

УДК 57.032:582.683.2

## БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ КАТРАНА *CRAMBE* L. – ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ И ПИЩЕВЫХ РАСТЕНИЙ

Шатунова С. В.<sup>1</sup>, Журнова С. В.<sup>1</sup>, Гончаров Д. А.<sup>1</sup>, Семенова Е. Ф.<sup>1</sup>,  
Шмараева А. Н.<sup>2</sup>, Гончаров М. А.<sup>1</sup>, Цокало И. Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Симферополь,  
Республика Крым, Российская Федерация

<sup>2</sup>Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация  
E-mail: shatunovasneja@gmail.com

Особый интерес при интродукции в Крыму представляют многолетние виды катрана: приморский *Crambe maritima* L., татарский *C. tatarica* Sebeok., Стевена *C. steveniana* Rupr., сердцелистный *C. cordifolia* Steven., перистый *C. pinnatifida* R. Br. Проведенные опыты с использованием культуры семян позволяют заключить о возможном влиянии нескольких факторов, обуславливающих относительно низкую всхожесть семян катрана, в частности гибель зародышей и проростков вследствие поражения патогенными микроорганизмами, что сказывается на жизнеспособности пробирочных растений, и, в конечном счете, на выходе посадочного материала. Скрининг интродуцентов, обеспечивающих максимальный выход проростков в условиях *in vitro* на простой (по составу) минеральной среде, важен для минимизации затрат и повышения уровня рентабельности разрабатываемой биотехнологии за счет дешевой питательной среды.

**Ключевые слова:** семена, питательная среда, культура *in vitro*, жизнеспособность, интродукция.

### ВВЕДЕНИЕ

Катран представляет собой однолетнее или многолетнее растение, достигающее в высоту до 120 см, относится к семейству Капустных *Brassicaceae* (Крестоцветные *Cruciferae*) [1]. Данное растение имеет мясистый корень цилиндрической формы с белой мякотью, его длина в среднем достигает 50 см. Стебель голый, ветвистый, покрыт небольшим налетом воска. Листья перистораздельные, черешковые или вильчатолопастные. Плод представляет собой нераскрывающийся двучленный стручок [2]. Семена довольно крупные – их диаметр достигает 10 мм, плодовая оболочка твердая, не отделяется. Морфометрические показатели семян и плодов катрана, имеющих мощные покровы, особенно важны при изучении их всхожести как в полевых условиях, так и в лабораторных в связи с получением полноценных проростков и растений.

В природных условиях катран произрастает на Кавказе и в Крыму. В качестве культурного растения возделывается с 1960–1965-х годов в европейских странах [3]. За счёт содержания в своем составе множества биологически активных веществ, таких как белок и фитонциды; жиры и эфирные масла; крахмал и минеральные

соли; инулин и пектин; никотиновая и аскорбиновая кислоты; витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub> представляет собой ценность для фармацевтической, пищевой и эфирномасличной промышленности [4]. В настоящее время в растительном сырье (семенах и плодах) катрана выявлены группы фармакологически активных липофильных соединений: полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, каротины и ксантофиллы, токоферолы [5, 6], что обуславливает их радиопротекторное, иммуномодулирующее, антиинфекционное, антиканцерогенное, антиатеросклеротическое действие.

Масло крамбе используется как пищевое и по своим качествам сопоставимо с маслом белой горчицы. Оно легко рафинируется, имеет низкое йодное число (86–97) и исключительную устойчивость к нагреванию и окислению. Масло катрана абиссинского получают с выходом 35–60 % (обычно – 35 %) и очень высоким содержанием (50 % от общего количества жирных кислот) мононенасыщенной жирной кислоты – *cis*-13-докозановой кислоты. Оно по составу аналогично рапсовому и акульему жиру, но в отличие от рапсового содержит больше эруковой кислоты [7]. Суммарное содержание полиненасыщенных линолевой, линоленовой и арахидоновой жирных кислот, условно объединенных в группу под названием «витамин F», в масле семян катрана абиссинского очень высоко и составляет в среднем 30,52 %. В масле плодов отмечается также высокое содержание олеиновой кислоты 27,04 % [8].

Промышленное использование новых, хозяйственно-полезных, дикорастущих растений невозможно без введения их в культуру, особенно это актуально для новых перспективных видов лекарственного растительного сырья, в частности жирномасличного. Однако, семена многолетних видов катрана имеют прочную нераскрывающуюся семенную оболочку и обладают глубоким периодом покоя, что приводит к их низкой всхожести [9, 10].

В современной науке развивается ряд перспективных направлений, способных интенсифицировать лекарственное растениеводство, увеличив выход проростков путем использования культуры *in vitro*. Это может существенно повысить производство высококачественного посадочного материала для плантационного выращивания, а также разработку технологии получения пророщенных семян для здорового питания (нутрицевтиков и парафармацевтиков: продуктов функционального и диетического питания, биологически активных добавок к пище).

Целью данного исследования является разработка технологии получения на основе культуры *in vitro* материала катрана – перспективного лекарственного растения. В задачи исследования входил скрининг лекарственных видов катрана при введении в культуру *in vitro* и сравнительное изучение динамики прорастания семян в контролируемых условиях.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являлись дикорастущие ботанические виды катрана: приморский *Crambe maritima* L., татарский *C. tatarica* Sebeok., Стевена или крымский хрен *C. steveniana* Rupr., сердцелистный *C. cordifolia* Steven., перистый

*C. pinnatifida* R. Br. и введенный в полевую культуру *C. abyssinica* Hochst. ex R.E. Fr. Семенной материал был получен из Ботанического сада Южного федерального университета, где виды катрана поддерживаются в тематических коллекциях и питомниках размножения: *C. cordifolia* Steven – с 70-х годов XX века; *C. maritima* L. [*C. pontica* Stev. ex Rupr.] – с 2011 г.; *C. pinnatifida* R. Br. [*C. maritima* subsp. *pinnatifida* (R. Br.) Schmalh.] – с 2009 г.; *C. steveniana* Rupr. [*C. pinnatifida* auct. non DC.] – с 2014 г.; *C. tatarica* Sebeok – с 2008 г. [11].

Выборки семян изучаемых видов составляли не менее 100 штук каждого срока сбора (2017–2021 гг.). После поверхностной обработки в парах этилового спирта целые семена помещали на мостики из фильтровальной бумаги в жидкую модифицированную среду Хогланда, содержащую только минеральные компоненты [12]. Концентрация компонентов в маточных растворах для приготовления питательной среды приведена в таблице 1. В 1 л дистиллированной воды растворяли 0,5 мл маточного раствора  $K_3PO_4$ , 5 мл –  $NaNO_3$ , 1 мл –  $MgSO_4$ , 0,5 мл – EDTA и 0,5 мл раствора микроэлементов. Приготовленную среду разливали в стерильные пробирки смостиками из фильтровальной бумаги по 5 мл в биологические и по 10 мл в бактериологические пробирки, затем стерилизовали 30 мин при 1,0 атм. Экспланты культивировали в пробирках при  $24 \pm 1$  °C и освещенности 2500–3000 люкс с 16-ти часовым фотопериодом.

**Таблица 1**

**Концентрация компонентов в маточных растворах для приготовления питательной среды**

Компоненты	Концентрация, г/л	Содержание, %
Раствор макроэлементов		
1. $K_3PO_4$	136,12	38,47
2. $NaNO_3$	101,11	15,48
3. $MgSO_4$	247,00	44,90
4. EDTA	6,92	1,07
Раствор микроэлементов		
1. $H_3BO_3$	1,546	67,28
2. $MnSO_4$	0,338	13,14
3. $ZnSO_4$	0,575	11,14
4. $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0,125	5,44

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При культивировании семян в условиях *in vitro* наблюдали начальные этапы прорастания: набухание, разрыв семенной кожуры, выход зародыша с семядолями из покровов, раскрытие и позеленение семядолей, но дальнейшее развитие в ряде случаев не происходило (рис. 1, табл. 2). Однако 32,1–60,0 %% семян катрана абиссинского, 40,0–50,0 %% семян катрана приморского и 35,7–50,0 %% семян

катрана татарского сформировали нормальные проростки, что позволило проследить этапы их формирования: расхождение семядолей и приобретение ими зелёного цвета; удлинение главного корня; появление первого листа.

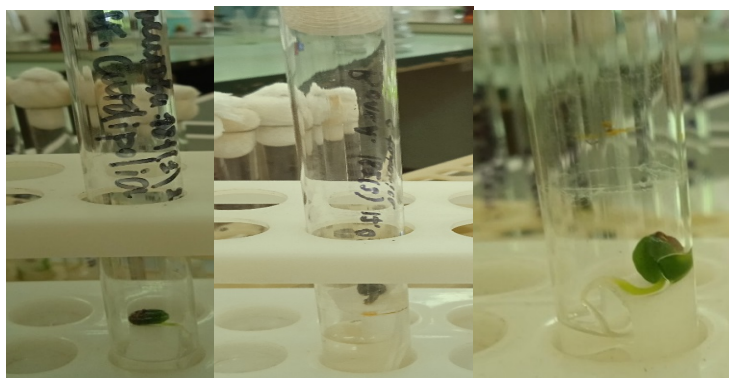


Рис. 1. Начальные этапы прорастания: набухание, разрыв семенной кожуры и выход зародыша с семядолями из покровов, раскрытие и позеленение семядолей при культивировании семян катрана в условиях *in vitro*.

Таблица 2  
Сравнительная динамика прорастания семян различных видов катрана на среде Хогланда в условиях *in vitro*, lim %

Стадии прорастания семян и формирования проростков	<i>C. steveniana</i>	<i>C. tatarica</i>	<i>C. cordifolia</i>	<i>C. pinnatifida</i>	<i>C. maritima</i>	<i>C. abyssinica</i>
Набухшие семена	62,5–80,0	55,6–90,0	20,0–60,0	30,0–61,5	66,7–80,0	32,1–60,0
Появление корешка	3,1–40,0	11,1–40,0	6,7–10,0	0,0–30,0	0,0–20,0	10,0–10,7
Появление семядолей	0,0–6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0–10,7
Позеленение и раскрытие семядолей	0,0–3,1	0,0	0,0	0,0–10,0	0,0	10,7–50,0
Настоящий лист	5,0–9,4	0,0	0,0	0,0	0,0–40,0	5,6–40,0
Посторонняя микрофлора	0,0	0,0–16,7	0,0	0,0	0,0	0,0–0,1

Примечание. Экспериментальные данные спустя 1 неделю после эксплантации; lim – пределы варьирования показателя в 5 сериях опыта.

В условиях *in vitro* максимального развития (появление 2 и 3 пары листьев) пробирочные растения достигали в течение 1,0–1,5 месяцев (рис. 2, табл. 3).



Рис. 2. Сформировавшиеся в условиях *in vitro* проростки и пробирочные растения.

**Таблица 3**  
Сравнительная динамика прорастания семян различных видов катрана на среде Хогланда в условиях *in vitro*, lim %

Стадии прорастания семян и формирования проростков	<i>C. steveniana</i>	<i>C. tatarica</i>	<i>C. cordifolia</i>	<i>C. pinnatifida</i>	<i>C. maritima</i>	<i>C. abyssinica</i>
Набухшие семена	62,9–90,0	72,2–90,0	33,3–70,0	30,8–75,0	63,2–80,0	17,9–50,0
Появление корешка	3,8–70,0	16,7–50,0	20,0–33,3	12,8–30,0	5,3–30,0	28,6–40,0
Появление семядолей из семенной оболочки	7,4–10,0	5,6–10,0	33,4–50,0	28,2–45,0	0,0–10,0	3,6–15,0
Позеленение и раскрытие семядолей	14,8–20,0	16,7–20,0	0,0–10,0	0,0–20,0	0,0–5,0	10,0–17,9
Появление настоящего листа	11,1–15,0	35,7–50,0	0,0–10,0	0,0–15,0	40,0–50,0	32,1–60,0
Посторонняя микрофлора	0,0–10,0	16,7–30,0	0,0–40,0	0,0–20,0	0,0–20,0	3,6–10,0

*Примечание.* Экспериментальные данные спустя 1 месяц после эксплантации; lim – пределы варьирования показателя в 5 сериях опыта.

В процессе культивирования наблюдали отклонения от нормы: отрицательный геотропизм, недоразвитие корневой системы, образование более мелких и светлых настоящих листочков и другие аномалии. Самой низкой всхожестью семян характеризовались *C. pinnatifida* и *C. cordifolia*, у которых не обнаруживались признаки прорастания. Наиболее инфицированы посторонними микроорганизмами (рис. 3, 4) в динамике роста и развития в контролируемых условиях были: микрофлорой – семена *C. tatarica* (16,7–30,0 %%), а бактофлорой (*Pseudomonas* sp., *Actinomyces* sp., *Pantoea agglomerans* или *Erwinia herbicola*) – *C. abyssinica* (3,6–10,0 %%), что свидетельствует о необходимости получения как стерильных проростков для производства пищевых и лечебно-профилактических продуктов, так и оздоровленной рассады для плантационного выращивания этого многолетнего растения.

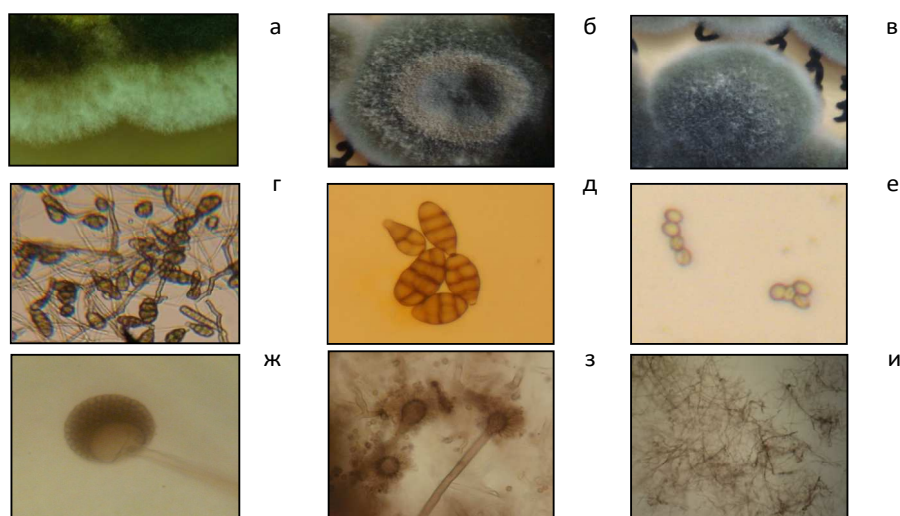


Рис. 3. Морфологические особенности некоторых микроорганизмов, выделенных в условиях *in vitro*. 1 ряд фото – культуры микромицетов: а – *Alternaria* sp. на картофельном агаре; б – *Alternaria* sp., в – *Bipolaris* sp. на агаре Сабуро. 2 и 3 ряд микрофото: г, д – *Alternaria* sp., е – *Candida* sp., ж – *Rhizopus* sp., з – *Aspergillus* sp., и – *Actinomyces* sp. (г, з – 20х; д, е-и – 40х).

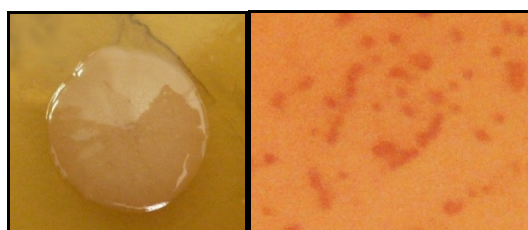


Рис. 4. *Pantoea agglomerans* или *Erwinia herbicola*: слева – колония на питательном агаре, справа – микрофото 90х, окраска по Граму.

Ранее нами были идентифицированы [13] представители микрофлоры изучаемых лекарственных растений в ассоциативных и чистых культурах на агаризованных средах, а также на естественных субстратах (семенах и плодах): *Alternaria* sp., *Helminthosporium* sp. синоним *Bipolaris* sp., *Erysiphe* sp., *Peronospora* sp., *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp., *Phoma* sp., *Candida* sp. Основными патогенами, которые могут передаваться с семенами катрана являются грибы родов *Alternaria*, *Helminthosporium* (*Bipolaris*), *Erysiphe*, *Peronospora*. Возможна также передача *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp., *Sclerotinia* sp., *Phoma* sp. Представителями транзитной микрофлоры, обнаруженными в единичных случаях, являются дрожжеподобные грибы рода *Candida*. Максимальная инфицированность была выявлена альтернариями и биполяриями или гелиминтоспориями (рис. 3).

Проведенные опыты с использованием культуры семян позволяют сделать заключение о возможном влиянии нескольких факторов, обуславливающих относительно низкую всхожесть семян катрана, в частности гибель зародышей и проростков вследствие поражения патогенными микроорганизмами. Последнее сказывается на жизнеспособности пробирочных растений и, в конечном счете, на выходе посадочного материала. Скрининг интродуцентов, обеспечивающих максимальный выход проростков в условиях *in vitro* на простой (по составу) минеральной среде, важен для минимизации затрат и повышения уровня рентабельности разрабатываемой биотехнологии за счет дешевой питательной среды (рис. 5).



Рис. 5. Этапы выращивания в контролируемых условиях оздоровленных растений катрана.

Таким образом, проведенное экспериментальное исследование и систематизация литературных сведений [1–5, 8, 9, 14], касающихся ботанических видов катрана, позволяет провести отбор новых источников лекарственного сырья растительного происхождения, содержащих широкий спектр биологически активных соединений. Это будет способствовать расширению сырьевой базы фармацевтического, масличного, пищевкусового, консервного и косметического производств путем введения в культуру жирномасличного растения различных направлений использования.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Особый интерес при интродукции в Крыму по сравнению с однолетней культурой *C. abyssinica* представляют многолетние виды катрана: приморский *Crambe maritima* L., татарский *C. tatarica* Sebeok., Стевена или крымский хрен *C. steveniana* Rupr., сердцелистный *C. cordifolia* Steven., перистый *C. pinnatifida* R. Br., обладающие комплексом хозяйственно-полезных признаков и свойств.
2. 32,1–60,0 % семян катрана абиссинского, 40,0–50,0 % семян катрана приморского и 35,7–50,0 % семян катрана татарского сформировали в условиях *in vitro* нормальные проростки, и в дальнейшем, пробирочные растения с 2 и 3 парами листьев.
3. Полученные данные служат основой фитотехнологии получения полноценного посадочного материала многолетних видов катрана, в частности, *C. tatarica* и *C. maritima*, как наиболее биотехнологически перспективных.

### Список литературы

1. Иванова А. В. Таксономическое разнообразие семейства *Brassicaceae* / Иванова А. В., Костина Н. В., Аристова М. А. // Самарский научный вестник. – 2022. – Т. 11, № 2. – С. 57–64. DOI: 10.55355/snvt2022112108
2. Шмараева А. Н. Конспект дикорастущей флоры Ботанического сада Южного федерального университета / Шмараева А. Н., Шишлова Ж. Н., Кузьменко И. П. // Труды Ботанического сада Южного федерального университета. Выпуск 2. Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального университета, 2017. – С. 40–120.
3. Сазонкин К. Д. Крамбе абиссинская: нетрадиционная масличная культура, обладающая большим потенциалом / К. Д. Сазонкин, М. М. Крючков // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России: сборник материалов конференции. – Рязань, 2019. – С. 536–541.
4. Преснякова Е. В. Жирнокислотный состав семян видов катрана / Преснякова Е. В., Аль-Рабади Е. Е., Семенова Е. Ф., Шмараева А. П. // Известия вузов. Поволжский регион. Серия «Естественные науки». – 2018. – № 2 (22). – С. 3–14.
5. Лудилов В. А. Редкие и малораспространенные овощные культуры. Биология, выращивание, семеноводства / В. А. Лудилов, М. И. Иванова. – М.: Росинформагротех, 2019. – 195 с.
6. Шмараева А. Н. Рост и развитие *Crambe maritima* L. (сем. *Brassicaceae*) в условиях интродукции в Ботаническом саду ЮФУ / А. Н. Шмараева, Ж. Н. Шишлова, В. В. Федяева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 96 (02). – С. 3–14.
7. Турина Е. Л. Возделывание крамбе абиссинской (*Crambe abyssinica* Hochst.) в условиях Степного Крыма / Турина Е. Л., Прахова Т. Я., Ефименко С. Г. // Таврический вестник аграрной науки. – 2019. – №2 (18). – С. 103–110. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109
8. Cornelio primieri avaliacao da est abilidade a oxidacao de oleo vegetal de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) como fluido isolante. – Cascavel Parana, 2012. – 55 p.
9. Шкляр А. П. Пряноароматические и лекарственные культуры в Беларуси (инновации, технологии, экономика и организация производства) / Шкляр А. П. – Минск: БГАТУ, 2014. – С. 123–128.
10. Özdemir F. A. In Vitro Micropropagation from Hypocotyl of *Crambe maritima* L. / Özdemir F. A. & Yıldırım M. U. // Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – Vol. 26 (2). – P. 168–173. <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd/issue/24190/256537>
11. Кузьменко И. П. Итоги интродукции видов рода *Crambe* L. в Ботанический сад Южного федерального университета / Кузьменко И. П., Шмараева А. Н., Матецкая А. Ю. // Труды XIV



- съезда Русского ботанического общества и конференции «Ботаника в современном мире». Т. 2. – Махачкала: АЛЕФ, 2018. – С. 275–278.
12. Семенова Е. Ф. Руководство к практическим занятиям по фармацевтической биотехнологии / Семенова Е. Ф., Шпичка А. И. – Пенза, 2017. – С. 9–17.
  13. Семенова Е. Ф. Особенности микофлоры семян лекарственных культур Средневолжского региона / Семенова Е. Ф., Микаелян М. В., Преснякова Е. В., Шпичка А. И. // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Серия «Медицинские науки», 2010. – № 1. – С. 47–55.
  14. De Marins A. C. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) yield as affected by soil physical properties: Linear and spatial correlations / De Marins A. C., Nava D. T., Secco D., Rosa H. A., Veloso G., Reichert J. M. // African Journal of Agricultural Research. – 2012. – Vol. 7 (44). – P. 5949–5954.

## BIOTECHNOLOGICAL ASPECTS OF CULTIVATION OF SOME SPECIES OF KATRAN *CRAMBE* L. – PROMISING MEDICINAL AND FOOD PLANT

*Shatunova S. V.<sup>1</sup>, Zhirnova S. V.<sup>1</sup>, Goncharov D. A.<sup>1</sup>, Semenova E. F.<sup>1</sup>,  
Shmaraeva A. N.<sup>2</sup>, Goncharov M. A.<sup>1</sup>, Tsokalo I. E.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russian Federation*

*E-mail: shatunovasneja@gmail.com*

Among the oilseed introduced plants of the *Brassicaceae* family, Katran (*Crambe* L.) is of undoubted interest for the food and pharmaceutical industries; in particular, perennial species of katran are important for introduction in the Crimea: seaside *Crambe maritima* L., Tatar *C. tatarica* Sebeok., Steven *C. steveniana* Rupr., heart-leaved *C. cordifolia* Steven., pinnate *C. pinnatifida* R. Br. In the wild, Steven's katran, or Crimean horseradish, has almost disappeared from the local flora. Some of them – the Tatar Katran and the Primorsky Katran – were introduced into cultivation in Ukraine and the Transcaucasian republics and are used as fodder, technical, vegetable, oilseed, starchy, ornamental and melliferous plants with phytoncidal properties.

Conducted experiments using seed culture allow us to conclude the possible influence of several factors that determine the relatively low germination of katran seeds, in particular the death of embryos and seedlings due to damage by pathogenic microorganisms, which affects the viability of test tube plants, and, ultimately, the yield of planting material. In a comparative study of the dynamics of seed germination under controlled conditions, it was shown that one of the possible factors causing the death of embryos and seedlings is internal infection, mostly by phytopathogenic fungi. Screening of introduced species that ensure maximum yield of seedlings in vitro on a simple (in composition) mineral medium is important for minimizing costs and increasing the profitability of the biotechnology being developed due to a cheap nutrient medium. The data obtained serve as the basis for phytotechnology for obtaining complete planting material of perennial Katrana species, in particular *C. tatarica* and *C. maritima*, as the most biotechnologically promising. High-quality germinated seeds can be used as a

biologically active food supplement, and viable seedlings can be used as planting material when introduced into a perennial medicinal plant culture.

**Keywords:** seeds, nutrient medium, *in vitro* culture, viability, introduction.

### References

1. Ivanova A. V., Kostina N. V., Aristova M. A. Taxonomic diversity of the Brassicaceae family, *Samara Scientific Bulletin*, **11**, 2, 57 (2022). DOI: 10.55355snv2022112108
2. Shmaraeva A. N., Shishlova Zh. N., Kuzmenko I. P. *Abstract of wild flora of the Botanical Garden of the Southern Federal University*. Proceedings of the Botanical Garden of the Southern Federal University. Issue 2. (Rostov-on-Don; Taganrog: Southern Federal University Publishing House, 2017). pp. 40–120.
3. Sazonkin K. D., Kryuchkov M. M. Abyssinian crambe: an unconventional oilseed crop with great. *Priority directions of scientific and technological development of the agro-industrial complex of Russia: collection of conference materials*, 536 (Ryazan, 2019).
4. Presnyakova E. V., Al-Rabadi E. E., Semenova E. F., Shmaraeva A. P. Fatty acid composition of seeds of kатran species. *News from universities. Volga region. Series "Natural Sciences"*, 2 (22), 3 (2018).
5. Ludilov V. A., Ivanova M. I. *Rare and less common vegetable crops. Biology, cultivation, seed production*, 195 p. (M.: Rosinformagrotekh, 2019).
6. Shmaraeva A. N., Shishlova Zh. N., Fedyaeva V. V. Growth and development of *Crambe maritima* L. (family Brassicaceae) under conditions of introduction in the Botanical Garden of the Southern Federal University. *Polythematic network electronic scientific Journal of the Kuban State Agrarian University*. **96(02)**, 3 (2014).
7. Turina E. L., Prahova T. Ya., Efimenko S. G. Cultivation of Abyssinian crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) in the conditions of the Steppe Crimea. *Tauride Bulletin of Agrarian Science*, 2 (18), 103 (2019). DOI: 10.33952/2542-0720-2019-2-18-102-109
8. *Cornelio primieri avaliacao da est abilidade a oxidacao de oleo vegetal de crambe (Crambe abyssinica Hochst.) como fluido isolante*. 55 p. (Cascavel Parana, 2012).
9. Shklyarov A. P. *Spices and medicinal crops in Belarus (innovations, technologies, economics and production organization)*, 123 (Minsk: BGATU, 2014).
10. Özdemir F. A. & Yıldırım M. U. In Vitro Micropropagation from Hypocotyl of *Crambe maritima* L. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, **26** (2), 168 (2016). <https://dergipark.org.tr/en/pub/yyutbd/issue/24190/256537>
11. Kuzmenko I. P., Shmaraeva A. N., Matetskaya A. Yu. *Results of the introduction of species of the genus Crambe L. into the Botanical Garden of the Southern Federal University*, Proceedings of the XIV Congress of the Russian Botanical Society and the conference "Botany in the Modern World". T. 2, 275 (Makhachkala: ALEF, 2018).
12. Semenova E. F., Shpichka A. I. *Guide to practical classes on pharmaceutical biotechnology*, 9 (Penza, 2017).
13. Semenova E. F., Mikaelyan M. V., Presnyakova E. V., Shpichka A. I. Features of the mycoflora of seeds of medicinal crops of the Middle Volga region, *News of higher educational institutions. Volga region. Series "Medical Sciences"*, **1**, 47 (2010).
14. De Marins A. C., Nava D. T., Secco D., Rosa H. A., Veloso G., Reichert J. M. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) yield as affected by soil physical properties: Linear and spatial correlations. *African Journal of Agricultural Research*, **7** (44), 5949 (2012).