

Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии имени В.Р. Филиппова. 2026. № 2 (83). С. 31–37.

Buryat Agrarian Journal. 2026;2(83):31–37.

Научная статья

УДК 632.954.2:631.461.3:631.417

doi: 10.34655/bgsha.2026.83.2.004

Влияние гербицидов и стимулятора роста на целлюлозоразрушающую активность и токсичность почвы

А.Е. Сандакова, В.А. Соболев, Б.Б. Цыбиков, А.П. Батудаев

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

Автор, ответственный за переписку: Соболев Виктор Александрович, sobolevaw@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты трехлетних полевых исследований (2022–2024) по оценке влияния гербицидов и их баковых смесей на целлюлозоразрушающую активность и фитотоксичность агрозема по каштановой почве в посевах яровой пшеницы степной зоны Бурятии. Опыты проводились в ООО «Куйтунское» (Тарбагатайский район) на сорте Селенга в зернопаровом севообороте. Целью исследования явилась оценка влияния гербицидов и их баковых смесей на целлюлозоразрушающую активность и токсичность почвы в посевах яровой пшеницы степной зоны Бурятии. Изучали действие пяти гербицидов с различными механизмами действия (Балерина, СЭ; Унико, ККР; Агностар, ВДГ; Кентавр, ВДГ; Агро, МЭ), регулятора роста Костандо, КЭ и их комбинаций. Целлюлозоразлагающую активность определяли методом льняных полотен, фитотоксичность – методом проростков. Метеорологические условия вегетационных периодов 2022–2024 гг. в степной зоне исследования характеризовались существенной межгодовой вариабельностью гидротермического режима при температурном фоне, сопоставимом с климатической нормой. Установлено фазозависимое влияние препаратов на биологическую активность почвы. Препараты Унико, ККР (1,5 л/га) и Костандо, КЭ (0,4 л/га) продемонстрировали минимальную фитотоксичность (15,6–20,0%) и способствовали поддержанию или стимуляции целлюлозоразлагающей активности почвы, варианты с применением Агностар, ВДГ и Кентавр, ВДГ, а также баковой смеси Агностар + Агро, МЭ, проявили выраженное фитотоксическое действие на тест-культуру. Полученные данные обосновывают необходимость приоритетного использования экологически безопасных гербицидов и обязательного биотестирования их перед внедрением в системы земледелия засушливой степной зоны.

Ключевые слова: гербициды, баковые смеси, целлюлозоразрушающая активность, токсичность почвы, яровая пшеница.

Original article

Effect of herbicides and growth promoter on cellulose destroying activity and soil toxicity

Alexandra E. Sandakova, Viktor A. Sobolev, Belikto B. Tsybikov, Anton P. Batudaev

Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, Ulan-Ude, Russia

Corresponding author: Viktor A. Sobolev, sobolevaw@mail.ru

Abstract. The article deals with the results of a three-year field study (from 2022 till 2024) evaluating the effects of herbicides and their tank mixtures on cellulose-destroying activity and phytotoxicity of agrozem on chestnut soil in spring wheat plantings under the steppe zone of Buryatia. The experiments were conducted at ООО "Kuitunskoe" (a limited liability company under the laws of Russian Federation) in the Tarbagatay region on the variety of «Selenga» in a grain and fallow crop rotation. The aim of the study was to assess the influence of herbicides and their tank mixtures on cellulose-destroying activity and soil toxicity in spring wheat plantings in the steppe zone of Buryatia. The effects of five herbicides with different modes of action (Balerina, Suspension Emulsion; Uniko, Concentrate if Colloidal Solution; Agrostar, Water Dispersable Granules; Kentavr, Water Dispersable Granules; Argo, Oil Emulsion), the growth regulator Kostando, Emulsion Concentrate, and their combinations were studied. Cellulose-destroying activity was determined using the linen cloth method, and phytotoxicity was assessed using the seedling method. Meteorological conditions during the growing seasons of 2022–2024 in the steppe zone under the study were characterized by significant interannual variability of the hydrothermal regime against a temperature background comparable to the climatic norm. A phase-dependent effect of the preparations on soil biological activity was established. The herbicides of Uniko, CCS (1.5 l/ha) and Kostando, EC (0.4 l/ha) demonstrated minimal phytotoxicity (15.6–20.0%) and contributed to maintaining or stimulating soil cellulose-destroying activity, while variants involving Agrostar, WDG and Kentavr, WDG, as well as the tank mixture of Agrostar + Argo, OE, showed prominent phytotoxic effects on a test crop. The data obtained prove the need for priority use of environmentally safe herbicides and their mandatory biotesting prior to their introduction into farming systems in the arid steppe zone.

Keywords: herbicides, tank mixtures, cellulose destroying activity, soil toxicity, spring wheat.

Введение. Современные исследования показывают, что воздействие гербицидов на почвенную экосистему носит динамичный и многофакторный характер. В краткосрочной перспективе (1–2 месяца после внесения) препараты, особенно в высоких дозах, подавляют численность полезной микробиоты и целлюлозолитическую активность, что временно снижает биологическое плодородие [1–4]. Однако к 3–6 месяцам отмечается естественная адаптация и восстановление микробных сообществ [2, 4]. Особую агроэкологическую проблему представляет остаточная фитотоксичность гербицидов (преимущественно сульфонилмочевинного и имидазолинонового рядов), которая может сохраняться свыше двух лет и угнетать последующие культуры севооборота [5, 6]. Для оперативной диагностики применяются методы биотестирования с использованием высокочувствительных тест-растений (люпин белый, маш, яровой ячмень, редька масличная, кресс-салат), где ключевыми индикаторами выступают снижение длины корней и проростков [3, 6, 7]. Степень негативного воздействия существенно корректируется почвенно-климатическими условиями, системой об-

работки почвы, внесением минеральных удобрений и использованием низкодозовых баковых смесей [7–10]. В связи с этим перспективным направлением признается разработка микробных биопрепаратов-деструкторов и внедрение устойчивых агротехнологий, направленных на минимизацию экотоксикологического риска и ускоренное восстановление почвенного биоразнообразия [5, 11].

Целью исследования явилась оценка влияния гербицидов и их баковых смесей на целлюлозоразрушающую активность и токсичность почвы в посевах яровой пшеницы степной зоны Бурятии.

Условия и методика исследования. Полевые опыты по изучению целлюлозоразрушающей активности и токсичности почвы проводились в условиях ООО «Куйтунское» (Тарбагатайский район, Республика Бурятия) на посевах яровой пшеницы сорта Селенга, возделываемой в трехпольном зернопаровом севообороте (чистый пар – яровая пшеница – овес) в соответствии с рекомендациями зональной системы земледелия. Агротехнология предусматривала посев во второй декаде мая нормой 4,5 млн всхожих семян на гектар с глубиной заделки 5–7 см;

минеральные и органические удобрения не применялись.

В исследование были включены пять гербицидных препаратов (схема представлена в табл. 3) с различными механизмами действия и их баковые смеси, а также регулятор роста Балерина, СЭ (2,4-Д в форме 2-этилгексилового эфира – 410 г/л + флорасулам – 7,4 г/л); Унико, ККР (флорасулам – 2,5 г/л + флуороксипир – 100 г/л); Агностар, ВДГ (трибенурон-метил – 750 г/кг); Кентавр, ВДГ (флукарбазон натрия – 750 г/кг); Арго, МЭ (клодинафоп-пропаргил – 24 г/л + мефенпир-диэтил – 30 г/л + феноксапроп-П-этил – 80 г/л); Костандо, КЭ (Тринексапак-этил – 250 г/л). Опыт заложен по схеме рендомизированных блоков в четырехкратной повторности с общей площадью делянки 24 м². Опрыскивание осуществляли в фазу кущения культуры при норме расхода рабочей жидкости 300 л/га. Метеорологические условия вегетационных периодов 2022–2024 гг. в степной зоне исследования характеризовались существенной межгодовой вариабельностью гидротермического режима при температурном фоне, сопоставимом с климатической нормой. В 2022 г. отмечен выраженный дефицит атмосферных осадков (183,3 мм при многолетней норме 284,1 мм), наиболее критичный в майско-июньский период, что обусловило гетерогенность появления всходов яровой пшеницы и дегидратацию пахотного слоя. Напротив, 2023 и 2024 гг. классифицированы как влажные (464,9 и

383,1 мм соответственно), однако избыточное увлажнение во второй половине вегетации 2023 г. и конвективный (ливневый) характер осадков в июле 2024 г., сопровождавшийся поверхностным стоком и проявлениями водной эрозии на склоновых землях, создавали предпосылки для развития фитопатогенов и осложняли проведение уборочных работ. Определение целлюлозаразлагающей активности микроорганизмов почвы проводилось методом льняных полотен (вертикальная закладка льняного полотна в почву на глубину 0–18 см), а фитотоксичность почвы определили методом проростков, отбор почвы для анализа проводили следующей весной после года обработки.

Результаты исследования. Почва опытного поля – агрозем аккумулятивно-карбонатный по каштановой почве. Разрез заложен на пашне географические координаты: N 51°30'42,82"; E 107°40'58,21". Поверхность ровная, с уклоном 2–3° северо-восточной экспозиции. Данные агрохимического анализа приведены в таблице 1. Показатель pH водной вытяжки по ГОСТ 26483-85 в пахотном горизонте составляет 6,8, карбонаты отсутствуют, органического углерода – методом Тюринга в модификации Никитина – 1,3%, гумуса – 2,24%, подвижных форм фосфора и калия по ГОСТ 26205-91 (метод Мачигина) 5,5 и 10,8 мг/100 г почвы соответственно, обменных кальция и магния по ГОСТ 26487-85 31,8 и 6,8 мг-экв/100 г почвы.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Горизонт, глубина, см	pH _{водн.}	CO ₂ карбонатов	C _{орг}	Гумус	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺
		%				мг/100 г почвы		мг-экв/100 г почвы	
Р 0-24(37)	6,8	-	1,30	2,24	0,23	5,5	10,8	31,8	6,8
ВМК 24(37)-46(53)	7,3	0,75	0,39	0,67	0,11	1,9	6,8	17,5	5,0
САТ 46(53)-108(110)	8,3	3,19	0,37	0,64	0,10	1,1	7,8	16,5	5,0
Сса 108(110)-130	7,5	0,94	0,11	0,19	0,03	0,9	2,4	15,6	4,3

По гранулометрическому составу почва относится к легкому суглинку, содер-

жание физического песка составляет 76%, физической глины – 26 % (табл. 2).

Таблица 2 – Гранулометрический состав почвы опытного поля

Горизонты, глубина, см	Содержание фракций (мм), %							Физ. песок	Физ. глина
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001			
Р 0-24(37)	0	46	30	5	8	12		76	24
ВМК 24(37)-46(53)	0	55	26	4	3	12		81	19
ВСА 46(53)-108(110)	0	48	26	4	7	15		74	26
Сса 108(110)-130	9	83	3	0	1	4		95	5

Анализ динамики разложения льняных полотен, представленный в таблице 3, позволяет оценить влияние различных гер-

бицидов и их комбинаций на процесс минерализации растительных элементов в почве.

Таблица 3 – Разложение льняных полотен на агроземе по каштановой почве при использовании гербицидов, % от исходной массы (среднее за 2022-2024 гг.)

Вариант	Дата учета		
	23 июля	23 августа	23 сентября
Контроль	13	39	42
Балерина, СЭ - 0,5 л/га	11	39	51
Унико, ККР - 1,5 л/га	19	35	47
Агростар, ВДГ - 0,02 г/га	14	42	46
Кентавр, ВДГ - 0,07 г/га	10	33	37
Арго, МЭ - 1 л/га	20	46	47
Унико, ККР - 1,0 л/га + Арго, МЭ - 0,7 л/га	9	29	35
Агростар, ВДГ - 0,015 г/га + Арго, МЭ - 0,7 л/га	11	31	31
Арго, МЭ - 1 л/га + Костандо, КЭ - 0,4 л/га	26	49	49
Унико, ККР - 1,5 л/га + Костандо, КЭ - 0,4 л/га	22	43	49
Костандо, КЭ - 0,4 л/га	26	39	39
НСР _{0,5}	7,1	4,2	5,5

Анализ динамики разложения льняных полотен по периодам вегетации (2022–2024) выявил разнонаправленное влияние гербицидов на целлюлозоразлагающую активность агрозема по каштановой почве. В начальный период учета (23 июля, НСР_{0,5} = 7,1) статистически значимое стимулирующее действие проявили варианты с применением препарата Костандо, КЭ (0,4 л/га) и его баковых смесей с препаратами Арго, МЭ и Унико, ККР (22–26% разложения против 13% в контроле), что, вероятно, обусловлено начальным всплеском микробиологической

активности. К середине вегетации (23 августа, НСР_{0,5} = 4,2) дифференциация вариантов усилилась: достоверную стимуляцию процесса обеспечили препараты Арго, МЭ (1 л/га) и комбинации с препаратом Костандо, КЭ (46–49% против 39% в контроле), тогда как препарат Кентавр, ВДГ (0,07 г/га) и баковые смеси на основе Арго, МЭ (Унико + Арго, Агростар + Арго) проявили ингибирующий эффект, снижая показатели до 29–33%. В конце вегетации (23 сентября, НСР_{0,5} = 5,5) динамика процесса замедлилась, при этом наиболее выраженную стимуляцию раз-

ложения продемонстрировал вариант с препаратом Балерина, СЭ (51%, превышение контроля на 9 п.п.), а также комбинации препаратов Арго с Костандо и Унико (49%), тогда как смеси Агростар + Арго и Унико + Арго сохранили тенденцию к угнетению целлюлозолитической активности (31–35%).

Таким образом, влияние гербицидов на биологическую активность почвы зависит от препарата и периода времени, прошедшего после его использования. В начальный период наиболее выраженное стимулирующее действие на целлюлозоразрушающую активность оказывал препарат Костандо, КЭ. К концу вегета-

ции по этому показателю выделились варианты с применением гербицидов Балерина, СЭ и Арго, МЭ. При этом баковые смеси на основе Арго, МЭ стабильно снижали интенсивность разложения льняных полотно, что указывает на их возможное угнетающее воздействие на целлюлозоразлагающие микроорганизмы. Эти данные необходимо учитывать при оценке экологической безопасности пестицидных нагрузок и подборе гербицидов для систем земледелия степной зоны. Анализ данных по фитотоксичности почвы (средние показатели за 2022–2024 гг.) показал, что гербициды по-разному влияют на прорастание тест-культуры (табл. 4).

Таблица 4 – Фитотоксичность почв при использовании гербицидов (среднее за 2022–2024 гг.)

№	Вариант	Энергия прорастания		Лабораторная всхожесть		Высота стебля	Длина корня	Степень токсичности почвы
		(4-е сутки)		(7-е сутки)				
		шт	%	шт	%	см	см	%
1	Контроль	9,3	62,2	11,0	73,3	3,8	2,7	26,7
2	Балерина, СЭ	7,7	51,1	11,0	73,3	3,2	2,3	26,7
3	Унико, ККР -	7,3	48,9	12,7	84,4	3,7	2,5	15,6
4	Агростар, ВДГ	4,0	26,7	10,3	68,9	3,3	2,1	31,1
5	Кентавр, ВДГ	6,0	40,0	9,7	64,4	3,8	2,5	35,6
6	Арго, МЭ	5,0	33,3	10,7	71,1	3,5	2,3	28,9
7	Унико, ККР - + Арго, МЭ	7,0	46,7	11,3	75,6	4,1	2,7	24,4
8	Агростар, ВДГ + Арго, МЭ	3,7	24,4	9,7	64,4	3,2	1,9	35,6
9	Арго, МЭ + Костандо, КЭ	6,0	40,0	10,3	68,9	3,8	3,2	31,1
10	Унико, ККР - + Костандо	2,7	17,8	10,7	71,1	3,9	2,7	28,9
11	Костандо, КЭ	5,7	28,4	12,0	80,0	3,7	2,7	20,0
НСР _{0,5}		2,6		2,4		0,4	0,5	

Наименьшая токсичность отмечена на варианте с препаратом Унико, ККР (1,5 л/га), где степень токсичности почвы составила 15,6 против 26,7% на контрольном варианте, лабораторная всхожесть увеличилась до 84,4% (НСР_{0,5} = 2,4), при этом высота стебля и длина корня проростков не отличались от контроля. Препарат Костандо, КЭ (0,4 л/га) также оказался не токсичным до 20,0%, обеспечивал всхожесть на уровне 80,0%

и не влиял на энергию прорастания. В то же время применение препаратов Агростар, ВДГ, Кентавр, ВДГ и баковой смеси Агростар + Арго, МЭ сопровождалось повышением токсичности почвы до 31,1–35,6% и достоверным снижением энергии прорастания до 24,4–40,0% (НСР_{0,5} = 2,6), что свидетельствует об угнетении начальных этапов развития проростков за счет остаточного их количества в почве.

Заключение. По результатам исследований 2022–2024 гг. установлено, что гербициды и их баковые смеси по-разному влияют на биологическую активность и фитотоксичность агрозема по каштановой почве в посевах яровой пшеницы степной зоны Бурятии, причем характер воздействия зависит от препарата и периода времени. Препараты Унико, ККР (1,5 л/га) и Костандо, КЭ (0,4 л/га) показали наименьшую фитотоксичность (15,6–20,0%) и не подавляли, а в отдельные

периоды даже усиливали целлюлозоразрушающую активность почвы. В то же время применение Агростар, ВДГ, Кентавр, ВДГ и баковой смеси Агростар + Арго, МЭ сопровождалось повышением токсичности почвы и угнетением прорастания тест-культуры. Полученные данные свидетельствуют о необходимости учета последствий пестицидов при формировании систем защиты яровой пшеницы в условиях степной зоны Бурятии.

Список источников

1. Ильясова М.М. Современные методы оценки влияния гербицидов на микробиоту темно-каштановых почв // Вестник науки. 2025. Т. 4, № 3(84). С. 507–514. EDN: CUVMUZ.
2. Ленкшевич А.В. Оценка микробиологической и целлюлозолитической активности некоторых типов почв СПССПК “Тимирязевский” Липецкой области после внесения гербицида на основе глифосата // АгроЭкоИнфо. 2024. № 6(66). DOI: 10.51419/202146651. EDN: OGRQDE.
3. Влияние гербицидов избирательного действия на биологическую активность и токсичность почвы в условиях степной зоны Бурятии / Ю.Ю. Содбоева, А.П. Батудаев, В.А. Соболев, Б.Б. Цыбиков // Вестник КрасГАУ. 2018. № 6(141). С. 17–20. EDN: YRIYEX.
4. Соболев В.А., Цыбиков Б.Б., Батудаев А.П. Влияние гербицидов на биологическую активность каштановой почвы Бурятии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2011. № 2(23). С. 23–26. EDN: NURHLL.
5. Применение микробных биотехнологий для устранения в почве остатков гербицидов классов имидазолинонов и сульфонилмочевин (обзор) / О.В. Колотова, Е.Э. Нефедьева, И.Р. Грибуст [и др.] // Теоретическая и прикладная экология. 2023. № 4. С. 16–27. DOI: 10.25750/1995-4301-2023-4-016-027. EDN: DPGGHZ.
6. Влияние остаточных количеств гербицидов из класса сульфонилмочевин на развитие всходов люпина белого и маша по результатам биотестирования на дерново-подзолистой почве / С.В. Железова, В.Н. Колупаева, Е.В. Степанова [и др.] // Агрохимия. 2023. № 11. С. 53–62. DOI: 10.31857/S0002188123110169. EDN: PWRENW.
7. Фитотестирование токсичности почвы с применением тест-растений / И.И. Гуреев, С.В. Хлюпина, В.А. Лукьянов, И.А. Прущик // Земледелие. 2025. № 2. С. 18–22. DOI: 10.24412/0044-3913-2025-2-18-22. EDN: GZJQLN.
8. Влияние гербицидов на засоренность, биологическую активность почвы и урожайность сахарной свеклы / А.В. Хворова, Р.А. Щукин, Т. Г. Г. Алиев, Е.В. Пальчиков // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 4(71). С. 58–63. EDN: CKWIFG.
9. Тедеева В.В. Биологическая активность почвы в зависимости от гербицидов и минеральных удобрений // Научная жизнь. 2025. Т. 20, № 4(142). С. 909–914. DOI: 10.35679/1991-9476-2025-20-4-909-914. EDN: OUUKDQ.
10. Влияние минимальной обработки, удобрений и гербицидов на динамику органического вещества и агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы в посевах яровых зерновых культур и вико-овсяной смеси / С.В. Щукин, Е.А. Горнич, А.М. Труфанов [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 16–31. DOI: 10.26897/0021-342X-2022-2-16-31. EDN: MNFXNE.
11. Громова И.П. К вопросу оценки безопасности почв при применении гербицидов // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2023. Т. 19. № 2. С. 30–34. EDN: NAFFMN.

References

1. Ilyasova M.M. Modern methods for assessing the influence of herbicides on the microbiota of dark chestnut soils. *Science bulletin*. 2025;3(84):507–514 (In Russ.).
2. Lenkshevich A.V. Assessment of the microbiological and cellulolytic activity of some types of soils of the spsspc timiryazevsky lipetsk region after application of a glyphosate-based herbicide. *AgroEcoInfo*. 2024;6(66) (In Russ.). DOI:10.51419/202146651.
3. Sodboeva Yu.Yu., Batudaev A.P., Sobolev V.A., & Tsybikov B.B. The influence of herbicides of selective action on biological activity and soil toxicity under conditions of steppe zone of Buryatia. *Bulletin of KSAU*. 2018;6(141):17–20 (In Russ.).

4. Sobolev V., Tsybikov B.B., Batudaev A.P. Influence of herbicides on biological activity of chestnut soil. *Vestnik of the Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2011;2(23):23–26 (In Russ.).
5. Kolotova O.V., Nefedieva E.E., Gribust I.R. et al. Application of microbial biotechnologies to eliminate residues of herbicides of imidazolinone and sulfonylurea classes in soil (review). *Theoretical and applied ecology*. 2023;4(4):16–27 (In Russ.). DOI:10.25750/1995-4301-2023-4-016-027.
6. Zhelezova S.V., Kolupaeva V.N., Stepanova E.V. et al. Effect of sulfonylureas residues on the lupine and vigna seedlings development during biotesting research on sod-podzolic soil. *Agrohimia*, 2023;(11):53–62 (In Russ.). DOI:10.31857/S0002188123110169.
7. Gureev I.I., Khlyupina S.V., Lukyanov V.A. & Prushchik I.A. Phytotesting of soil toxicity using test plants. *Zemledelie*. 2025;(2):18–22 (In Russ.). DOI: 10.24412/0044-3913-2025-2-18-22.
8. Khvorova A.V., Shchukin R.A., Aliev T.G.G. & Palchikov E.V. The effect of herbicides on the contamination, biological activity of the soil and the yield of sugar beet. *The bulletin of Michurinsk state agrarian university*. 2022;4(71):58–63 (In Russ.).
9. Tedeeva V.V. Soil biological activity depending on herbicides and mineral fertilizers. *Scientific Life*. 2025;4(142):909–914 (In Russ.). DOI: 10.35679/1991-9476-2025-20-4-909-914.
10. Shchukin S.V., Gornich E.A., Trufanov A.M. et al. Effect of minimal tillage, fertilizers and herbicides on the dynamics of organic matter and agrochemical properties of sod-podzolic soil when growing spring grain crops and oat-vetch mixtures. *Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy*. 2022;(2):16–31 (In Russ.). DOI:10.26897/0021-342X-2022-2-16-31.
11. Gromova I.P. On soil safety assessment during herbicides application. *The north Caucasus ecological herald*. 2023;19(2):30–34 (In Russ.).

Информация об авторах

Александра Евгеньевна Сандакова – аспирант кафедры «Общее земледелие», Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, AuthorID: 1281547, avokadnas@mail.ru;

Виктор Александрович Соболев – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой «Общее земледелие», Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9357-0971>, AuthorID: 804169, sobolevaw@mail.ru;

Бэликто Батоевич Цыбиков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Общее земледелие», Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1139-2607>, AuthorID: 537096, 180376@mail.ru;

Антон Прокопьевич Батудаев – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Общее земледелие», Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, Улан-Удэ, AuthorID: 270179, anton_batudaev@mail.ru.

Information about the authors

Alexandra E. Sandakova – Postgraduate Student, General Farming Chair, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, AuthorID: 1281547, E-mail: avokadnas@mail.ru;

Viktor A. Sobolev – Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, General Farming Chair, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9357-0971>, AuthorID: 804169, sobolevaw@mail.ru;

Belikto B. Tsybikov - Candidate of Science (Agriculture), Associate Professor, General Farming Chair, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1139-2607>, AuthorID: 537096, 180376@mail.ru;

Anton P. Batudaev- Candidate of Science (Agriculture), Professor, General Farming Chair, Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov, AuthorID: 270179, anton_batudaev@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 17.04.2026; одобрена после рецензирования 06.05.2026; принята к публикации 12.05.2026.

The article was submitted 12.05.2026; approved after reviewing 06.05.2026; accepted for publication 12.05.2026.