УДК 635.3.344:633.85:631:526.32

DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-66-72

ЗНАЧЕНИЕ КРАМБЕ АБИССИНСКОЙ (CRAMBE ABYSSINICA) И ЕЕ УРОЖАЙНОСТЬ В РАЗЛИЧНЫХ СТРАНАХ МИРА (ОБЗОР)

Е.Л. Турина¹, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории исследования технологических приемов в животноводстве и растениеводстве, turina_e@niishk.ru, ORCID ID: 0000-0002-7791-3030;

Т.Я. Прахова², доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекционных технологий, prakhova.tanya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7063-4784;

Л.А. Радченко¹, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе, I-radchenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7410-1870

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»,

295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, д.150; e-mail: priemnaya@niishk.ru;

²ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур»,

170041, г. Тверь, Комсомольский проспект, 17/56; e-mail: info@fnclk.ru

Непрекращающийся рост урбанизации и увеличение численности населения на планете определяют мировой рост на энергоносители. В то же время общество все больше осознает последствия экологических проблем в связи с изменением климата и активной добычей ископаемого топлива. Биодизель призван внести существенный вклад в будущие энергетические потребности экономики развитых стран. В связи с этим, крамбе абиссинская (Crambe abyssinica) привлекает внимание как энергетическая культура. Поставлена цель исследований – на основе библиометрического анализа раскрыть возможные сферы применения Crambe abyssinica и собрать данные об урожайности культуры в мире. В статье охарактеризовано многообразие возможностей использования крамбе, в основном непродовольственного значения: в косметике, парфюмерии, в технической промышленности, в качестве адсорбента сточных вод и другое. Установлено, что урожайность крамбе абиссинской в мире в зависимости от региона возделывания колеблется в значительных пределах от 0.6 до 5 т/га и очень разнится от климатических условий. Показано, что продуктивность в России отечественных сортов крамбе абиссинской Полет, Деметра и Арфа в условиях Средневолжского региона составляет в среднем 3,06-3,22, в Саратовской области - 1,45, в Крыму - 0,54-1,55 т/га. Многообразие генотипов культуры свидетельствует о наличии широких возможностей для дальнейшего совершенствования селекции сортов с улучшенным жирнокислотным составом с использованием передовых методов для изменения уже существующих генетических ресурсов.

Ключевые слова: крамбе абиссинская, урожайность, значение, регион возделывания, масличность, жирнокислотный состав, сорт.

Для цитирования: 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). C. 66-72. DOI: 10.31367/2079-8725-2021-76-4-66-72.



THE VALUE OF THE CROP 'CRAMBE ABYSSINICA' (CRAMBE ABYSSINICA) AND ITS PRODUCTIVITY IN VARIOUS COUNTRIES **OF THE WORLD (REVIEW)**

E.L. Turina¹, Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, leading researcher of the laboratory for the study of technological processes in husbandry and plant production, turina e@niishk.ru, ORCID ID: 0000-0002-7791-3030;

T.Ya. Prakhova², Doctor of Agricultural Sciences, main researcher of the laboratory for breeding technologies, prakhova.tanya@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-7063-4784; **L.A. Radchenko**¹, Candidate of Agricultural Sciences, deputy director on scientific work,

I-radchenko@ukr.net , ORCID ID: 0000-0002-7410-1870

¹Research Institute of agriculture in Crimea,

295493, Republic of Crimea, Simferopol, Kievskaya Str., 150;

e-mail: priemnaya@niishk.ru;

²Federal Research Center of Fiber Crops,

170041, Tver, Komsomolsky Av., 17/56; e-mail: info@fnclk.ru

The constant growth of urbanization and population of the planet are driving to a global energy growth. At the same time, society is increasingly aware of the consequences of environmental problems due to climate change and active extraction of fossil fuels. Biodiesel is intended to make a significant contribution to the future energy needs of the economies of developed countries. In this regard, the oilseed crop Crambe abyssinica attracts attention as an energy culture. The purpose of the current study was to identify the possible areas of the use of Crambe abyssinica and to collect data on the crop productivity in the world on the basis of bibliometric analysis. The current paper has described the range of possibilities for using Crambe abyssinica, mainly for non-food aim, namely in cosmetics, perfumery, in technical industry, as an adsorbent for wastewater, etc. There has been established that Crambe abyssinica productivity in the world, depending on the region of cultivation, varies within significant limits from 0.6 to 5 t/ha and varies greatly due to climatic conditions. There has been shown that the productivity of the domestic varieties of Crambe abyssinica 'Polet', 'Demetra' and 'Arfa' produces 3.06-3.22 t/ha in the Middle Volga region, 1.45 t/ha in the Saratov region, 0.54–1.55 t/ha in the Crimea. The diversity of crop genotypes has indicated that there are wide opportunities for further breeding improvement in the varieties possessing better fatty acid composition using advanced methods to modify existing genetic resources.

Keywords: Crambe abyssinica, productivity, value, region of cultivation, oil content, fatty acid composition, variety.

Введение. Истощение мировых запасов углеводородных ресурсов и растущий спрос на возобновляемые виды топлива подчеркивают преимущества биотоплива, и сподвигают ученых многих стран к изучению альтернативных источников энергии традиционных ископаемому. Согласно расчетам на долю энергии, полученной из возобновляемых источников, приходится в мире примерно 25% (Stolarski et al., 2018). Тем не менее, этот процент может быть увеличен еще больше, приняв во внимание все потенциальные источники - солнце, ветер, воду, геотермальную энергию (использование тепла, накопленного во внутренних слоях земли), а также выращивание сельскохозяйственных энергетических культур.

Ни одна развитая страна не остается в стороне при решении этой глобальной проблемы – целью Европейского союза остается достичь доли в 20% возобновляемых источников энергии в энергобалансе к концу 2020 года и не менее 27% – к 2030 году, Японии – 22–24% к 2035 году, Южной Кореи – 11% к 2035 году. Несмотря на то, что Россия является одним из крупнейших экспортеров нефти, многие российские производственные организации проявляют активный интерес к производству и потреблению экологически чистых биоэнергоносителей, получаемых из возобновляемого биологического сырья, и, согласно прогнозам, здесь доля возобновляемых источников энергии к 2035 году может достичь при позитивном сценарии 8-10% (Титова и др., 2017).

Зависимость мировой экономики от энергетических ресурсов ископаемого топлива и его истощения, неустойчивые цены на нефть и глобальные климатические изменения подвигают на обширные научные исследования экологически чистых видов биотоплива. Согласно позитивному сценарию, мировой объем производства биотоплива будет расти на 3,5% в год (Stolarski et al., 2018).

Существующие сегодня прогнозы роста производства биотоплива из растительного материала указывают на необходимость ана-

лиза различных культур, как важного возобновляемого ресурса, способного занять определенное место в так называемой «зеленой» энергетике.

Сельское хозяйство может предложить сырье для получения биотоплива из большого набора сельскохозяйственных культур. Тем не менее, по мнению большинства ученых, следует четко разделять энергетические культуры, используемые на пищевые цели и не связанные с пищевыми продуктами (кормами), поскольку проблема продовольственной безопасности не менее актуальна, и даже в научной литературе появилось новое понятие – «энергетическое земледелие» (Zanetti et al., 2016; Титова и др., 2017).

В этом направлении крамбе абиссинская (Crambe abyssinica) как энергетическая культура, привлекает внимание ученых, о чем говорит большое количество публикаций за последнее десятилетие в высокорейтинговых изданиях. Тем не менее, обзорные статьи по вопросу возможности использования этой культуры были написаны исключительно за рубежом, но все они ориентированы на эвентуальность применения масла крамбе в качестве источника для биотоплива (Stolarski et al., 2018; Costa et al., 2019). Для России Crambe abyssinica является нетрадиционной культурой, и научная литература о ней нацелена, в основном, на раскрытие вопросов повышения ее продуктивности.

Таким образом, цель настоящего обзора – на основе библиометрического анализа раскрыть возможные сферы применения Crambe abyssinica и собрать данные об урожайности культуры в мире.

Обзор вопроса в мире и России. Crambe abyssinica Hochst. – однолетняя масличная культура семейства Brassicaceae. Ее семена содержат до 46% слабовысыхающего масла с низким йодным числом (Прахова, 2017). Кислотное число масла низкое и варьирует от 3,9 до 8,9 мг КОН на 1 г жира, число омыления составляет 175,2–179,0 мг КОН на 1 г жира (табл. 1) (Уханов и др., 2018).

1. Физико-химические показатели масла крамбе абиссинской 1. Physicochemical indicators of 'Crambe abyssinica' oil

Показатель	Значения
Йодное число, г йода на 100 г жира	93,0–97,0
Кислотное число, мг КОН на 1 г жира	3,9–8,9
Число омыления, мг КОН на 1 г жира	175,2–179,0
Температура застывания, °С ниже нуля	8,0–10,0
Плотность при 25 °C, г/см ³	0,905–0,925
Удельный вес при 15 °C	0,912–0,913

В целом состав масла культуры представлен около 65–75% жирных кислот мононенасыщенных и 10–15% полиненасыщенных.

Благодаря такой уникальной молекулярной структуре (содержание линолевой – 8,82% и линоленовой кислоты – 6,23% в условиях

Среднего Поволжья и 7,83 и 5,31% соответственно в Крыму) масло обладает чрезвычайной стойкостью к окислению и высоким температурам. Содержание эруковой кислоты очень высокое – 60% и выше (Прахова, 2017; Турина и др., 2019).

Из всего ассортимента крестоцветных масличных культур, содержащих в своем составе большое количество эруковой кислоты: Brassica carinata, Brassica juncea, Sinapis alba, Brassica naps, Camelina sativa, Crambe abyssinica, именно последняя представляет наибольший интерес, учитывая ее ограниченное использование в пищевых целях (Zorn et al., 2019).

Ввиду того, что эруковая кислота – важное исходное сырье в олеохимической индустрии, масло крамбе используют в основном в технической промышленности. Естественный высокий уровень эруковой кислоты позволяет применять масло крамбе для изготовления пластических пленок, пластмасс, смол, лаков, ингибитора коррозии, в производстве синтетических каучуков и волокон, смазочных масел, покрытий, олиф, материалов для электрической изоляции, при производстве нейлона и как жидкий теплоноситель (Costa et al., 2019).

Кроме того масло находит применение в качестве адъюванта для пестицидов, а полностью гидрогенизированное крамбовое масло имеет потенциальную ценность в виде компонента воска (Zorn et al., 2019).

В последнее время в иностранной и в отечественной литературе показан экспериментальный материал, доказывающий, что крамбе представляет собой перспективный источник производства биодизельного топлива. Такой биодизель является более стабильным, чем, например, из сои, и имеет высокую эффективность преобразования энергии (Stolarski et al., 2018; Уханов и др., 2018; Costa et al., 2019).

Стоит отметить, что по сравнению с другими масличными, используемыми для производства биодизельного топлива (рапс, подсолнечник, соя), затраты на производство семян *Crambe* являются самыми низкими. Это связано с тем, что данная культура отличается малой повреждаемостью вредителями и поражаемостью болезнями, что позволяет существенно экономить на средствах защиты растений (Прахова, 2017).

Кроме этого, современные исследования, проведенные иностранными и российскими учеными по оценке производительности и выбросов вредных газов двигателем, работающим на основе соевого, льняного и крамбового масла, показали, что работа на топливе из *Crambe* приводит к значительному уменьшению выброса вредных веществ (CO, CO₂). Причем ученые показали возможность работы двигателя как отдельно на крамбовом дизеле, так и в смеси в различном соотношении с минеральным топливом (Stolarski et al., 2018; Уханов и др., 2018; Zorn et al., 2019).

Косметика является важным потребительским продуктом, играющим существенную

роль в жизни каждого современного человека, и в данной отрасли широко применяется масло крамбе. Помимо использования его в традиционных косметических средствах (губные помады, блески, парфюмерия), масло крамбе могут применять при изготовлении средств гигиены – входят в состав мыла, шампуней, увлажняющих и питательных кремов для лица и тела (Francis, Campbell, 2003; Прахова, 2017). Считается, что крамбовое масло обладает противовоспалительными, тонизирующими, питательными свойствами и может использоваться для любых типов кожи, в том числе чувствительной. Установлена возможность применения таких изделий в качестве солнцезащитных средств. По своим физико-химическим свойствам масло крамбе полностью соответствует ГОСТу 32852-2014 на косметические масла.

Благодаря низкому йодному числу, масло этой культуры редко, но используется в пищевой промышленности при производстве майонезов и маргарина, и в кондитерской промышленности (как салатное). По своему качеству напоминает масло горчицы белой (Francis and Campbell, 2003; Турина и др., 2019).

После извлечения масла жмых крамбе абиссинской может быть использован в качестве кормовой добавки для овец, свиней и крупного рогатого скота, поскольку содержит до 40% белка (Syperreck et al., 2016). Однако делать это нужно с осторожностью, поскольку в различных регионах крамбе может содержать и разное количество глюкозинолатов, повышенное потребление которых может приводить к увеличению печени и щитовидной железы животных. В исследованиях немецких ученых скармливание молочным коровам жмыха крамбе 30% от доли всего рациона приводило к снижению продуктивности животных. Syperreck M.A. с соавторами считает, что более эффективно использование жмыха крамбе для овец, поскольку даже большая доля (до 70%) такого компонента рациона не оказывает отрицательного действия на организм.

Бразильские ученые считают перспективным новое направление использования жмыха – в качестве природного адсорбента сточных вод, а также в аквакультуре при выращивании серебряного сома (*Rhamdia quelen*) (Viana et al., 2015).

Кроме этого крамбе абиссинская представляет агрономический интерес как высокоурожайная, неприхотливая к почве, засухоустойчивая культура с коротким вегетационным периодом от 90 до 100 дней, благодаря чему она рано освобождает поле. Крамбе может использоваться как сидеральная культура и является хорошим фитосанитаром почв (Турина и др., 2019).

В настоящее время поиск и изучение сельскохозяйственных растений, применяемых для фиторемедиации почв, очень актуальны, главным образом, в связи с экологическими проблемами, вызванными загрязнением почв тяжелыми металлами. Современными иссле-

дованиями бразильских ученых установлено, что крамбе имеет определенную фиторемедиационную способность, в частности, обладает большим потенциалом фитоэкстракции кадмия и фитостабилизации свинца (Francis and Campbell, 2003; Прахова, 2017). Кроме того, эту культуру успешно можно использовать в качестве природного адсорбента хрома, что является хорошей альтернативой химической рекультивации.

Засоление является одним из основных факторов, ограничивающих продуктивность сельского хозяйства в засушливых и полузасушливых регионах. Под влиянием солевого стресса большинство культурных растений не может в полной мере проявить свой продуктивный потенциал. Например, выращивание Crambe abyssinica в засушливой зоне Центральной Азии и Приаралье и орошение ее слабосолоноватой водой, несмотря на некоторое снижение продуктивности, довольно эффективно и выгодно (lonov и др., 2013). В связи с чем, авторы делают вывод о том, что культура способна давать удовлетворительные урожаи на почве, диапазон значений электропроводности которой варьирует в пределах от 2,5 до 6,0 дСм/м, а также о целесообразности ее культивирования в районах Аральского моря.

Другие подобные исследования с крамбе также подтвердили определенную толерантность растения к оросительной воде электропроводностью от 0,9 до 7,9 дСм/м и содержащих NaCl и CaCl₂ (1:1 по массе), что позволило ученым отнести эту культуру в группу растений, умеренно чувствительную к засолению (Zanetti и др., 2016).

Статье abyssinica является уроженцем Средиземноморского региона и высокогорий Восточной Африки. Благодаря своей высокой пластичности и экологической адаптивности крамбе можно выращивать в регионах с уровнем осадков от 350 до 1200 мм в год и среднегодовой температурой воздуха 5–7°С, летней температурой 15–26°С, на почвах с рН от 5 до 7,8 (Прахова, 2017; Kurt et al., 2018).

Сейчас крамбе абиссиснкая культивируется во многих странах мира – США, Канаде, Польше, Швеции, Италии, Пакистане, Индии, Китае, Бразилии, Японии, Чехии, Ирландии, Турции, Германии, Нидерландах, Австрии, Португалии, Аргентине, Австралии и России. В научных кругах проводится серьезная работа по генетическому усовершенствованию *Crambe abyssinica* с использованием современных селекционных методов и сортов, где наметился значительный прогресс в изменении жирнокислотного состава масла (регулирование содержания эруковой кислоты, снижение уровня глюкозинолатов).

Урожайность крамбе абиссинской в зависимости от региона возделывания колеблется в значительных пределах: от 0,6 до 5 т/га. По мнению Zanetti F. с соавторами (2016), часто низкая урожайность крамбе обусловлена чувствительностью культуры к низким темпе-

ратурам на начальных этапах роста, а также неэффективным использованием солнечной радиации, которое приводит к формированию малого количества плодиков на растениях.

Например, по данным Costa E. с соавторами (2019), средняя урожайность этой культуры в Португалии невысокая – 0,742 т/га с содержанием масла в семенах от 26 до 34%.

В Польше урожайность варьирует в пределах 1,19–1,78 т/га, при этом установлена четкая зависимость ее от гидротермического коэффициента по Селянинову: в годы благоприятные по влагообеспеченности, урожайность достигает практически 2 т/га, а в сухие годы снижается (Stolarski, 2018).

Kurt O. с соавторами (2018) помимо климатических условий, считают необходимым брать во внимание и адаптивность сортов – исследования, проведенные на севере Турции с различными сортами и сортообразцами показали, что в зависимости от этих факторов урожайность *Crambe abyssinica* варьирует значительно – от 0,421 до 2,717 т/га.

В Италии в ходе испытаний были выделены три сорта крамбе (*Galactica*, *Nebula* и *Mario*), при культивировании которых в условиях Южной Сицилии получена наибольшая урожайность семян 2,29 т/га. Установлено, что более высокие урожайности семян можно получить на севере Италии, а на юге продуктивность культуры значительно ниже (Zanetti et al., 2016).

Экспериментальные данные, полученные в различных регионах Чехии, показали возможность получения урожайности семян крамбе на уровне 1,38–1,95 т/га с масличностью 32–34% (lonov et al., 2013).

По данным Viana O.H. с соавторами (2015), 2,118 т/га – это наибольшая урожайность маслосемян крамбе, которую удалось получить замноголетние исследования в Бразилии в штате Парана. Исследователи считают, что крамбе имеет большие перспективы и анонсируется здесь как альтернативная энергетическая культура соевым бобам, рапсу и ятрофе. В то же время подобные исследования в регионе с этим растением, проведенные по системе прямого посева, показали, что в этом случае продуктивность культуры уменьшается до 1,5 т/га.

Сравнение урожайности масличных культур, собранных в различных регионах Австралии, показывает целесообразность выращивания Crambe abyssinica в стране. Потенциал получения наибольшей урожайности 3,1 т/га с масличностью 32% по сравнению с *Linseed* – 0,2–2,0 т/га, Camelina – 0,6–2,3 т/га, Canola – 0,1–2,6 т/га, Guizotia abyssinica – 0,05–0,73 т/га. За два года исследований крамбе по урожайности уступала здесь только Brassica juncea и Brassica carinata (Francis, Campbell, 2003).

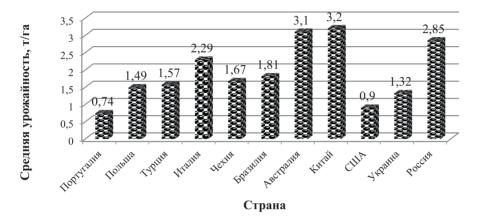
Биологическая урожайность культуры в опытах Wang Y.P. с соавторами (2000) в Китае варьировала в пределах от 1,4 до 5,0 т/га, масличность семян достигала 34,5%, содержание эруковой кислоты – до 62%.

В США крамбе выращивается в основном на западных и северных землях, что позволяет получать в среднем урожайность 0,9 т/га с масличностью плодиков 35% и содержанием эруковой кислоты 60%. По мнению исследователей, в Америке можно отвести под эту культуру в перспективе более 65000 акров (Zanetti et al., 2016).

Средняя урожайность крамбе абиссинской в условиях Восточной Лесостепи Украины составляла 1,32 т/га и уступала лишь редьке масличной. Из положительных характеристик культуры были отмечены низкие затраты на ее выращивание и нерастрескиваемость плодиков. Результаты исследований позволили ученым отнести крамбе к числу перспективных масличных культур для данной зоны (Kurt et al., 2018)

- В России в настоящее время *Crambe abyssinica* культивируется на площади около 1000 га, в основном в условиях Среднего Поволжья, Башкортостане и Крыму.
- В научных публикациях российских ученых убедительно показана возможность получения продуктивности крамбе 3,0 т/га и выше с масличностью плодиков 39,7%, семян 47,7% в Пензенской области; 1,79–2,41 т/га с содержанием масла в семенах до 43,5% в Башкортостане и до 2,16 т/га с масличностью 23,31–33,63% в Крыму (Прахова, 2017; Турина и др., 2019).

Таким образом, урожайность крамбе абиссинской в мире в зависимости от региона возделывания значительно варьирует (см. рисунок).



Средняя урожайность крамбе абиссинской по странам Mean productivity of 'Crambe abyssinica' throughout the countries

На 2020 год в Государственный Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, включено 5 сортов культуры: ВИР 1 и ВИР 2 (оригинаторы ГНУ ГНЦ ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, ГНУ Екатерининская опытная станция ВНИИР, ЗАО НП фирма «Российские семена»), Полет и Деметра (выведены Пензенским ИСХ), Арфа (оригинаторы ФГБНУ Российский НИПТИ сорго и кукурузы, ООО ОВП «Покровское»).

В монографии Праховой Т.Я. (2017) показано, что средняя урожайность сортов крамбе отечественной селекции Полет и Деметра в условиях Средневолжского региона составляет 3,06 и 3,22 т/га, масличность семян – 45,1 и 46,2%, а плодиков – 39,1 и 40,0% соответственно. Реализация потенциала урожайности сортов в этой зоне сравнительно высокая – 77,5–88,9%, что объясняется их способностью противостоять действию различных биотических и абиотических стрессов. Масло характеризуется повышенным содержанием эруковой кислоты – 57,81–58,96% и низким уровнем насыщенных кислот, которые в сумме составляют около 2,0%.

Исследование элементов технологии крамбе сорта Полет в условиях Центральной степи Крыма показало высокую зависимость культуры от погодных условий – во влажные годы здесь можно получить до 2,16 т/га с масличностью плодиков 29,73–33,63%, а в сухие урожайность резко снижается до 0,24–0,56 т/га при масличности 23,31–24,81%. Содержание эруковой кислоты в масле достигает 55,34–60,5% (Турина и др., 2019).

Средняя урожайность нового сорта Арфа в условиях Саратовской области составила 1,45 т/га, содержание жира в плодиках – 45,2% (Волков и Зайцев, 2019).

Имеющийся в современной мировой литературе экспериментальный материал по изучению многообразия генотипов культуры, свидетельствует о наличии широких возможностей для дальнейшего совершенствования селекции сортов с улучшенным жирнокислотным составом с использованием передовых методов для изменения уже существующих генетических ресурсов (Kurt et al., 2018; Волков и Зайцев, 2019)

Заключение. Таким образом, проведенный анализ научной литературы позволил охарактеризовать многообразие возможностей использования крамбе, в основном непродовольственного значения. Тем не менее,

главным направлением использования культуры в мире остается получение экологически чистого возобновляемого топлива, высокий спрос на которое обусловливает научный и промышленный интересы в различных странах. Диверсификация растениеводства и рас-

ширение площадей под крамбе может стать важным шагом в долгосрочной перспективе для решения проблемы получения биологического сырья для биотоплива и биоавиакеросина.

Библиографические ссылки

- Волков Д.П., Зайцев С.А. Новый сорт крамбе Арфа, рекомендуемый для регионов возделывания культуры // Сб. материалов конференции «Актуальные вопросы биологии, селекции, технологии возделывания и переработки масличных и других технических культур». Краснодар: ВНИИМК им. В.С. Пустовойта, 2019. С. 28–33.
- Прахова Т.Я. Крамбе абиссинская (Crambe abyssinica Hochst.): монография. Пенза: РИО ПГАУ, 2017. 132 с.
- Титова Е., Бондарчук Н., Романова Е. Экономические аспекты культивирования некоторых растений, используемых в качестве сырья для биотоплива // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017. № 1. С. 54–61.
- Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Ефименко С.Г. Возделывание крамбе абиссинской (Crambe abyssinica Hochst.) в условиях Степного Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 2(18). С. 103–110. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109.
- 5. Уханов А.П., Володько О.С., Быченин А.П., Ерзамаев М.П. Показатели физико-химических, теплотворных, трибологических свойств масла крамбе абиссинской и дизельного смесевого топлива // Нива Поволжья. 2018. № 2. С. 141–148.
- 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. DÖI: 10.1016/j.indcrop.2019.111501.
- Francis C.M., Campbell M.C. New high quality oil seed crops for temperate and tropical Australia// University of Western Australia. 2003. 27 p.
- 8. Ionov M., Yuldasheva N., Ulchenko N., Glushenkova A.I., Heuer B. Growth, development and yield of Crambe abyssinica under saline irrigation in the greenhouse // Journal of Agronomy and Crop Science. 2013. Vol. 199. No. 5. P. 331–339. DOI: 10.1111/jac.12027
- Kurt O., Ozyilmaz T., Gore M. Determination of yield and yield components of some Crambe genotypes in the world collection // Scientific Papers Series A-Agronomy. 2018. Vol. 61. No. 1. P. 304–309.
- 10. Stolarski M.J., Krzyzaniak M., Kwiatkowski J., Tworkowski J., Szczukowski S. Energy and economic efficiency of Camelina and Crambe biomass production on a large-scale farm in north-eastern
- Poland // Energy. 2018. Vol. 150. P. 770–780. DOI: 10.1016/j.energy.2018.03.021.

 11. Syperreck M.A., Mizubuti I.Y., Pereira E.S., Ribeiro E.L.D., Peixoto T.E.L., Pimentel P.G., Franco A.L.C., Massaro F.L., Brito R.M., Parra A.R.P. Feeding behavior in lambs fed diets containing Crambe cake // Semina-Ciencias Agrarias. 2016. Vol. 34. No. 4. P. 2633-2640. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37 n4Supl1p2633.
- 12. Viana O.H., Santos R.F., de Oliveira R.C., Secco D., de Souza S.N.M., Tokura L.K., da Silva T.R.B.,
- Gurgacz F. Crambe (Crambe abyssinica H.) development and productivity under different sowing densities // Australian Journal of Crop Science. 2015. Vol. 9. No. 8. P. 690–695.

 13. Wang Y.P., Tang J.S., Chu C.Q., Tian J. A preliminary study on the introduction and cultivation of Crambe abyssinica in China, an oil plant for industrial uses // Industrial Crops and Products. 2000. Vol. 12. No. 1. P. 47-52. DOI: 10.1016/S0926-6690(99)00066-7.
- 14. Zanetti F., Scordia D., Vamerali T., Copani V., Dal Cortivo C., Mosca G. Crambe abyssinica a non-food crop with potential for the Mediterranean climate: Insights on productive performances and root growth // Industrial Crops and Products. 2016 Vol. 90 P. 152–160. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.06.023.
- 15. Zorn K., Oroz-Guinea I., Bornscheuer U.T. Strategies for enriching erucic acid from Crambe abyssinica oil by improved Candida antarctica lipase a variants // Process Biochemistry. 2019. Vol. 79. P. 65–76. DOI: 10.1016/j.procbio.2018.12.022.

References

- Volkov D.P., Zajcev S.A. Novyj sort krambe Arfa, rekomenduemyj dlya regionov vozdelyvaniya kul'tury ['Arfa', the new variety of Crambe abyssinica, recommended for regions of cultivation] // Sb. materialov konferencii «Aktual'nye voprosy biologii, selekcii, tekhnologii vozdelyvaniya i pererabotki maslichnyh i drugih tekhnicheskih kul'tur». Krasnodar: VNIIMK im. V.S. Pustovojta, 2019. S. 28–33.
- 2. Prahova T.YA. Krambe abissinskaya (Crambe abyssinica Hochst.) [Crambe abyssinica (Crambe abyssinica Hochst.)]: monografiya. Penza: RIO PGAU, 2017. 132 s.

 3. Titova E., Bondarchuk N., Romanova E. Ekonomicheskie aspekty kul'tivirovaniya nekotoryh rastenij, ispol'zuerini karatenij, ispol'zuerini karatenij. plants used for biofuels] // Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal. 2017. № 1. S. 54–61.
- Turina E.L., Prahova T.YA., Efimenko S.G. Vozdelyvanie krambe abissinskoj (Crambe abyssinica Hochst.) v usloviyah Stepnogo Kryma ['Crambe abyssinica' (Crambe abyssinica Hochst.) cultivation in the steppe Crimea] // Tavricheskij vestnik agrarnoj nauki. 2019. № 2(18). Ś. 103–110. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109.
- 5. Uhanov A.P., Volod'ko O.S., Bychenin A.P., Erzamaev M.P. Pokazateli fiziko-himicheskih, teplotvornyh, tribologicheskih svojstv masla krambe abissinskoj i dizel'nogo smesevogo topliva [Indicators of physicochemical, thermal value, tribological properties of 'Crambe abyssinica' oil and diesel mixed fuel] // Niva Povolzh'ya. 2018. № 2. S. 141–148.

6. 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. DOI: 10.1016/j.indcrop.2019.111501.

7. Francis C.M., Campbell M.C. New high quality oil seed crops for temperate and tropical Australia//

University of Western Australia. 2003. 27 r.

8. Ionov M., Yuldasheva N., Ülchenko N., Glushenkova A.I., Heuer B. Growth, development and yield of Crambe abyssinica under saline irrigation in the greenhouse // Journal of Agronomy and Crop Science. 2013. Vol. 199. No. 5. P. 331–339. DOI: 10.1111/jac.12027.

9. Kurt O., Ozyilmaz T., Gore M. Determination of yield and yield components of some Crambe penotypes in the world collection // Scientific Papers Series A-Agronomy 2018, Vol. 61, No. 1, P. 304–309.

- genotypes in the world collection // Scientific Papers Series A-Agronomy. 2018. Vol. 61. No. 1. P. 304–309. 10. Stolarski M.J., Krzyzaniak M., Kwiatkowski J., Tworkowski J., Szczukowski S. Energy and economic efficiency of Samelina and Srambe biomass production on a large-scale farm in north-eastern Poland // Energy. 2018. Vol. 150. P. 770–780. DOI: 10.1016/j.energy.2018.03.021.
- 11. Syperreck M.A., Mizubuti I.Y., Pereira E.S., Ribeiro E.L.D., Peixoto T.E.L., Pimentel P.G., Franco A.L.C., Massaro F.L., Brito R.M., Parra A.R.P. Feeding behavior in lambs fed diets containing Crambe cake // Semina-Ciencias Agrarias. 2016. Vol. 34. No. 4. P. 2633–2640. DOI: 10.5433/1679-0359.2016v37 n4Supl1p2633.
- 12. Viana O.H., Santos R.F., de Oliveira R.C., Secco D., de Souza S.N.M., Tokura L.K., da Silva T.R.B., Gurgacz F. Crambe (Crambe abyssinica H.) development and productivity under different sowing densities //

Australian Journal of Crop Science. 2015. Vol. 9. No. 8. P. 690-695.

- 13. Wang Y.P., Tang J.S., Chu C.Q., Tian J. A preliminary study on the introduction and cultivation of Crambe abyssinica in China, an oil plant for industrial uses // Industrial Crops and Products. 2000. Vol. 12. No. 1. R. 47–52. DOI: 10.1016/S0926-6690(99)00066-7.
- 14. Zanetti F., Scordia D., Vamerali T., Cópani V., Dal Cortivo C., Mosca G. Crambe abyssinica a non-food crop with potential for the Mediterranean climate: Insights on productive performances and root growth // Industrial Crops and Products. 2016 Vol. 90 P. 152–160. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.06.023.
- 15. Zorn K., Oroz-Guinea I., Bornscheuer U.T. Strategies for enriching erucic acid from Crambe abyssinica oil by improved Candida antarctica lipase a variants // Process Biochemistry. 2019. Vol. 79. R. 65–76. DOI: 10.1016/j.procbio.2018.12.022.

Поступила: 7.07.20; принята к публикации: 2.04.21.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Ра́дченко Л.А. – концептуализация исследования, сбор данных, анализ данных и их интерпретация; Турина Е.Л. – подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.