

ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АПК TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR AGROINDUSTRIAL SECTOR

Научная статья

УДК 631.8;631.33;362(671.64)

doi: 10.34655/bgsha.2026.83.2.016

Очистка семян расторопши пятнистой от примесей комплексом машин

А.А. Абидуев¹, Т.Г. Дармаева², О.М. Цыбикова³, Б.Д. Цыдыпов⁴

¹⁻⁴Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, Россия

¹abana47@mail.ru

²tanyadar85@mail.ru

³oyuna_sodnom@rambler.ru

⁴bair_1959@inbox.ru

Аннотация. Расторопша пятнистая является ценной лекарственной культурой. Свежеубранные семена расторопши пятнистой с опытного поля Бурятской ГСХА в 2025 г. были засорены семенами ширицы растопыренной, мари белой, горца шероховатого, гречихи выюнковой и овсюга. Трудноотделимыми примесями семян данной культуры из указанных примесей являются гречишка выюнковая и овсюг. Процесс очистки семян расторопши пятнистой мало изучен. Имеется информация о том, что семена с целью очистки от примесей необходимо обрабатывать на семяочистительных машинах разных марок и зерноочистительных агрегатах типа ЗАВ без данных о последовательности обработки и параметров рабочих органов машин. Путем исследования обоснован способ очистки семян культуры от трудноотделимых примесей. Мелкие зерновки гречишки выюнковой выделяются из семян в аспирационных каналах и на сортировальном сите машины вторичной очистки, а остальная часть данной примеси отделяется из семян в машине с цилиндрическим рабочим органом с ячейками 4,5 – 5,0 мм как короткие примеси. Мелкие зерновки овсюга с такой же длиной, как семена расторопши, выделяются из семенной смеси на указанном сите, а остальная часть их отделяется от обрабатываемого материала в машине с цилиндрическим рабочим органом с ячейками 9,0 – 9,5 мм как длинные примеси. Исследованиями обоснован способ очистки семян расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей и разработана схема технологического процесса очистки и сортирования семян расторопши пятнистой. Использование данной схемы обеспечивает получение чистого семенного материала или сырья для переработки.

Ключевые слова: семена расторопши пятнистой, очистка, трудноотделимые примеси, сито, ячеистый цилиндр.

Благодарности: исследование выполняется в рамках реализации программы стратегического академического лидерства “Приоритет 2030. Дальний Восток”. Стратегический проект «БайкалБиоФарм 2036. Агротехнологии будущего».

Milk thistle seeds cleaning from impurities using a complex of machines

Andrey A. Abiduev¹, Tatyana G. Darmaeva², Oyuna M. Tsybikova³, Bair D. Tsydypov⁴¹⁻⁴Buryat State Academy of Agriculture named after V.R. Philippov, Ulan-Ude, Russia¹abana47@mail.ru²tanyadar85@mail.ru³oyuna_sodnom@rambler.ru⁴bair_1959@inbox.ru

Abstract. Milk thistle is a valuable medicinal herb. This plant is cultivated by the staff of Buryat State Agricultural Academy on an experimental field near the village of Gurulba, the Ivolginsky district. The freshly harvested seeds in 2025 were contaminated with seeds of common amaranth, white goosefoot, knotweed, bindweed, and common wild oats. The most hard-separable impurities among these are bindweed and common wild oats. The milk thistle seeds cleaning process is poorly studied. It is known that the seeds should be processed using seed-cleaning machines of various brands and grain-cleaning aggregates of the ZAV type, but without details on the sequence of processing or the parameters of the machine working parts. Through the research, a method of seeds cleaning of the medicinal herb from hard-separable impurities was substantiated. Small grains of bindweed are separated from the seeds in aspiration channels and on the sorting sieve of the secondary cleaning machine, while the rest portion of this impurity is separated in a machine with a cylindrical working body with cells of 4.5–5.0 mm as short impurities. Small grains of common wild oats, with the same length as the milk thistle seeds, are separated from the seed mixture on the specified sieve, while the rest is separated from the processed material in a machine with a cylindrical working body with cells of 9.0–9.5 mm as long impurities. The research substantiates a method for cleaning the seeds of the milk thistle from hard-separable impurities. Overall, a technological process scheme for cleaning and sorting milk thistle seeds was developed. The usage of this scheme ensures the production of high-quality seeds.

Keywords: milk thistle seeds, cleaning, hard-separable impurities, sieve, alveolar cylinder cylinder.

Acknowledgments: The research is conducted under the implementation of the program of a strategic academic leadership «Priority 2030. Far East». The strategic project «BaikalBioFarm 2036. Agritechnologies of the Future».

Введение. Посевы сельскохозяйственных культур в Республике Бурятия засорены такими сорными растениями, как овсюг, татарская гречиха, гречиха вьюнковая, ширица, марь белая, горец шероховатый и др. Расторопша пятнистая (*Silybum marianum* (L.) Gaertn) является ценной лекарственной культурой, очистка семян которой мало изучена. Существует рекомендация обрабатывать семена на семяочистительных машинах разных марок и зерноочистительных агрегатах типа ЗАВ без указания последовательности обработки и параметров рабочих органов машин [1, 2] от которых зависит качество обработки семян. Трудноотделимыми примесями семян расторопши пят-

нистой являются гречишка вьюнковая и овсюг.

В связи с этим разработка технологии очистки семян расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей путем изучения их физических свойств и исследования технологических процессов обработки семенного материала является актуальной.

Цель исследования – обоснование способа очистки семян расторопши пятнистой от трудноотделимых примесей.

Материалы и методы исследования. Семена расторопши пятнистой сорта Дебют (РСЗ), полученные с посевов на опытном поле УНПП «АгроТех» Бурятской ГСХА, засорены семенами ширицы,

мари белой, горца шероховатого, гречишки вьюнковой и овсюга. Общая засоренность свежееубранного семенного материала в 2025 г. составляла 7,6 %, в т. ч. сорной примесью – 6,5. Содержание в нем семян ширицы и мари белой составляло 4225 шт/кг, горца шероховатого, гречишки вьюнковой и овсюга – 326.

Семена ширицы, мари белой, горца шероховатого имеют относительно мелкие размеры и легко выделяются из семенного материала на решетках с круглыми и продолговатыми отверстиями. Трудноотделимыми примесями семян данной травы являются гречишка вьюнковая и овсюг.

Для построения технологического процесса очистки семян от сорной и зерновой примеси необходимо выявить различие в признаках, по которым может быть осуществлена их очистка. К этим признакам относятся размеры, аэродинамические свойства, удельный вес, угол трения, форма и др. Различие в признаках устанавливается в результате изучения физико-механических свойств семян и их примесей.

Для исследования свойств составных частей семенного материала применялся статистический метод [3, 4]. Результаты исследований выражаются в виде кривых распределения их признаков, указывающих частоту того или иного признака компонентов смеси. На основе анализа полученных данных определяют признаки, по которым различаются частицы основной культуры и примесей. При частичном перекрытии кривых распределения признаков частиц семян и примесей необходимо выявить корреляцию признаков с целью обоснования схемы их очистки.

Длина семян расторопши пятнистой

(5,0-8,0 мм), пшеницы (4,6-7,6 мм) и их трудноотделимых примесей не имеют существенного различия, что указывает на возможность использования разработанных методик выбора размеров ячеек цилиндрических рабочих органов машин для очистки семян данной культуры по длине [5, 6, 7]. Так, для отделения коротких примесей от семян рекомендуется выбрать ячейки размером 1,05-1,15-кратным максимальному размеру (длине) коротких примесей, а для выноса длинных примесей из обрабатываемого материала – ячейки диаметром 1,1-1,2-кратным максимальному размеру частиц основной культуры.

Для посева необходимо использовать выравненные, тяжеловесные семена, которые находятся в прямой зависимости с их биологическими свойствами [8, 9, 10, 11]. Отбор выравненных и тяжеловесных семян обеспечивается калибровкой на зерноочистительных машинах и сортированием их по удельному весу на пневмосортировальных столах [12, 13, 14]. Очищенные семена должны отвечать требованиям ГОСТ 34221 – 2017. Семена лекарственных и ароматических культур. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия.

Изменчивость толщины и скорости витания семян основной культуры и их трудноотделимых примесей определяли путем пропуска порции семенного материала через лабораторные решетный и пневматический классификаторы. Длину компонентов семян смеси определяли непосредственным измерением.

Характеристики размеров частиц основной культуры и трудноотделимых примесей приведены в таблице.

Таблица – Характеристики толщины и длины семян культуры и трудноотделимых примесей

Наименование	Толщина, мм		Длина, мм	
	среднее значение ($\bar{b}$)	среднее квадратическое отклонение (σ)	среднее значение ($\bar{l}$)	среднее квадратическое отклонение (σ)
Расторопша пятнистая	1,87	0,42	6,90	0,45
Трудноотделимые примеси:				
Гречишка вьюнковая	1,96	0,46	3,11	0,63
Овсюг	2,08	0,34	9,48	0,86

Часть мелких частиц примеси, выделяющихся из обрабатываемого материала при разделении его по толщине b , на сортировальном сите с определенным размером отверстий, с учетом нормального закона распределения размеров семян можно установить решением уравнения:

$$E_1 = \Phi\left(\frac{b_1 - \bar{b}_n}{\sigma_{bn}}\right) \quad (1)$$

При этом выход семян основной культуры может быть установлен решением уравнения:

$$B = 1 - \Phi\left(\frac{b_1 - \bar{b}_c}{\sigma_{bc}}\right) \quad (2)$$

Часть частиц овсяга, выделившихся из семенной смеси при разделении ее по длине l , может быть установлена решением уравнения:

$$E_2 = \Phi\left(\frac{l_1 - \bar{l}_n}{\sigma_{ln}}\right) \quad (3)$$

Часть трудноотделимой примеси (гречишки выюнковой), выделившейся из семенной смеси на решетке с отверстиями 1,5 и 1,7 мм, определенными по выражению (1), составляет (в долях единицы), соответственно, 0,16 и 0,31, а выход се-

мян, определенный по выражению (2), достигает, соответственно, 81,2 и 65,5 %, то есть с повышением параметра разделения семенной смеси возрастает полнота отделения из него данной более короткой примеси и наоборот, снижается выход семенного материала. Часть мелких частиц овсяга, выделившихся из семенной смеси при обработке ее на сортировальном сите с указанными размерами отверстий, составляет, соответственно, 0,04 и 0,13. Часть частиц овсяга, выделившаяся из обрабатываемого материала при разделении его по максимальной длине семян травы, определенная по уравнению (3), составляет 0,93.

Эксперименты по очистке семян расторопши пятнистой проводились на малогабаритной семяочистительной машине СМ-0,15 в режиме предварительной, первичной и вторичной очистки и в экспериментальном цилиндрическом ячеистом сепараторе.

Результаты исследований и их обсуждение. Изменчивость толщины, длины и скорости витания семян и их трудноотделимых примесей представлены на рисунках 1, 2 и 3.

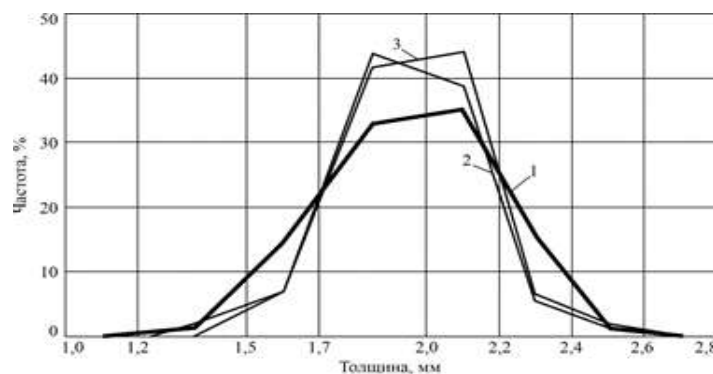


Рисунок 1. Кривые распределение толщины семян и трудноотделимых примесей: 1 – расторопша пятнистая; 2 – гречишка выюнковая; 3 – овсяг

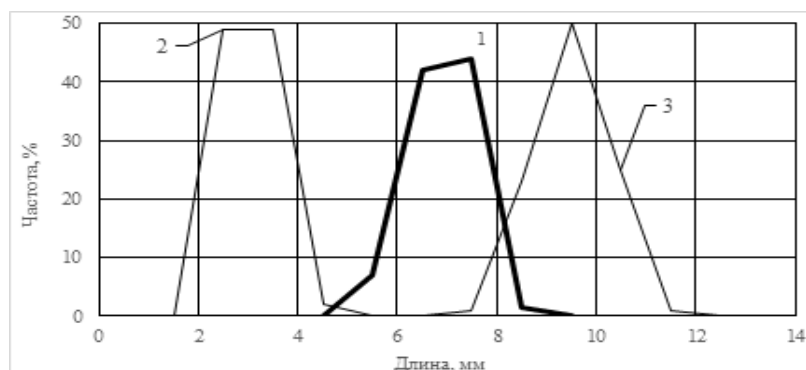


Рисунок 2. Кривые распределение длины семян и трудноотделимых примесей: 1 – расторопша пятнистая; 2 – гречишка выюнковая; 3 – овсяг

Частицы расторопши пятнистой, гречишки выюнковой и овсюга по толщине не имеют различия, однако при сортировании семян данной культуры на решетке с продолговатыми отверстиями могут быть выделены из обрабатываемого материала мелкие зерновки гречишки выюн-

ковой и овсюга (см. рис. 1). Частицы гречишки выюнковой отличаются от семян расторопши по длине (см. рис. 2) и они могут быть отделены от культуры в машине с цилиндрическим рабочим органом с определенным размером ячеек как короткие примеси.

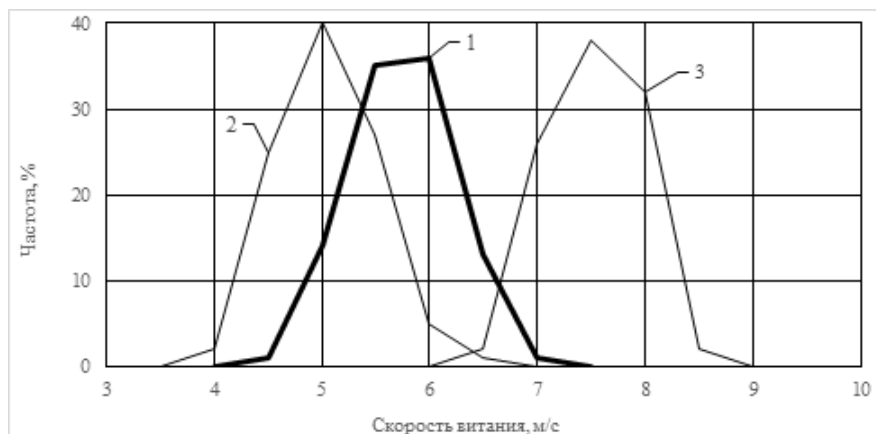


Рисунок 3. Кривые распределение скорости витания семян травы и трудноотделимых примесей: 1 – расторопша пятнистая; 2 – гречишка выюнковая; 3 – овсюг

Зерновки расторопши и овсюга имеют некоторое перекрытие по длине (см. рис. 2). Мелкие зерновки овсюга, имеющие такую же длину, как зерновки расторопши, могут быть удалены от семенной смеси на сортировальном сите. Остальные зерновки данной примеси могут быть удалены из обрабатываемого материала в машине с цилиндрическим рабочим органом с определенным размером ячеек как длинные примеси.

Максимальная длина частиц гречишки выюнковой составляет 4,2 мм, при этом рациональный размер ячеек цилиндра, который обеспечил бы выделение данной примеси из семенной смеси данной культуры, согласно приведенной выше методике его подбора, может быть выбран из диапазона 4,41 – 4,83 мм (4,2х1,05 – 4,2х1,15), где предусмотрены по стандарту ячейки диаметром 4,5 и близко к указанному диапазону – ячейки диаметром 5,0 мм.

Максимальная длина семян расторопши составляет 8 мм. В этом случае рациональный размер ячеек цилиндрического рабочего органа машины, который обеспечил бы удаление частиц овсюга из семенной смеси, может быть выбран из

диапазона 8,8 – 9,6 мм (8,0х1,1 – 8,0х1,2). В данном диапазоне предусмотрены по стандарту ячейки диаметром 9,0 и 9,5 мм. Таким образом, для выделения из семян расторопши пятнистой коротких примесей рекомендуется пропустить семенной материал через машину с цилиндрическим рабочим органом с ячейками диаметром 4,5 или 5,0 мм. Для выделения длинных примесей необходимо обработать семена в машине с цилиндрическим рабочим органом с ячейками 9,0 или 9,5 мм. Положение желобов ячеистых цилиндров машин может быть установлено исследованием процессов выпадения длинных и коротких зерен из их ячеек и анализа траекторий свободного полета указанных зерен в цилиндрах [15].

Скорость воздушного потока в аспирационных каналах воздушно-ситовых машин первичной и вторичной очистки рекомендуется установить от 4 до 5 м/с (см. рис. 3).

Была проведена обработка семян расторопши на малогабаритной воздушно-ситовой машине СМ-0,15 в режимах первичной и вторичной очистки с рекомендуемыми параметрами рабочих органов и в экспериментальном цилиндричес-

ком ячеистом сепараторе с определенными размерами ячеек. В результате такой обработки получен семенной материал, соответствующий требованиям ГОСТ к

семенам категории репродукционные (РС).

Предлагаемая схема очистки и сортирования семян расторопши пятнистой приведена на рисунке 4.

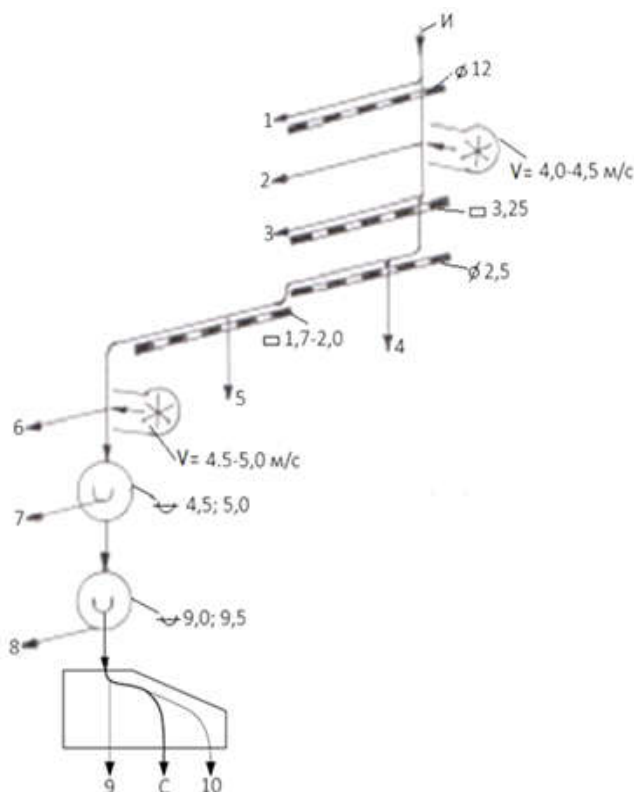


Рисунок 4. Схема технологического процесса очистки и сортирования семян расторопши пятнистой:

- 1 – грубые примеси;
- 2 – легкие примеси;
- 3 – крупные примеси;
- 4 – мелкие примеси;
- 5 – мелкие (неполноценные) семена травы и примеси;
- 6 – легкие семена гречишки выюнковой и примеси;
- 7 – короткие примеси;
- 8 – длинные примеси;
- 9 – легковесные семена травы и легкие примеси;
- 10 – тяжелые примеси;
- С – очищенные семена

Заключение. Семена расторопши пятнистой рекомендуется обрабатывать в аспирационных каналах воздушно-ситовых машин со скоростью воздушного потока от 4 до 5 м/с, на сортировальном сите с размером отверстий 1,7 мм и в машине с цилиндрическими рабочими органами с диаметром ячеек 4,5 – 5,0

и 9,0 – 9,5 мм, где из обрабатываемого материала удаляются, соответственно, короткие (гречишка выюнковая) и длинные примеси (овсюг и др.). В результате исследований разработана схема технологического процесса очистки и сортирования семян расторопши пятнистой.

Список источников

1. Чавдарь Н.С., Руцук А.Д., Шайхилов Д.Т., Кымпан М.И. Технология возделывания расторопши пятнистой, кунжута индийского и льна масличного в бассейне Среднего Днестра: методические рекомендации. Тирасполь, 2020. 35 с.
2. Лекарственные и эфиромасличные культуры: особенности возделывания их на территории Российской Федерации / А.Ю. Аникина, И.В. Басалаева, Л.М. Бушковская [и др]. Москва: ВИЛАР, 2021. 256 с.
3. Терехова Н.А., Веденеева Н.Г. Статистические методы обработки данных, применяемые в почвенных исследованиях // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 26–27 января 2023 года. Оренбург, 2023. С. 309-311. EDN: FDTEYB.
4. Рязанов А.В., Фадеев И.В., Смолина И.В. Последовательность статистической обработки результатов парных экспериментов // Техника, дороги и технологии: перспективы развития: сборник материалов научно-практической конференции имени Николая Васильевича Попова, 14 декабря 2017 года. Чебоксары, 2018. С. 166-169. EDN: TIZJIP.
5. Обоснование параметров сепаратора для очистки семян пшеницы от длинных примесей / А.А. Абидуев, С.В. Петунов, Н.А. Урханов, Ал.А. Абидуев // Вестник ВСГУТУ. 2021. № 3. С. 41-46. DOI: 10.53980/24131997_2021_3_41. EDN: NCMFEJ.

6. Обоснование параметров цилиндрического ячеистого сепаратора / А.А. Абидуев, Д.Н. Раднаев, Ал.А. Абидуев, Ц.Б. Дугаров // Вестник ВСГУТУ. 2022. № 1 (84). С. 37 – 42. DOI: 10.53980/24131997_2022_1_37. EDN: TYGBIH.
7. Очистка семян ячменя в условиях Республики Бурятия / А.А. Абидуев, Д.Н. Раднаев, А.Ю. Тогмидон и др. // Вестник ВСГУТУ. 2023. № 1. С. 46-52. DOI: 10.53980/24131997_2023_1_46. EDN: AFVYLQ.
8. Дринча В.М. Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2006. 384 с. EDN: QKYTEB.
9. Галкин В.Д., Хандриков В.Д., Хавыев А.А. Сепарация семян в вибропневмооживленном слое: технологии, техника, использование. Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2017. 170 с.
10. Дондоков Ю.Ж., Юсупов Ш.Т., Дринча В.М., Аммосов И.Н. Физические свойства семян и разработка технологий их подготовки / Вестник АГАТУ. 2024. № 1(13). С. 14-27. EDN: OEMVJM.
11. Галкин В.Д., Галкин А.Д., Елисеев С.Л. Технологии, машины и агрегаты послеуборочной обработки зерна и подготовки семян: монография. Пермь: ИПЦ Прокрость, 2021. 234 с. EDN: DDEGEG.
12. Исследование процесса разделения семян на пневмосортировальном столе с усовершенствованным рабочим процессом / В.Д. Галкин, В.А. Хандриков, А.Ф. Федосеев, А.С. Кустов, Д.А. Шихова // Пермский аграрный вестник. 2023. № 1 (41). С. 4-12. DOI: 10.47737/2307-2873_2023_41_4. EDN: MUAPHL.
13. Курзенков С.В., Чжан Сяньлэй. Методы очистки и селективной сортировки семян, их преимущества и недостатки // Вестник Белорусской ГСХА. 2025. № 3. С. 89–92. EDN: MOIUU.
14. Поздняков В.М., Зеленко С.А., Ермаков А.И. Перспективы применения вибропневмосепаратора при сортировании семян // Материалы форума «Перспективы евразийской экономической интеграции», посвященного 10-летию Евразийской экономической комиссии в рамках 18-го международного научно-го семинара «Мировая экономика и бизнес-администрирование»: XX международная научно-техническая конференция «Наука – образованию, производству, экономике», Республика Беларусь, Минск, 16-17 марта 2022 г. Белорусский национальный технический университет. Минск : Четыре четверти, 2022. С. 271-272.
15. Научное и техническое обеспечение производства и переработки зерна в условиях Бурятии: научно-практические рекомендации / под научной редакцией д.т.н., профессора Д.Н. Раднаева. Улан-Удэ: Изд-во Бурятской ГСХА имени В.Р. Филиппова, 2023. 181с.

References

1. Chavdar N.S., Rushchuk A.D., Shaykhilov D.T., Kymplan M.I. Technology of Cultivation of Spotted Milk Thistle, Indian Sesame and Oilseed Flax in the Middle Dniester Basin: methodological recommendations. Tiraspol, 2020. 35 p. (In Russ.).
2. Anikina A.Yu., Basalaeva I.V., Bushkovskaya, L.M. et al. Medicinal and Essential Oil Crops: Features of Their Cultivation in the Territory of the Russian Federation. Moscow. VILAR, 2021. 256 p. (In Russ.).
3. Terekhova N.A., Vedeneeva N.G. Statistical Data Processing Methods Used in Soil Research. *University Complex as a Regional Center of Education, Science and Culture*: Proc. of the All-Russian Sci. and Method. Conf., Orenburg, January 26–27, 2023. Orenburg, 2023. Pp. 309–311 (In Russ.).
4. Ryazanov A.V., Fadeev I.V., Smolina I.V. Sequence of Statistical Processing of Paired Experiment Results. *Technique, Roads and Technologies: Development Prospects*: Proc. of the Sci. and Pract. Conf. dedicated to Nikolai V. Popov, December 14, 2017. Cheboksary, 2018. Pp. 166–169.
5. Abiduev A.A., Petunov S.V., Urkhanov N.A., Abiduev A.I.A. Justification of Separator Parameters for Cleaning Wheat Seeds from Long Impurities. *ESSUTM Bulletin*. 2021;3:41–46 (In Russ.). DOI: 10.53980/24131997_2021_3_41.
6. Abiduev A.A., Radnaev D.N., Abiduev A.I.A., Dugarov Ts.B. Justification of Parameters of a Cylindrical Cell Separator. *ESSUTM Bulletin*. 2022;1 (84):37–42. (In Russ.). DOI: 10.53980/24131997_2022_1_37.
7. Abiduev A.A., Radnaev D.N., Togmidon A.Yu., Shagzhiev A.D., Abiduev A.I.A. Cleaning of Barley Seeds in the Conditions of the Republic of Buryatia. *ESSUTM Bulletin*. 2023;1:46–52. (In Russ.) DOI: 10.53980/24131997_2023_1_46.
8. Drincha V.M. Investigation of Seed Separation and Development of Machine Technologies for Their Preparation. Voronezh: NPO «MODEK», 2006. 384 p. (In Russ.).
9. Galkin V.D., Khandrikov V.D., Khavyev A.A. Seed separation in a vibro-pneumofluidized Layer: Technologies, Equipment, Use. Perm: IPA «Prokrost», 2017. 170 p. (In Russ.).
10. Dondokov Yu.Zh., Yusupov Sh.T., Drincha V.M., Ammosov I.N. Physical properties of seeds and development of technologies for their preparation. *ESSUTM Bulletin*. 2024;1(13):14–27 (In Russ.).
11. Galkin V.D., Galkin A.D., Eliseev S.L. Technologies, Machines and Aggregates for Post-Harvest Grain Processing and Seed Preparation. Perm: IPA «Prokrost», 2021. 234 p. (In Russ.).
12. Galkin V.D., Khandrikov V.A., Fedoseev A.F., Kustov A.S., Shikhova D.A. Investigation of the seed separation process on a pneumatic sorting table with an improved workflow. *Perm agrarian journal*. 2023;1(41):4-12 (In Russ.). DOI: 10.47737/2307-2873_2023_41_4.

13. Kurzenkov S.V., Chzhan Syanlei. Methods of seed cleaning and selective sorting, their advantages and disadvantages. *Bulletin of the Belarussian state agricultural academy*. 2025;3:89 – 92 (In Russ.).
14. Pozdnyakov V.M., Zelenko S.A., Ermakov A.I. Prospects for the Use of a Vibro Pneumatic Separator in Seed Sorting. Forum Proc. "Prospects for Eurasian Economic Integration" Dedicated to the 10th Anniversary of the Eurasian Economic Commission, within the Framework of the 18th Int. Sci. Seminar "World Economy and Business Administration": 20th Int. Sci. and Techn. Conf. "Science - to Education, Production, Economy", Republic of Belarus, Minsk, March 16–17, 2022. Minsk: Chetyre Chetverti, 2022. Pp. 271–272.
15. Scientific and technical support for grain production and processing in the conditions of Buryatia: scientific and practical recommendations. Ed. by D.N. Radnaev, Doctor of Technical Sciences, Professor. Ulan-Ude, 2023. 181 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Андрей Александрович Абидуев – доктор технических наук, доцент кафедры «Технический сервис в АПК и общинженерные дисциплины», Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, abana47@mail.ru;

Татьяна Геннадьевна Дармаева – аспирант кафедры «Технический сервис в АПК и общинженерные дисциплины», Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, tanyadar85@mail.ru;

Оюна Матвеевна Цыбикова – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующая кафедрой «Растениеводство, луговое хозяйство и плодовоовощеводство», Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, oyuna_sodnom@rambler.ru;

Баир Дулмаевич Цыдыпов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Растениеводство, луговое хозяйство и плодовоовощеводство», Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, bair_1959@inbox.ru.

Information about the Authors

Andrey A. Abiduev – Doctor of Science (Engineering), Associate Professor, Chair of Technical Service in Agro-Industrial Complex and General Engineering Disciplines, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, abana47@mail.ru;

Tatyana G. Darmaeva – Postgraduate Student, Chair of Technical Service in Agro-Industrial Complex and General Engineering Disciplines, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, tanyadar85@mail.ru;

Oyuna M. Tsybikova – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Head of the Chair of Plant Production, Grassland Management and Horticulture, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, oyuna_sodnom@rambler.ru;

Bair D. Tsydygov – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, Chair of Plant Production, Grassland Management and Horticulture, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, bair_1959@inbox.ru.

Статья поступила в редакцию 01.04.2026; одобрена после рецензирования 05.05.2026; принята к публикации 12.05.2026.

The article was submitted 01.04.2026; approved after reviewing 05.05.2026; accepted for publication 12.05.2026.