

АГРОИНЖЕНЕРИЯ И ПИЩЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

AGRO-ENGINEERING AND FOOD TECHNOLOGIES

Научная статья

УДК 631.362.3:633.88

EDN VKPQID

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-71-77>**Очистка семян расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей****Андрей Александрович Абидуев¹, Татьяна Геннадьевна Дармаева²,
Александр Андреевич Абидуев³**^{1,2} Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия³ Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия¹ abana47@mail.ru, ² tanyadar85@mail.ru, ³ abiduev2011@yandex.ru

Аннотация. Расторопша пятнистая является ценной лекарственной культурой. Определена засоренность посевов травы ширицей, марью белой, горцом шероховатым и гречишкой выюнковой. Выявлено, что мелкосемянные сорняки ширица, марь белая и горец шероховатый легко выделяются из плодов-семянков травы на ситах с продолговатыми и круглыми отверстиями. Трудность представляет выделение семян гречишки выюнковой. Определено, что указанные примеси имеют наибольшее различие от плодов-семянков расторопши пятнистой по длине. Установлено, что часть мелких частиц гречишки выюнковой удаляются из семян расторопши пятнистой в аспирационных каналах воздушно-ситовых машин и на сортировальном сите совместно с мелкими семенами травы, а оставшаяся их часть отделяется от обрабатываемого материала в цилиндрических рабочих органах с ячейками размером 4,5–5,0 мм и расположенных приемных кромок желобов под углом 40–50 град. Разработаны методические рекомендации по выбору размера ячеек цилиндрического сепаратора для очистки плодов-семянков расторопши пятнистой от коротких примесей. Так, для очистки плодов-семянков травы от коротких примесей рекомендуется выбрать рабочий орган с размером ячеек 1,10–1,25-кратным наибольшему размеру одноименных примесей. Установлено, что при обработке семян травы предлагаемым способом обеспечивается получение семенного материала высокого качества.

Ключевые слова: расторопша пятнистая, семена, очистка, трудноотделимые примеси, сито, ячеистый цилиндр

Для цитирования: Абидуев А. А., Дармаева Т. Г., Абидуев А. А. Очистка семян расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей // Дальневосточный аграрный вестник. 2026. Том 20. № 2. С. 71–77. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-71-77>.

Original article

Cleaning *Silybum marianum* (milk thistle) seeds from hard to separate impurities**Andrey A. Abiduev¹, Tatyana G. Darmaeva², Alexander A. Abiduev³**^{1,2} Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov
Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation³ East Siberian State University of Technology and Management
Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation¹ abana47@mail.ru, ² tanyadar85@mail.ru, ³ abiduev2011@yandex.ru

Abstract. Milk thistle (*Silybum marianum*) is a valuable medicinal crop. The weed infestation of its plantings has been determined, including *Amaranthus* (pigweed), *Chenopodium album* (lamb's quarters), *Polygonum scabrum* (rough knotweed), and *Fallopia convolvulus* (black bindweed). It was revealed that small seeded weeds such as pigweed, lamb's quarters, and rough knotweed are easily separated from the fruit achenes of the plant using sieves with oblong and round holes. The main challenge lies in separating black bindweed seeds. It has been determined that these impurities differ most from milk thistle fruit achenes in terms of length. It was found that some fine particles of black bindweed are removed from milk thistle seeds in the aspiration channels of air sieve machines and on sorting sieves together with small seeds of the crop, while the remaining portion is separated from the processed material in a cylindrical working unit with cells of 4,5–5,0 mm and with the receiving edges of the troughs positioned at an angle of 40–50°. Methodological recommendations have been developed for selecting the cell size of cylindrical separators to clean milk thistle fruit achenes from short impurities. Specifically, to clean the fruit achenes from short impurities, it is recommended to choose a working unit with a cell size 1,10–1,25 times the maximum size of the corresponding impurities. It has been established that the proposed treatment method ensures the production of high quality seed material.

Keywords: milk thistle (*Silybum marianum*), seeds, cleaning, hard to separate impurities, sieve, cellular cylinder

For citation: Abiduev A. A., Darmaeva T. G., Abiduev A. A. Cleaning *Silybum marianum* (milk thistle) seeds from hard to separate impurities. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*. 2026;20;2:71–77. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2026-20-2-71-77>.

Введение. Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова с проектом «Байкалбиофарм 2030. Агробιοтехнологии будущего» с 2022 г. входит в Дальневосточный трек программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030». Вуз станет опорным центром лекарственного растениеводства в республике.

Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.) включена в Государственную фармакопею Российской Федерации XV издания и является ценной лекарственной культурой.

Посевы травы засоряют ширица, марь белая, горец шероховатый и гречишка выюнковая. Из них трудноотделимой примесью плодов-семянков травы является гречишка выюнковая.

Очистка плодов расторопши пятнистой мало изучена. С этой целью рекомендуют обрабатывать их на зерноочистительных машинах разных марок и агрегатах типа ЗАВ [1, 2], которые тем не менее не обеспечивают эффективную очистку плодов данной травы.

В этой связи обоснование технологического процесса очистки плодов расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей путем изучения их физических свойств и исследования технологических процессов обработки семенного материала

представляет актуальную научно-техническую проблему.

Цель исследований – обоснование способа очистки плодов расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей.

Материалы и методы исследований. Общая засоренность семенного материала расторопши пятнистой по состоянию на 2025 г. составляла 6,7 %, в том числе сорной примесью 5,5 %. Значительную часть сорной примеси составляли семена ширицы, мари белой и горца шероховатого. Указанные сорняки имеют мелкие семена и легко выделяются из семян травы на ситах с продолговатыми и круглыми отверстиями. К трудноотделимым примесям плодов данной травы относится гречишка выюнковая.

Для определения физических свойств плодов основной культуры и примесей с целью выявления признаков их различия, с учетом которых разрабатывается технологический процесс очистки семенного материала, применяется статистический метод исследования [3, 4].

Толщину семян и примесей устанавливали путем обработки порции смеси на лабораторном решетном классификаторе, скорость витания – на пневматическом классификаторе. Скорость воздушного потока в его канале изменяется с шагом 0,5 м/с и устанавливается с помощью ми-

кроманометра ММН-240. Длину частиц определяли путем непосредственного измерения с помощью микрометра.

Наибольшее различие плоды и частицы гречишки вьюнковой имеют по длине. Очистка семян по длине осуществляется в цилиндрическом сепараторе с ячеистым цилиндром и желобом, расположенным внутри него [5]. Качество обработки семян в ячеистом цилиндре зависит от его параметров (размера ячеек и положения желоба) [6]. Они могут быть установлены путем теоретического исследования процессов выпадения из ячеек рабочих органов длинных и коротких зерновок, которые рассмотрены нами в работах [7, 8]. Данный процесс описан нами дифференциальным уравнением в работе [9].

В результате решения дифференциального уравнения были определены углы выпадения плодов травы и коротких примесей (гречишки вьюнковой) из ячеек цилиндров триерного блока зерноочистительного агрегата. Анализ полученных данных позволит обосновать рациональные размеры ячеек рабочих органов, а также построить траектории свободного полета длинных и коротких зерен и на основе их анализа установить расположение приемной кромки желоба цилиндра для улавливания последних.

Изменение параметра выпадения плодов основной культуры и гречишки

вьюнковой из ячеек рабочего органа в зависимости от их размера представлено на рисунке 1.

Частицы основной культуры и указанной примеси выпадают при разных углах из ячеек рабочих органов с размерами 4,5 и 5,0 мм (рис.1), что указывает на возможность разделения их в рабочих органах с указанными размерами ячеек.

Траектории свободного полета частиц, выпавших из ячеек цилиндра, были построены по разработанной нами методике [10]. Зоны свободного полета частиц основной культуры и гречишки вьюнковой в рабочем органе с ячейками 5,0 мм приведены на рисунке 2.

Для отделения гречишки вьюнковой от обрабатываемого материала рекомендуется установить приемную кромку желоба рабочего органа под следующим углом к его горизонтальному диаметру:

$$\alpha_k = 47^\circ < \alpha_l < \alpha_d = 50^\circ$$

Были установлены параметры выпадения из ячеек размером 4,5 мм рабочего органа и построены траектории свободного полета длинных и коротких зерен. На основе данного анализа определено рациональное положение приемной кромки желоба под углом $43^\circ < \alpha_l < 47^\circ$.

Таким образом, для очистки плодов расторопши пятнистой от коротких примесей (гречишки вьюнковой) рекоменду-

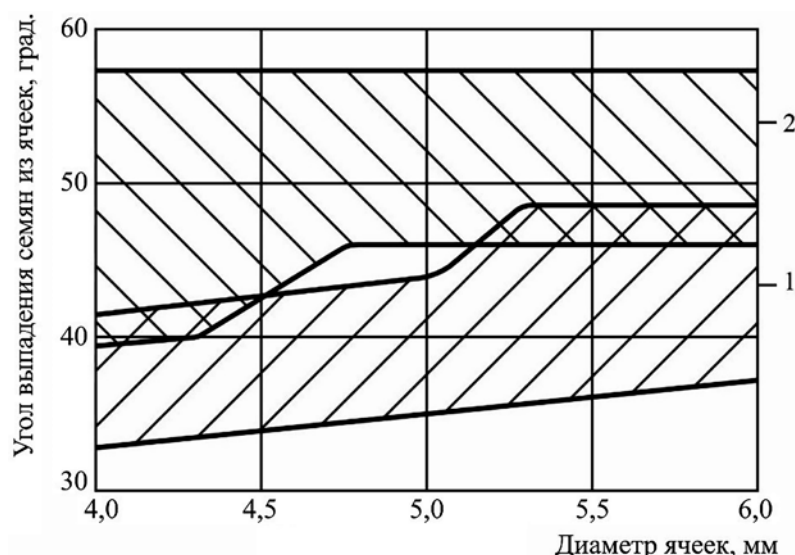


Рисунок 1 – Изменение параметра выпадения плодов основной культуры (1) и гречишки вьюнковой (2) из ячеек цилиндра в зависимости от их размера

Figure 1 – Change in the parameter of the loss of fruits of the main crop (1) and black bindweed (2) from the cells of the cylinder, depending on their size

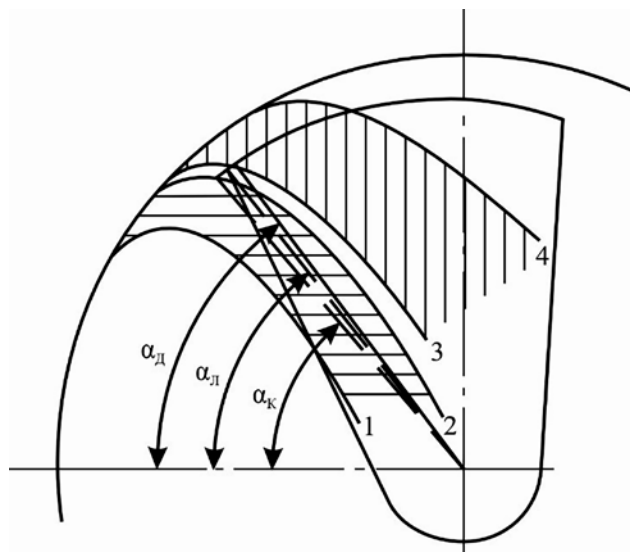


Рисунок 2 – Зоны свободного полета частиц основной культуры (1–2) и гречишки вьюнковой (3–4) в рабочем органе с ячейками 5 мм

Figure 2 – Free-flight zones of main crop particles (1–2) and black bindweed (3–4) in a working organ with 5 mm cells

ется обработать материал в ячеистом цилиндре с размером ячеек 4,5 или 5,0 мм, установив приемную кромку желоба под углом 43–50 град.

Экспериментальные исследования процесса очистки плодов расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей проводились в лаборатории «Агротех» с использованием малогабаритной машины СМ-0,15 и цилиндрического сепаратора со сменными цилиндрами и в экспериментальном сепараторе.

Результаты исследований и их обсуждение. Толщина плодов расторопши пятнистой и частиц гречишки вьюнковой составляет 1,6–2,8 мм; длина плодов травы – 4–8 мм, указанной примеси – 2–4 мм. Скорость витания плодов травы соответствует 4,5–7,0 м/с, примеси – 4,0–6,5 м/с.

Кривые распределения частоты плодов основной культуры и трудноотделимых примесей по толщине и скорости витания перекрываются, наибольшее различие их наблюдается по длине (рис. 3).

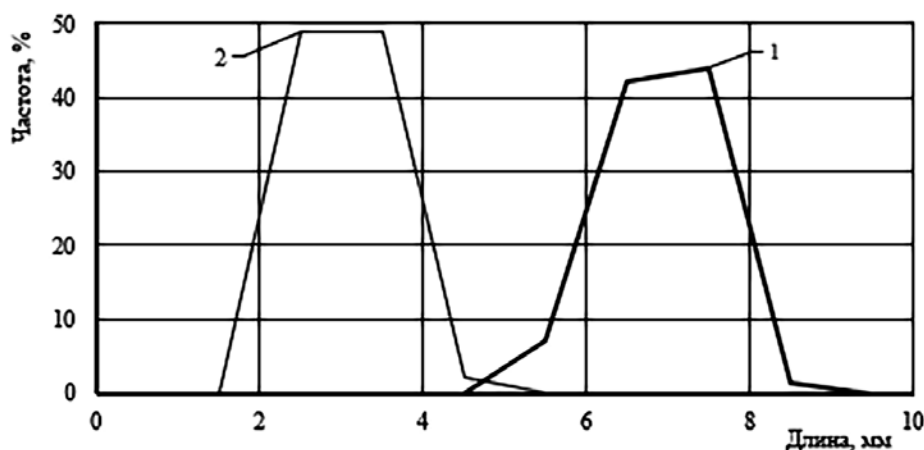


Рисунок 3 – Распределения частоты плодов травы (1) и гречишки вьюнковой (2) по длине

Figure 3 – Distribution of the frequency of fruits of grass (1) and black bindweed (2) by length

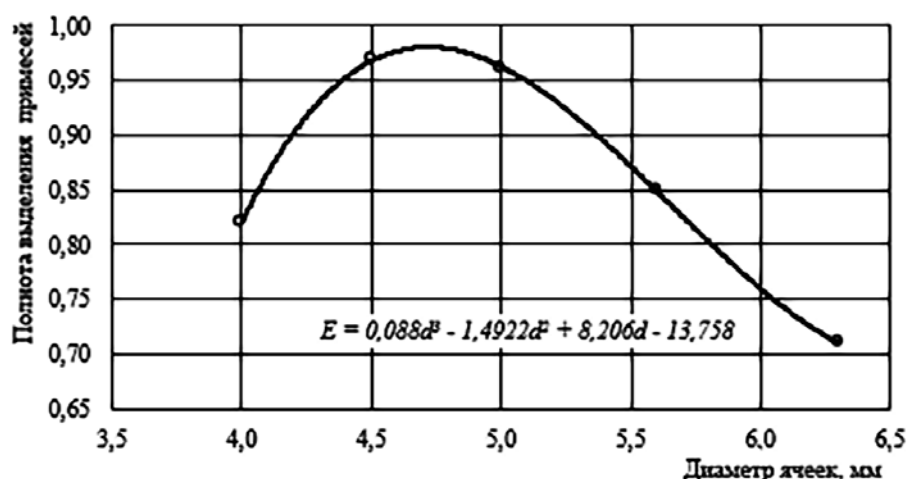


Рисунок 4 – Изменение полноты отделения гречишки выюнковой от плодов травы в цилиндрах в зависимости от размера ячеек

Figure 4 – The change in the completeness of the separation of black bindweed from the fruits of the grass in the cylinders, depending on the size of the cells

Мелкие зерновки гречишки выюнковой выделяются из семенного материала в пневмоаспирационных каналах воздушно-ситовых сепараторов первичной и вторичной очистки и на сортировальном сите. Скорость воздушного потока в пневмоаспирационных каналах сепараторов рекомендуется установить в пределах 4,0–5,0 м/с.

Высокая полнота отделения зерновок гречишки выюнковой из семенного материала достигается при его обработке в ячейчатых цилиндрах с диаметром ячеек 4,5 и 5,0 мм и расположении приемной кромки желоба к горизонтальному диаметру цилиндра под углом 40–50 град, что подтверждает результаты теоретических исследований (рис. 4).

Рациональные размеры ячеек (4,5 и 5,0 мм) цилиндров, выделяющих из плодов травы короткие примеси (рис. 4), превышают максимальную длину указанных примесей (4 мм) на 10–25 %.

Таким образом, для очистки плодов расторопши пятнистой от коротких примесей рекомендуется выбрать ячейчатый цилиндр с размером ячеек 1,10–1,25-крат-

ным наибольшему размеру выделяемых примесей.

Обработка семян расторопши пятнистой предложенным способом, проведенная на малогабаритной воздушно-ситовой машине СМ-0,15 и в экспериментальном цилиндрическом сепараторе с размером ячеек 5,0 мм и с рекомендуемым расположением приемной кромки желоба, показала высокую эффективность.

Заключение. Плоды-семянки расторопши пятнистой рекомендуется обрабатывать на колосовом и подсевном ситах, в пневмоаспирационных каналах сепараторов, на сортировальном сите и в цилиндрическом сепараторе с ячейками размером 4,5–5,0 мм, установив приемную кромку желоба под углом 40–50 град.

Для выделения из плодов расторопши пятнистой коротких примесей рекомендуется выбрать рабочий орган с размером ячеек 1,10–1,25-кратным наибольшему размеру частиц выделяемых примесей. При обработке плодов-семянков расторопши пятнистой предлагаемым способом обеспечивается получение семенного материала высокого качества.

Список источников

1. Чавдарь Н. С., Рушук А. Д., Шайхилов Д. Т., Кымпан М. И. Технология возделывания расторопши пятнистой, кунжута индийского и льна масличного в бассейне Среднего Днестра : методические рекомендации. Тирасполь : Приднестровский государственный университет, 2020. 35 с.

2. Аникина А. Ю., Басалаева И. В., Бушковская Л. М. Лекарственные и эфирномасличные культуры: особенности возделывания их на территории Российской Федерации. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, 2021. 256 с.
3. Oliveira A., Coradi R., Teodoro L., Rodrigue S., Teodoro P., Moraes R. Multivariate statistical analysis applied to physical properties of soybean seeds cultivars on the post-harvest // *Agronomy*. 2024. Vol. 45. P. 1–11. doi: 10.4025/actasciagron.v46i1.63664.
4. Терехова Н. А., Веденеева Н. Г. Статистические методы обработки данных, применяемые в почвенных исследованиях // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы всерос. науч.-метод. конф. Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2023. С. 309–311. EDN FDTEYB.
5. Абидуев А. А., Пехутов А. С., Балданов М. Б., Тогмидон А. Ю. Очистка семян ячменя от трудноотделимых примесей // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2022. № 3. С. 74–80. doi: 10.22450/199996837_2022_3_74. EDN RVKSDJ.
6. Абидуев А. А., Пехутов А. С., Бадмацыренов Д. Ц., Болоев П. А., Кокиева Г. Е. Очистка семян ячменя от трудноотделимых примесей // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии*. 2024. № 3. С. 156–161. doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.019. EDN QZYUQ.
7. Абидуев А. А., Петунов С. В., Урханов Н. А., Абидуев А. А. Обоснование параметров сепаратора для очистки семян пшеницы от длинных примесей // *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*. 2021. Вып. 3 (82). С. 41–46. doi: 10.53980/24131997_2021_3_41. EDN NCMFEJ.
8. Абидуев А. А., Раднаев Д. Н., Абидуев А. А., Дугаров Ц. Б. Обоснование параметров цилиндрического ячеистого сепаратора // *Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления*. 2022. № 1 (84). С. 37–42. doi: 10.53980/24131997_2022_1_37. EDN TYGBIH.
9. Абидуев А. А., Трофимова В. С., Тогмидон А. Ю., Тушкаев Е. В., Абидуев А. А. Очистка семенного зерна ячменя от семян сорных растений // *Дальневосточный аграрный вестник*. 2025. Т. 19. № 2. С. 105–114. doi: 10.22450/1999-6837-2025-19-2-105-114. EDN UMZRZM.
10. Научное и техническое обеспечение производства и переработки зерна в условиях Бурятии : научно-практические рекомендации / под ред. Д. Н. Раднаева. Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия, 2023. 181 с.

References

1. Chavdar N. S., Rushchuk A. D., Shaikhilov D. T., Kympan M. I. *Technology of cultivating milk thistle, Indian sesame and oil flax in the Middle Dniester basin: methodological recommendations*, Tiraspol, Pridnestrovskii gosudarstvennyi universitet, 2020, 35 p. (in Russ.).
2. Anikina A. Yu., Basalaeva I. V., Bushkovskaya L. M. *Medicinal and essential oil crops: Features of cultivation in the Russian Federation*, Moscow, Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut lekarstvennykh i aromaticeskikh rastenii, 2021, 256 p. (in Russ.).
3. Oliveira A., Coradi R., Teodoro L., Rodrigue S., Teodoro P., Moraes R. Multivariate statistical analysis applied to physical properties of soybean seeds cultivars on the post-harvest. *Agronomy*, 2024;45:1–11. doi: 10.4025/actasciagron.v46i1.63664.
4. Terekhova N. A., Vedeneeva N. G. Statistical methods of data processing applied in soil research. *Proceedings from University complex as a regional center of education, science and culture: Vserossiiskaya nauchno-metodicheskaya konferentsiya*. (PP. 309–311), Orenburg, Orenburgskii gosudarstvennyi universitet, 2023. EDN FDTEYB (in Russ.).
5. Abiduev A. A., Pekhutov A. S., Baldanov M. B., Togmidon A. Yu. Cleaning barley seeds from hard to separate impurities. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2022;3:74–80. doi: 10.22450/199996837_2022_3_74. EDN RVKSDJ (in Russ.).
6. Abiduev A. A., Pekhutov A. S., Badmatsyrenov D. Ts., Boloev P. A., Kokieva G. E. Cleaning barley seeds from hard to separate impurities. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi*

sel'skokhozyaistvennoi akademii, 2024;3:156–161. doi: 10.34655/bgsha.2024.76.3.019. EDN QZYUQ (in Russ.).

7. Abiduev A. A., Petunov S. V., Urkhanov N. A., Abiduev A. A. Substantiation of separator parameters for cleaning wheat seeds from long impurities. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i upravleniya*, 2021;3(82):41–46. doi: 10.53980/24131997_2021_3_41. EDN NCMFEJ (in Russ.).

8. Abiduev A. A., Radnaev D. N., Abiduev A. A., Dugarov Ts. B. Substantiation of parameters of a cylindrical cell separator]. *Vestnik Vostochno-Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta tekhnologii i upravleniya*, 2022;1(84):37–42. doi: 10.53980/24131997_2022_1_37. EDN TYGBIH (in Russ.).

9. Abiduev A. A., Trofimova V. S., Togmidon A. Yu., Tushkaev E. V., Abiduev A. A. Cleaning seed barley grain from weed seeds]. *Dal'nevostochnyi agrarnyi vestnik*, 2025;19;2:105–114. doi: 10.22450/1999-6837-2025-19-2-105-114. EDN UMZRZM (in Russ.).

10. Radnaev D. N. (Eds.). *Scientific and technical support for grain production and processing in Buryatia*, Ulan Ude, Buryatskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya, 2023, 181 p. (in Russ.).

© Абидуев А. А., Дармаева Т. Г., Абидуев А. А., 2026

Статья поступила в редакцию 20.05.2026; одобрена после рецензирования 13.06.2026; принята к публикации 15.06.2026.

The article was submitted 20.05.2026; approved after reviewing 13.06.2026; accepted for publication 15.06.2026.

Информация об авторах

Абидуев Андрей Александрович, доктор технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, abana47@mail.ru;

Дармаева Татьяна Геннадьевна, аспирант, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, tanyadar85@mail.ru;

Абидуев Александр Андреевич, кандидат технических наук, доцент, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, abiduev2011@yandex.ru

Information about the authors

Andrey A. Abiduev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, abana47@mail.ru;

Tatyana G. Darmaeva, Postgraduate Student, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov, tanyadar85@mail.ru;

Alexander A. Abiduev, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, East Siberian State University of Technology and Management, abiduev2011@yandex.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.