



## Результаты разработки вакцины против мьта лошадей для России и Монголии

© 2026. М. П. Неустроев, Е. И. Эльбядова✉

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова – обособленное подразделение ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск, Российская Федерация

*Инфекционное заболевание мьт лошадей встречается повсеместно и представляет серьезную проблему, приводящую к существенным экономическим потерям в отрасли коневодства. Учитывая отсутствие эффективных и безопасных способов специфической профилактики этой болезни, на территории России и Монголии была разработана новая инактивированная вакцина для борьбы с мьтом, включающая иммуностимулирующий компонент. В отличие от зарубежных аналогов, содержащих антибиотики широкого спектра действия, разработанная вакцина характеризуется отсутствием вредных побочных эффектов, что подтверждено результатами доклинических и клинических испытаний на лабораторных и целевых животных (жеребятках), демонстрируя высокую эффективность и безопасность. В результате изучения острой токсичности вакцины на белых лабораторных мышках внутрижелудочным способом введения в максимально допустимом объеме (1 см<sup>3</sup>) установлено отсутствие выраженного токсического воздействия тестируемого препарата на организм лабораторных животных. После окончания срока наблюдения (7 дней) масса тела животных опытной группы увеличилась на 0,6 г, контрольной – на 0,5 г. Пирогенность вакцины изучена на кроликах породы белый великан введением вакцины в ушную вену в дозе 0,1 см<sup>3</sup>, аналогичную дозу физиологического раствора вводили кроликам контрольной группы. Сравнительная оценка показателей температуры тела кроликов в обеих группах не выявила статистически значимых различий, что подтверждает апиrogenность исследуемого препарата. Установлена высокая иммуногенность вакцины на белых мышках. Однократное подкожное введение 4×10<sup>8</sup> м.т./мл дозы вакцины гарантирует 90%-й иммунитет против возбудителя мьта при гибели 90 % невакцинированных животных в контроле. Иммунизирующая доза (ИМД) при однократном внутримышечном введении была определена 4×10<sup>8</sup> м.т./мл, обеспечивающая 80%-й уровень защиты. Вакцина успешно прошла процедуру утверждения и разрешена к применению на территории Российской Федерации и Монголии. Разработка представляет собой значительный прогресс в области ветеринарной иммунопрофилактики, предлагая безопасную и эффективную альтернативу существующим вакцинам против мьта лошадей.*

**Ключевые слова:** мьт, *Streptococcus equi*, *Bacillus subtilis*, инфекция, иммуногенность

**Благодарности:** работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» (тема № 0297-2019-0046, регистрационный номер НИОКТР АААА-А20-120062590012-2; тема № FWRS 2024-0024, регистрационный номер НИОКТР 125012200649-8).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Неустроев М. П., Эльбядова Е. И. Результаты разработки вакцины против мьта лошадей для России и Монголии. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2026;27(2):457–466.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.2.457-466>

Поступила в редакцию: 26.06.2025

Принята к публикации: 15.04.2026

Доработана после рецензирования: 18.09.2025

Опубликована онлайн: 27.04.2026

## Results of the development of a vaccine against strangles in horses for Russia and Mongolia

© 2026. Mikhail P. Neustroev, Evdokia I. Elbyadova✉

M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – separate division Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Yakutsk, Russian Federation

*Equine strangles, a widespread infectious disease, poses a serious problem resulting in significant economic losses in the horse breeding industry. As there are no effective and safe methods for specific prevention of this disease in Russia and Mongolia, a new inactivated vaccine against strangles, incorporating an immunostimulating component, has been developed. Unlike foreign analogues containing broad-spectrum antibiotics, the developed vaccine is characterized by the absence of harmful side effects, as confirmed by preclinical and clinical trials on laboratory and target animals (foals), demonstrating high efficacy and safety. As the result of the study of the vaccine high toxicity via intragastric administration at the maximum permissible volume (1 cm<sup>3</sup>) in white laboratory mice there was established the absence of pronounced toxic effects of the tested preparation on the laboratory animals. By the end of the observation period (7 days), the body weight of animals in the experimental group*

had increased by 0.6 g, and by 0.5 g in the control group. The vaccine pyrogenicity was studied in White Giant breed rabbits by intravenous injection into the ear vein at a dose of 0.1 cm<sup>3</sup>, with the control group rabbits receiving an equivalent dose of physiological saline. A comparative assessment of body temperature indicators in both rabbit groups revealed no statistically significant differences confirming the apyrogenicity of the product under study. High immunogenicity of the vaccine was established in white mice. A single subcutaneous injection of a 4×10<sup>8</sup> CFU/mL dose of the vaccine provided 90 % immunity against the causative agent of strangles, with 90 % mortality observed in unvaccinated control animals. The immunizing dose (ID) for a single intramuscular administration was determined to be 4×10<sup>8</sup> CFU/mL, providing an 80 % protection level. The vaccine has successfully undergone approval procedures and is authorized for use in the Russian Federation and Mongolia. This development product represents a significant advance in veterinary immunoprophylaxis offering a safe and effective alternative to the current vaccines against equine strangles.

**Keywords:** strain, *Streptococcus equi*, *Bacillus subtilis*, infection, immunogenicity

**Acknowledgements:** The research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Federal Research Centre “The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences” (theme No. 0297-2019-0046, Registration Number R&D AAAA-A20-120062590012-2; theme No. FWRS 2024-0024, Registration Number R&D 125012200649-8).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Neustroev M. P., Elbyadova E. I. Results of the development of a vaccine against strangles in horses for Russia and Mongolia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2026;27(2):457–466. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2026.27.2.457-466>

Received: 26.06.2025

Revised: 18.09.2025

Accepted for publication: 15.04.2024

Published online: 27.04.2026

Наиболее важным аспектом повышения продуктивности коневодства является контроль инфекционных заболеваний, среди которых ключевым является мыт лошадей. Данное заболевание, вызываемое *Streptococcus equi*, поражает преимущественно молодняк до одного года, проявляясь гнойным ринитом, лимфаденитом с последующим образованием абсцессов и системной интоксикацией [1, 2]. Комплексный экономический ущерб от мыта лошадей складывается из прямых затрат на лечение (длительные курсы антибиотиков, противовоспалительных и других препаратов, многократные вызовы ветеринара, диагностические процедуры, хирургическое вскрытие абсцессов), потерь продуктивности (замедление роста и развития молодняка, снижение или полное прекращение работоспособности и спортивного использования взрослых лошадей на длительный период, падеж, особенно среди жеребят).

Мыт широко распространен во всем мире и наносит значительный экономический ущерб. По информации Международного центра сбора данных<sup>1</sup>, мыт лошадей с 2019 по 2025 г. зарегистрирован в Соединенных Штатах Америки (США, 612 случаев), Франции (425 случая) и Нидерландах (466 случаев). В Великобритании действует специальная система надзора за мытом лошадей<sup>2</sup>, по которой за 2019–2025 гг. зарегистрировано 1747 лабораторно подтвержденных случаев заболевания в 95 округах.

<sup>1</sup>Международный центр сбора данных. [Электронный ресурс]. Equine Surveillance. URL: <https://equinesurveillance.org/iccview/> (дата обращения: 10.04.2026).

<sup>2</sup>Система надзора за мытом лошадей Великобритании. [Электронный ресурс]. JShiny. URL: <https://app.jshiny.com/jdata/ses/sesview/> (дата обращения: 10.04.2026).

Согласно казахстанским исследованиям, заболеваемость инфекцией среди молодых лошадей составляет 30,1–46,7 %, а уровень смертности колеблется от 16,0 до 28,3 % [3]. Применение ПЦР-диагностики в группах риска (животные с клиническими подозрениями) в отдельных работах показывает частоту выявления возбудителя на уровне 90 % [4]. В Монголии, по данным за 2003–2012 гг. [5, 6, 7], вспышки мыта были зафиксированы в 3075 населённых пунктах, а показатель летальных исходов составил 2,73 %. В Кыргызстане мыт также имеет широкое распространение [8].

На территории Российской Федерации (РФ) данное заболевание наиболее широко распространено в регионах с высокой концентрацией коневодческих хозяйств. К числу таких субъектов относятся: Новосибирская, Иркутская, Алтайская области, Красноярский, Алтайский края, Республики Тыва, Хакасия, Башкортостан, Саха (Якутия). Именно в этих регионах интенсивное развитие отрасли животноводства, ориентированной на разведение лошадей, формирует благоприятную среду для циркуляции патогена в популяции.

В Якутии заболеваемость молодняка мытом ежегодно варьирует от 57,8 до 62,7 %, а летальность от 4,0 до 22,0 % [9]. В связи с этим в России, Монголии и Казахстане востребованы средства профилактики мыта лошадей.

В мире самым распространенным методом лечения мыта является антибиотикотерапия. Применение антибиотиков у лошадей, несмотря на высокую эффективность, сопряжено с рядом побочных эффектов, негативно сказывающихся на здоровье животных. Антибактериальные препараты широкого спектра действия не только подавляют патогенную микрофлору, но и нарушают естественный баланс кишечного микробиома, что может привести к дисбактериозу, снижению иммунитета и расстройствам пищеварения. Кроме того, длительная антибиотикотерапия способствует развитию резистентности у бактерий, что осложняет дальнейшее лечение инфекционных заболеваний [10, 11].

Современные исследования подтверждают, что ключевым инструментом сдерживания эпизоотий мыта выступает вакцинопрофилактика. В глобальной ветеринарной практике активно тестируются и внедряются специализированные препараты, направленные на формирование специфического иммунитета. Например, субъединичные вакцины (бесклеточные): Equivac S (Zoetis, Австралия); Strep-guard (MSD Animal Health, США); Strepvax II (Boehringer Ingelheim, Германия). Данные препараты одобрены для применения в Австралии и США, однако их использование в европейских странах ограничено.

Живые аттенуированные вакцины для интраназального введения (Pinnacle IN, Zoetis, Австралия) – применяются в США, Канаде и Новой Зеландии [12]. Однако есть сообщения о том, что вакцина Pinnacle IN вызывает заболеваемость мытом после вакцинации [13, 14]. В Европе применяется живая аттенуированная мутантная вакцина Equilis StrepE (MSD Animal Health, США), действие которой кратковременное, а лошадей необходимо вакцинировать каждые 3–6 месяцев, что делает ее дорогостоящим мероприятием для владельцев [15]. На территории Великобритании для профилактики мыта лошадей активно используется иммунобиологический препарат Strangvac (Intervacc AB, Швеция), созданный методом генной инженерии на основе рекомбинантных белков *Streptococcus equi*. Клинические исследования демонстрируют, что устойчивый защитный эффект проявляется только после введения второй или третьей бустерной дозы, что указывает на необходимость многократной ревакцинации [16, 17]. Вакцина Strangvac отсутствует в перечне разрешенных препаратов для РФ, кроме того, схема введения (2–3 инъек-

ции с интервалом 2–4 недели) ухудшает практическую реализуемость при массовой вакцинации, особенно в условиях крупных коневодческих хозяйств и табунного коневодства.

В ветеринарной практике Казахстана для профилактики мыта лошадей активно используется препарат «Акынтай» (Республика Казахстан), включающий комплекс инновационных компонентов: антибактериальные агенты широкого спектра, направленные на подавление вторичных инфекций, и адьювант полиоксидоний, выполняющий двойную функцию – усиление иммунного ответа и модуляция защитных механизмов организма [18]. Известно, что использование антибиотиков, хотя и распространено, подавляет полезную микрофлору и способствует появлению резистентных штаммов, а также сопровождается негативными последствиями для всего организма животных и человека, потребляющего в пищу продукты животноводства. Из литературных данных известно, что впервые разрабатывается инактивированная интраназальная вакцина против мыта лошадей на основе очищенных внеклеточных белковых антигенов с целью внедрения в ветеринарную практику Казахстана [19]. В России данные вакцины не могут применяться, так как они не прошли официальную проверку Россельхознадзора и не разрешены к использованию.

**Цель исследования** – разработка, экспериментальная проверка и внедрение в производство инактивированной вакцины против мыта лошадей, как безопасного и экологичного средства специфической профилактики заболевания, в условиях России и Монголии.

**Научная новизна** – впервые разработана, утверждена и внедрена в производство инактивированная вакцина с иммуномодулятором однократного применения для профилактики мыта лошадей в России и Монголии. Главной отличительной особенностью разработанной и утвержденной в Монголии вакцины является усовершенствованная технология получения культуральной жидкости (КЖ) штамма *Bacillus subtilis* ТНП-3, выступающего в роли иммуномодулятора.

**Материал и методы.** Работа проведена в лаборатории ветеринарной биотехнологии Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова, ООО НПЦ «Хоту-Бакт» и коневодческих хозяйствах Республики Саха (Якутия).

Доклинические и клинические испытания вакцины в России проведены согласно приказу Министерства сельского хозяйства РФ №101 от 6 марта 2018 г. «Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения»<sup>3</sup> и Федеральному закону от 12.04.2010 №61-ФЗ (в редакции от 02.08.2019) «Об обращении лекарственных средств»<sup>4</sup>.

В составе вакцины против мыта, утвержденной в России и Монголии, в качестве активного вещества используется мытный антиген из штамма бактерий *Streptococcus equi* «Н-5/1», депонированный в ФГБУ «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» (ФГБУ «ВГНКИ», регистрационный № ВКШМ-Б-141П, справка о депонировании от 22 мая 2018 г. и 12 июля 2023 г.). Инактивацию бактериальной массы проводили формалином. Гидроокись алюминия используется как адъювант в вакцинах. В качестве иммуномодулятора в состав вакцины добавлена культуральная жидкость штамма бактерий *Bacillus subtilis* ТНП-3, который депонирован в ФГБУ «ВГНКИ» (регистрационный № ВКШМ-Б-320П, справка о депонировании от 8 августа 2022 г.).

Технологический процесс производства иммуномодулятора включает культивирование штамма *Bacillus subtilis* ТНП-3 в мясо-пептонном бульоне (МПБ) в течение 5 суток с последующим центрифугированием (7000 об/мин, 15 мин) и кратковременной стерилизацией в автоклаве (0,5 атм, 3 мин). Данный усовершенствованный метод обеспечивает сохранение биологической активности штамма, ответственной за его иммуномодулирующие свойства, и минимизирует риск контаминации побочными патогенами на этапе изготовления.

Полученный иммуномодулятор смешивается с инактивированным антигеном в строго определенном соотношении 1:2. Одна доза вакцины объемом 3 мл содержит 2 мл антигена и 1 мл иммуномодулятора.

В рамках подготовки к исследованию острой токсичности белые мыши прошли двухдневный адаптационный период с клиническим наблюдением для исключения особей с отклонениями в состоянии здоровья, после чего животные были распределены на две группы по 3 особи в каждой. Экспериментальной группе однократно вводили вакцину против мыта лошадей в максимально допустимом объеме 1 см<sup>3</sup> (2×10<sup>9</sup> колониеобразующих единиц, КОЕ/мл) внутривенным способом с использованием зонда в утренние часы натощак, тогда как контрольная группа получала аналогичным методом 1 см<sup>3</sup> стерильной дистиллированной воды, что позволило обеспечить сопоставимость условий введения и минимизировать влияние внешних факторов на результаты эксперимента.

В течение семидневного периода после введения препарата и стерильной дистиллированной воды проводилось клиническое наблюдение за животными с ежедневной регистрацией динамики массы тела.

В рамках подготовки к оценке пирогенных свойств препарата на кроликах породы белый великан за три дня до начала эксперимента осуществлялся ежедневный утренний мониторинг базовой температуры тела с использованием стандартного ртутного медицинского термометра. Испытание проводили на 2 группах по 3 головы здоровых кроликов мужского пола с массой тела 1,5-1,6 кг. За 18 часов до начала испытаний животные были переведены на режим пищевой депривации с сохранением неограниченного доступа к воде, а в ходе эксперимента кормление и поение полностью исключались. Предварительно, за 30 минут до введения препаратов, у каждого кролика двукратно фиксировали исходные температурные показатели. Испытуемой группе внутривенно (через краевую вену уха) вводили 0,1 см<sup>3</sup> вакцины против мыта, контрольной группе инъецировали аналогичный объем 0,9%-го раствора хлорида натрия (NaCl). В течение трёх часов после инъекции температурная динамика отслеживалась с интервалами не более 30 минут, что обеспечило детекцию возможных пирогенных реакций, связанных с введением биопрепарата.

<sup>3</sup>Приказ Министерства сельского хозяйства РФ №101 от 6 марта 2018 г. «Об утверждении правил проведения доклинического исследования лекарственного средства для ветеринарного применения, клинического исследования лекарственного препарата для ветеринарного применения, исследования биоэквивалентности лекарственного препарата для ветеринарного применения». [Электронный ресурс]. URL: <https://fsvps.gov.ru/files/prikaz-minselhoza-ot-6-marta-2018-g-n-101-ob-ut/> (дата обращения: 10.04.2026).

<sup>4</sup>Федеральный закон от 12.04.2010 №61-ФЗ (в редакции от 02.08.2019) «Об обращении лекарственных средств». [Электронный ресурс]. URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102137440&backlink=1&&nd=102578588> (дата обращения: 10.04.2026).

Исследование иммуногенных характеристик вакцины проводили на белых мышах. Было сформировано 7 групп по 4 головы в каждой. На начальном этапе эксперимента устанавливали среднюю летальную дозу ( $LD_{50}$ ) патогена. Используя культуру штамма *Streptococcus equi* «Н-5/1», выращенную на кровяном мясопептонном агаре (МПА), суспензию стандартизировали до целевой концентрации  $2 \times 10^9$  КОЕ/мл. Последовательно формировали десятикратные разведения в апиригенном 0,9%-м растворе NaCl, получая ряд концентраций от  $2 \times 10^8$  до  $2 \times 10^2$  бактериальных единиц в  $1 \text{ см}^3$ . Четырем мышам из каждой экспериментальной группы вводили подкожно в дорсальную область  $1,0 \text{ см}^3$  бактериальной суспензии соответствующего разведения. Контрольной группе инъецировали аналогичный объем стерильного изотонического раствора. На протяжении 15 суток осуществляли ежедневный мониторинг и регистрацию летальных исходов. Полная летальность ( $LD_{100}$ ) была зафиксирована при концентрации  $2 \times 10^8$  КОЕ/мл (200 млн микробных тел/мл). Расчетная  $LD_{50}$ , вызывающая 50%-ю смертность в популяции, соответствовала  $2 \times 10^5$  КОЕ/мл (200 тыс. микробных тел/мл).

Эксперимент по установлению иммунизирующей дозы (ИмД) при подкожном введении выполняли на 60 белых мышах с массой тела 16–18 г. Животные были распределены на 6 групп по 10 особей в каждой, включая контрольную группу без иммунизации. Тестируемые объемы вакцины ( $0,1$ – $0,5 \text{ см}^3$  с шагом  $0,1 \text{ см}^3$ ) вводили субдермально в дорсальную зону 50 грызунам. Спустя 10 суток после вакцинации всем подопытным (включая контроль) инъецировали вирулентную культуру *Streptococcus equi* «Н-5/1» в дозе  $LD_{50}$  аналогичным способом.

С целью установления иммунизирующей дозы при внутримышечном введении были исследованы объемы вакцины  $0,3$ ;  $0,2$  и  $0,1 \text{ см}^3$ . Схема проведения теста повторяла протокол, использованный для подкожного введения. В соответствии с ней белые мыши были распределены на 4 группы по 10 особей в каждой, одна из групп служила негативным контролем (без иммунизации). Препарат животным вводили в каудальную часть бедра. Для оценки достоверности различий в эффективности вакцины между опытными и контрольными группами был применен t-критерий Стьюдента. Анализу подвергнуты данные по проценту выживших животных в каждой группе. Результаты представлены в виде среднего значения  $\pm$  стандартное отклонение ( $M \pm SD$ ) для 10 живот-

ных в группе. Статистическая значимость различий считалась достоверной при  $p < 0,05$ .

Клинические испытания вакцины проводили в коневодческих хозяйствах Республики Саха (Якутия). Для оценки безопасности вакцины против мыта использовали жеребят 1,3–1,5 лет. Сформировали 4 группы по 3 головы в каждой с разными схемами введения: 1 – однократно  $3,0 \text{ см}^3$ ; 2 – трехкратно по  $3,0 \text{ см}^3$  с интервалом 10 дней; 3 – однократно  $4,0 \text{ см}^3$ ; 4 – трехкратно по  $6,0 \text{ см}^3$  с интервалом 10 дней. Перед испытанием животные клинически обследованы, взяты фоновые образцы крови. Вакцину вводили внутримышечно в верхнюю треть шеи. Мониторинг включал анализ крови на 1-е, 16-е и 42-е сутки после иммунизации по гематологическим, биохимическим и серологическим показателям. Исследования крови проводили на базе лаборатории ветеринарной биотехнологии Якутского НИИ сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова.

В ходе производственной апробации вакцины против мыта молодняк лошадей возрастом до 12 месяцев ( $n = 128$ ) подвергли однократной внутримышечной иммунизации в дорсальную зону шейного отдела с дозировкой  $3,0 \text{ см}^3$  в соответствии с протоколом применения.

Регистрационное досье и научно-техническая документация оформлены согласно формам соответствующих стандартов по формированию регистрационного досье на лекарственный препарат для ветеринарного применения в России и Монголии. Проведен лабораторный контроль вакцины в ФГБУ «ВГНКИ» и Монголии.

**Результаты и их обсуждения.** Результаты исследований острой токсичности показали, что в обеих группах отмечалось стабильное клиническое состояние: сохранение двигательной активности; адекватная реакция на внешние раздражители; отсутствие отклонений в потреблении корма и структуре шерсти; физиологически нормальная консистенция фекалий. К завершению эксперимента увеличение массы тела в опытной группе составило  $0,6 \text{ г}$ , в контроле –  $0,5 \text{ г}$ , что указывает на отсутствие достоверных различий и подтверждает низкую токсикологическую нагрузку вакцины при однократном внутривенном введении. Сохранение физиологических параметров, стабильная прибавка массы, сопоставимая с контрольными показателями, и отсутствие клинических признаков интоксикации (включая диспепсические расстройства и угнетение центральной нервной системы) свидетельствуют о хорошей переносимости препарата. Результаты патологоанато-

мического исследования не выявили визуально определяемых патологий паренхиматозных органов, что в совокупности с клиническими данными позволяет сделать вывод об отсутствии выраженного токсического воздействия тестируемой вакцины на организм лабораторных животных.

Для определения пирогенных свойств вакцины осуществлена статистическая обработка полученных данных. При сравнении динамики изменения температуры тела в обеих группах с использованием t-критерия Стьюдента статистически значимых различий выявлено не было ( $p > 0,05$ ). Это подтверждает, что наблюдаемое повышение температуры не связано непосредственно с введением вакцины. Таким образом, проведенное исследование свидетельствует о том, что вакцина против мыта не оказывает пирогенного действия на кроликов. Зарегистрированные в обеих группах слабовыраженные температурные отклонения (в пределах 0,2-0,3 °C) носят, предположительно, неспецифический характер и коррелируют с адаптационным стрессом, индуцированным повторяющимися диагностическими процедурами (ректальная термометрия, фиксация),

что исключает связь с пирогенными компонентами препарата и подтверждает соответствие вакцины фармакопейным требованиям по апиrogenности.

Результаты изучения иммуногенности при подкожном способе введения (опытные группы 1–5) показали, что однократное введение дозы  $4 \times 10^8$  м.т./мл (4-я опытная группа) обеспечивает 90%-й протективный иммунитет против патогена, подтвержденный гибелью 90 % невакцинированных особей в контрольной группе. Иммунизирующая доза (ИД<sub>50</sub>), формирующая защиту у половины привитых животных, составила  $2 \times 10^8$  м.т./мл (5-я опытная группа). Было выявлено, что все опытные группы, за исключением 5-й группы, показали статистически значимую высокую выживаемость по сравнению с контрольной. Также для оценки безопасности вакцины проводили наблюдения за общим состоянием и поведением вакцинированных животных. Не было выявлено каких-либо клинических признаков, свидетельствующих о негативном воздействии вакцины. Местные реакции в месте инъекции были незначительными и быстро проходили (табл.).

**Таблица – Определение иммунизирующей дозы вакцины на лабораторных животных при подкожном и внутримышечном способах введения /**

**Table – Determination of the immunizing dose of the vaccine on laboratory animals with subcutaneous and intramuscular administration**

Группа / Group	Иммунизирующая доза (ИмД) ( $10^9$ м.т.) / Immunizing dose (ImD) ( $10^9$ m.c.)	Микробных тел, млн / Microbial cells, million	Количество животных / Number of animals	Пало / Died		Выжило / Survived		p-value
				гол. / heads	%	гол. / heads	%	
<i>Подкожное введение (Streptococcus equi «H-5/1», 200 тыс. м.т./см<sup>3</sup>) / Subcutaneous injection (Streptococcus equi «H-5/1», 200 thousand m.c./cm<sup>3</sup>)</i>								
1-я опытная / 1 experimental	0,5	1000	10	2	20	8	80	p<0,001
2-я опытная / 2 experimental	0,4	800	10	1	10	9	90	p<0,001
3-я опытная / 3 experimental	0,3	600	10	1	10	9	90	p<0,001
4-я опытная / 4 experimental	0,2	400	10	1	10	9	90	p<0,001
5-я опытная / 5 experimental	0,1	200	10	5	50	5	50	p = 0,067
Контрольная / Control	-	-	10	9	90	1	10	-
<i>Внутримышечное введение (Streptococcus equi «H-5/1», 200 тыс. м.т./см<sup>3</sup>) / Intramuscular injection (Streptococcus equi «H-5/1», 200 thousand m.c./cm<sup>3</sup>)</i>								
1-я опытная / 1 experimental	0,3	600	10	2	20	8	80	p<0,001
2-я опытная / 2 experimental	0,2	400	10	2	20	8	80	p<0,001
3-я опытная / 3 experimental	0,1	200	10	6	60	4	40	p = 0,104
Контрольная / Control	-	-	10	8	80	2	20	-

Внутримышечное введение (опытные группы 1–3) также показало высокую эффективность вакцины. Дозы  $6 \times 10^8$  и  $4 \times 10^8$  м.т. (1-2-я группы) обеспечили одинаковый уровень защиты – 80 % выживаемости, что существенно выше показателя в контрольной группе (20 % выживаемости). Снижение дозы до  $2 \times 10^8$  м.т. (3-я группа) привело к статистически незначимому уровню защиты (40 % выживаемости) по сравнению с контролем. На основании этих данных минимальная иммунизирующая доза при внутримышечном введении была определена  $4 \times 10^8$  м.т., обеспечивающая 80%-й уровень защиты.

Таким образом, проведенный комплекс доклинических исследований на модельных животных продемонстрировал соответствие препарата критериям биобезопасности и высокой специфической активности.

Полученные данные являются основанием для проведения дальнейших клинических исследований с целью оценки эффективности вакцины в полевых условиях и определения оптимальных схем вакцинации для целевых животных. Лабораторные испытания вакцины против мыта в Монголии подтвердили отсутствие токсичности, пирогенности и высокую иммуногенность на белых мышах.

На основании проведенного клинического испытания по оценке переносимости вакцины против мыта был проведен подбор оптимальной прививочной дозы для молодняка лошадей. Анализ гематологических и биохимических показателей после иммунизации продемонстрировал, что все режимы вакцинации являются безопасными и не вызывают отклонений от физиологической нормы. Наибольший интерес представляет схема однократного введения в дозе  $3,0 \text{ см}^3$ , которая обеспечивала профилактическую защиту организма без стрессового воздействия. Данный режим, наряду с другими схемами введения, показал свою безопасность и может быть рекомендован для дальнейшего применения в производственных условиях.

Мониторинг физиологического статуса целевых животных (молодняк лошадей) в производственных условиях осуществляли на протяжении 6-7 месяцев, выявив клинические проявления заболевания лишь у 3 особей из вакцинированного поголовья, что свидетельствует о 97,66%-й эффективности профилактики. Отмечено, что применение препарата с иммуномодулятором на основе штамма *Bacillus subtilis* ТНП-3 индуцировало усиление фаго-

цитарной активности нейтрофилов (на 42 % выше базовых показателей) и формирование устойчивого гуморального иммунитета: серологический анализ на 30-е сутки поствакцинации зафиксировал преципитирующие антитела в титре 1:35, сохранявшиеся до 117-го дня наблюдения.

На фоне высокой заболеваемости мытом в Республике Саха (Якутия) [9] применение инактивированной вакцины с иммуномодулятором позволило добиться статистически высокодоверного ( $p < 0,00001$ ) снижения заболеваемости до 2,34 % при эффективности 97,66 %, что подтверждает ее существенный вклад в профилактику. Полученные данные, включая динамику антителообразования и низкий уровень поствакцинальных осложнений, подтверждают целесообразность внедрения иммунобиологического препарата в схему иммунопрофилактики мыта.

Высокая профилактическая эффективность разработанной инактивированной вакцины обусловлена, по нашему мнению, удачным сочетанием антигенного комплекса и иммуномодулятора из супернатанта (фугата) бактерий *Bacillus subtilis* ТНП-3. Как показали наши предыдущие исследования, штамм *Bacillus subtilis* ТНП-3 способен индуцировать синтез интерферона и стимулировать иммунобиологическую реактивность организма, усиливая иммуногенность инактивированных бактериальных и вирусных вакцин [20]. Разработанный препарат демонстрирует сопоставимую с зарубежными аналогами иммуногенность, но превосходит их по безопасности, отсутствием местных реакций, антибиотиков и удобной схеме иммунизации.

Внедрение инновационной методики иммунопрофилактики мыта в условиях отдельного хозяйства продемонстрировало биоэкономическую эффективность с валовым доходом 3,99 тыс. руб./гол. при рентабельности 6,65 руб. на единицу инвестированных средств, что в масштабах региона обеспечит совокупный финансовый эффект 49,356 млн руб. за счёт снижения затрат на лечение, карантинные мероприятия и компенсацию падежа. Следовательно, разработанный способ специфической профилактики мыта лошадей является экономически и эпизоотически обоснованным. Вакцина показала хорошие результаты по всем исследуемым параметрам, что позволяет рекомендовать ее для широкого применения в ветеринарной практике.

В рамках процедуры регистрации био-препарата «Вакцина против мьта лошадей инактивированная» сформирован полный пакет регистрационных материалов, соответствующий регламенту ФГБУ «ВГНКИ», где препарат прошёл многоуровневое испытание. По итогам экспертизы, вакцина внесена в Государственный реестр ветеринарных препаратов Россельхознадзора с присвоением номера № 71-1-27.21-4828 № ПВР-1-27.21/03691 от 08.12.2021. В 2022-2023 гг. выполнена адаптация документации под требования Монгольского ветеринарного надзора, что позволило получить регистрационное удостоверение №1211 QF (04.04.2023) и инструкцию по применению. В сентябре 2024 г. заключен проект лицензионного соглашения с ООО «Биокомбинат» (Монголия). В данное время подготавливаются нормативные документы на вакцину против мьта лошадей для регистрации в Республике Казахстан.

Научная новизна разработки подтверждена патентами на изобретение России «Штамм бактерий *Streptococcus equi*, используемый для изготовления вакцины против мьта лошадей» (2019)<sup>5</sup>, «Способ специфической профилактики мьта лошадей вакциной с имму-

номодулятором» (2024)<sup>6</sup>. Получен Евразийский патент на изобретение от 17 июля 2025 г.<sup>7</sup>, а также сертификат соответствия «Сделано в России» от 5 сентября 2025 г.<sup>8</sup>. В настоящее время подана и рассматривается в Монголии заявка на международный патент для подтверждения научной новизны и завершения заключения лицензионного договора на производство вакцины против мьта в ООО «Биокомбинат».

**Заключение.** Разработанная вакцина против мьта лошадей сочетает экологичность, безопасность и высокую иммуногенность. Высокая профилактическая эффективность инактивированной вакцины обусловлена сочетанием антигенного комплекса и иммуномодулятора из супернатанта (фугата) бактерий *Bacillus subtilis* ТНП-3. Результаты комплексных доклинических и клинических исследований подтвердили, что применение вакцины в указанной дозировке и составе (3,0 см<sup>3</sup>) обеспечивает формирование эффективного иммунного ответа при однократном введении, исключая необходимость ревакцинации. Применение вакцины позволит снизить эпизоотические риски и экономические потери в коневодстве России и Монголии.

#### Список литературы

1. Durham A. E., Hall Y. S., Kulp L., Underwood C. A study of the environmental survival of *Streptococcus equi* subspecies *equi*. *Equine Veterinary Journal*. 2018;50(6):861–864. DOI: <https://doi.org/10.1111/evj.12840>
2. Mitchell C., Steward K. F., Charbonneau A. R. L., Walsh S., Wilson H., Timoney J. F. et al. Globetrotting strangers: The unbridled national and international transmission of *Streptococcus equi* between horses. *Microbial Genomics*. 2021;7(3):000528. DOI: <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000528>
3. Еспембетов Б. А., Сармыкова М. К., Самбетбаев А. А., Серикбай Е. Б., Сырым Н. С., Зинина Н. Н., Анарбекова А. М., Тилеуханов К. К. Изучение эпизоотической ситуации мьта лошадей в Алматинской области. *Биобезопасность и биотехнология*. 2022;1(12):44–55. DOI: <https://doi.org/10.58318/2957-5702-2022-12-44-55> EDN: MIDOAB
4. Ussenova Z., Abylay S., Nussupova S., Saparov A., Bogoyavlenskiy A., Alexyuk M. et al. Beta-Hemolytic *Streptococcus Infection* in Horses in Kazakhstan. *International Journal of Veterinary Science*. 2025;14(1):146–153. DOI: <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2024.218>
5. Баянжаргал Б., Ринчинова О. Н., Цыдыпов В. Ц., Бадмаева О. Б. Эпизоотические аспекты инфекционных заболеваний на трансграничной территории России (Бурятия) и Монголии. *Ветеринария Кубани*. 2014;(1):10–12. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21280515> EDN: RXRSNL
6. Бадмаева О. Б., Баянжаргал Б., Цыдыпов В. Ц. Ретроспективный анализ эпизоотического состояния по инфекционным болезням животных в Забайкалье и Монголии. *Инновации и продовольственная безопасность*. 2017;(4(18)):134–142. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32319102> EDN: YMNJXL

<sup>5</sup>Неустроев М. П., Тарабукина Н. П., Петрова С. Г., Эльбядова Е. И., Попов А. А. Штамм бактерий *Streptococcus equi*, используемый для изготовления вакцины против мьта лошадей: пат. №2703485 Российская Федерация. № 2018129833: заявл. 15.08.2018; опубли. 17.10.2019. Бюл. № 29. 15 с. URL: [https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet](https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet)

<sup>6</sup>Неустроев М. П., Эльбядова Е. И., Петрова С. Г., Попов А. А. Способ специфической профилактики мьта лошадей вакциной с иммуномодулятором: пат. №2829055 Российская Федерация. № 2023131477: заявл. 01.12.2023; опубли. 23.10.2024. Бюл. № 30. 5 с. URL: [https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips\\_servlet](https://www1.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet)

<sup>7</sup>Неустроев М. П., Тарабукина Н. П., Эльбядова Е. И., Петрова С. Г., Попов А. А. Вакцина против мьта: Евразийский патент № 050480. № 202492690: заявл. 18.11.2024; опубли. 17.07.2025. Бюл. № 7. 3 с. URL: <https://www.eapo.org/pubservices/info/registry/inventions/patents/050480?ipType=InventionPatentCase>

<sup>8</sup>Сертификат соответствия № СС.002054. Система добровольной сертификации «Сделано в России»: официальный сайт. [Электронный ресурс]. М., 2025. Срок действия: с 05.09.2025 по 24.08.2028. URL: <https://madeinrussia.ru> (дата обращения: 16.04.2026).

7. Robert N., Walzer C., Rüegg S. R., Kaczensky P., Ganbaatar O., Stauffer C. Pathologic findings in reintroduced Przewalski's horses (*equus caballus przewalskii*) in southwestern Mongolia. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2005;36(2):273–285. DOI: <https://doi.org/10.1638/03-035.1>
8. Раимбеков Д. Р., Джетигенов Э. А., Карыпов К. А., Арзиев К. А. Эпизоотические особенности мыта лошадей в Чуйской области. *Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина*. 2016;(2(38)):48–52. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26366768> EDN: WEZOYP
9. Эльбядова Е. И., Неустроев М. П. Результаты дорегистрационных исследований вакцины против мыта лошадей. *Ветеринария и кормление*. 2022;(2):57–60. DOI: <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-2-16> EDN: YLSBPD
10. Pringle J., Storm E., Waller A., Riihimäki M. Influence of penicillin treatment of horses with strangles on seropositivity to *Streptococcus equi* ssp. *equi*-specific antibodies. *Journal of veterinary internal medicine*. 2020;34(1):294–299. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.15668>
11. Chhabra D., Bhatia T., Goutam U., Manja A., Kumar B. Strangles in equines: An overview. *Microbial Pathogenesis*. 2023;178:106070. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106070>
12. Waller A. S. New perspectives for the diagnosis, control, treatment, and prevention of strangles in horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2014;30(3):591–607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2014.08.007>
13. Duran M. C., Goehring L. S. Equine strangles: An update on disease control and prevention. *Austral journal of veterinary sciences*. 2021;53(1):23–31. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0719-81322021000100023>
14. Livengood J. L., Lanka S., Maddox C., Tewari D. Detection and differentiation of wild-type and a vaccine strain of *Streptococcus equi* ssp. *equi* using pyrosequencing. *Vaccine*. 2016;34(34):3935–3937. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.06.035>
15. Boyle A. G., Timoney J. F., Newton J. R., Hines M. T., Waller A. S., Buchanan B. R. *Streptococcus equi* Infections in Horses: Guidelines for Treatment, Control, and Prevention of Strangles - Revised Consensus Statement. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2018;32(2):633–647. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.15043>
16. Rendle D., Bowen M., Cavalleri J., Brauwere N., Grondahl G., Maanen K., Newton J. R. Strangles vaccination: A current European perspective. *Equine Veterinary Education*. 2025;37(2):90–97. DOI: <https://doi.org/10.1111/eve.14032>
17. Robinson C., Waller A. S., Frykberg L., Flock M., Zachrisson O., Guss B., Flock J. I. Intramuscular vaccination with Strangvac is safe and induces protection against equine strangles caused by *Streptococcus equi*. *Vaccine*. 2020;38(31):4861–4868. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.05.046>
18. Каратаев Б. Ш., Бижанов А. Б., Намет А. М. Вакцина против мыта лошадей «Акынтай»: пат. № 31032 Республика Казахстан. 2015/0516.1: заяв. 09.04.2015; опубл. 15.04.2016. Бюл. №4. 5 с. Режим доступа: <https://kz.patents.su/5-ip31032-vakcina-protiv-myta-loshadejj-akyntajj.html>
19. Sansyzbay A. R., Usseanova Zh. M., Herman V., Nusupova S. T., Iancu I. Identity of isolated strains of Adenitis equi *Streptococcus* in Kazakhstan with European strains. *Lucrari Stiintifice – Universitatea de Stiinte Agricole a Banatului Timisoara, Medicina Veterinara*. 2022;55(3):83–88. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20220488029>
20. Неустроев М. П., Мурашев А. Н., Бондаренко Д. А., Степанова А. М., Тарабукина Н. П. Исследование токсичности препарата Сахабактисубтил на крысах. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии*. 2017;(5):59–64. DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2017-5-59-64> EDN: YSQAFR

### References

1. Durham A. E., Hall Y. S., Kulp L., Underwood C. A study of the environmental survival of *Streptococcus equi* subspecies *equi*. *Equine Veterinary Journal*. 2018;50(6):861–864. DOI: <https://doi.org/10.1111/evj.12840>
2. Mitchell C., Steward K. F., Charbonneau A. R. L., Walsh S., Wilson H., Timoney J. F. et al. Globetrotting strangles: The unbridled national and international transmission of *Streptococcus equi* between horses. *Microbial Genomics*. 2021;7(3):000528. DOI: <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000528>
3. Yespembetov B. A., Sarmyikova M. K., Sambetbaev A. A., Serikbay E. B., Syrym N. S., Zinina N. N., Anarbekova A. M., Tileukhanov K. K. Study of the epizootic situation of horse washing in the almaty region. *Biobezopasnost i biotekhnologiya = Biosafety and Biotechnology*. 2022;1(12):44–55. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.58318/2957-5702-2022-12-44-55>
4. Usseanova Z., Abylay S., Nussupova S., Saparov A., Bogoyavlenskiy A., Alexyuk M. et al. Beta-Hemolytic *Streptococcus* Infection in Horses in Kazakhstan. *International Journal of Veterinary Science*. 2025;14(1):146–153. DOI: <https://doi.org/10.47278/journal.ijvs/2024.218>
5. Bayanzhargal B., Rinchinova O. N., Tsidipov V. Ts., Badmayeva O. B. Epizootologic aspects of infectious diseases on the transboundary territories of the Russian Federation (Buryatia) and Mongolia. *Veterinariya Kubani*. 2014;(1):10–12. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21280515>
6. Badmayeva O. B., Bayanzhargal B., Tsidipov V. Ts. A retrospective analysis of the epizootic situation on infectious diseases of animals in Transbaikalia and Mongolia. *Innovatsii i prodovolstvennaya bezopasnost = Innovations and Food Safety*. 2017;(4(18)):134–142. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=32319102>
7. Robert N., Walzer C., Rüegg S. R., Kaczensky P., Ganbaatar O., Stauffer C. Pathologic findings in reintroduced Przewalski's horses (*equus caballus przewalskii*) in southwestern Mongolia. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 2005;36(2):273–285. DOI: <https://doi.org/10.1638/03-035.1>
8. Raimbekov D. R., Dzhetigenov E. A., Karipov K. A., Arziyev K. A. Epizootology features strangles horse in Chui oblast. *Vestnik Kirgizskogo natsionalnogo agrarnogo universiteta im. K. I. Skryabina*. 2016;(2(38)):48–52. (In Kyrgyzstan). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26366768>

9. Elbyadova E. I., Neustroyev M. P. Results of pre-registration studies of the vaccine against strangles of horses. *Veterinariya i kormleniye*. 2022;(2):57–60. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2022-2-16>
10. Pringle J., Storm E., Waller A., Riihimäki M. Influence of penicillin treatment of horses with strangles on seropositivity to *Streptococcus equi* ssp. *equi*-specific antibodies. *Journal of veterinary internal medicine*. 2020;34(1):294–299. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.15668>
11. Chhabra D., Bhatia T., Goutam U., Manja A., Kumar B. Strangles in equines: An overview. *Microbial Pathogenesis*. 2023;178:106070. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2023.106070>
12. Waller A. S. New perspectives for the diagnosis, control, treatment, and prevention of strangles in horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice*. 2014;30(3):591–607. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2014.08.007>
13. Duran M. C., Goehring L. S. Equine strangles: An update on disease control and prevention. *Austral journal of veterinary sciences*. 2021;53(1):23–31. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0719-81322021000100023>
14. Livengood J. L., Lanka S., Maddox C., Tewari D. Detection and differentiation of wild-type and a vaccine strain of *Streptococcus equi* ssp. *equi* using pyrosequencing. *Vaccine*. 2016;34(34):3935–3937. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2016.06.035>
15. Boyle A. G., Timoney J. F., Newton J. R., Hines M. T., Waller A. S., Buchanan B. R. *Streptococcus equi* Infections in Horses: Guidelines for Treatment, Control, and Prevention of Strangles - Revised Consensus Statement. *Journal of Veterinary Internal Medicine*. 2018;32(2):633–647. DOI: <https://doi.org/10.1111/jvim.15043>
16. Rendle D., Bowen M., Cavalleri J., Brauwere N., Grondahl G., Maanen K., Newton J. R. Strangles vaccination: A current European perspective. *Equine Veterinary Education*. 2025;37(2):90–97. DOI: <https://doi.org/10.1111/eve.14032>
17. Robinson C., Waller A. S., Frykberg L., Flock M., Zachrisson O., Guss B., Flock J. I. Intramuscular vaccination with Strangvac is safe and induces protection against equine strangles caused by *Streptococcus equi*. *Vaccine*. 2020;38(31):4861–4868. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2020.05.046>
18. Karatayev B. Sh., Bizhanov A. B., Namet A. M. "Akyntai" vaccine against horse strangles: Patent no. 31032, Republic of Kazakhstan. 2016. URL: <https://kz.patents.su/5-ip31032-vakcina-protiv-myta-loshadeji-akyntaji.html>
19. Sansyzbay A. R., Ussenova Zh. M., Herman V., Nusupova S. T., Iancu I. Identity of isolated strains of Adenitis equi *Streptococcus* in Kazakhstan with European strains. *Lucrari Stiintifice – Universitatea de Stiinte Agricole a Banatului Timisoara, Medicina Veterinara*. 2022;55(3):83–88. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20220488029>
20. Neustroyev M. P., Murashev A. N., Bondarenko D. A., Stepanova A. M., Tarabukina N. P. Study of toxicity of *Sakhabactisubtil* in rats. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii = Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology*. 2017;(5):59–64. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.36233/0372-9311-2017-5-59-64>

**Вклад авторов:** Все авторы внесли эквивалентный вклад в подготовку публикации.

#### **Сведения об авторах**

**Неустроев Михаил Петрович**, доктор вет. наук, профессор, зам. директора по науке, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией ветеринарной биотехнологии, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова – обособленное подразделение ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Бестужева-Марлинского д. 23, корп. 1, г. Якутск, Российская Федерация, 677001, e-mail: [agronii@mail.ru](mailto:agronii@mail.ru),

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0672-4109>

✉ **Эльбядова Евдокия Игнатьевна**, кандидат вет. наук, научный сотрудник лаборатории ветеринарной биотехнологии, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М. Г. Сафронова – обособленное подразделение ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», ул. Бестужева-Марлинского д. 23, корп. 1, г. Якутск, Российская Федерация, 677001, e-mail: [agronii@mail.ru](mailto:agronii@mail.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7018-7411>, e-mail: [elbyadova@bk.ru](mailto:elbyadova@bk.ru)

**Author contributions:** All authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

#### **Information about the authors**

**Mikhail P. Neustroyev**, DSc in Veterinary, professor, Deputy Director for Science, chief researcher, Head of the Laboratory of Veterinary Biotechnology, M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – separate division Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», 23 Bestuzhev-Marlinsky str., building 1, Yakutsk, Russian Federation, 677001, e-mail: [agronii@mail.ru](mailto:agronii@mail.ru),

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0672-4109>

✉ **Evdokia I. Elbyadova**, PhD in Veterinary, researcher, the Laboratory of Veterinary Biotechnology, M. G. Safronov Yakut Scientific Research Institute of Agriculture – separate division Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», 23 Bestuzhev-Marlinsky str., building 1, Yakutsk, Russian Federation, 677001, e-mail: [agronii@mail.ru](mailto:agronii@mail.ru), **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7018-7411>, e-mail: [elbyadova@bk.ru](mailto:elbyadova@bk.ru)

✉ – Для контактов / Corresponding author