



## БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

## BIOLOGICAL RESOURCES

DOI: 10.22363/2313-2310-2024-32-1-77-86

EDN: HDSCXH

УДК 502/504

Научная статья / Research article

### Горизонты биотехнологии в животноводстве России


О.А. Миронова<sup>1,2</sup>, А.П. Леснов<sup>3</sup>, А.П. Кармазин<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»),  
Московская обл., Российская Федерация

<sup>3</sup>ООО ИНБИОТЕХ-К, Москва, Российская Федерация

<sup>4</sup>Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору,  
Москва, Российская Федерация

m2889888@mail.ru

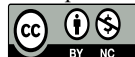
**Аннотация.** Данное исследование открывает серию статей о современных тенденциях в развитии инновационных биотехнологий. В них последовательно описываются неограниченные возможности мира микроорганизмов – микромира, механизмы которого человечество может использовать в созидательных целях, контролировать имеющиеся биотехнологии и управлять ими, применяя их на благо человечества. Придерживаясь непоколебимого мнения о том, что Микромир не Воин, Микромир – рабочий...

**Ключевые слова:** биология, биотехнологии, биохимия, отходы, катализаторы, микроорганизмы

**Вклад авторов.** Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

**История статьи:** поступила в редакцию 15.10.2023; доработана после рецензирования 13.11.2023; принята к публикации 15.01.2024.

© Миронова О.А., Леснов А.П., Кармазин А.П., 2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Для цитирования: Миронова О.А., Леснов А.П., Кармазин А.П. Горизонты биотехнологии в животноводстве России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2024. Т. 32. № 1. С. 77–86. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2024-32-1-77-86>


## Horizons of biotechnology in Russia's animal husbandry

Olga A. Mironova<sup>1,2</sup>, Alexander P. Lesnov<sup>3</sup>, Anton P. Karmazin<sup>4</sup>

<sup>1</sup>RUDN University, Moscow, Russian Federation.

<sup>2</sup>FSBI "All-Russian Plant Quarantine Center" (FSBI "VNIKR"),  
Moscow region, Russian Federation

<sup>3</sup>LLC "INBIOTECH-K", Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance, Moscow, Russian Federation  
m2889888@mail.ru

**Abstract.** This study opens a series of articles on current trends in the development of innovative biotechnologies. They consistently describe the unlimited possibilities of the world of microorganisms – the microcosm, the mechanisms of which humanity can use for creative purposes, control and manage existing biotechnologies, applying them for the benefit of humanity. Adhering to the unshakeable opinion that the Microcosm is not a Warrior, the Microcosm is a worker...

**Keywords:** biology, biotechnology, biochemistry, waste, catalysts, microorganisms

**Authors' contributions.** All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

**Article history:** received 15.10.2023; revised 13.11.2023; accepted 15.01.2024.

**For citation:** Mironova OA, Lesnov AP, Karmazin AP. Horizons of biotechnology in Russia's animal husbandry. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2024;32(1):77–86. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2024-32-1-77-86>

Современная биология далеко ушла от классической науки о живом, которая существовала еще в XIX в. Сейчас она не ограничивается познанием окружающего мира. Биология стала средством изменения этого мира для удовлетворения нужд и потребностей людей, которые, по мнению ученых, находятся на высшей ступени эволюции, на вершине кормовой цепочки от одноклеточных (грибы, бактерии, простейшие) до человека. Сельскохозяйственные животные, птицы, рыбы – промежуточный этап в этой цепочке [1; 7; 13].

Наиболее важное и характерное событие, которое произошло в биологии за более чем полвека, – это формирование биотехнологии как прикладного направления биологии. Если вспомнить достижения СССР, то с уверенностью можно утверждать, что Советский Союз занимал неоспоримое первое место в мире в 70–80-е гг. XX в. в этом направлении.

Стержень современной промышленной биотехнологии – это микробиология во всех ее многочисленных ответвлениях и специализациях. К достижениям микробиологов в животноводстве можно причислить производство ферментов, аминокислот, витаминов, антибиотиков, различных лекарственных средств, производимых фармакологической промышленностью и т. д.

В недалеком будущем наша страна, несомненно, отвоеует все утраченные мировые позиции в данном вопросе и не только. Сигнал четкий получен – курс на импортозамещение. Опыт в стране наработан колоссальный, примеров множество. Сырья, энергии, технологий и человеческих ресурсов достаточно для получения мощного толчка в развитии [5; 6].

Важность отрасли подчеркивает факт, что население земного шара увеличивается, при этом посевные площади сокращаются (почвенные, ветряные эрозии, изменение климата, засоление, загрязнение, использование с/х земель не по назначению). Борьба с голодом, бедностью и отсталостью – это одна из важнейших глобальных проблем, которую цивилизованное общество должно решать сообща, в рамках экономических союзов, объединений, соглашений, тем более – в новом векторе направления всесторонней помощи африканскому континенту, в рамках ШОС, АСЕАН, БРИКС, Африканского союза<sup>1</sup> [17; 18].

Как обеспечить продуктами питания почти 2/3 населения земного шара, входящие в вышеперечисленные интеграционные группировки? Один из выходов как раз и предлагает биотехнология. На помощь биотехнологии приходит биохимия. Известно, что биомасса растительного происхождения, возобновляемая природой, может являться *perpetuum mobile*, исходным сырьем для биохимических процессов, использующих биосинтез для создания важнейших для развития живого организма питательных веществ [4].

Кроме того, действие различных представителей микромира строго специфично – каждый преобразует только определенные соединения и исключительно в направлении, свойственном своему роду. Собранные в закваски, мультиэнзимные композиции и различные полиферменты, микроорганизмы вступают с биохимическую реакцию в строго определенное время и в определенных условиях, созданных Природой, Солнцем и, возможно, Высшим разумом... Такое взаимодействие сравнимо с симфоническим оркестром, где каждый музыкальный инструмент вступает в нужном такте, с нужной ноты – и создается музыка...

Необходимо отметить важность использования ферментов при эффективном решении такой задачи, как производство углеводов как основы для пищевой, кормовой, масложировой, сахарной, спиртовой, пивоваренной промышленности, в том числе используя в качестве сырья растительные отходы вышеупомянутых производств. Такая биоконверсия отходов и ее роль в кормлении сельскохозяйственных животных будет только возрастать. Правильное

---

<sup>1</sup> <https://www.rbc.ru>; <https://ria.ru>

использование отходов может существенно сократить потребление фуражного зерна при выращивании скота, птицы и рыбы, не снижая продуктивности, а высвободившиеся сотни тысяч тонн зерновых и зернобобовых культур использовать в коммерческих или благотворительных целях, в том числе для помощи дружественным народам Африканского континента, Средней Азии и Юго-Восточной Азии.

Биохимия обеспечила возможность промышленного использования ферментов – биологических катализаторов. Они превосходят по своей активности искусственные (синтезированные) [12; 13; 17]. В присутствии таких катализаторов химические реакции протекают без относительно высоких температур и давления, причем с огромной скоростью (табл. 1). Микроорганизмы вырабатывают также углеводы, липиды, витамины и минеральные вещества, их продуктивность превышает продуктивность растений и сельскохозяйственных животных во много раз.

В табл. 1 приведено время удвоения массы у различных одноклеточных микроорганизмов, плотоядных и травоядных животных, птиц и рыб [1; 3; 12].

Таблица 1. Скорость протекания химических реакций при наличии катализаторов

Организм	Время удвоения массы у различных организмов
Бактерии	20 мин
Дрожжи	2 ч
Грибы и водоросли	6 ч
Лиственные растения, травы	2 нед.
Птица	4 нед.
Свиньи	6 нед.
Телята	2 мес.

Источник: составлено авторами.

Table 1. The rate of chemical reactions in the presence of catalysts

Organism	The time of doubling of mass in various organisms
Bacteria	20 minutes
Yeasts	2 hours
Mushrooms and algae	6 hours
Deciduous plant, herbs	2 week
Bird	4 week
Pig	6 week
Calves	2 months

Source: compiled by the authors.

Из приведенных данных видно, что микроорганизмы растут в 500 раз быстрее самых урожайных сельскохозяйственных культур и в 1000...5000 раз быстрее самых быстрорастущих пород животных.

Как известно, микроорганизмы способны накапливать огромное (до 60...70 % сухой массы) количество белка. Получаемая биомасса используется в качестве прекрасного обогатителя кормов и служит для получения ферментированных белковых кормовых добавок. Для получения кормовых добавок чаще всего применяют биотехнологии, использующие дрожжи, грибы и бактерии.

Применение в промышленных целях микроорганизмов и ферментов отчетливо выделяет положительные стороны биотехнологий: возможность

использовать возобновляемое сырье, относительно щадящие условия промышленного процесса, сокращение числа его этапов и практически минимальное загрязнение окружающей среды.

Большинство ранних работ, выполненных в этом направлении, затрагивало вопросы образования целлюлозолитических ферментов или трансформации растительных белков под действием грибов, но в них практически отсутствовали сведения о физиологических и микробиологических аспектах получения белковых веществ путем ферментации твердых субстратов микрогрибами [2; 3]. Авторы отдают предпочтение культивированию микрогрибов в твердой фазе. В качестве субстратов обычно берут зерно злаковых, отходы зерноперерабатывающей промышленности и другое растительное сырье, в том числе малоценное. Из грибов предпочтение отдается представителям родов *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium*, в частности *Aspergillus niger*, *A. Oryzae*, *Mucor racemosus* и *Rhizopus oryzae*, используя их амилалитическую активность, отличающуюся быстрым ростом на субстратах.

Биомасса, полученная с помощью различных продуцентов, характеризуется неодинаковым химическим составом (табл. 2) [16; 17; 18]. Продуцируемые микроорганизмами белки концентрируются преимущественно внутри клетки, поэтому целевым продуктом производства белковых веществ является биомасса продуцента, которая может непосредственно использоваться в качестве обогатителя кормов для животноводства и птицеводства или служить сырьем для получения очищенного белкового препарата.

Выбор микроорганизмов-продуцентов белка при обогащении растительного сырья определяется, прежде всего, кормовой ценностью их биомассы. Продуценты белка должны обладать способностью накапливать до 40...70 % белка от своей массы, рационально усваивая питательные вещества среды; иметь минимальное время генерации; не выделять в среду токсичных продуктов метаболизма и не быть патогенными; предусматривать наиболее простую технологию и применение дешевых малообработанных субстратов [2; 5; 8].

Таблица 2. Химический состав клеток различных микроорганизмов, % от АСВ

Вещество	Грибы	Водоросли	Бактерии	Дрожжи
Азот	5,0–8,0	7,5–10,0	11,5–12,5	7,5–8,5
Липиды	2,0–8,0	7,0–20,0	1,5–3,0	2,0–6,0
Зола	9,0–14,0	8,0–10,0	3,0–7,0	5,0–9,5
Нуклеиновые кислоты	1,6–2,5	3,0–8,0	8,0–16,0	6,0–12,0

Источник: составлено авторами.

Table 2. Chemical composition of cells of various microorganisms, % of the ACB

Substance	Mushrooms	Algae	Bacteria	Yeasts
Nitrogen	5.0–8.0	7.5–10.0	11.5–12.5	7.5–8.5
Lipids	2.0–8.0	7.0–20.0	1.5–3.0	2.0–6.0
Ash	9.0–14.0	8.0–10.0	3.0–7.0	5.0–9.5
Nucleic acids	1.6–2.5	3.0–8.0	8.0–16.0	6.0–12.0

Source: compiled by the authors.

Для оптимального решения в рамках одного технологического процесса вопросов качества биомассы, скорости роста и возможности испытывать малообработанный субстрат – целесообразны комбинации из двух и более продуцентов, собранных в закваски, мультиэнзимные композиции и им подобные. Так, при значительном содержании клетчатки в исходном сырье, используемом в качестве питательной среды, в комбинации, можно включать целлюлозолитические, пектолитические, амилалитические микроорганизмы, бактерии, которые расщепляют субстрат до степени полимеризации, обеспечивающей быстрое накопление биомассы другими разновидностями, отличающимися благоприятным химическим составом или способными к другим полезным биохимическим превращениям.

Пока из всего богатства микромира, которым располагает природа, человек использовал лишь ничтожную долю микроорганизмов, особенно в промышленных целях. В начале 50-х гг. XX в. Уотсон и Крик сделали одно из величайших открытий в области биологии – была расшифрована молекулярная структура материального носителя наследственности – гена. Академик А.А. Баев проявлял исключительный интерес как к основе для будущих разработок, к жизнедеятельности фототрофных бактерий, преобразующих световую энергию подобно растениям, термофильным микроорганизмам, существующим при высокой температуре, иногда близкой к 100 градусам и бактерий, развивающихся в отсутствии кислорода. Он отмечал, что возможность вовлечения в процесс новых микроорганизмов станет реальной при том условии, что физиология, биохимия и генетика будут развиваться параллельно. Без этой триады немыслимо практическое применение биологии.

Сегодня успешно развиваются направления генетической, клеточной инженерии, иммунологии, паразитологии, токсикологии, энзимологии.

Генетическую инженерию можно определить как систему экспериментальных приемов, позволяющих лабораторным путем создавать искусственные генетические структуры в виде так называемых рекомбинантных (гибридных) молекул ДНК.

В сущности, живая клетка – это миниатюрная биохимическая лаборатория, где производство подчиняется наследственной программе, заложенной в одной из ее нуклеиновых кислот, а именно в ДНК. Эта программа состоит из белков-генов. Каждый из них управляет наращиванием определенных аминокислот и той функцией клетки, которая зависит от него. Поэтому, вводя в клетку новую генетическую информацию в виде гиподных молекул ДНК, исследователь получает микроорганизм, измененный соответственно поставленной цели.

Сама идея воспроизведения в лабораторных условиях генетических процессов у ученых разных уровней возникает постоянно. Но в начале никто не представлял, как выделить нужные гены из огромных молекул ДНК и как затем собрать эти гены в единую работающую структуру.

Развитие наших знаний в работе с живой клеткой дало ученым инструменты, пригодные для таких операций. Это – созданные самой природой ферменты, которые содержатся в живых клетках. Одни из них рассекают молекулы ДНК в строго определенных участках, другие, наоборот, сшивают их в единое целое. Такая химическая хирургия и осуществляется с помощью определенных ферментов – рестриктаз. После того как ферменты были выделены из клеток и очищены, создание искусственных генетических структур стало технически выполнимой задачей. Так началась эпоха генетической инженерии, как основного инструмента биотехнологии. Теперь фундаментальная биология прочно опирается на исследования биоинженерии и дает начало многим практическим исследованиям [5]. Благодаря этому микробиологическое производство в различных направлениях приобрело исключительно мощный способ создания высокопродуктивных штаммов микроорганизмов, позволяющих резко повысить выход готового продукта для начала в лабораторных условиях и после кропотливой работы вывести ту или иную биотехнологию в производство [8; 10; 11].

Область, в которой промышленное применение генетической инженерии уже имеет, бесспорно, прочный фундамент – получение физически активных веществ белковой природы для сельскохозяйственных нужд. Лабораторные исследования в этой области были начаты в 1970-х гг. и приобрели в 1980-х гг. форму научных программ, объединивших усилия академических и отраслевых институтов. Успешные примеры развития и взаимодействия науки и производства быстро приобрели громадную народнохозяйственную, практическую значимость.

В те годы ученые уже добились успеха в работе с одноклеточными организмами, им удалось изменить наследственные свойства этих организмов, которые в большинстве случаев воспроизводятся в их потомстве [14; 15].

Все высшие растения и животные – многоклеточные организмы, и это существенно меняет дело. Никакими доступными способами нельзя разом изменить генотип всех клеток сформировавшегося организма, животного или растительного. Генетическая инженерия позволяет это сделать на уровне одной исходной клетки и получить генетически измененный организм при условии, если эта клетка способна преодолеть весь путь развития до состояния зрелого организма. Такого ограничения не существует для одноклеточного организма, оно действует на высших ступенях эволюции жизни.

Клеточная инженерия в области животноводства используется для получения белка, аминокислот, витаминов, а также разных кормовых добавок, лекарственных препаратов для борьбы с болезнями животных. Нет необходимости доказывать важность этого направления и огромный потенциал его развития в будущем. Итак, мы попытались доказать постулат, что биология держится на трех китах – *ген, гормон, фермент*. И, по мнению авторов, – это аксиома...

### Список литературы

- [1] Кантере В.М. Теоретические основы технологии микробиологических производств. М.: Агропромиздат, 1990. 271 с.
- [2] Лобанок А.Г., Бабицкая В.Г. Мицелиальные грибы как продуценты белковых веществ. Минск: Наука и техника, 1981. 104 с.
- [3] Лобанок А.Г. Переработка целлюлозосодержащих отходов в ценные продукты с помощью микроорганизмов. М.: ОНТИТЭИ-микробиопром, 1981.
- [4] Леснов А.П. Россия или запад, за кем будущее в производстве экологически чистых продуктов питания? // Информационно-аналитический журнал. Серия: Эффективное животноводство. 2017. № 1. С. 20–23.
- [5] Рычков Р.С., Попов В.Г. Биотехнология перспективы развития. М.: Наука, 1984.
- [6] Варфоломеев С. Д., Калужный С.В. Биотехнология: Кинетические основы микробиологических процессов. М.: Высшая школа, 1990. 296 с.
- [7] Муромцев Г.С., Бутенко Р.Г., Тихоненко Т.И., Прокофьев М.И. Основы сельскохозяйственной биотехнологии. М.: Агропромиздат, 1990. 384 с.
- [8] Шантрен Ю. Биосинтез белков. М.: Иностранная литература, 1963. 315 с.
- [9] Зудин Д.В., Кантаре В.М., Угодчиков Г.М. Автоматизация биологических исследований. М.: Высшая школа, 1987.
- [10] Бирюков В.В., Кантаре В.М. Оптимизация периодических процессов культивирования микроорганизмов. М.: Наука, 1985. 215 с.
- [11] Хиггинс И., Бест Д., Джонс Дж.М. Биотехнология. Принципы и применение. М.: Мир, 1988. 480 с.
- [12] Грачева И.М., Иванова Л.А., Кантаре В.М. Технология микробных белковых препаратов, аминокислот, жиров. М.: Колос, 1992. 383 с.
- [13] Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987. 566 с.
- [14] Ёрсков Э.Р. Протеиновое питание жвачных животных. М.: Агропромиздат, 1985. 182 с.
- [15] Мишустин Е.Н., Емцов В.Т. Микробиология. М.: Колос, 1978. 351 с.
- [16] Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж. Молекулярная биология клетки. Т. 1. М.: Мир, 1994.
- [17] Миронова О.А. Перспективы использования технологических отходов промышленного производства грибов вешенки после ферментирования закваской Леснова в качестве корма для крупного рогатого скота // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2023. №1 (47). С. 117–124.
- [18] Миронова О.А. Показатели безопасности грибного субстрата при ферментации закваской Леснова // Комбикорма. 2023. № 9. С. 55–58.

### References

- [1] Kantere VM. *Theoretical foundations of microbiological production technology*. Moscow: Agropromizdat publ.; 1990. 271 p. (In Russ.)
- [2] Lobanok AG, Babitskaya VG. *Filamentous fungi as producers of protein substances*. Minsk: Science and technology publ.; 1981. 104 p. (In Russ.)
- [3] Lobanok AG. *Processing cellulose-containing waste into valuable products using microorganisms*. Moscow: ONTITEI-microbioprom publ.; 1981. (In Russ.)
- [4] Lesnov AP. Russia or the West, who is the future in the production of environmentally friendly food? *Information and analytical journal. Series: Effective livestock farming*. 2017;(1):20–23. (In Russ.)



- [5] Rychkov RS, Popov VG. *Biotechnology development prospects*. Moscow: Nauka publ.; 1984. (In Russ.)
- [6] Varfolomeev SD, Kalyuzhny SV. *Biotechnology: Kinetic basis of microbiological processes*. Moscow: Higher School publ.; 1990. 296 p. (In Russ.)
- [7] Muromtsev GS, Butenko RG, Tikhonenko TI, Prokofiev M.I. *Fundamentals of agricultural biotechnology*. Moscow: Agropromizdat publ.; 1990. 384 p. (In Russ.)
- [8] Shantren Y. *Biosynthesis of proteins*. Moscow: Foreign literature publ.; 1963. 315 p. (In Russ.)
- [9] Zudin DV, Kantare VM, Ugodchikov GM. *Automation of biological research*. Moscow: Higher School publ.; 1987. (In Russ.)
- [10] Biryukov VV, Kantare VM. *Optimization of batch processes for cultivating microorganisms*. Moscow: Nauka publ.; 1985. 215 p. (In Russ.)
- [11] Higgins I, Best D, Jones JM. *Biotechnology. Principles and application*. Mir; 1988. 480 p. (In Russ.)
- [12] Gracheva IM, Ivanova LA, Kantare VM. *Technology of microbial protein preparations, amino acids, fats*. Moscow: Kolos publ.; 1992. 383 p. (In Russ.)
- [13] Schlegel G. *General microbiology*. Moscow: Mir publ.; 1987. 566 p. (In Russ.)
- [14] Yorskov ER. *Protein nutrition of ruminants*. Moscow: Agropromizdat publ.; 1985. 182 p. (In Russ.)
- [15] Mishustin EN, Emtsov VT. *Microbiology*. Moscow: Kolos publ.; 1978. 351 p. (In Russ.)
- [16] Alberts B, Bray D, Lewis J. *Molecular biology of cells* (Vol. 1). Moscow: Mir publ.; 1994. (In Russ.)
- [17] Mironova OA. Prospects for the use of technological waste from the industrial production of oyster mushrooms after fermentation with Lesnov's starter as feed for cattle. *Bulletin of the Don State Agrarian University*. 2023;147:117–124. (In Russ.)
- [18] Mironova OA. Safety indicators of mushroom substrate during fermentation with Lesnov's starter. *Mixed feed*. 2023;(9):55–58. (In Russ.)

### Сведения об авторах:

*Миронова Ольга Анатольевна*, кандидат биологических наук, заведующий базовой кафедрой фитосанитарной биологии и безопасности экосистем, институт экологии, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6Е; ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), Российская Федерация, 140150, Московская обл., г. Раменское, р.п. Быково. ORCID: 0000-0002-3263-8100, eLIBRARY SPIN-код: 5108-1323, AuthorID (РИНЦ): 1162836. E-mail: m2889888@mail.ru

*Леснов Александр Петрович*, кандидат экономических наук, доцент, ООО «ИНБИОТЕХ-К», Российская Федерация, 125252, Москва, ул. Зорге, д. 15. E-mail: m2889888@mail.ru

*Кармазин Антон Павлович*, кандидат биологических наук, Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору, Российская Федерация, 107078, Москва, Орликов переулок, 1/11. ORCID: 0009-0002-7983-3912, eLIBRARY SPIN-код: 9208-7164, AuthorID (РИНЦ): 1220654. E-mail: Fumrostov@mail.ru

**Bio notes:**

*Olga A. Mironova*, Ph. D. RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow 117198, Russian Federation; FSBI «All-Russian Plant Quarantine Center» (FSBI «VNIIPK»), r.v. Bykovo, Ramenskoye, Moscow region, 140150, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-3263-8100, eLIBRARY SPIN-code: 5108-1323, AuthorID (RSCI): 1162836. E-mail: m2889888@mail.ru

*Alexander P. Lesnov*, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, LLC “INBIOTECH-K”, 15 St Sorge, Moscow, 125252, Russian Federation. E-mail: m2889888@mail.ru

*Anton P. Karmazin*, Candidate of Biological Sciences, Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance, 1/11 Orlikov lane, Moscow, 107078, Russian Federation. ORCID: 0009-0002-7983-3912, eLIBRARY SPIN-code: 9208-7164, AuthorID (RSCI): 1220654. E-mail: Fumrostov@mail.ru