

Научная статья

УДК 631.331.001.5

EDN MJLYUT

<https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-118-125>

Исследования комбинированного посевного агрегата

**Даба Нимаевич Раднаев¹, Баирма Ефимовна Дамбаева²,
Дугар-Цырен Баярович Бадмацыренов³**

^{1, 2, 3} Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова
Республика Бурятия, Улан-Удэ, Россия

¹ daba01@mail.ru, ² baira86@mail.ru, ³ dygar-avto03@mail.ru

Аннотация. В условиях Республики Бурятия, для которых характерны недостаточное увлажнение и легкие супесчаные почвы, вредна многократная обработка. По результатам проведенного исследования доказано, что проходы по полю комбинированных агрегатов, выполняющих несколько операций, приводят к снижению уплотнения и распыления почвы по сравнению с проведением отдельных операций. Обосновано распространение комбинированных машин и агрегатов, выполняющих за один проход несколько операций – вспашку, культивацию, боронование и прикатывание, предпосевную обработку почвы и посев, внесение удобрений, гербицидов или других химикатов. Проведен анализ условий, где применение комбинированных машин уменьшает вредное воздействие колесных движителей на почву, сокращает сроки проведения операций, повышает качество работ и производительность труда, снижает производственные затраты. При этом комбинированные машины и агрегаты должны содержать набор рабочих органов для одновременного выполнения лишь тех операций, которые можно совмещать во времени без нарушения агротехники, сроков и качества их выполнения.

Ключевые слова: раздельная технология, совмещение операций, обработка почвы и посев, эффективность комбинированных агрегатов

Для цитирования: Раднаев Д. Н., Дамбаева Б. Е., Бадмацыренов Д.-Ц. Б. Исследования комбинированного посевного агрегата // Дальневосточный аграрный вестник. 2024. Том 18. № 3. С. 118–125. <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-118-125>.

Original article

Research on combined seeding unit

Daba N. Radnaev¹, Bairma E. Dambaeva², Dugar-Tsyren B. Badmatsyrenov³

^{1, 2, 3} Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Filippov
Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Russian Federation

¹ daba01@mail.ru, ² baira86@mail.ru, ³ dygar-avto03@mail.ru

Abstract. Multiple passes of combined units across the field, associated with the need to perform several operations, inevitably lead to excessive compaction and spraying of the soil. Repeated treatment is especially harmful in the conditions of the Republic of Buryatia, where there is insufficient moisture and light sandy loam soils. In this regard, combined machines and units are becoming widespread, performing several operations in one pass: for example, plowing, cultivating, harrowing and rolling, pre-sowing tillage and sowing, applying fertilizers, herbicides or other chemicals. The use of combined machines reduces the harmful effects of wheeled propulsion on the soil, reduces the time required for operations, improves the quality of work and labor productivity, and reduces production costs. Combined machines and units must contain a set of working parts to simultaneously perform only those operations that can be combined in time without violating agricultural technology, timing and quality of execution.

Keywords: separate technology, combination of operations, tillage and sowing, efficiency of combined units

For citation: Radnaev D. N., Dambaeva B. E., Badmatsyrenov D.-Ts. B. Research on combined seeding unit. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. 2024;18;3:118–125. (in Russ.). <https://doi.org/10.22450/1999-6837-2024-18-3-118-125>.

Введение. Накопленный агрономический опыт об оптимальных сроках проведения отдельных сельскохозяйственных операций, а также внедрение в ближайшее время в сельское хозяйство мощных тракторов дают основание и возможность для разработки и применения агрегатов, совмещающих несколько операций [1–5].

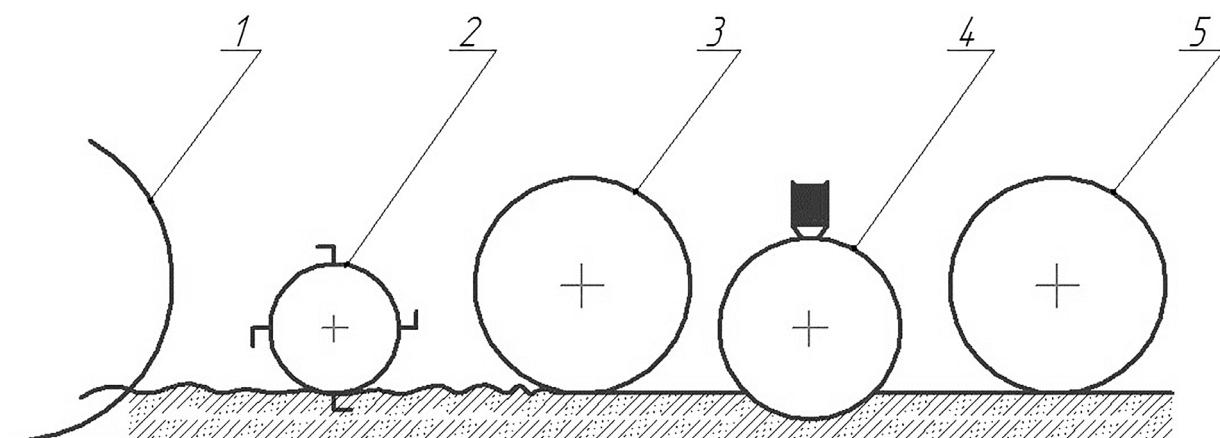
При возделывании зерновых культур изучались вопросы использования комбинированных агрегатов, совмещающих предпосевную обработку почвы и посев. Проведение работ по совмещению указанных операций диктуется тем, что при этом сокращается число проходов машин по полю, действующих разрушительно на структуру почвы; уменьшается количество занятых на данных работах людей и тракторов; увеличивается годовая загрузка энергонасыщенных тракторов [6–10].

Комбинированные агрегаты позволяют выполнять предпосевную обработку почвы и посев как единый технологический процесс, то есть разрыв между этими операциями будет полностью исключен. Можно предполагать, что агрегат для одновременного выполнения операций предпосевной подготовки почвы и посева

даст возможность положить семена в более влажную почву, что, в свою очередь, будет способствовать лучшему их набуханию и прорастанию.

Опыты по совмещению операций дали возможность изучить некоторые вопросы технологических и технических возможностей комплексных агрегатов, состоящих из производственных машин. Существует возможность исследовать влияние технологического приема совмещения операций на полевую всхожесть семян, динамику появления всходов, равномерность заделки семян по глубине, состояние почвы, динамику нарастания среднего веса корня, засоренность посевов, урожай, а также эксплуатационные и экономические показатели [11, 12].

Условия и методика исследований. Исходя из изложенного, нами проводилось исследование рациональной технологии совмещенных операций при посеве зерновых культур. Для этого был разработан комбинированный агрегат шириной захвата 3,6 метра, позволяющий за один проход выполнить несколько операций. Его технологическая схема показана на рисунке 1.



1 – глубокорыхлитель; 2 – фреза; 3 – каток; 4 – сеялка; 5 – каток

1 – deep ripper; 2 – cutter; 3 – roller; 4 – seeder; 5 – roller

Рисунок 1 – Технологическая схема обработки почвы и посева комбинированным агрегатом

Figure 1 – Technological scheme of soil cultivation and sowing with a combined unit

Агрегат выполняет одновременно следующие операции: глубокое рыхление почвы на глубину 20–25 см; фрезерование на глубину посева (6–8 см); прикатывание взрыхленного слоя почвы; посев и вторичное прикатывание.

Испытания макета комбинированного агрегата проводились в сравнении с существующими сельскохозяйственными машинами, выполняющими те же операции раздельно. При этом определялись их агротехнические и энергетические показатели. Качество подготовки почвы под посев яровой пшеницы рассматриваемыми агрегатами устанавливалось ее фракционным составом.

Результаты исследований и их обсуждение. По результатам экспериментальных данных построен график, показывающий зависимость качества подготовки почвы от скорости движения (рис. 2).

Анализ графика показывает, что комбинированный агрегат удовлетворительно выполняет предусмотренный процесс подготовки почвы под посев за один проход по фону (стерня ярового ячменя).

Среднее количество комков фракции 0–50 мм составляет 91 % при скорости вращения фрезы 630 об/мин и 88,5 % при скорости вращения фрезы 450 об/мин.

Среднее количество комков размером, превышающим 50 мм, достигает соответственно 9 и 11,5 %; комков размером 100 мм и более – 1,2 и 5,9 % соответственно.

Увеличение поступательной скорости движения агрегата с 6,7 до 9,7 км/ч не оказало отрицательного влияния на фракционный состав почвы.

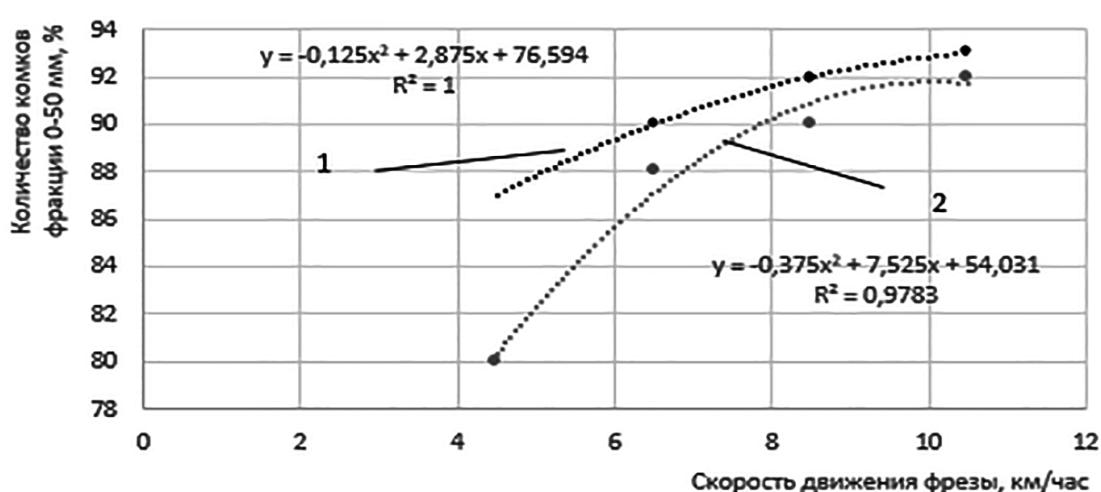
На контрольном участке для подготовки почвы под посев использовались орудия: плуг, кольчаторий шпоровый каток ЗККШ-6 и бороны средние «зигзаг». Для лучшей подготовки почвы под посев боронование выполнялось в четыре прохода, прикатывание в два прохода.

Фракционный состав почвы характеризовался следующими показателями:

1) среднее количество комков фракции 0–50 мм составляло 91,1 %, то есть несколько меньше по сравнению с комбинированным агрегатом;

2) среднее количество комков размером 100 мм и более – 6,4 %, что несколько больше по сравнению с соответствующими показателями, полученными после прохода опытного агрегата.

Данные таблицы 1 показывают, что комбинированный агрегат за один проход обеспечивает более равномерную глубину



агрофон – стерня ярового ячменя;

1 – скорость вращения фрезы 630 об/мин; 2 – скорость вращения фрезы 450 об/мин.

agricultural background – stubble of spring barley;

1 – cutter rotation speed 630 rpm; 2 – cutter rotation speed 450 rpm

Рисунок 2 – График зависимости качества подготовки почвы от скорости движения фрезы

Figure 2 – Graph of the dependence of soil preparation quality on cutter speed

Таблица 1 – Сравнение глубины обработки почвы за один проход**Table 1 – Comparison of the depth of tillage in one pass**

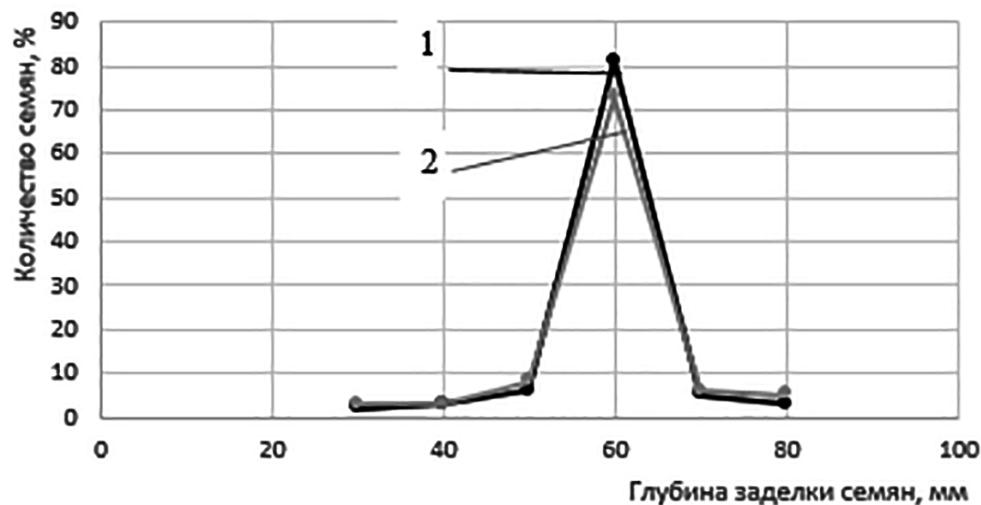
Варианты опытов	Средняя глубина обработки, см	Среднестатистическое отклонение, см	Коэффициент вариации, %
Комбинированная машина (глубокорыхлитель + фреза + каток + сеялка + каток)	25,8	±2,14	8,35
Плуг + кольчатый каток + борона «зигзаг» + сеялка (контроль)	26,2	±2,80	10,70

обработки почвы по сравнению с существующими почвообрабатывающими орудиями, выполняющими эти же операции раздельно.

В таблице 2 приведены показатели твердости почвы до и после прохода сравниваемых агрегатов.

Таблица 2 – Показатели твердости почвы до и после прохода агрегатов**Table 2 – Indicators of soil hardness before and after the passage of aggregates**

Слои глубины обработки, см	Твердость, кг/см ²		
	до обработки	после обработки	
		комбинированный агрегат	раздельными орудиями
0–5	13,9	3,0	5,5
5,1–10	23,9	4,9	8,7
10,1–15	23,8	10,6	11,9



1 – комбинированный агрегат; 2 – сеялка СЗ-3,6

1 – combined unit; 2 – seeder SZ-3.6

Рисунок 3 – Диаграмма равномерности заделки семян**Figure 3 – Diagram of uniformity of seed placement**

Таблица 3 – Сравнительная оценка энергоемкости
Table 3 – Comparative assessment of energy intensity

Скорость движения агрегата, км/ч	Эффективная энергоемкость процесса л. с.-час/га	
	комбинированного агрегата	отдельных машин
5	80,20	98,40
6	85,00	133,33
7	88,00	135,13
8	89,60	133,93
9	94,00	137,43
10	102,60	143,03

ром сельскохозяйственных машин, работающих раздельно. В рациональном горизонте расположено соответственно 81,2 и 75,1 % семян.

Результаты сравнительной оценки энергоемкости комбинированного агрегата и комплекса раздельных машин представлены в таблице 3. При этом в комплекс раздельных машин не вошла энергоемкость сеялки СЗ-3,6. Анализируя полученные данные, можно отметить, что при возделывании яровых культур комбинированным агрегатом получена экономия в энергетических затратах в 1,4–1,5 раза.

Испытания показали позитивные результаты и экономическую выгоду применения комбинированного агрегата, а также подтвердили целесообразность проведенных работ в этом направлении. Они послужат базой для разработки конструкций комбинированных агрегатов. Однако полученные результаты не являются противопоставлением другим новым способам подготовки почвы.

Сравнительное определение энергетических затрат было также проведено на другом фоне (стерне кукурузы). Результаты оказались идентичными.

Заключение. 1. Комбинированный агрегат, включающий культиватор КПЭ-3,8, фрезу КФГ-3,6, катки ЗККШ-6

и сеялку СЗ-3,6, успешно справляется с подготовкой почвы под посев и посевом зерновых культур в один проход при рабочей скорости до 10 км/ч.

2. Энергоемкость технологического процесса подготовки почвы под посев и посев зерновых культур комбинированным агрегатом меньше энергоемкости процесса, выполняемого комплексом раздельных машин, в 1,5 раза.

3. При применении двух различных технологий подготовки почвы под посев яровой пшеницы, проведенных с помощью комбинированного агрегата и набора раздельных сельскохозяйственных машин, урожайность пшеницы в условиях 2022 г. была одинаковой, составив 19 ц/га.

4. Как известно, при обычной раздельной технологии посева яровой пшеницы проводятся пахота, предпосевная культивация с боронованием и посев, для чего требуется тройной проход (а иногда и более) трактора по одному и тому же участку. При посеве комбинированным агрегатом число проходов трактора и количество механизаторов сокращается с вытекающей отсюда экономической эффективностью. Сокращается также и разрыв во времени между подготовкой почвы под посев и посевом.

Список источников

- Лепешкин Н. Д., Точицкий А. А., Костюков П. П., Медведев А. Л., Сологуб Н. Ф., Дягель Н. Н. [и др.]. Специальная сеялка для прямого посева трав, промежуточных и зерновых культур // Белорусское сельское хозяйство. 2009. № 3. С. 50–55.
- Лепешкин Н. Д., Филиппов А. И., Добышев А. С., Пузевич К. Л. Обзор зарубежных комбинированных агрегатов // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана,

Монголии, Беларуси и Болгарии : материалы междунар. науч.-техн. конф. Минск : Научно-производственный центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2016. С. 141–147. EDN YKAGXB.

3. Филиппов А. И., Лепешкин Н. Д., Мижурин В. В., Заяц Д. В. Анализ устройств, обеспечивающих надежность технологического процесса высева посевного материала // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2019. Т. 45. С. 181–192. EDN DNIHJF.

4. Лепешкин Н. Д., Филиппов А. И., Заяц Д. В., Мижурин В. В., Бондаренко Д. Н. Сошник для узкорядного посева // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2018. С. 202–204.

5. Филиппов А. И., Лепешкин Н. Д., Заяц Д. В., Мижурин В. В. К выбору способа посева зерновых культур и трав // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XXI междунар. науч.-практ. конф. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2018. С. 251–254.

6. Филиппов А. И., Лепешкин Н. Д., Мижурин В. В., Заяц Д. В. К выбору конструктивной схемы широкозахватного почвообрабатывающе-посевного агрегата для условий Республики Беларусь // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XVIII междунар. науч.-практ. конф. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2015. С. 114–116.

7. Филиппов А. И., Лепешкин Н. Д., Точицкий А. Н., Заяц Д. В. Новые принципы конструирования почвообрабатывающей техники // Современные технологии сельскохозяйственного производства : материалы XIX междунар. науч.-практ. конф. Гродно : Гродненский государственный аграрный университет, 2016. С. 141–144.

8. Гольтяпин В. Я. Инновационные технологии прямого посева зерновых культур : научный аналитический обзор. М. : Росинформагротех, 2019. 80 с. EDN EVVRJO.

9. Колчина Л. М. Современные комбинированные широкозахватные посевные комплексы // Техника и оборудование для села. 2012. № 5. С. 15–18. EDN OYOKZH.

10. Сайтов В. Е., Гатауллин Р. Г. Анализ конструкций энергосберегающих посевных комплексов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 8–4. С. 85–87. EDN SHHQIX.

11. Уткин В. М., Союнов А. С., Кузьмин Д. Е., Мяло В. В. Анализ посевных комплексов отечественного производства (Россия) с полосовым внесением удобрений // Инновационные технологии в АПК, как фактор развития науки в современных условиях : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Омск : Омский государственный аграрный университет, 2019. С. 433–437. EDN FUTKQB.

12. Лачуга Ю. Ф., Савченко И. В., Чекмарев П. А., Шогенов Ю. Х., Кирсанов В. В., Шумов Ю. А. [и др.]. Влагоаккумулирующие технологии, техника для обработки почв и использование минеральных удобрений в экстремальных условиях. Рязань : ВНИИМС, 2014. 246 с. EDN ULWBHN.

References

1. Lepeshkin N. D., Tochitsky A. A., Kostyukov P. P., Medvedev A. L., Sologub N. F., Dyagel N. N. [et al.]. Special seeder for direct sowing of grasses, intercrops and cereals. *Belorusskoe sel'skoe khozyaystvo*, 2009;3:50–55 (in Russ.).
2. Lepeshkin N. D., Filippov A. I., Dobyshev A. S., Puzevich K. L. Review of foreign combined units. Proceedings from Scientific and technological progress in agricultural production. Agricultural science – agricultural production in Siberia, Kazakhstan, Mongolia, Belarus and Bulgaria: *Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferentsiya*. (PP. 141–147), Minsk, Nauchno-proizvodstvennyi tsentr Natsional'noi akademii nauk Belarusi po mekhanizatsii sel'skogo khozyaistva, 2016. EDN YKAGXB (in Russ.).
3. Filippov A. I., Lepeshkin N. D., Mizhurin V. V., Zayats D. V. Analysis of devices (activators) to ensure the reliability of the technological process of seeding created material.

Proceedings from *Sel'skoe khozyaystvo – problemy i perspektivy*. (PP. 181–192), Grodno, Grodnenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2019. EDN DHIHJF (in Russ.).

4. Lepeshkin N. D., Filippov A. I., Zayats D. V., Mzhurin V. V., Bondarenko D. N. Coulter for narrow-row sowing. Proceedings from *Sel'skoe khozyaystvo – problemy i perspektivy*. (PP. 181–192), Grodno, Grodnenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018 (in Russ.).

5. Fillipov A. I., Lepeshkin N. D., Zayats D. V., Mzhurin V. V. To the choice of sowing method for grain crops and grasses. Proceedings from Modern agricultural production technologies: *XXI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 251–254), Grodno, Grodnenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2018 (in Russ.).

6. Filippov A. I., Lepeshkin N. D., Mzhurin V. V., Zayats D. V. Towards the selection of the design scheme of a wide-cultivation tillage-sowing machine for the conditions of the Republic of Belarus. Proceedings from Modern agricultural production technologies: *XVIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 114–116), Grodno, Grodnenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2015 (in Russ.).

7. Filippov A. I., Lepeshkin N. D., Tochitsky A. N., Zayats D. V. New principles of soil tillage machinery design. Proceedings from Modern agricultural production technologies: *XIX Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 141–144), Grodno, Grodnenskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2016 (in Russ.).

8. Goltyapin V. Ya. *Innovative technologies for direct sowing of grain crops: scientific analytical review*, Moscow, Rosinformagrotekh, 2019, 80 p. EDN EVVRJO (in Russ.).

9. Kolchina L. M. Modern wide-cut seeding combinations. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*, 2012;5:15–18. EDN OYOKZH (in Russ.).

10. Saitov V. E., Gataullin R. G. Analysis of designs of energy-saving sowing complexes. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanii*, 2014;8–4:85–87. EDN SHHQIX (in Russ.).

11. Utkin V. M., Soyunov A. S., Kuzmin D. E., Myalo V. V. Analysis of sowing complexes of domestic production (Russia) with strip fertilizer. Proceedings from Innovative technologies in agriculture as a factor in the development of science in modern conditions: *Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. (PP. 433–437), Omsk, Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2019. EDN FUTKQB (in Russ.).

12. Lachuga Yu. F., Savchenko I. V., Chekmarev P. A., Shogenov Yu. Kh., Kirsanov V. V., Shumov Yu. A. [et al.]. *Moisture-accumulating technologies, soil tillage techniques and use of mineral fertilizers in extreme conditions*, Ryazan', VNIIMS, 2014, 246 p. EDN ULWBHN (in Russ.).

© Раднаев Д. Н., Дамбаева Б. Е., Бадмацыренов Д.-Ц. Б., 2024

Статья поступила в редакцию 22.07.2024; одобрена после рецензирования 09.09.2024; принята к публикации 11.09.2024.

The article was submitted 22.07.2024; approved after reviewing 09.09.2024; accepted for publication 11.09.2024.

Информация об авторах

Раднаев Даба Нимаевич, доктор технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6539-650X>, Author ID: 770057, daba01@mail.ru;

Дамбаева Баирма Ефимовна, старший преподаватель, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, Author ID: 1106533, baira86@mail.ru;

Бадмацыренов Дугар-Цырен Баярович, кандидат технических наук, доцент, Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В. Р. Филиппова, Author ID: 1052463, dygar-avto03@mail.ru

Information about the authors

Daba N. Radnaev, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Phillipov, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6539-650X>, Author ID: 770057, daba01@mail.ru;

Bairma E. Dambaeva, Senior Lecturer, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Phillipov, Author ID: 1106533, baira86@mail.ru;

Dugar-Tsyren B. Badmatsyrenov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Buryat State Agricultural Academy named after V. R. Phillipov, Author ID: 1052463, dygar-avto03@mail.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.