ ФНЦ ЛК по теме № FGSS-2022-0008. Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Для цитирования: Прахова Т.Я., Одрин И.В. Продуктивность крамбе абиссинской при использовании микроудобрений марки Изагри. Технические культуры. Научный сельскохозяйственный журнал. 2024; 1(4):(33–41). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.10.85.005

Поступила: 05.02.2024 Принята к публикации: 27.02.2024 Опубликована: 28.03.2024

PRODUCTIVITY OF CRAMBE ABYSSINICA DEPENDING ON FOLIAR NUTRITION WITH THE MICRONUTRIENTS OF THE IZAGRI BRAND

© 2024. Т. Я. Prakhova¹, I. V. Odrin²

¹Federal Research Center for Bast Fiber Crops,
Tver, Russian Federation

²FSBEE HE «Penza State Agrarian University»,
Penza, Russian Federation

The article presents data on the study of the effect of foliar treatment with micro fertilizers of the Izagri brand on the productivity of crambe in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. The research was conducted in 2021-2023 in the fields of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops of a separate division of Penza Research Institute of Agriculture. The object of research was the crambe abyssinica variety Demetra. On average, in 2021-2023, the yield of crambe seeds amounted to 1.86-2.05 tons per hectare. In all years of study, the use of Izagri micronutrients stimulated an increase in crop productivity by 0.07-0.19 t/ha. The most effective was the use of Izagri Force and Izagri Vita. These fertilizers contributed to obtaining the highest seed yield – up to 2.02 and 2.05 t/ha. The increase in productivity was 0.16 and 0.19 t/ha compared to the control variant. The most effective was the use of Izagri Force and Izagri Vita fertilizers, which contributed to obtaining the highest seed yield – up to 2.02 and 2.05 t/ha. The increase in productivity was 0.16 and 0.19 t/ha relative to the control option. The use of the studied micronutrients contributed to an increase in oil content, which amounted to 35.9-37.6%, with 34.9% in the untreated version. The maximum oil content (37.6%) was noted in the variant with the use of Izagri Phosphorus, where the increase in oil content relative to the control was 2.7%. In the variant with micronutrient treatment, the largest (8.95 g) and aligned (84.0%) seeds were formed, and the highest protein content was noted in them – 22.6%. The use of Izagri Nitrogen maximized the percentage of erucic acid to 61.48%. The use of Isagri Phosphorus reduced its amount to 59.74%. Treatment with Izagri Force fertilizer maximized the content of oleic acid to 14.33% at 13.91% in the control and reduced the concentration of linoleic acid to 8.31%. Foliar treatment with micronutrients from the brand Izagri contributed to an increase in the productivity of crambe and improved the quality indicators of oilseeds.

Key words: crambe abyssinica, micronutrients Izagri, yield, oil content, seed quality, fatty acid composition.

Acknowledgments: the research was carried within the framework of the State Assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Federal State Budgetary Research Institution "Federal Research Center for Bast Fiber Crops" on the topic No. FGSS-2022-0008. The authors thank the reviewers for the peer review of the article.

For citation: Prakhova T.Ya., Odrin I.V. Productivity of crambe abyssinica depending on foliar nutrition with the micronutrients of the Izagri brand. Technical crops. Scientific agricultural journal. 2024; 1(4):(33–41). DOI: 10.54016/SVITOK.2024.10.85.005

Received: 05.02.2024 Accepted for publication: 27.02.2024 Published: 28.03.2024

Введение. В последнее время значительный интерес у сельскохозяйственных производителей вызывает нетрадиционная масличная культура – крамбе абиссинская, как по экономическим, так и по агрономическим показателям, в качестве альтернативы традиционным масличным культурам [10, 16].

Ценность крамбе, как культуры, определяется в первую очередь ее семенной продуктивностью (до 2,5 т/га), валовым сбором

растительного масла (до 0,7 т/га) и многоцелевым использованием [11, 19].

В необрушенных плодах и семенах крамбе содержится соответственно 30,0-35,0% и 41,0-46,0% слабовысыхающего масла [7, 18]. Масло крамбе отличается высоким содержанием эруковой кислоты (до 60,0% и выше). Концентрация олеиновой кислоты составляет 13,0-16,0%, линолевой – 8,0-14,0%, линоленовой – 8,0-10,0% [5, 20]. К тому же, крамбе обладает высокой антиоксидантной

активностью, так как в ее семенах содержится достаточно большое количество аскорбиновой кислоты (0,36%) и каротиноидов (11,52%) [4].

Благодаря своим свойствам крамбовое масло имеет широкий диапазон использования, например, в химической и перерабатывающей промышленности, в медицине (обладает противовоспалительными, тонизирующими, питательными свойствами), парфюмерии (входит в состав мыла, увлажняющих и питательных кремов), а также при изготовлении традиционных косметических средств [12, 13, 14].

За счет низкого йодного числа масло крамбе, в основном за рубежом, используется в пищевой промышленности при производстве майонезов, маргарина и в кондитерской отрасли [12, 15].

Кроме этого, сегодня как в иностранных [16, 19], так и в отечественных статьях [1, 2] представлены исследования, доказывающие, что крамбе представляет собой перспективный источник для производства биодизельного топлива.

С агрономической точки зрения, крамбе также вызывает определенный агроэкологический и экономический интерес. Во-первых, испытания крамбе в различных регионах показали ее как неприхотливую, засухоустойчивую и толерантную культуру к условиям окружающей среды [6, 11, 15]. Во-вторых, она может с успехом использоваться как сидеральная культура, при этом является хорошим фитосанитаром для почв и имеет определенную фиторемедиационную способность [12, 17]. При этом, данная культура отличается малой повреждаемостью вредителями и поражаемостью болезнями, что позволяет существенно экономить на средствах защиты растений [10, 11].

Однако, различные климатические особенности регионов возделывания и недостаточная изученность приемов технологии не способствуют полной реализации урожайных свойств культуры.

Сегодня, для увеличения продуктивности культурных растений и их антистрессовой устойчивости к различным факторам, все активнее используются инновационные подходы, базирующиеся на применении микроэлементных удобрений в различные фазы роста и развития культур [8].

Уже имеется ряд исследований по изучению влияния микроудобрений на отдельных сельскохозяйственных культурах, которые показывают, что наиболее эффективными способами применения микроэлементов являются как обработка семян, так и некорневые подкормки растений [3].

Однако, диапазон эффективности микроудобрений может изменяться в зависимости от климатических условий возделывания культуры. В связи с этим, модернизация элементов технологии возделывания крамбе на основе применения микроудобрений является перспективным и актуальным направлением.

Целью исследований являлось изучение влияния некорневой обработки крамбе микроудобрениями из линейки Изагри на продуктивность крамбе абиссинской в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Методика исследований. Исследования проводили в 2021–2023 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК ОП Пензенский НИИСХ. Объектом исследований являлась крамбе абиссинская сорт Деметра. Опыт заключался в фоллиарной подкормке растений крамбе микроудобрениями Изагри. Схема опыта включала 6 вариантов: 1. Контроль (без обработки); 2. Изагри Азот; 3. Изагри Бор; 4. Изагри Вита; 5. Изагри Фосфор; 6. Изагри Форс. Обработку проводили в фазу стеблевания культуры ранцевым опрыскивателем из расчета 1,0 л/га, расход рабочей жидкости – 10 л/т.

Удобрения Изагри – это большая линейка жидких органоминеральных микроудобрений с различным соотношением минеральных элементов в водорастворимой форме для обработки семян перед посевом и листовой подкормки растений. Изагри Форс – двухкомпонентное жидкое удобрение (рост и питание) с высоким содержанием питательных элементов (до 400 г/л). Изагри Вита – жидкое комплексное удобрение, содержащее наиболее сбалансированный состав микроэлементов (N-3,2%, Zn-2,51%, Cu-1,92%, Mn-0,37%, Mo-0,22%, B-0,16%, Fe-0,40%, Co-0,11%, K₂O-0,06%, MgO-2,28%, SO₃-9,34%). Изагри Азот – выпускается в форме суспензии с высоким содержанием азота (41,1%), дополнительно в состав препарата включены микро- и макроэлементы (K₂O-4,11%, P₂O₅-2,47%, SO₃-2,33%, MgO-

0,48%, Zn-0,27%, Cu-0,14%, Mo-0,07%, Fe-0,04%, B-0,03%, Mn-0,02%, Se-0,03%). Изагри Фосфор – жидкое удобрение с высокой концентрацией фосфора (27,7%) и микроэлементов (N-9,7%, K₂O-6,8%, MgO-0,27%, SO³-0,53%, Zn-0,40%, Cu-0,13%, Mo-0,08%, Fe-0,16%, B-0,23%, Mn-0,08%). Изагри Бор – универсальное жидкое органоминеральное удобрение с высоким содержанием бора (12,32%), азота (N-5,5%), серы, растворимой в воде (SO₃-5,2%) и минимальным содержанием молибдена (Mo-1,0%).

Посев крамбе проводили в ранний срок (1 декада мая) рядовым способом с нормой высева 2,5 млн всхожих семян/га. Площадь опытной делянки – 10 м², повторность трехкратная. Уборка проводилась прямым способом в фазу полной спелости культуры селекционным комбайном САМПО-130.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднегумусный, содержание гумуса составляет в среднем 6,25%, рН_{сол} – 5,3, количество легкогидролизуемого азота в почве составляет 62,7 мг/кг почвы, доступного фосфора – 129,6 мг/кг почвы и обменного калия – 160,7 мг/кг почвы.

Условия 2021 года характеризовались как засушливые (ГТК составил 0,90). Всего за период вегетации выпало 144,5 мм осадков при среднесуточных температурах 21,2 °С.

Вегетационный период культуры в 2022 году протекал в условиях достаточного увлажнения (ГТК составил 1,29). За период активной вегетации культуры выпало 182,4 мм осадков при среднесуточных температурах воздуха 17,0 °С. В 2023 году условия в период вегетации были наиболее благоприятными для развития крамбе, гидротермический коэффициент составил 1,02. Сумма выпавших осадков составила 169,6 мм и температурный оптимум достигал 18,0 °С при среднемноголетних данных 172,1 мм и 19,6 °С соответственно.

Закладку опытов, фенологические наблюдения, учет урожая и анализы проводили согласно методическим рекомендациям [9].

Определение масличности семян крамбе проводили методом Сокслета, жирнокислотного состава – методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «Кристалл 5000.1» согласно ГОСТу Р 51483-99, протеина – методом Кьельдаля.

Результаты и их обсуждение. Несмотря на то, что крамбе не требовательная культура к условиям возделывания, тем не менее она положительно отзывается на применение микроудобрений. В среднем за 2021–2023 годы урожайность крамбе составила 1,86–2,05 т/га, при фоллиарной обработке растений препаратами Изагри наблюдалась тенденция ее увеличения (рис. 1).

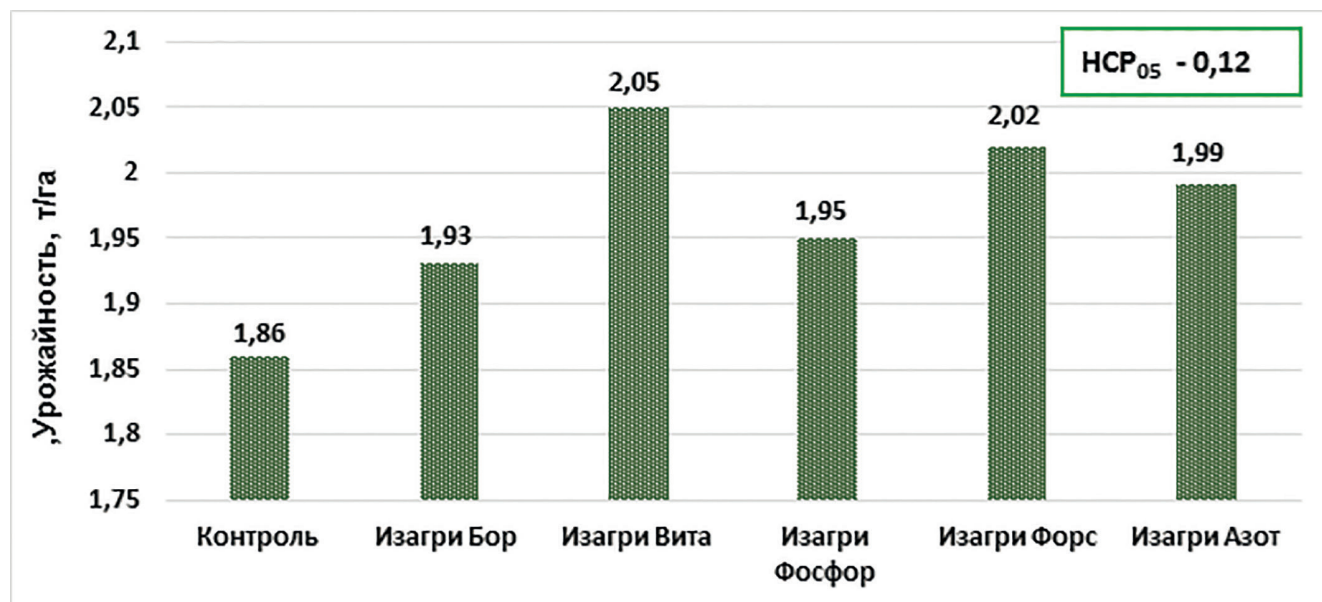


Рисунок 1. Урожайность крамбе в зависимости от фоллиарного применения микроудобрений (2021–2023 гг.)

Наиболее эффективным было применение удобрений Изагри Форс и Изагри Вита, которые способствовали получению урожая на уровне 2,02 и 2,05 т/га соответственно. Увеличение продуктивности семян при их использовании составило 0,16 и 0,19 т/га относительно контрольного варианта.

Применение Изагри Азота также способствовало незначительной прибавке урожая на 0,13 т/га, что находилось в пределах наи-

меньшей существенной разницы. При обработке семян микроудобрениями Изагри Бор и Изагри Фосфор отмечалось статистически незначительное увеличение урожайности семян на 0,07 и 0,09 т/га при $НСП_{0,5} = 0,12$ т/га.

Все изучаемые препараты способствовали существенному увеличению содержания жира в семенах крамбе, которое, в среднем за 2021–2023 годы, составило 35,9–37,6% при 34,9 % в варианте без обработки (рис. 2).

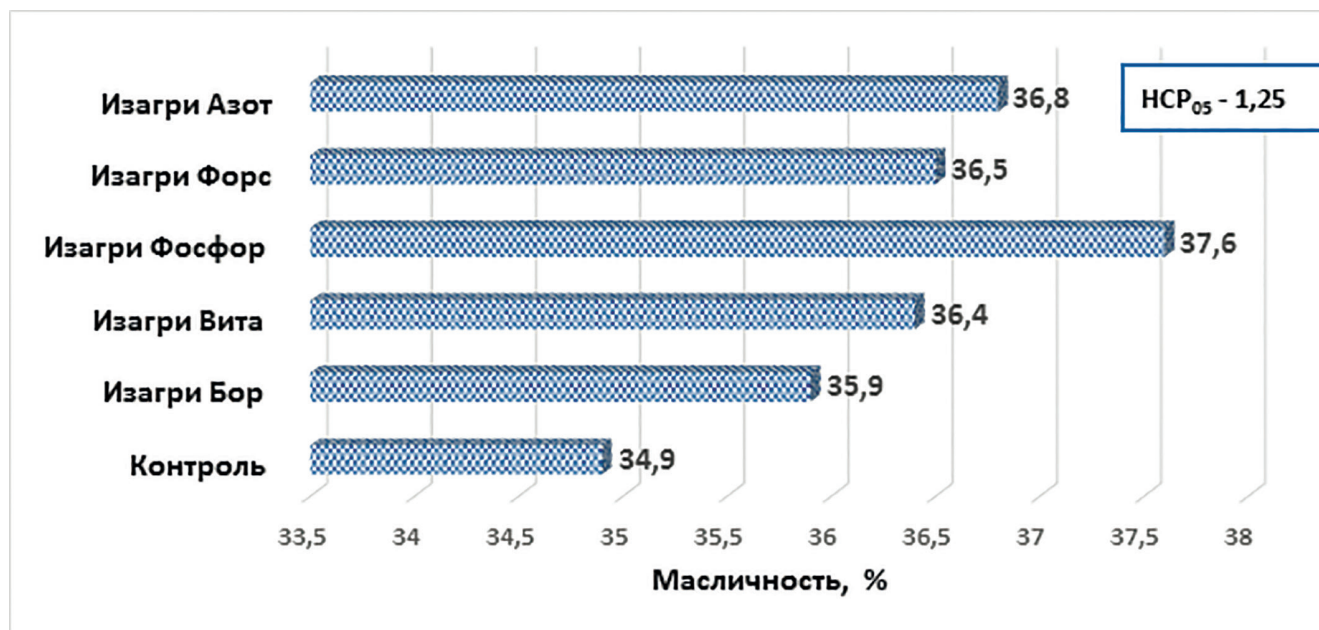


Рисунок 2. Содержание жира в семенах крамбе в зависимости от некорневой обработки (2021–2023 гг.)

Исключение составил вариант с фолитарной обработкой препаратом Изагри Бор, где масличность составила 35,9% и несущественно (всего на 1,0%) превышала данные показатели в контрольном варианте.

Наиболее эффективно на процесс масленосакопления влияла некорневая подкормка препаратами Изагри Фосфор и Изагри Азот. В вариантах с применением данных микроудобрений отмечена максимальная масличность семян (36,8 и 37,6%), что было существенно выше относительно контроля соответственно на 1,9 и 2,7%.

Следует отметить, что несмотря на то, что Изагри Вита и Изагри Форс существенно

увеличивали урожайность крамбе, однако на накопление липидов влияли в меньшей степени. При их использовании содержание масла в семенах крамбе составило 36,4 и 36,5%, что на 0,3–1,2% было ниже предыдущих вариантов, но существенно увеличилось относительно контрольного варианта на 1,5 и 1,6% при $НСП_{0,5} = 1,25\%$.

Для оценки эффективности применения различных видов микроудобрений большое значение имеет также и качество полученной продукции, одним из основных показателей которого является содержание протеина, которое в семенах крамбе составляло 21,4–22,6% (табл. 1).

Таблица 1 – Показатели качества семян крамбе (2021–2023 гг.)

Вариант	Содержание протеина, %	Масса 1000 семян, г	Выровненность, %	Натура, г/л
Контроль	21,4	8,23	78,3	320,8
Изагри Бор	21,6	7,87	79,1	356,4
Изагри Вита	22,6	8,35	85,5	314,5
Изагри Фосфор	20,2	7,95	83,5	344,1
Изагри Азот	20,9	8,95	84,0	317,4
Изагри Форс	21,5	8,05	80,5	331,6
НСР ₀₅	0,93	0,11	1,50	9,17

Здесь применение изучаемых препаратов не приводило к увеличению процента белка, а даже наоборот, к некоторому снижению данного показателя. За исключением варианта с использованием Изагри Вита, где отмечено максимальное содержание протеина (22,6%), что превысило контроль на 1,5%.

Применение Изагри Форса и Изагри Бора практически не влияло на накопление протеина, содержание которого было на уровне контроля и составило 21,5 и 21,6%, соответственно. Листовые подкормки препаратами Изагри Азот и Изагри Фосфор снижали количество белка до 20,9 и 20,2% относительно варианта без обработки.

Масса 1000 семян крамбе варьировала от 7,87 до 8,95 г. Наиболее крупные семена сформировались в варианте с применением препаратов Изагри Азот и Изагри Вита, масса 1000 семян здесь составила 8,95 и 8,35 г. В варианте с внесением Изагри Форс масса 1000 семян была несколько ниже и составила 8,05 г, что не существенно превышало данный показатель в контроле.

Минимальные значения массы 1000 семян у крамбе отмечены в варианте с некорневой подкормкой препаратами Изагри Бор и Изагри Фосфор, которые составили 7,95 и

7,87 г. Известно, что крупность семян в определенной степени влияет на натуру, т.е. чем мельче семена, тем выше натура, поэтому на данных вариантах была отмечена наиболее высокая натура семян (356,4 и 344,1 г/л). Это говорит о том, что семена в данных вариантах хорошо выполнены и имеют меньшее количество плодовых оболочек (лузги). Наименьший показатель натуры отмечен в вариантах с использованием препаратов Изагри Вита (314,5 г/л) и Изагри Азот (317,4 г/л).

Выровненность семян крамбе варьировала в пределах 78,3–85,5%. Наиболее выровненные семена сформировались в вариантах с листовым применением микроудобрений Изагри Вита и Изагри Азот – 85,5% и 84,0%. Наименее выровненные семена отмечены в вариантах с подкормкой препаратом Изагри Бор (79,1%) и Изагри Форс (80,5%).

Некорневая подкормка удобрениями Изагри в различной степени оказала влияние на жирнокислотный состав маслосемян. Например, обработка препаратами Изагри Бор и Изагри Форс максимально увеличивала содержание олеиновой кислоты до 14,23 и 14,33% при 13,91% в контроле. А применение Изагри Фосфора снижало концентрацию данной кислоты до минимума – 13,30% (табл. 2).

Таблица 2 – Жирнокислотный состав маслосемян крамбе при листовой подкормке, % (2021–2023 гг.)

Вариант	Пальмитиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая	Эйкозеновая	Эруковая
Контроль	1,26	0,52	13,91	8,86	7,00	1,90	60,74
Изагри Бор	1,18	0,51	14,23	8,36	6,88	1,74	61,16
Изагри Форс	1,23	0,51	14,33	8,31	6,98	1,95	60,96
Изагри Вита	1,29	0,53	13,64	9,09	7,25	1,79	60,26
Изагри Фосфор	1,37	0,57	13,30	9,46	7,48	1,92	59,74
Изагри Азот	1,14	0,51	13,97	8,70	6,84	1,76	61,48

При этом обработка растений последним максимально увеличивала количество полиненасыщенной линолевой кислоты до 9,46%, а при использовании препарата Изагри Форс концентрация ее снижалась до 8,31% относительно других вариантов, где уровень линолевой кислоты варьировал в пределах 8,36-9,09%.

Применение препаратов Изагри Бор и Изагри Азот максимально увеличивало процент эруковой кислоты – до 61,16 и 61,48%. Наименьшее количество эруковой кислоты отмечено в варианте с использованием микроудобрения Изагри Фосфор, которое составило 59,74% и было ниже показателя в контроле на 1,0%.

Содержание насыщенных кислот существенно не менялось и составило: пальмитиновой – 1,14-1,29% и стеариновой 0,51-0,57%. Количество линоленовой кислоты варьировало от 6,84% в варианте с Изагри Азотом до 7,48% в варианте с Изагри Фосфором, эйкозеновой – от 1,74% (Изагри Бор) до 1,95% (Изагри Форс).

Так, можно сказать, что при использовании микроудобрений можно в той или иной степени регулировать состав жирных кислот в маслосеменах крамбе абиссинской.

Выводы. Таким образом, некорневая обработка растений крамбе абиссинской микроудобрениями марки Изагри влияет на продуктивность и качественные показатели семян крамбе абиссинской. Наиболее эффективными являлись Изагри Вита и Изагри Форс, применение которых позволило получить значительную прибавку урожая крамбе на уровне 0,16-0,19 т/га относительно контрольного варианта. Урожайность на данных вариантах составила 2,02 и 2,05 т/га при масличности 36,4 и 36,5%. В варианте с обработкой микроудобрением Изагри Вита сформировались наиболее крупные и выровненные семена, где масса 1000 семян составила 8,95 г и отмечено наибольшее в них содержание протеина – 22,6%.

Также можно сказать, что листовая подкормка микроудобрениями может выступать в качестве приема регулирования жирнокислотного состава маслосемян крамбе. Применение препарата Изагри Азот максимально увеличивало процент эруковой кислоты – до 61,48%, а использование микроудобрения Изагри Фосфор снижало ее количество до 59,74%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володько О.С., Быченин А.П. Дизельные смесевые топлива для сельскохозяйственной техники // Сельский механизатор. – 2021. – № 3. – С. 26–27.
2. Зиннурова О.В., Фаттахов Д.А. Сравнение кислотного и водного методов рафинирования сырого крамбового масла для производства биодизельного топлива // Международный журнал прикладных наук и технологий Integral. – 2022. – № 5. – С. 1463–1472.
3. Зубкова Т.В., Мухина М.Т., Виноградов Д.В. Особенности применения микроудобрений в агроценозах ярового рапса // Плодородие. – 2023. – № 3 (132). – С. 44–48. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.11
4. Игзакова З.И., Ситдикова А.И. Количественное определение аскорбиновой кислоты и каротиноидов в сырье *Crambe Abyssinica* // Вестник Башкирского государственного медицинского университета. – 2022. – № 1. – С. 74–77.
5. Исакова А.Л. Крамбе абиссинская – перспективная масличная культура для Беларуси // Наше сельское хозяйство. – 2021. – № 19 (267). – С. 23–27.
6. Исакова А.Л., Исаков А.В., Прахова Т.Я. Особенности развития крамбе абиссинской в условиях Беларуси // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 1. – С. 61–63.
7. Кшникаткина А.Н., Галиуллин А.А. Сравнительная продуктивность яровых крестоцветных масличных культур в условиях Среднего Поволжья // Сурский вестник. – 2019. – № 4 (8). – С. 23–28.
8. 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.
9. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. – Краснодар: ВНИИМК, 2010. – 323 с.
10. Прахова Т.Я. Перспективная масличная культура *Crambe Abyssinica* // Достижение науки и техники АПК. – 2013. – № 8. – С. 31–33.
11. Сазонкин К.Д., Никитов С.В., Виноградов Д.В. Возделывание крамбе абиссинской в условиях Рязанской области // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2022. – Т. 14. – № 1. – С. 62–69. DOI: 10.36508/RSATU.2022.40.49.007
12. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Радченко Л.А. Значение крамбе абиссинской (*Crambe Abyssinica*) и ее урожайность в различных странах мира (обзор) // Зерновое хозяйство России. – 2021. – № 4 (76). – С. 66–72. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-66-72
13. Уханова Ю.В., Перова Н.А., Уханов А.П. Ультразвук: эффективность применения и технические средства // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2. – С. 57–63.
14. Bonfá C.S., Guimarães C.G., Evangelista A.R., Dos Santos A.S., De Araújo Pantoja L., Magalhães M.A., De Almeida L.G.F., Fabris J.D. Ethanol and organic acid production related to the microbial population in sugarcane silages with admixed crambe (*Crambe Abyssinica* Hochst) bran // New Zealand Journal of Agricultural Research. – 2022. – No. 66 (3). – Pp. 224–243. DOI: 10.1080/00288233.2022.2054826
15. Braga P.C., Martins J.P., Bonomo R., Falqueto A.R. Physiological and anatomical responses of *Crambe abyssinica* to repeated exposure to water deficit // BASE. – 2022. – No. 26 (2). – Pp. 96–107. DOI: 10.25518/1780-4507.19694.
16. Costa E., Almeida M.F., Alvim-Ferraz C., Dias J.M. Cultivation of *Crambe abyssinica* non-food crop in Portugal for bioenergy purposes: agronomic and environmental assessment // Industrial crops and Products. – 2019. – Vol. 139. – Pp. 1–10. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.111501
17. Goncalves A.C., Schwantes D., De Sousa R.F.B., Da Silva T.R.B., Guimaraes V.F., Campagnolo M.A., De Vasconcelos E.S., Zimmermann J. Phytoremediation capacity, growth and physiological responses of *Crambe abyssinica* Hochst on soil contaminated with Cd and Pb // Journal of Environmental Management. – 2020. – Vol. 262. – Pp. 110342. DOI: 10.1016/j.jenvman.2020.110342

18. Kurt O., Göre M., KIR K. Determination of Sowing Date of Crambe (*Crambe abyssinica* L.) in Northern Türkiye // International Journal of Agriculture, Environment and Food Sciences. – 2022. – No. 6 (1). – Pp. 19-24. DOI: 10.31015/jaefs.2022.1.4.
19. Samarappuli D., Zanetti F., Berzuini S., Berti M. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): A Non-Food Oilseed Crop with Great Potential: A Review // Agronomy. – 2020. – Vol. 10 (1380). – Pp. 380-390. DOI: 10.3390/agronomy10091380
20. Trentini C.P., Mello B.F., Postau N., Raspe D.T., Silva C., Cabral V.F. Sequential process to obtain fatty acid esters from crambe oil using a mixture of acyl acceptors under pressurized conditions // The Journal of Supercritical Fluids. – 2022. – Vol. 188. – Pp. 105664. DOI: 10.1016/j.supflu.2022.105664

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник, ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур», 17/56, Комсомольский проспект, г. Тверь, Российская Федерация, 170041, e-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

Одрин Илья Владимирович, аспирант, ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет», д. 30, ул. Ботаническая, г. Пенза, Российская Федерация, 440014, e-mail: odrinilya@mail.ru

Tatyana Ya. Prahova, DSc in Agricultural Sciences, chief researcher, Federal Research Center for Bast Fiber Crops, 17/56, Komsomolsky pr., Tver, Russia Federation, 170041, e-mail: prakhova.tanya@yandex.ru

Ilya V. Odrin, graduate student, FSBEU HE «Penza State Agrarian University», 30, Botanicheskaya st., Penza, Russia Federation, 440014, e-mail: odrinilya@mail.ru