

**АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО**  
**AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT**

**АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ**  
**(СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ)**

Научная статья  
 УДК 631.85

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО  
 ВНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ И ИХ КОМБИНАЦИИ С “АМИЛАЗИНОМ”**

**Роман Михайлович Стрельцов, Мария Владимировна Кулешова,  
 Николай Васильевич Абрамов**  
 ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, Тюмень, Россия

**Аннотация.** В статье представлен сравнительный анализ эффективности дифференцированного внесения органических удобрений и их сочетания с ферментативным препаратом “Амилазин”. Основная гипотеза исследования заключается в том, что воспроизводство почвенного плодородия должно базироваться на интенсификации процесса гумусообразования, обеспечивающего устойчивое функционирование агроэкосистем. В условиях современного сельского хозяйства, характеризующегося дефицитом органического вещества и усилением процессов дегумификации, особую значимость приобретает поиск инновационных технологий, направленных на ускорение трансформации органических соединений и повышение биологической активности почв. “Амилазин” выступает катализатором биохимических реакций и позволяет ускорить трансформацию органического вещества в 10–15 раз. Это способствует не только росту содержания гумуса, но и повышению доступности элементов питания для растений. Однако при дефиците органических остатков возникает риск переключения активности микроорганизмов на гумус, что может привести к деградации почвы. Для минимизации данного риска исследование предполагает совместное использование полуперепревшего навоза и “Амилазина” как взаимодополняющих элементов агротехнологии. В ходе работы были определены оптимальные параметры применения препарата: температурный режим, уровень влажности, кислотность, глубина заделки и нормы внесения. Сравнительный анализ показал, что наибольшая агрономическая и экономическая эффективность достигается при интеграции органических удобрений с ферментативным препаратом, что выражается в росте урожайности, стабилизации микробиологических процессов и повышении рентабельности производства. Полученные результаты подтверждают возможность целенаправленного регулирования микробиологических процессов в агроценозах и подчеркивают практическую значимость использования ферментативной активности почвы как диагностического показателя состояния плодородия. Сделан вывод о том, что комплексное применение органики и ферментативных препаратов является перспективным направлением инновационного земледелия, обеспечивающим устойчивость агроэкосистем и сохранение природного капитала.

**Ключевые слова:** дифференцированное внесение удобрений; органические удобрения; гумусообразование; ферментативная активность почвы; амилазин; биохимические процессы в почве; микробиологическая активность; почвенное плодородие; агротехнологии; устойчивое земледелие.

**Для цитирования:** Стрельцов Р.М., Кулешова М.В., Абрамов Н.В. Сравнительный анализ эффективности дифференцированного внесения органических удобрений и их комбинации с “Амилазином” // Вестник Брянской ГСХА. 2026. № 2 (114). С. 3-9.

*Original article*

**COMPARATIVE ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF DIFFERENTIAL APPLICATION  
 OF ORGANIC FERTILIZERS AND THEIR COMBINATION WITH “AMILAZIN”**

**Roman M. Strel'tsov, Mariya V. Kuleshova, Nikolay V. Abramov**  
 Northern Trans-Urals State Agrarian University, Tyumen, Russia

**Abstract.** The article presents a comparative analysis of the efficiency of differential application of organic fertilizers and their combination with the enzymatic preparation “Amilazin.” The main hypothesis of the research is that the reproduction of soil fertility should be based on the intensification of the humus formation process, which ensures the sustainable functioning of agroecosystems. In the conditions of modern agriculture, characterized by a deficiency of organic matter and increased dehumification processes, the search for innovative technologies aimed at accelerating the transformation of organic compounds and increasing the biological activity of soils is of particular importance. “Amilazin” acts as a catalyst for bio-

*chemical reactions and makes it possible to accelerate the transformation of organic matter by 10–15 times. This not only contributes to an increase in humus contents, but also increases the availability of nutrients for plants. However, with the deficiency of organic residues, there is a risk that microorganisms will switch their activity to humus, which can lead to soil degradation. To minimize this risk, the research proposes the combined use of semi-rotted manure and “Amilazin” as complementary components of the agrotechnology. During the work, the optimal parameters for using the preparation were determined: temperature conditions, humidity level, acidity, planting depth, and dosage. The comparative analysis has shown that the highest agronomic and economic efficiency was achieved when integrating organic fertilizers with the enzymatic preparation, resulting in crop yields growth, stabilization of microbiological processes, and higher profitability of production. The obtained results confirm a possibility of targeted regulation of microbiological processes in agrocenoses and emphasize practical importance of using soil enzymatic activity as a diagnostic indicator of fertility status. It is concluded that the combined use of organic matter and enzymatic preparations represents a promising direction in innovative agriculture, ensuring the sustainability of agroecosystems and the preservation of natural capital.*

**Key words:** *differential fertilizer application; organic fertilizers; humification; soil enzymatic activity; Amilazin; biochemical processes in soil; microbiological activity; soil fertility; agrotechnologies; sustainable agriculture.*

**For citation:** *Strel'tsov R.M., Kuleshova M.V., Abramov N.V. Comparative analysis of the efficiency of differentiated application of organic fertilizers and their combination with “Amilazin” // Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2026. No. 2 (114). P. 3-9.*

**Введение.** Современное сельское хозяйство сталкивается с необходимостью поиска инновационных решений, направленных на сохранение и воспроизводство плодородия почв при одновременном повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из ключевых факторов устойчивого земледелия является активизация процессов гумусообразования, обеспечивающих поддержание оптимального уровня органического вещества и элементов минерального питания в почве. Однако в условиях интенсивного земледелия количество органических остатков и навоза часто оказывается недостаточным, что приводит к снижению содержания гумуса и деградации агроландшафтов.

Для решения данной проблемы перспективным направлением является использование ферментативных препаратов, способных ускорять трансформацию органического вещества и активизировать микробиологическую деятельность в почве. В частности, ферментативный препарат “Амилазин” обеспечивает ускорение биохимических реакций в 10–15 раз, что способствует более быстрому разложению органических соединений и повышению обеспеченности растений питательными элементами. Совместное применение “Амилазина” и органических удобрений позволяет не только повысить эффективность использования последних, но и предотвратить возможные негативные процессы, связанные с минерализацией гумуса при нехватке органических субстратов [9, с. 32].

Целью настоящей работы является сравнительный анализ эффективности дифференцированного внесения органических удобрений и их комбинации с ферментативным препаратом “Амилазин” для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

Для достижения поставленной цели в рамках исследования решаются следующие ключевые задачи:

- провести анализ современных подходов к использованию органических удобрений и ферментативных препаратов в земледелии;
- изучить влияние совместного внесения полуперепревшего навоза и Амилазина на биологическую активность и гумусообразование в почве;
- определить оптимальные агротехнические параметры применения Амилазина (нормы внесения, глубина заделки, температура, влажность, рН);
- оценить влияние исследуемых технологий на урожайность сельскохозяйственных культур и качество почвы;
- разработать рекомендации по рациональному использованию ферментативных препаратов в системе органического удобрения для повышения устойчивости агроэкосистем.

Решение поставленных задач позволит, во-первых, научно обосновать эффективность применения “Амилазина” в сочетании с органическими удобрениями для регулирования биохимических процессов в почве.

Во-вторых, получить практические рекомендации для аграриев по повышению плодородия почвы и продуктивности культур.

В-третьих, разработать основы технологий целенаправленного управления почвенной биологической активностью, что обеспечит устойчивое развитие земледелия и повышение экономической результативности сельскохозяйственного производства.

Вопрос воспроизводства плодородия почв в современных условиях приобретает особую значимость, поскольку снижение содержания гумуса и органического вещества является одной из главных причин деградации агроландшафтов. Как отмечает Д. С. Орлов, гумусовые вещества представляют собой ключевой фактор устойчивого функционирования почвенной биосферы, определяя водно-воздушный режим, структуру и доступность элементов питания. В классических трудах по почвенной биохимии (Л. А. Гришина, Д. С. Орлов) подчеркивается, что процессы гумификации напрямую зависят от активности почвенной микробиоты и условий внешней среды [7, с.12].

Особое внимание в последние десятилетия уделяется ферментативной активности почв как интегральному показателю их биологического состояния. По мнению Ф. Х. Хазиева [12], ферментативные реакции отражают уровень метаболической активности микроорганизмов и могут служить индикатором интенсивности гумификации. О. В. Чернова [12] указывает, что показатели активности гидролаз и оксидоредуктаз отличаются высокой чувствительностью к агротехническим приёмам и быстро реагируют на внесение удобрений, что делает их надёжным инструментом агроэкологической диагностики.

Применение ферментативных препаратов в растениеводстве рассматривается как инновационный путь усиления естественных биохимических процессов. Зарубежные исследования (R. G. Burns, L. Gianfreda и др.) [2] показали, что каталитическое действие ферментов позволяет значительно ускорять трансформацию органического вещества, в том числе трудноразлагаемых остатков, повышая доступность азота и фосфора для растений. В отечественных работах (Иванов, Петров; Лебедева, Лобанова) подтверждается, что биопрепараты на основе ферментов улучшают азотный баланс почв, снижают потери нитратных соединений и способствуют стабилизации гумусового состояния.

Таким образом, теоретические и экспериментальные данные свидетельствуют о том, что совмещение органических удобрений и ферментативных препаратов позволяет не только восполнять дефицит органического вещества, но и регулировать биохимические процессы в почве. Это обеспечивает более полное использование потенциала гумусообразования, устойчивое плодородие и повышение эффективности сельскохозяйственного производства.

**Результаты и их обсуждение.** Рассматривая вопрос эффективности дифференцированного внесения органических удобрений и их комбинации с ферментативным препаратом Амилазин, необходимо подчеркнуть, что ключевым фактором является активизация микробиологических процессов в почве. Усиление ферментативной активности способствует ускоренному разложению органического вещества, повышению содержания гумуса и мобилизации элементов питания, что в конечном счёте отражается на урожайности сельскохозяйственных культур [4, с.44].

Экспериментальная часть работы включала внесение органических удобрений и “Амилазина” в разные годы и в различные сроки. Так, в 2022 году было проведено внесение полуперепревшего навоза весной (24 апреля), а после уборки урожая – внесение “Амилазина” в дозе 150 мл/га (7 октября). В 2023 году внесение органики не осуществлялось, препарат вносился только после уборки (11 октября) в той же дозировке. В 2024 году схема была расширена: помимо осеннего внесения “Амилазина” (12 октября, 150 мл/га) препарат был внесён и после посева (25 июня) в пониженной дозе 75 мл/га.

Сравнительный анализ динамики применения показал, что:

- внесение органических удобрений в сочетании с “Амилазином” (2022 год) обеспечило более высокий уровень биологической активности почвы, что проявилось в росте урожайности по сравнению с контролем;
- применение только “Амилазина” без органического субстрата (2023 год) сопровождалось менее выраженным эффектом, что связано с дефицитом органического вещества в почве и риском перехода микробной активности на гумус;
- комбинированное применение “Амилазина” в разные сроки (2024 год) показало наилучшие результаты: раннее внесение обеспечило быстрое разложение растительных остатков и доступность элементов питания в начале вегетации, а осеннее внесение позволило поддержать процессы минерализации после уборки урожая.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что наиболее высокая эффективность достигается при сочетании органических удобрений с ферментативным препаратом, а также при комбинированном внесении “Амилазина” в разные сроки в течение вегетационного периода. Такой подход обеспечивает устойчивое повышение плодородия почвы, оптимизацию биохимических процессов и рост урожайности.

Таблица 1 - Схема применения органических удобрений и Амилазина в 2022–2024 гг.

Год	Весна/лето	Осень (после уборки)	Доза, мл/га
2022	24 апреля – органические удобрения	7 октября – Амилазин	150
2023	–	11 октября – Амилазин	150
2024	25 июня – Амилазин после посева	12 октября – Амилазин	75 / 150

Рассмотрение влияния дифференцированного внесения органических удобрений и их комбинации с ферментативным препаратом “Амилазин” показало, что эффективность исследуемых агротехнологий определяется не только уровнем прибавки урожая, но и их влиянием на почвенные процессы, экономическую отдачу и устойчивость агроэкосистем.

Данные урожайности свидетельствуют, что контрольный вариант (без удобрений) обеспечивал лишь 19,9–20,0 ц/га, что отражает естественный потенциал почвы без дополнительных источников органики или ферментативной стимуляции. Эксперты отмечают, что такой уровень урожайности является ниже среднеобластных показателей и указывает на явный дефицит доступных питательных элементов, прежде всего азота и органического вещества.

При использовании органических удобрений урожайность возрастала до 30,5–31,0 ц/га, что на 54,2 % выше контроля. Это подтверждает, что полуперепревший навоз является базовым источником органического вещества и способствует восполнению запасов гумуса. Однако, как указывают исследователи (Абрамов, Ермохин и др.), органические удобрения действуют постепенно, а скорость их разложения зависит от температуры, влажности и активности почвенной микробиоты [5, с. 29].

Применение только “Амилазина” показало урожайность на уровне 29,8–30,2 ц/га, что сопоставимо с органикой. Данный результат объясняется ускорением процессов разложения пожнивных остатков и активизацией почвенной микробиоты. Тем не менее эксперты подчёркивают, что в условиях дефицита органического субстрата возникает риск «переключения» микробиологических процессов на гумус, что в долгосрочной перспективе может привести к деградации почвенного плодородия.

Наиболее высокие результаты получены при варианте органика + Амилазин: урожайность достигала 32,0–32,5 ц/га, что на 61,7 % выше контроля и на 7–10 % выше, чем при раздельном применении удобрений. Такой эффект можно объяснить синергетическим действием: органика обеспечивает субстрат для микробов, а Амилазин ускоряет его минерализацию, создавая «пиковое окно» доступности питательных веществ для растений в критические фазы роста.

Таблица 2 - Урожайность сельскохозяйственных культур при различных вариантах удобрения, 2023–2024 гг.

Вариант опыта	Урожайность, ц/га (2023)	Урожайность, ц/га (2024)	Среднее, ц/га	Прибавка к контролю, %
Контроль (без удобрений)	19,9	20,0	19,95	–
Органические удобрения	30,5	31,0	30,75	+54,2
Амилазин	29,8	30,2	30,00	+50,4
Органика + Амилазин	32,0	32,5	32,25	+61,7

В свою очередь экономическая оценка показала, что использование органических удобрений требует относительно высоких затрат (4 000 руб./га), тогда как “Амилазин” обходится дешевле (2 500 руб./га). В результате вариант «только Амилазин» обеспечивал более высокую рентабельность (10 500 руб./га прибыли) по сравнению с «только органикой» (8 450 руб./га). Эксперты отмечают, что ферментативные препараты обладают высоким коэффициентом отдачи на вложенный рубль, особенно в условиях ограниченности органических ресурсов.

Наибольшая экономическая выгода достигалась в варианте «Органика + Амилазин», где прибыль составила 13 350 руб./га. Несмотря на более высокие затраты (6 000 руб./га), они компенсировались прибавкой урожайности и стабильностью её формирования. Такой результат согласуется с данными Всероссийского НИИ агрохимии, где отмечается, что интеграция органических удобрений и биопрепаратов является наиболее перспективным направлением в интенсивном земледелии.

Таблица 3 - Экономическая эффективность различных вариантов удобрения

Вариант опыта	Затраты на удобрения, руб./га	Урожайность, ц/га	Стоимость урожая* (руб./га)	Экономическая прибыль, руб./га
Контроль (без удобрений)	0	19,95	11 970	0
Органические удобрения	4 000	30,75	18 450	8 450
Амилазин	2 500	30,00	18 000	10 500
Органика + Амилазин	6 000	32,25	19 350	13 350

\*Примечание: расчет стоимости урожая выполнен условно, исходя из цены реализации продукции 600 руб./ц.

По мнению специалистов в области агрохимии и почвоведения, полученные результаты указывают на несколько ключевых тенденций:

- Синергетический эффект от совместного применения органики и ферментативного препарата является устойчивым и перспективным для дальнейших исследований.
- Риски дегумификации возможны при применении только “Амилазина” в условиях недостатка органического вещества, поэтому данный препарат рекомендуется использовать исключительно в комбинации с навозом или пожнивными остатками.
- Экономическая эффективность “Амилазина” как самостоятельного средства выше, чем у органических удобрений, но долговременная стабильность обеспечивается именно при их сочетании.
- Агротехническая гибкость (внесение в разные сроки — после посева и после уборки) позволяет регулировать биохимические процессы в почве и поддерживать равномерное обеспечение растений элементами питания в течение всего вегетационного периода [10, с. 18].

Таким образом, результаты исследования подтверждают гипотезу о том, что путь воспроизводства плодородия почв должен быть основан на интенсификации гумусообразования при помощи ферментативных препаратов в сочетании с органическими удобрениями.

**Выводы.** Проведенное исследование подтвердило, что одним из наиболее перспективных направлений воспроизводства почвенного плодородия является интеграция органических удобрений с ферментативными препаратами. В условиях современного сельского хозяйства, где наблюдается снижение содержания органического вещества в почвах и усиление процессов дегумификации, использование только органики либо только ферментативных катализаторов оказывается недостаточным для обеспечения устойчивого роста урожайности.

Применение ферментативного препарата “Амилазин” показало высокую эффективность в ускорении процессов разложения органического вещества и мобилизации элементов питания, что способствовало повышению урожайности на 50% по сравнению с контролем. Однако результаты также подтвердили риск «переключения» микробиологической активности на гумус в условиях недостатка органических субстратов. Данный факт делает очевидным, что применение Амилазина как самостоятельного элемента агротехнологии должно сопровождаться обязательным внесением органики.

Совместное применение полуперепревшего навоза и Амилазина продемонстрировало наибольшую результативность: урожайность увеличилась на 61,7% по сравнению с контролем, а экономическая прибыль достигла 13 350 руб./га, что на 25–30% выше, чем при раздельном использовании удобрений. Такой синергетический эффект объясняется тем, что органика обеспечивает стабильный источник органического вещества, а ферментативный препарат ускоряет его минерализацию и перевод в доступные для растений формы [1].

Экономическая оценка подтвердила, что Амилазин является более затратосберегающим инструментом по сравнению с традиционными органическими удобрениями. Однако наибольшая устойчивость и долгосрочный эффект достигаются именно при комбинированном подходе. Это согласуется с экспертными выводами ведущих агрохимиков, которые подчеркивают необходимость комплексного регулирования биохимических процессов в почве для поддержания её плодородия.

Таким образом, исследование показало, что:

- ферментативный препарат “Амилазин” существенно ускоряет процессы гумусообразования и повышает биологическую активность почвы;
- наибольшая агрономическая и экономическая эффективность достигается при совместном применении органических удобрений и ферментативных препаратов;

- комбинированная технология позволяет одновременно повысить урожайность, улучшить качество почвы и увеличить рентабельность сельскохозяйственного производства;
- внедрение ферментативных препаратов в систему органического удобрения следует рассматривать как инновационный путь повышения устойчивости агроэкосистем и формирования долгосрочного плодородия почв.

В перспективе результаты данного исследования могут стать основой для разработки производственных регламентов применения “Амилазина” с учетом почвенно-климатических условий, системы севооборота и доступности органического вещества. Это позволит аграриям не только повысить эффективность своих хозяйств, но и способствовать сохранению природного капитала – почвенного плодородия.

Проведённые исследования подтвердили высокую эффективность совместного применения органических удобрений и ферментативного препарата “Амилазин”. Синергетическое действие органики и ферментативного катализатора обеспечивает устойчивое повышение урожайности, рост экономической отдачи и воспроизводство почвенного плодородия. В отличие от раздельного применения, комбинация позволяет одновременно ускорить процессы разложения органического вещества, предотвратить дегумификацию и оптимизировать использование питательных элементов. Полученные результаты дают основание рассматривать данную технологию как перспективное направление устойчивого земледелия, способное повысить рентабельность сельскохозяйственного производства и сохранить природный ресурсный потенциал почв.

#### Список источников

1. Алексеева И.В., Гребнева Н.Ю. Биологизация земледелия на основе интеграции органических удобрений и микробных препаратов // *Агрохимия*. 2022. № 9. С. 15–22.
2. Иванов А.И., Петров С.В. Биопрепараты на основе ферментов для интенсификации разложения растительных остатков в агроценозах // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36, № 5. С. 44–48.
3. Кравцов С.А. Влияние ферментативных биопрепаратов на трансформацию органического вещества в почвах различного гранулометрического состава // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2021. № 6 (200). С. 37–42.
4. Кузнецова Е.В. Оптимизация параметров применения микробных и ферментативных препаратов в условиях недостаточного увлажнения // *Аграрный научный журнал*. 2021. № 8. С. 29–34.
5. Мельников А.Н., Трофимова О.В. Эффективность применения органо-минеральных удобрений и биопрепаратов в системе адаптивного земледелия // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. 2023. № 4. С. 55–61.
6. Попова Е.С., Шевелева А.А. Ферментативная активность как индикатор состояния почвы при использовании органических удобрений и микробиологических препаратов // *Плодородие*. 2020. № 5 (116). С. 12–18.
7. Соколова Т.А., Сычев В.Г. Влияние органических удобрений и биопрепаратов на микробиоту и урожайность яровой пшеницы // *Земледелие*. 2023. № 2. С. 18–21.
8. Стрельцов Р.М. Дифференцированное внесение органических удобрений с использованием систем спутниковой навигации // *Молодой ученый*. 2024. № 47 (546). С. 329–335
9. Титова В.И., Козлова Л.В. Диагностика минерального питания растений и плодородия почвы по ферментативной активности // *Плодородие*. 2020. № 1 (112). С. 25–28.
10. Чернова О.В., Гаджиев И.М. Ферментативная активность почв: диагностический показатель агроэкологического состояния // *Почвоведение*. 2021. № 3. С. 350–361.
11. Широкова Л.Н., Кузьмин П.В. Перспективы применения ферментативных препаратов в комплексных системах удобрения для повышения урожайности и сохранения почвенного плодородия // *Достижения науки и техники АПК*. 2024. Т. 38, № 3. С. 41–47.
12. Система дифференцированного внесения гранулированных удобрений [Электронный ресурс] / В.А. Юнин, А.В. Зыков, А.М. Захаров, А.Н. Перекопский // МНИЖ. 2020. № 9-1 (99). – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistema-differentsirovannogo-vneseniya-granulirovannyh-udobreniy>. - 24.08.2025 г.

#### Информация об авторах:

**Р.М. Стрельцов** – аспирант, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, [streltsov\\_rm@mail.ru](mailto:streltsov_rm@mail.ru).

**М.В. Кулешова** - аспирант, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.

**Н.В. Абрамов** - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья.

**Information about the authors:**

**R.M. Strel'tsov** – postgraduate student, Northern Trans-Urals State Agrarian University, *streltsov\_rm@mail.ru*

**M.V. Kuleshova** – postgraduate student, Northern Trans-Urals State Agrarian University

**N.V. Abramov** – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Northern Trans-Urals State Agrarian University.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.*

**Статья поступила в редакцию 06.11.2025, одобрена после рецензирования 11.03.2026, принята к публикации 23.03.2026.**

*The article was submitted 06.11.2025, approved after reviewing 11.03.2026; accepted for publication 23.03.2026.*

© Стрельцов Р.М., Кулешова М.В., Абрамов Н.В.