

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-4-70-74>
УДК: 635.563:631.531-02

С.А. Сучкова¹, С.И. Михайлова^{1,2},
Т.З. Абзалтденов^{1*}

¹ Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36

² Томский филиал ФГБУ «Всероссийский центр карантин растений» (ФГБУ «ВНИИКР»)
634021, Россия, Томск, пр. Фрунзе, 109А

*Автор для переписки: vstudenyy@inbox.ru

Финансирование. Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2024-0006).

Вклад авторов: Сучкова С.А.: замысел и дизайн исследования, подготовка и выполнение экспериментальных работ, сбор данных, анализ и интерпретация результатов, подготовка статьи. Михайлова С.И.: дизайн исследования, подготовка и выполнение экспериментальных работ, сбор данных, анализ и интерпретация данных, подготовка статьи. Абзалтденов Т.З.: выполнение исследования, статистическая обработка, редактирование рукописи. Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Для цитирования: Сучкова С.А., Михайлова С.И., Абзалтденов Т.З. Оценка посевных качеств семян *Lepidium sativum* для фитотестирования. *Овощи России*. 2025;(4):70-74.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-4-70-74>

Поступила в редакцию: 22.04.2025

Принята к печати: 01.07.2025

Опубликована: 29.08.2025

Svetlana A. Suchkova¹,
Svetlana I. Mikhailova^{1,2},
Timur Z. Abzaltdenov^{1*}

¹ National Research Tomsk State University, 36
Lenin ave., Tomsk, Russia, 634050.

² Tomsk Branch of FGBU "All-Russian Plant Quarantine Center" (FGBU "VNIICR"), 105A
Frunze ave., Tomsk, Russia, 634021.

*Correspondence Author: vstudenyy@inbox.ru

Funding. The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. FSWM-2024-0006).

Authors' Contribution: Suchkova S.A.: study concept and design, preparation and implementation of experimental works, data collection, analysis and interpretation of results, article preparation. Mikhailova S.I.: study design, preparation and implementation of experimental works, data collection, data analysis and interpretation, article preparation. Abzaltdenov T.Z.: study implementation, statistical processing, manuscript editing. All authors have read and approved the final version of the manuscript.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interests.

For citation: Suchkova S.A., Mikhailova S.I., Abzaltdenov T.Z. Assessment of the seeding qualities of *Lepidium sativum* seeds for phytotesting. *Vegetable crops of Russia*. 2025;(4):70-74. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-4-70-74>

Received: 22.04.2025

Accepted for publication: 01.07.2025

Published: 29.08.2025

Оценка посевных качеств семян *Lepidium sativum* для фитотестирования

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Цель работы – оценка посевных качеств пакетированных семян сортов кресс-салата, для фитотестирования.

Методы. Исследования проводили на базе Сибирского ботанического сада Национального исследовательского Томского государственного университета. Объекты исследования: семена шести сортов кресс-салата, поставляемые российскими коммерческими фирмами. Всего исследованы семена девяти образцов урожая 2021 года. Лабораторные опыты по оценке посевных качеств семян кресс-салата после 3-х лет хранения были заложены в 2024 году. Процент проросших семян и учет морфологических особенностей проводили согласно общепринятым методикам. Семена кресс-салата сорта Данский использованы для оценки аллелопатической активности донника желтого.

Результаты. Анализ полученных результатов показал, что семена коммерческих образцов кресс-салата значительно различаются по посевным качествам. Наиболее четко различия проявляются после 24 часов проращивания. У образцов с высокими посевными качествами семян (сорт Данский, образец № 2; сорт Забава, образец № 5; сорт Весенний образец № 7) отмечены наиболее крупные проростки, длина корней которых может достигать 35–42 мм, а гипокотили 34–35 мм. Предварительные оценки посевных качеств коммерческих сортовых семян кресс-салата показали, что различия между образцами семян могут быть значительными: всхожесть варьирует от 40,0 до 97,5 %. Различия в посевных качествах семян образцов влияют на степень развития проростков кресс-салата. Для быстрой оценки качества семян рекомендуем ориентироваться на начальные этапы прорастания (процент проросших семян через 1 сутки).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Lepidium sativum, фитотест, семена, посевные качества, аллелопатия.

Assessment of the seeding qualities of *Lepidium sativum* seeds for phytotesting

ABSTRACT

Relevance. The aim of the work is to evaluate the sowing qualities of packaged seeds of cress salad varieties for phytotesting.

Methods. The studies were carried out at the Siberian Botanical Garden of the National Research Tomsk State University. Objects of the study: seeds of six cress varieties supplied by Russian commercial firms. A total of nine seeds samples of the 2021 harvest were studied. Laboratory experiments to evaluate the sowing qualities of cress seeds after 3 years of storage were laid in 2024. The percentage of germinated seeds and the accounting of morphological features were carried out according to generally accepted methods. Cress seeds Danskiy were used to evaluate the allelopathic activity of yellow sweet clover.

Results. Analysis of the results showed that the seeds of commercial cress samples differ significantly in sowing qualities. The differences are most clearly evident after 24 hours of germination. The samples with high sowing qualities of seeds (cultivar Danskiy, sample No. 2; cultivar Zabava, sample No. 5; cultivar Vesenniy sample No. 7) have the largest sprouts, the length of the roots of which can reach 35–42 mm, and the hypocotyl 34–35 mm. Preliminary assessments of the sowing qualities of commercial varietal seeds of cress showed that the differences between the seed samples can be significant: germination varies from 40,0 to 97,5%. Differences in the sowing qualities of the seeds of the samples affect the degree of development of cress sprouts. For a quick assessment of the quality of seeds, we recommend focusing on the initial stages of germination (the percentage of germinated seeds after 1 day).

KEYWORDS:

Lepidium sativum, phytotest, seeds, sowing qualities, allelopathy

Введение

Кресс-салат (*Lepidium sativum* L.) – популярная зеленная культура из семейства капустных, представляющая интерес для выращивания с целью получения витаминной зелени в открытом грунте и в условиях сити-фермерства, в том числе с использованием инновационных технологий [1, 2, 3, 4]. В странах Юго-Восточной Азии спектр использования кресс-салата гораздо шире, т.к. он является популярным пищевым и лекарственным растением, ценным сырьем которого является трава и семена [5, 6, 7].

Успешность возделывания кресс-салата в качестве зеленой культуры в условиях закрытого и открытого грунта зависит от сортовых особенностей культуры и посевных качеств семян. В Госреестр РФ на 2024 год внесено 19 сортов кресс-салата, рекомендованных для возделывания во всех зонах. Эта однолетняя культура отличается холодостойкостью и скороспелостью, что гарантирует получение качественных семян во многих зонах возделывания, включая Западную Сибирь [1, 8].

Кресс-салат широко применяется в качестве тест-объекта при оценке токсичности сред (почвы, воды, воздуха), загрязненных различными веществами техногенного и природного происхождения, таких как тяжелые металлы [9, 10], микропластик [13] и др. Так, например, при оценке аллелопатической активности разных видов растений наряду с такими популярными фитотестерами, как салат посевной (*Lactuca sativa* L.) и горчица белая (*Sinapis alba* L.) также используют семена кресс-салата [14, 15, 16, 17]. К семенам тест-объектов, используемых в фитотестировании, предъявляют особые требования. Они должны иметь высокие посевные качества, обеспечивающие быстрое и дружное прорастание.

Целью данной работы явилась оценка посевных качеств пакетированных семян сортов кресс-салата для фитотестирования.

Методы

Исследования проводили на базе Сибирского ботанического сада Национального исследовательского Томского государственного университета. Объекты исследования: семена шести сортов кресс-салата (Данский, Дукал, Забава, Весенний, Крупнолистной, Обильнолистной), поставляемые российскими коммерческими фирмами. Всего исследованы семена девяти образцов урожая 2021 года.

Лабораторные опыты по оценке посевных качеств семян кресс-салата после 3-х лет хранения были заложены в 2024 году. С учетом разнокачественности семян кресс-салата [18, 19] из каждого образца отбирали наиболее выполненные семена без видимых морфологических дефектов. Проращивание семян проводили в чашках Петри (диаметр 9 см) на ложе из фильтровальной бумаги, смоченной 6 мл дистиллированной воды. Для каждого образца кресс-салата закладывали по 25 семян в 4-х повторностях. Процент проросших семян учитывали на 3-й день (энергия прорастания) и 5-й день (всхожесть) согласно ГОСТу 12038-84. Дополнительно учитывали проросшие семена через 1 день после закладки опыта, следуя рекомендациям I. Demir с соавторами [20].

Учет морфологических особенностей проростков кресс-салата (длину корней и гипокотила) осуществляли на 3-й день.

Семена кресс-салата с. Данский использованы для оценки аллелопатической активности донника желтого (*Melilotus officinalis* (L.) Lam. Надземная часть донника (с. Омский скороспелый) собрана в фазу цветения в коллекционном питомнике Сибирского ботанического сада (г. Томск). Приготовление водных экстрактов травы донника проводили согласно методике, изложенной в работе А.Ф. Бухарова с соавторами [21]. Для приготовления водной вытяжки (0,1; 0,2 и 0,5%) брали навески воздушно-сухой травы (0,1; 0,2 и 0,5 г) и растирали в ступке с кварцевым песком. К подготовленным навескам добавляли по 100 мл кипящей дистиллированной воды и настаивали в течение 1 часа. Затем растворы фильтровали через бумажные фильтры.

Согласно методике «биотестирование на удлинение корней» («root elongation bioassay») [22] использованы предварительно полученные проростки кресс-салата с длиной корня 2–3 мм. В чашки Петри, смоченные водными экстрактами травы донника разной концентрации (0,1–0,2–0,5%), помещали по 30 проростков кресс-салата. Контроль – дистиллированная вода. Через двое суток выращивания при температуре 22...24 °С измеряли длину корней проростков и рассчитывали индекс токсичности по формуле:

$$IT = (L_k - L_o) / (L_k) \times 100,$$

где

IT – индекс токсичности, %;

L_k – длина корня в контроле, мм;

L_o – длина корня в опыте, мм.

Статистическую обработку результатов исследований проводили с помощью программ Microsoft Office Excel 2013 и Statistica 8.0. В таблицах представлены средние арифметические значения в форме «среднее ± ошибка среднего» и коэффициент вариации по Лакину (CV, %) [23]. Варьирование считали слабым, при CV<10 %, средним, если CV=11-25% и значительным при CV>25%. Был рассчитан коэффициент корреляции Пирсона (r). Корреляцию считали слабой при r=0,1-0,3; умеренной при r=0,3-0,5; заметной при r=0,5-0,7; сильной при r=0,7-0,9; и очень сильной при r=0,9-1,0.

Результаты и обсуждение

Анализ полученных результатов показал, что семена коммерческих образцов кресс-салата значительно различаются по посевным качествам (табл.1). Наиболее четко различия проявляются после 24 часов проращивания: всхожесть варьирует от 2,5 до 97,5% (CV=55,5%). На 3-й и 5-й день эти различия нивелируются и составляют 35,0–97,5% (энергия прорастания) и 40,0–97,5% (всхожесть).

Средней изменчивостью характеризуются результаты, полученные на 3-й и 5-й день опыта, что говорит о разнице в силе роста образцов и о том, как эта разница нивелируется во времени. Другими словами, для того, чтобы оценить всхожесть семян кресс-салата, необходимо обращать внимание на прорастание семян в первые трое суток, так как далее, разница в силе роста будет примерно одинакова.

Различия в посевных качествах семян кресс-салата сказываются и на морфологии проростков (табл. 2).

Таблица 1. Динамика прорастания семян кресс-салата
Table 1. Dynamics of cress seed germination

№ образца	Сорт	Проросшие семена, %		
		1-й день	3-й день	5-й день
1	Данский	18 ± 4	81 ± 3	81 ± 3
2	Данский	97 ± 2	97 ± 2	97 ± 2
3	Дукат	3 ± 1	35 ± 6	40 ± 4
4	Забава	92 ± 2	95 ± 2	95 ± 2
5	Забава	87 ± 4	87 ± 4	87 ± 4
6	Весенний	25 ± 2	85 ± 5	85 ± 5
7	Весенний	90 ± 3	95 ± 3	95 ± 3
8	Обильнолистный	77 ± 2	87 ± 4	90 ± 3
9	Крупнолистной	92 ± 2	95 ± 2	95 ± 2
CV, %		55,1	21,6	19,7

У образцов с высокими посевными качествами семян (сорт Данский, образец № 2; сорт Забава, образец № 5; сорт Весенний, образец № 7) отмечены наиболее крупные проростки, длина корней которых может достигать 35–42 мм, а гипокотили 34–35 мм. У сорта Дукат выявлена низкая всхожесть семян и размеры проростков. Семена данного сорта для фитотестирования не пригодны, так как на 3-й год хранения имеют очень низкие посевные качества семян.

Высокая изменчивость длины корня была отмечена в вариантах: сорт Данский, образец № 1; сорт Дукат; сорт Забава, образец № 4; сорт Весенний, образец № 6; сорт Обильнолистный. Это говорит о неоднородности семенного материала в варианте и может быть обусловлено некачественной партией семян.

Средний коэффициент вариации длины корня отмечен в вариантах: сорт Данский, образец № 2; сорт Забава, образец № 5; сорт Весенний, образец № 7; сорт Крупнолистной. Немногочисленные статистические отклонения в формировании признака могут быть обусловлены индивидуальными особенностями семян.

Высокая изменчивость длины гипокотили была отмечена в вариантах: сорт Данский, образец № 1; сорт Дукат; сорт Весенний, образец № 6; сорт Обильнолистный. Это также может говорить о неоднородности семенного материала в варианте и может быть обусловлено некачественной партией семян.

Средний коэффициент вариации длины гипокотили отмечен в вариантах: сорт Данский, образец № 2; сорт Забава; сорт Весенний, образец № 7; сорт Крупнолистной. Немногочисленные статистические отклонения в формировании признака могут быть обусловлены индивидуальными особенностями семян.

Для целей фитотестирования аллелопатической активности растений донника желтого необходимо отбирать образцы кресс-салата с высокими значениями энергии прорастания. Для экспресс-диагностики удобнее использовать не семена кресс-салата, а предварительно полученные проростки, выровненные по длине корня (2–3 мм). В этом случае анализируем только один показатель – длину корня. И рассчитываем индекс токсичности испытываемого раствора. На примере проведенного

Таблица 2. Размеры проростков кресс-салата
Table 2. Sizes of cress sprouts

№ образца	Сорт	Длина корня, мм			Длина гипокотили, мм		
		среднее	min-max	CV, %	среднее	min-max	CV, %
1	Данский	19,7±1,4	7–42	40,2	9,7±0,7	4–22	39,5
2	Данский	26,5±0,7	19–42	16,6	24,1±0,6	17–34	14,4
3	Дукат	5,7±0,1	2–10	36,1	2,9±0,06	4–11	40,3
4	Забава	21,4±0,9	10–35	25,8	23,0±0,5	16–28	12,2
5	Забава	22,9±0,9	12–38	23,8	29,9±0,6	22–35	11,2
6	Весенний	18,4±1,3	5–33	40,1	10,0±0,7	2–18	38,3
7	Весенний	26,4±0,9	13–35	22,2	25,4±0,7	16–34	17,6
8	Обильнолистный	17,7±0,9	11–32	29,1	22,0±1,0	7–31	27,5
9	Крупнолистной	18,5±0,6	11–26	20,2	23,4±0,7	17–32	17,4

Таблица 3. Фитотоксичность водных экстрактов травы донника желтого
Table 3. Phytotoxicity of aqueous extracts of yellow sweet clover herb

Вариант опыта	Размеры корней проростков кресс-салата			Индекс токсичности (IT), %
	длина, мм	min–max, мм	CV, %	
Контроль	33,6 1,3	20–46	20,4	0
0,1 %	15,7 0,6*	10–22	20,9	53,3
0,2 %	10,7 0,5*	6–18	27,1	68,1
0,5 %	5,4 0,2*	3–8	23,3	83,9

* – Статистически достоверное различие между выборкой и контролем: $*p < 0,05$

опыта по аллелопатии (донник желтый → кресс-салат) рассчитана степень токсичности водных экстрактов травы донника (табл.3).

Почти во всех вариантах опыта изменчивость длины корней не превышала средних значений. В варианте с применением водного экстракта в концентрации 0,2%, CV составил 27,1%, что может говорить об индивидуальной устойчивости отдельных экземпляров проростков.

По нескольким образцам был проведен корреляционный анализ с целью установления зависимости посевных качеств семян на степень развития проростков кресс-салата. У сорта Данский (образец № 1) коэффициент корреляции составил 0,79, что можно отнести к сильной корреляции. Во втором образце этого же сорта $r=0,15$, что является слабой корреляцией. У сорта Весенний (образец № 6) $r=0,64$, что относится к заметной корреляции, в то время как у того же сорта в седьмом образце $r=0,21$ и является слабой корреляцией. Таким образом, у семян одних образцов наблюдается сильная зависимость от длины корня и длины гипокотыля, в то время как у других образцов и длина корня и гипокотыля изначально имеют значительную силу роста. В пользу этого также говорит коэффициент вариации данных образцов: образец №1 и №2 сорта Данский имеют CV 40,2% и 16,6% соответственно; образец № 6 и № 7 сорта Весенний имеют CV 40,1% и 22,2% соответственно.

Все концентрации водных экстрактов травы донника оказывают токсическое действие на проростки кресс-салата. Длина корней в опыте снижается на 16,1–46,7 % по сравнению с контролем. Индекс токсичности возрастает пропорционально увеличению концентраций раствора.

Такой экспресс-способ оценки аллелопатической активности сырья донника желтого, являющегося лекарственным и одновременно сорным растением), удобен для быстрой диагностики большого объема материала.

Заключение

Предварительные оценки посевных качеств коммерческих сортов семян кресс-салата показали, что различия между образцами семян могут быть значительными: всхожесть варьирует от 40,0 до 97,5 %. Различия в посевных качествах семян образцов влияют на степень развития проростков кресс-салата. Для быстрой оценки качества семян рекомендуем ориентироваться на начальные этапы прорастания (процент проросших семян через 1 сутки).

Для экспресс-анализа аллелопатической активности донника желтого необходимо использовать семена кресс-салата с высокими посевными качествами.

• Литература

1. Солдатенко А.В., Иванова М.И., Бондарева Л.Л., Тареева М.М. Капустные зеленые овощи. М.: Изд-во ФГБНУ ФНЦО, 2022. 296 с. <https://www.elibrary.ru/unsafi>
2. Пинчук Е.В., Беспалько Л.В., Козарь Е.Г., Балашова И.Т., Сирота С.М., Шевченко Т.Е. Ценная овощная зелень на гидропонике для круглогодичного потребления. *Овощи России*. 2019;(3):45–53. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53> <https://www.elibrary.ru/gkuvhv>
3. Курина А.Б., Железнова К.О., Соловьева А.Е., Синявина Н.Г., Панова Г.Г., Артемьева А.М. Изменчивость морфологических и биохимических признаков кресс-салата (*Lepidium sativum* L.) из коллекции ВИР в условиях интенсивной светокультуры. *Сельскохозяйственная биология*. 2023;58(5):889–901. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2023.5.889rus> <https://www.elibrary.ru/piwudf>
4. Синявина Н.Г., Панова Г.Г., Кулешова Т.Э., Чесноков Ю.В. Светокультура растений в современных сооружениях искусственного

климата (обзор). *Сельскохозяйственная биология*. 2024;59(5):869–892. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2024.5.869rus>

<https://www.elibrary.ru/uyvfla>

5. Baregama C., Goyal A. Phytoconstituents, pharmacological activity, and medicinal use of *Lepidium sativum* Linn.: a review. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 2019;12(4):45–50.

<https://doi.org/10.22159/ajpcr.2019.v12i4.31292>

6. Alotaibi M.O., Khamis G., AbdElgawad H., Mohammed A.E., Sheteiwy M.S., Elobeid M.M., Saleh A.M. *Lepidium sativum* sprouts grown under elevated CO₂ hyperaccumulate glucosinolates and antioxidants and exhibit enhanced biological and reduced antinutritional properties. *Biomolecules*. 2021;(11):1174.

<https://doi.org/10.3390/biom11081174>

7. Painuli S., Quispe C., Herrera-Bravo J., et al. Nutraceutical profiling, bioactive composition, and biological applications of *Lepidium sativum* L. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2022;2910411.

<https://doi.org/10.1155/2022/2910411>

8. Пятуха В.И. Влияние срока сева на урожай и качество семян кресс-салата в Западной Сибири. Второй междуна. симп. *Новые и нетрадиц.*

растения и перспективы их практ. использ. 1997;(4):135–137.

9. Демиденко Г.А., Васильева Т.В. Экотоксикологическая оценка почв в окрестностях алюминиевого завода города Красноярск методами биотестирования. *Вестник КрасГАУ*. 2016;9(120):44–52. <https://www.elibrary.ru/wlsdlt>

10. Кужина Г.Ш. Экологический мониторинг загрязнения поверхностных вод притоков р. Урал тяжелыми металлами. *Экология и промышленность России*. 2023;27(1):53–59. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-1-53-59>

<https://www.elibrary.ru/nfyxde>

11. Шулаев Н.С., Пряничникова В.В., Кадыров Р.Р., Быковский Н.А., Даминева Р.М. Оценка изменения фитотоксичных свойств нефтесодержащих почв по показателям всхожести и длины проростков *Lepidium sativum* L. после электрохимической очистки. *Самарский научный вестник*. 2019;8-4(29):103–107. <https://doi.org/10.24411/2309-4370-2019-14118>

<https://www.elibrary.ru/fzajpw>

12. Курамшина З.М., Осянникова И.В., Асфандиярова Л.Р., Хакимова Г.В. Влияние нефтяного загрязнения на почвенные микроорганизмы и растения *Lepidium sativum*. *Экология и промышленность России*. 2023;27(10):23–29. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-10-23-29>

<https://www.elibrary.ru/lncjhg>

13. Pflugmacher S., Sulek A., Mader H. Heo J., Noh J.H., Penttinen O-P., Kim Y.J., Kim S., Esterhuizen M. The influence of new and artificial aged microplastic and leachates on the Germination of *Lepidium sativum* L. *Plants*. 2020;(9):339. <https://doi.org/10.3390/plants9030339>

14. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н. Аллелопатическая активность у семян овощных сельдерейных культур. *Сельскохозяйственная биология*. 2014;49(1):86–90. <https://www.elibrary.ru/rxsxsf>

15. Рахмаева А.М., Гумерова С.К., Теренжев Д.А., Шаронова Н.Л., Фицев И.М. Антимикробная активность и фитотоксичность экстрактов некоторых видов растений рода *Centaurea*. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2020;15-3(59):37–42. <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-37-42>

<https://www.elibrary.ru/hhyqju>

16. Krumsri R., Iwasaki A., Suenaga K., Kato-Noguchi H. Assessment of allelopathic potential of *Senna garrettiana* leaves and identification of potent phytotoxic substances. *Agronomy*. 2022;(12):139. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010139>

17. Эбель Т.В., Михайлова С.И., Эбель А.Л. Аллелопатическая активность трехреберника непахучего (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.). *Вестник КрасГАУ*. 2024;5(206):70–76. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-5-70-76>

<https://www.elibrary.ru/wtjess>

18. Мусаев Ф.Б., Харченко В.А., Антошкина М.С. Инструментально-биофизический метод оценки качества семян зеленных овощных культур. *Овощи России*. 2019;(3):40–44. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-40-44> <https://www.elibrary.ru/daypuv>

19. Musaev F., Priyatkin, N., Potrakhov, N., Beletskiy, S., Chesnokov, Y. Assessment of Brassicaceae Seeds Quality by X-ray Analysis. *Horticulturae*. 2022;8(29):15. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8010029>

20. Demir I., Kenanoglu B.B., Özden E. Seed vigour tests to estimate seedling emergence in cress (*Lepidium sativum* L.) seed lots. *Not Bot Horti Agrobiol*. 2019;47(3):881–886. <https://doi.org/10.15835/nbha47311453>

21. Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Бухарова А.Р. Инструментальные методы биотестирования аллелопатической активности. М.: Изд-во ФГБОУ ВПО РГАЗУ, 2015. 144 с.

22. Araniti F., Mancuso R., Lupini A., Giofrè S.V., Sunseri F., Gabriele B., Abenavoli M.R. Phytotoxic potential and biological activity of three synthetic coumarin derivatives as new natural-like herbicides. *Molecules*. 2015;(20):17883–17902. <https://doi.org/10.3390/molecules201017883>

23. Лакин Г.Ф. Биометрия: учебное пособие. Москва: Высшая школа, 1980. 352 с.

References

1. Soldatenko A.V., Ivanova M.I., Bondareva L.L., Tareeva M.M. Cabbage Green Vegetables / M., 2022. 296 p. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/unsafi>

2. Pinchuk E.V., Bepalko L.V., Kozar E.G., Balashova I.T., Sirota S.M., Shevchenko T.E. Valuable vegetable green on hydroponics for seasonal use. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):45–53. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53>

<https://www.elibrary.ru/gkuvhv>

3. Kurina A.B., Zheleznova K.O., Solov'eva A.E., Sinyavina N.G., Panova G.G., Artem'eva A.M. Morphological and biochemical variability of VIR garden cress (*Lepidium sativum* L.) collection under intensive light culture. *Agricultural Biology*. 2023;58(5):889–901. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2023.5.889rus>

<https://www.elibrary.ru/piwudf>

4. Sinyavina N.G., Panova G.G., Kuleshova T.E., Chesnokov Yu.V. Artificial light culture of plants in modern artificial climate facilities (review). *Agricultural Biology*. 2024;59(5):869–892. (In Russ.) <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2024.5.869rus>

<https://www.elibrary.ru/uyyfia>

8. Pyatukha V.I. Effect of sowing time on the yield and quality of watercress seeds in Western Siberia. Second Int. Symp. "New and non-traditional plants and prospects for their practical use. 1997;(4):135–137. (In Russ.)

9. Demidenko G.A., Vasil'eva T.V. Ecotoxicological assessment of soils in vicinities of aluminium plant of the city of Krasnoyarsk by biotesting methods. *The Bulletin of KSAU*. 2016;9(120):44–52. <https://www.elibrary.ru/wlsdlt> (In Russ.)

10. Kuzhina G.Sh. Environmental monitoring of heavy metal pollution of surface water of the tributaries to the river Ural. *Ecology and Industry of Russia*. 2023;27(1):53–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-1-53-59> <https://www.elibrary.ru/nfyxde>

11. Shulaev N.S., Pryanichnikova V.V., Kadyrov R.R., Bykovskii N.A., Damineva R.M. Assessment of changes in the phytotoxic properties of oil-contaminated soils in terms of germination and seedlings length of *Lepidium sativum* L. after electrochemical cleaning // *Samara Journal of Science*. 2019;8-4(29):103–107. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2309-4370-2019-14118>

<https://www.elibrary.ru/fzajpw>

12. Kuramshina Z.M., Osyannikova I.V., Asfandiyarova L.R., Khakimova G.V. Effect of oil pollution on soil microorganisms and plants *Lepidium sativum* // *Ecology and Industry of Russia*. 2023;27(10):23–29. (In Russ.) <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2023-10-23-29>

<https://www.elibrary.ru/lncjhg>

14. Bukharov A.F., Baleev D.N. Seed allelopathy effect in vegetable celery crops // *Agricultural Biology*. 2014;49(1):86–90. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/rxsxsf>

15. Rakhmaeva A.M., Gumerova S.K., Terenzhev D.A., Sharonova N.L., Fitsev I.M. Antimicrobial activity and phytotoxicity of extracts of some species of genus *Centaurea* plants // *Vestnik of Kazan state agrarian university*. 2020;15-3(59):37–42. (In Russ.) <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2020-37-42> <https://www.elibrary.ru/hhyqju>

17. Ebel' T.V., Mikhailova S.I., Ebel' A.L. Allelopathic activity of the scentless false mayweed (*Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch. Bip.). *Bulletin of KSAU*. 2024. № 5 (206). Pp. 70–76. (In Russ.) 2024;5(206):70–76. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2024-5-70-76>

<https://www.elibrary.ru/wtjess>

18. Musayev F.B., Kharchenko V.A., Antoshkina M.S. Instrumental and biophysical method of evaluation test of seeds of green vegetable cultures. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):40–44. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-40-44>

<https://www.elibrary.ru/daypuv>

21. Bukharov A.F., Baleev D.N., Bukharova A.R. Instrumental methods of bioassay allelopathic activity. M., 2015. 144 p. (In Russ.)

23. Lakin G.F. Biometrics: a textbook. Moscow: Higher School, 1980. 352 p. (In Russ.)

Об авторах:

Светлана Александровна Сучкова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, доцент, <https://orcid.org/0000-0002-4079-3389>, SPIN-код: 3572-5539

Светлана Ивановна Михайлова – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник, доцент, <https://orcid.org/0000-0003-4595-2032>, SPIN-код: 6827-5288

Тимур Зафарович Абзалтенов – младший научный сотрудник, ассистент, <https://orcid.org/0009-0004-5686-9300>, SPIN-код: 5955-0410, автор для переписки: vstudenyy@inbox.ru

About the Authors:

Svetlana A. Suchkova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Associate professor, <https://orcid.org/0000-0002-4079-3389>, SPIN-code: 3572-5539

Svetlana I. Mikhailova – Cand. Sci. (Biology), Senior Researcher, Associate professor, <https://orcid.org/0000-0003-4595-2032>, SPIN-code: 6827-5288

Timur Z. Abzaltenov – Junior Researcher, Assistant, <https://orcid.org/0009-0004-5686-9300>, SPIN-code: 5955-0410, Corresponding Author: vstudenyy@inbox.ru