

DOI: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-546-554
УДК 619:615.9:614.95

Научная статья / Research article


Микотоксикологический мониторинг кормов и его роль в профилактике микотоксикозов животных

В.И. Дорожкин¹ , Т.В. Герунов²  , И.А. Симонова³, Л.К. Герунова² ,
Я.О. Крючек² , А.А. Тарасенко² , Е.А. Чигринский⁴ 

¹Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН, г. Москва, Российская Федерация

²Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, г. Омск, Российская Федерация

³Омская областная ветеринарная лаборатория, г. Омск, Российская Федерация

⁴Омский государственный медицинский университет Минздрава России, г. Омск, Российская Федерация
 tv.gerunov@omgau.org

Аннотация. Микотоксины могут накапливаться в сырье растительного происхождения на разных технологических этапах его получения. Чаще всего продуцентами микотоксинов являются грибы родов *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* и некоторых других. Клинические симптомы микотоксикозов существенно варьируют, при этом возможны летальные исходы. По данной причине микотоксикологическое исследование разных видов кормов в условиях производства — обязательный компонент ветеринарного сопровождения промышленного животноводства. Проведен ретроспективный анализ результатов микотоксикологического исследования кормов для разных видов животных в Омской области в период с 2017 по 2021 г. Все корма, поступившие за 5 лет в Омскую областную ветеринарную лабораторию для определения микотоксинов, исследованы на наличие охратоксина А, зеараленона, Т-2 токсина, афлатоксина В1, дезоксиниваленола. Установлено, что почти 70 % исследуемых образцов содержат микотоксины, в 74 пробах был превышен их максимально допустимый уровень. Превышение допустимых уровней отмечено по содержанию Т-2 токсина (34 пробы), зеараленона (27 проб) охратоксина А (6 проб), афлатоксина В1 (4 пробы) и дезоксиниваленола (3 пробы). Наибольшее количество случаев контаминации регистрировали при исследовании комбикормов и кормосмесей. Наибольшую опасность представляет множественная контаминация кормов микотоксинами. При этом возрастает риск развития коморбидных состояний и распространения оппортунистических инфекций.

Ключевые слова: микотоксины, корма для животных, охратоксин, зеараленон, Т-2 токсин, афлатоксин, дезоксиниваленол, микотоксикозы, коморбидные состояния, оппортунистические инфекции

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов: В.И. Дорожкин — общее руководство, подготовка рукописи; Т.В. Герунов — концептуализация, разработка методологии исследования, подготовка рукописи; Л.К. Герунова — написание

© Дорожкин В.И., Герунов Т.В., Симонова И.А., Герунова Л.К., Крючек Я.О., Тарасенко А.А., Чигринский Е.А., 2022



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








рукописи, редактирование рукописи; И.А. Симонова, Я.О. Крючек, А.А. Тарасенко, Е.А. Чигринский — систематизация данных, подготовка первоначального варианта рукописи, подбор литературы.

Благодарности. Финансирование. Работа выполнена в рамках гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых (МД-2435.2022.5).

История статьи: поступила в редакцию 10 октября 2022 г., принята к публикации 7 ноября 2022 г.

Для цитирования: Дорожкин В.И., Герунов Т.В., Симонова И.А., Герунова Л.К., Крючек Я.О., Тарасенко А.А., Чигринский Е.А. Микотоксикологический мониторинг кормов и его роль в профилактике микотоксикозов животных // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2022. Т. 17. № 4. С. 546—554. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-546-554

Mycotoxycological monitoring of feed and its role in prevention of animal mycotoxicoses

Vasily I. Dorozhkin¹ , Taras V. Gerunov²  , Irina A. Simonova³,
Liudmila K. Gerunova² , Yana O. Kryuchek² , Anna A. Tarasenko² ,
Eugene A. Chigrinski⁴ 

¹Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology — Branch of Skryabin and Kovalenko Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine of RAS, Moscow, Russian Federation

²Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

³Omsk Regional Veterinary Laboratory, Omsk, Russian Federation

⁴Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation

*tv.gerunov@omgau.org

Abstract. Mycotoxins can accumulate in raw materials of plant origin at different technological stages of its production. Most often, the producers of mycotoxins are fungi of the genera *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* and some others. The clinical symptoms of mycotoxicoses vary significantly, and lethal outcomes are possible. For this reason, the mycotoxycological study of various types of feed under production conditions is an indispensable component of veterinary support of industrial animal husbandry. As part of this study, a retrospective analysis of the results of a mycotoxycological study of feed for different animal species was carried out in the Omsk region in 2017—2021. All feeds received by the Omsk Regional Veterinary Laboratory for 5 years for the determination of mycotoxins were examined for the presence of ochratoxin A, zearalenone, T-2 toxin, aflatoxin B 1, deoxynivalenol. It was established that almost 70 % of the studied samples contained mycotoxins, including their maximum allowable level was exceeded in 74 samples. Exceeding the permissible levels was noted for the content of T-2 toxin (34 samples), zearalenone (27 samples), ochratoxin A (6 samples), aflatoxin B 1 (4 samples) and deoxynivalenol (3 samples). The largest number of cases of contamination was recorded in the study of feed and feed mixtures. The greatest danger is the multiple contamination of feed with mycotoxins. This increases the risk of developing comorbid conditions and the spread of opportunistic infections.

Keywords: mycotoxins, animal feed, ochratoxin, zearalenone, T-2 toxin, aflatoxin, deoxynivalenol, mycotoxicosis, comorbid conditions, opportunistic infections

Funding. The work was performed under the Grant of the President of the Russian Federation for state support of young Russian scientists (MD-2435.2022.5.).

Conflicts of interest. The authors declared no conflicts of interest.

Authors contribution: VID, TVG developed and designed the experiments; IAS, YOK, AAT, EAC collected and analyzed the data; VID, TVG, LKG wrote the paper.

Article history: Received: 10 October 2022. Accepted: 7 November 2022.

For citation: Dorozhkin VI, Gerunov TV, Simonova IA, Gerunova LK, Kryuchek YO, Tarasenko AA, Chigrinski EA. Mycotoxicological monitoring of feed and its role in prevention of animal mycotoxicoses. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2022;17(4):546–554. (In Russ.). doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-4-546-554

Введение

Микотоксины являются токсичными вторичными метаболитами микроскопических грибов [1, 2]. Они имеют низкую молекулярную массу, различаются по химической природе и способны накапливаться в сырье растительного происхождения на разных технологических этапах его получения [3]. При поступлении в организм в низких дозах оказывают выраженное токсическое действие. Чаще всего продуцентами микотоксинов являются грибы родов *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Claviceps* и некоторых других [4, 5]. Некоторые грибы способны продуцировать несколько микотоксинов. При этом отдельные микотоксины продуцируются разными видами грибов. Токсикологические свойства наиболее распространенных микотоксинов хорошо изучены. В зависимости от дозы и длительности их поступления в организм животных изменения в клиническом статусе варьируют от едва уловимых до ярко выраженных со снижением продуктивности и развитием летальных исходов [6]. Этим обусловлена необходимость нормирования микотоксинов в кормах для животных и продуктах питания для человека [7]. Один из обязательных элементов в системе профилактики микотоксикозов — микотоксикологическое исследование кормов, предназначенных для использования в животноводстве — позволяет принимать своевременные управленческие решения, направленные на минимизацию влияния микотоксинов на здоровье животных [8, 9].

Цель исследования — провести ретроспективный анализ результатов микотоксикологического исследования кормов (2017—2021 гг.) на примере Омской области.

Материалы и методы исследования

За указанный период были исследованы пробы комбикормов, кормосмесей, зерна, зерносмесей и других кормов. Отбор проб и их подготовку к исследованию проводили по ГОСТ 13496.0, ГОСТ 13586.3, ГОСТ 13979.0, ГОСТ 27668, ГОСТ 27262¹. Средние пробы измельчали до порошкообразного состояния, размол средних проб рассыпных и гранулированных кормов проводили по ГОСТ 13979.0. Определение микотоксинов проводили по ГОСТ 31653—2012 «Корма. Метод иммуноферментного определения микотоксинов» с использованием анализатора иммуноферментных реакций «Униплан» АИФР-01 и тест-систем AgraQuant (Romer Labs).

¹ ГОСТ 13496.0—2016. Межгосударственный стандарт. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы отбора проб.

ГОСТ 13586.3—2015. Зерно. Правила приемки и методы отбора проб.

ГОСТ 13979.0—86. Жмыхи, шроты и горчичный порошок. Правила приемки и методы отбора проб.

ГОСТ 27668—88. Мука и отруби. Приемка и методы отбора проб.

ГОСТ 27262—87. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб.

Результаты исследований и обсуждение

Проведена систематизация данных, полученных за период с 2017 по 2021 г. на базе БУ Омской области «Омская областная ветеринарная лаборатория». За пять лет было исследовано 2915 проб кормов, из них с содержанием микотоксинов в пределах максимально допустимых уровней (МДУ) было выявлено 1960 проб, с превышением МДУ — 74 пробы, т.е. 69,8 % анализируемых проб было контаминировано микотоксинами. Наибольшее количество проб с превышением МДУ было обнаружено среди образцов, контаминированных Т-2 токсином (34 пробы) и зеараленоном (27 проб) (табл. 1).

Таблица 1

Результаты микотоксикологического исследования кормов в 2017–2021 гг.

Микотоксин	Количество проб, содержащих микотоксины в пределах МДУ / количество проб с превышением МДУ	Содержание микотоксина в пробе, мг/кг		МДУ, мг/кг
		Минимальное	Максимальное	
OTA	320 / 6	0,0040	0,058	0,01
ZEA	386 / 27	Менее 0,02	0,86	Супоросным свиноматкам не допускается, на откорме – 0,1; коровам – 0,2
T-2	451 / 34	0,020	0,46	0,1
AFB1	445 / 4	0,002	0,053	0,05
DON	358 / 3	0,02	1,08	1,0

Примечание: OTA — охратоксин А; ZEA — зеараленон; T-2 — Т-2 токсин; AFB1 — афлатоксин В 1; DON — дезоксиниваленол.

Table 1

Results of mycotoxicological study of feed (2017–2021)

Mycotoxin	The number of samples containing mycotoxins within the maximum allowable levels / the number of samples exceeding the maximum allowable levels	Content of mycotoxin in the sample, mg/kg		Maximum allowable levels, mg/kg
		Minimum	Maximum	
OTA	320 / 6	0.0040	0.058	0.01
ZEA	386 / 27	< 0.02	0.86	Pregnant sows are not allowed, fattening – 0.1; cows – 0.2
T-2	451 / 34	0.020	0.46	0.1
AFB1	445 / 4	0.002	0.053	0.05
DON	358 / 3	0.02	1.08	1.0

Note. OTA — ochratoxin A; ZEA — zearalenone; T-2 — T-2 toxin; AFB1 — aflatoxin B 1; DON — deoxynivalenol.

При исследовании комбикормов Т-2 токсин обнаружен в 217 пробах в пределах МДУ и в 9 пробах с превышением МДУ. Уровень зеараленона превысил МДУ в 15 пробах комбикормов. В 140 пробах зерна был обнаружен афлатоксин В1 в пределах МДУ. Превышение МДУ по содержанию Т-2 токсина было зафиксировано в 11 пробах зерна и зерносмеси. В прочих кормах, в том числе концентрированных, преобладают зеараленон (118 проб) и Т-2 токсин (127 проб). Уровни этих микотоксинов превышают МДУ в 11 и 14 пробах прочих кормов соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ контаминации разных видов кормов микотоксинами (2017–2021 гг.)

Пробы	Количество проб с содержанием микотоксинов в пределах МДУ / с превышением МДУ				
	T-2	ZEA	OTA	AFB 1	DON
Комбикорм, кормосмесь	217/9	174/15	138/0	210/2	181/1
Зерно, зерносмесь	107/11	94/1	80/0	140/0	82/0
Прочие концентрированные корма	60/6	86/4	49/1	72/0	57/0
Прочие корма	67/8	32/7	53/5	23/2	38/2
Всего	451/34	386/27	320/6	445/4	358/3

Примечание: OTA – охратоксин А; ZEA – зеараленон; T-2 – Т-2 токсин; AFB1 – афлатоксин В 1; DON – дезоксиниваленол.

Table 2

Comparative analysis of contamination of different types of feed with mycotoxins (2017–2021)

Samples	Number of samples containing mycotoxins within the maximum allowable levels / exceeding the maximum allowable levels				
	T-2	ZEA	OTA	AFB 1	DON
Compound feed, feed mixture	217/9	174/15	138/0	210/2	181/1
Grain, grain mixture	107/11	94/1	80/0	140/0	82/0
Other concentrated feed	60/6	86/4	49/1	72/0	57/0
Other feed	67/8	32/7	53/5	23/2	38/2
Total	451/34	386/27	320/6	445/4	358/3

Note. OTA – ochratoxin A; ZEA – zearalenone; T-2 – T-2 toxin; AFB1 – aflatoxin B 1; DON – deoxynivalenol.

Полученные результаты свидетельствуют о контаминации существенной доли кормов в Омской области микотоксинами. Аналогичная ситуация отмечена в целом на территории России, Беларуси и Украины [10], рассматриваемых авторами цитируемой работы как регион Восточной Европы. Дезоксиниваленол был обнаружен в 59,9 % образцов, а Т-2 токсин — в 48,2 % образцов, зеараленон и охратоксин А выявлены в 42,5 и 36,4 % проб соответственно.

Проведенное исследование продемонстрировало еще одну проблему — множественную контаминацию кормов микроскопическими грибами. Это вызывает опасение даже в случае низких уровней (ниже МДУ) содержания отдельных микотоксинов. При этом высока степень риска потенцирования их нежелательных эффектов [11], развития коморбидных состояний со снижением эффективности адаптационно-компенсаторных механизмов. По этой причине возрастает роль изучения особенностей взаимодействия микотоксинов в ассоциациях и разработки новых принципов их нормирования при сочетанной контаминации кормов для животных и продуктов питания для человека.

Широкое распространение микотоксинов политропного действия представляет угрозу для иммунной системы животных. Доказано наличие множественных изменений в разных звеньях иммунной системы при воздействии микотоксинов [12]. На фоне иммуносупрессии может возрастать частота возникновения инфекционных заболеваний, в т. ч. оппортунистических. Это представляет особую опасность для промышленного животноводства с большой концентрацией поголовья. Рост заболеваемости может привести к интенсификации применения антимикробных лекарственных средств, накоплению их остаточных количеств в продуктах животного происхождения, развитию антибиотикорезистентности у микроорганизмов, форсированному развитию механизмов передачи патогенов от животных к человеку и другим последствиям, влияющим на общественное здоровье. При этом, по оценкам ряда исследователей прогнозируется все возрастающее поражение зерновых микотоксинами [13].

Заключение

Высокая частота встречаемости микотоксинов, в т. ч. в составе ассоциаций в разных видах кормов для животных, обуславливает повышенные угрозы здоровью животных даже при наличии данных токсикантов в допустимых концентрациях. Сочетанное действие микотоксинов в комбинации с другими стресс-факторами создает предпосылки для развития аддитивных и синергетических эффектов в организме. Это обуславливает повышенные риски для промышленного животноводства в условиях невозможности замены больших объемов контаминированного корма. При этом микотоксины способны мигрировать по пищевым цепям. Глобальный характер проблемы, невозможность эффективного предупреждения контаминации растительного сырья микотоксинами, их сочетанное присутствие в кормах для животных требуют интеграции оценки риска микотоксикозов и моделей прогнозирования влияния микотоксинов на животных и человека, что приобретает особую значимость в условиях изменяющегося климата, экономических потрясений и санкционного противостояния, в т. ч. в сфере научной кооперации.

Библиографический список

1. Герунова Л.К., Герунов В.И., Корнейчук Д.В. Профилактика микотоксикозов в животноводстве // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2018. № 3(31). С. 36–43.
2. Овчинников Р.С., Капустин А.В., Лаишевцев А.И., Савинов В.А. Микотоксины и микотоксикозы животных — актуальная проблема сельского хозяйства // Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2018. № 1 (25). С. 114–123. doi: 10.25725/vet.san.hygiene.ecol.201801020
3. Ефимочкина Н.Р., Седова И.Б., Шевелева С.А., Тутельян В.А. Токсигенные свойства микроскопических грибов // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 45. С. 6–33. doi: 10.17223/19988591/45/1
4. Герунов Т.В., Герунова Л.К., Тарасенко А.А., Лапухова В.А. Секвестранты микотоксинов: избирательность действия и побочные эффекты // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (46). С. 79–84. doi: 10.48136/2222-0364_2022_2_79
5. Agriopoulou S., Stamatelopoulos E., Varzakas T. Advances in Occurrence, Importance, and Mycotoxin Control Strategies: Prevention and Detoxification in Foods // Foods. 2020. Vol. 9. № 2. P. 137. doi: 10.3390/foods9020137
6. Berry C.L. The pathology of mycotoxins // J Pathol. 1988. Vol. 154. № 4. P. 301–311. doi: 10.1002/path.1711540405
7. Zmudzki J., Wiśniewska-Dmytrow H. Limits and regulations for mycotoxins in food and feed // Pol J Vet Sci. 2004. Vol. 7. № 3. P. 211–216.
8. Кононенко Г.П., Буркин А.А., Зотова Е.В. Микотоксикологический мониторинг. Сообщение 1. Полнораціонні комбикорма для свиней і птиці (2009–2018 гг.) // Ветеринария сегодня. 2020. № 1 (32). С. 60–65. doi: 10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65
9. Кононенко Г.П., Зотова Е.В., Буркин А.А. Опыт микотоксикологического обследования зернофуражных культур // Сельскохозяйственная биология. 2021. Т. 56. № 5. С. 958–967. doi: 10.15389/agrobiology.2021.5.958rus
10. Gruber-Dorninger C., Jenkins T., Schatzmayr G. Global Mycotoxin Occurrence in Feed: A Ten-Year Survey // Toxins (Basel). 2019. Vol. 11. № 7. P. 375. doi: 10.3390/toxins11070375
11. Kifer D., Jakšić D., Šegvić Klarić M. Assessing the Effect of Mycotoxin Combinations: Which Mathematical Model Is (the Most) Appropriate? // Toxins (Basel). 2020. Vol. 12. № 3. P. 153. doi: 10.3390/toxins12030153
12. Oswald I.P., Marin D.E., Bouhet S., Pinton P., Taranu I., Accensi F. Immunotoxicological risk of mycotoxins for domestic animals // Food Addit Contam. 2005. Vol. 22. № 4. P. 354–360. doi: 10.1080/02652030500058320
13. Chhaya R.S., O'Brien J., Cummins E. Feed to fork risk assessment of mycotoxins under climate change influences — recent developments // Trends in Food Science & Technology. 2022. Vol. 126. P. 126–141. doi: 10.1016/j.tifs.2021.07.040

References

1. Gerunova LK, Gerunov VI, Kornejchuk DV. Prevention of mycotoxicosis in livestock. *Vestnik of Omsk SAU*. 2018;(3):36–43. (In Russ.).
2. Ovchinnikov RS, Kapustin AV, Laishevtsev AI, Savinov VA. Mycotoxins and mycotoxicoses of animals as an actual problem of agriculture. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*. 2018;(1):114–123. (In Russ.). doi: 10.25725/vet.san.hygiene.ecol.201801020
3. Efimochkina NR, Sedova IB, Sheveleva SA, Tutelyan VA. Toxicogenic properties of mycotoxin-producing fungi. *Vestnik of Tomsk SAU. Biology*. 2019;(45):6–33. (In Russ.). doi: 10.17223/19988591/45/1
4. Gerunov TV, Gerunova LK, Tarasenko AA, Lapuhova VA. Mycotoxin sequestrants: selectivity and side effects. *Vestnik of Omsk SAU*. 2022;(2):79–84. (In Russ.). doi: 10.48136/2222-0364_2022_2_79
5. Agriopoulou S, Stamatelopoulos E, Varzakas T. Advances in Occurrence, Importance, and Mycotoxin Control Strategies: Prevention and Detoxification in Foods. *Foods*. 2020;9(2):137. doi: 10.3390/foods9020137
6. Berry CL. The pathology of mycotoxins. *The Journal of Pathology*. 1988;154(4):301–311. doi: 10.1002/path.1711540405
7. Zmudzki J, Wiśniewska-Dmytrow H. Limits and regulations for mycotoxins in food and feed. *Polish Journal of Veterinary Sciences*. 2004;7(3):211–216.
8. Kononenko GP, Burkin AA, Zotova EV. Mycotoxicological monitoring. Part 1. Complete mixed feed for pigs and poultry (2009–2018). *Veterinary Science Today*. 2020;(1):60–65. (In Russ.). doi: 10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65

9. Kononenko GP, Zotova EV, Burkin AA. Advances in Mycotoxicological Research of Forage Grain Crops. *Agricultural Biology*. 2021;56(5):958–967. (In Russ.). doi: 10.15389/agrobiol.2021.5.958rus
10. Gruber-Dorminger C, Jenkins T, Schatzmayr G. Global Mycotoxin Occurrence in Feed: A Ten-Year Survey. *Toxins*. 2019;11(7):375. doi: 10.3390/toxins11070375
11. Kifer D, Jakšić D, Šegvić Klarić M. Assessing the Effect of Mycotoxin Combinations: Which Mathematical Model Is (the Most) Appropriate? *Toxins*. 2020;12(3):153. doi: 10.3390/toxins12030153
12. Oswald IP, Marin DE, Bouhet S, Pinton P, Taranu I, Accensi F. Immunotoxicological risk of mycotoxins for domestic animals. *Food Addit Contam*. 2005;22(4):354–360. doi: 10.1080/02652030500058320
13. Chhaya RS, O'Brien J, Cummins E. Feed to fork risk assessment of mycotoxins under climate change influences—recent developments. *Trends in Food Science & Technology*. 2022;126:126–141. doi: 10.1016/j.tifs.2021.07.040

Об авторах:

Дорожкин Василий Иванович — доктор биологических наук, профессор, академик РАН, руководитель научного направления, Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии — филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН, Российская Федерация, 123022, г. Москва, Звенигородское шоссе, д. 5; e-mail: vniivshe@mail.ru

ORCID: 0000-0003-1188-4449, SPIN: 4884-4580

Герунов Тарас Владимирович — доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Российская Федерация, 644008, г. Омск, Институтская площадь, д. 1; e-mail: tv.gerunov@omgau.org

ORCID: 0000-0002-5594-2666, SPIN: 7487-6107

Симонова Ирина Александровна — кандидат ветеринарных наук, заведующая химико-токсикологическим отделом, Омская областная ветеринарная лаборатория, Российская Федерация, 644031, г. Омск, ул. 10 лет Октября, стр. 203А; e-mail: omvetlabhim@mail.ru

SPIN: 6824-5093

Герунова Людмила Карповна — доктор ветеринарных наук, профессор, профессор кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Российская Федерация, 644008, г. Омск, Институтская площадь, д. 1; e-mail: lk.gerunova@omgau.org

ORCID: 0000-0003-0835-9352, SPIN: 8736-2264

Крючек Яна Олеговна — аспирант, Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, Российская Федерация, 644008, г. Омск, Институтская площадь, д. 1; e-mail: yao.kryuchek36.06.01@omgau.org

ORCID: 0000-0003-0808-9911, SPIN: 2843-7878

Тарасенко Анна Александровна — кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Российская Федерация, 644008, г. Омск, Институтская площадь, д. 1; e-mail: aa.tarasenko@omgau.org

ORCID: 0000-0001-7314-9998, SPIN: 6824-5093

Чигринский Евгений Александрович — кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии, Омский государственный медицинский университет, Российская Федерация, 644099, г. Омск, ул. Ленина, д. 12; e-mail: chigrinski@list.ru

ORCID: 0000-0002-0844-4090, SPIN: 4203-5817

About authors:

Dorozhkin Vasily Ivanovich — Doctor of Biological Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Scientific Direction, Russian Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology — Branch of Skryabin and Kovalenko Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine, 5 Zvenigorodskoe highway, Moscow, 123022, Russian Federation; e-mail: vniivshe@mail.ru

ORCID: 0000-0003-1188-4449, SPIN: 4884-4580

Gerunov Taras Vladimirovich— Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Professor, Department of Diagnostics, Internal Non-Contagious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 1 Institutskaya Square, Omsk, 644008, Russian Federation; e-mail: tv.gerunov@omgau.org

ORCID: 0000-0002-5594-2666, SPIN: 7487-6107

Simonova Irina Aleksandrovna— Candidate of Veterinary Sciences, Head of the Chemical-Toxicological Department, Omsk Regional Veterinary Laboratory, 203A 10 years of October st., Omsk, 644031, Russian Federation; e-mail: omvetlabhim@mail.ru

SPIN: 6824-5093

Gerunova Lyudmila Karповna— Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Department of Diagnostics, Internal Non-Contagious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 1 Institutskaya Square, Omsk, 644008, Russian Federation; e-mail: lk.gerunova@omgau.org

ORCID: 0000-0003-0835-9352, SPIN: 8736-2264

Kryuchek Yana Olegovna— post-graduate student, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 1 Institutskaya Square, Omsk, 644008, Russian Federation; e-mail: yao.kryuchek36.06.01@omgau.org

ORCID: 0000-0003-0808-9911, SPIN: 2843-7878

Tarassenko Anna Alexandrovna— Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Department of Diagnostics, Internal Non-Contagious Diseases, Pharmacology, Surgery and Obstetrics, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 1 Institutskaya Square, Omsk, 644008, Russian Federation; e-mail: aa.tarassenko@omgau.org

ORCID: 0000-0001-7314-9998, SPIN: 6824-5093

Chigrinski Eugene Alexandrovich— Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Biochemistry, Omsk State Medical University, 12 Lenin st., Omsk, 644099, Russian Federation; e-mail: chigrinski@list.ru

ORCID: 0000-0002-0844-4090, SPIN: 4203-5817