



DOI: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-30-38

EDN: AJZQTM

УДК 619:616.9:636.088:636.4

Научная статья / Research article

## Влияние микотоксинов на качественные показатели молока у коров в условиях крупного животноводческого комплекса

Л.А. Гнездилова  , С.В. Федотов ,  
Ж.Ю. Мурадян , С.М. Розинский 

Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА  
им. К.И. Скрябина, г. Москва, Российская Федерация  
 lag22004@mail.ru

**Аннотация.** Исследования проводили в молочных комплексах племенного хозяйства ОАО «Леднево» Юрьев-Польского района Владимирской области с целью научного обоснования влияния микотоксинов на качественные показатели молока у коров в условиях крупного животноводческого комплекса. На каждом из комплексов подобрали по 20 коров, у которых брали пробы молока на определение содержания белка, жира, казеина, альбуминов, глобулинов, лактозы, общего количества сухих веществ, сухого обезжиренного молочного остатка с использованием автоматического анализатора состава молока (Combi Milkoscan, FossElectric, Дания). Анализ остатков микотоксинов в молоке проводили с помощью масс-спектр жидкостной хроматографии. Для определения гематологических показателей и проведения биохимических тестов использовали автоматический анализатор BioSystemsA25 (США). Результаты исследования на автоматическом анализаторе Foss показали понижение содержания сухого вещества в молоке от коров, которые получали корма с более высокой концентрацией микотоксинов ( $10,44 \pm 0,22$  против  $14,71 \pm 0,45$  %). Следовательно, микотоксины в больших концентрациях влияют на метаболизм аминокислот. Так, треонин — незаменимая аминокислота, получаемая из аспартата бактерий и растений, метаболизируется с образованием глицина и серина, которые имеют большое влияние на метаболический процесс. В период скармливания лактирующим коровам корма, содержащие микотоксины, снижали потребление корма, надой молока, а также оказывали негативное влияние на гематологические и биохимические показатели крови экспериментальных коров.

**Ключевые слова:** биохимический тест, сухое вещество, период лактации, аминокислотный состав, масс-спектр жидкостной хроматографии, гематологические показатели, биохимические показатели

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

© Гнездилова Л.А., Федотов С.В., Мурадян Ж.Ю., Розинский С.М., 2024



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

**Финансирование. Благодарности.** Экспериментальные работы проводили в рамках гранта РНФ «Природные адаптогены для восстановления воспроизводительной функции у крупного рогатого скота при микотоксикозах (соглашение № 23–26–00150).

**История статьи:** поступила в редакцию 2 декабря 2023 г., принята к публикации 29 декабря 2023 г.

**Для цитирования:** Гнездилова Л.А., Федотов С.В., Мурадян Ж.Ю., Розинский С.М. Влияние микотоксинов на качественные показатели молока у коров в условиях крупного животноводческого комплекса // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2024. Т. 19. № 1. С. 30–38. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-30-38

## The influence of mycotoxins on quality indicators of milk in cows in a large livestock complex

Larisa A. Gnezdilova  , Sergey V. Fedotov ,  
Zhora Y. Muradyan , Serafim M. Rozinsky 

Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology — MVA named after  
K.I. Skryabin, *Moscow, Russian Federation*  
 lag22004@mail.ru

**Abstract.** The research was carried out in the dairy complexes of Lednevo breeding farm in the Yuryev-Polsky district, the Vladimirov region. The purpose of the study was to scientifically substantiate the influence of mycotoxins on quality indicators of milk in cows in a large livestock complex. At each of the complexes, 20 cows were selected. The milk samples were taken to determine the content of protein, fat, casein, albumin, globulins, lactose, total solids, dry skimmed milk residue using automatic milk composition analyzer (Combi Milkoscan, FossElectric, Denmark). Analysis of mycotoxin residues in milk was carried out using liquid chromatography mass spectrum. To determine hematological parameters and perform biochemical tests, BioSystemsA25 automatic analyzer (USA) was used. The results of automatic Foss analyzer showed a decrease in dry matter content in milk from cows that received feed with a higher concentration of mycotoxins ( $10.44 \pm 0.22$  versus  $14.71 \pm 0.45$  %). Thus, mycotoxins in high concentrations affect amino acid metabolism. Threonine, an essential amino acid obtained from aspartate in bacteria and plants, is metabolized to form glycine and serine, which have a great influence on metabolic processes. Thus, feeding lactating cows with fodder containing mycotoxins reduced feed consumption, milk yield, and also had negative effect on hematological and biochemical blood parameters of experimental cows.

**Keywords:** biochemical test, dry matter, lactation period, amino acid composition, liquid chromatography mass spectrum, hematological parameters, biochemical parameters

**Conflict of interests.** The authors declare that they have no conflict of interests.

**Acknowledgements.** Experiments were carried out within the framework of the Russian Science Foundation grant «Natural adaptogens for restoring reproductive function in cattle with mycotoxicosis» (no. 23–26–00150).

**Article history:** Received: 2 December 2023. Accepted: 29 December 2023.

**For citation:** Gnezdilova LA, Fedotov SV, Muradyan ZY, Rozinsky SM. The influence of mycotoxins on quality indicators of milk in cows in a large livestock complex. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2024;19(1):30–38. doi: 10.22363/2312-797X-2024-19-1-30-38

## Введение

Интенсификация отрасли животноводства, направленная на получение максимальной прибыли от молочных коров, возможна только при соблюдении норм кормления с учетом продуктивности животных [1, 2]. Незначительные нарушения в технологии заготовки кормов могут привести к контаминации их грибами с последующим образованием микотоксинов [3].

Микотоксины, если их употреблять в достаточно больших количествах, вызывают неблагоприятные биологические последствия. Симптомы хронического поражения микотоксинами включают депрессию, изменение аппетита, лихорадку, спорадическую диарею и потерю веса [4]. Острый микотоксикоз в тяжелой форме может привести к летальному исходу, но обычно характеризуется снижением потребления корма и выработки молока [5, 6]. Острые симптомы наблюдались у коров, которые подвергались воздействию афлатоксина в концентрациях выше 100 мг/кг [7].

Микотоксины, представляющие собой разнообразную группу химических веществ, вызывают различные токсические реакции [8]. Следовательно, микотоксикозы можно определить не по специфическим симптомам, а по характеру последствий: снижение эффективности кормления, иммуносупрессии, нарушение работы печени и почек, снижение репродуктивной способности [9, 10].

Афлатоксины, зеараленоны и дезоксиниваленол — три основных микотоксина, обнаруженные в молоке коров. Более того, афлатоксин М1 — единственный микотоксин, для которого установлено максимальное остаточное содержание в молоке во всех странах мира [11, 12]. Микотоксины, обнаруженные в молоке, происходят из загрязненных грибками кормов, которые скармливаются лактирующим коровам. В свою очередь, корма для молочного скота часто подвержены контаминации микотоксинами во время сбора урожая, переработки и хранения [13, 14].

Загрязнение микотоксинами обычно происходит в регионах с умеренным климатом и часто встречается в кормах, таких как пшеница, ячмень, овес и кукуруза [15, 16]. Следовательно, контаминация кормов для молочных коров грибками и наличие микотоксинов в них практически неизбежно.

**Цель исследования** — изучение влияния микотоксинов в рационах лактирующих коров на гематологические и биохимические показатели крови, на молочную продуктивность, качественные показатели молока.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводили в молочных комплексах племенного хозяйства ОАО «Леднево», Юрьев-Польский район Владимирской области (далее — ПХ).

При проведении оценки кормов на микотоксины с использованием жидкостной хроматографии высокого давления на масс-спектрофотометре выявили, что на комплексе № 1 ПХ контаминация кормов грибками была выше, чем на комплексе № 2 (табл. 1).

## Содержание микотоксинов в кормах, принадлежащих ОАО «Леднево»

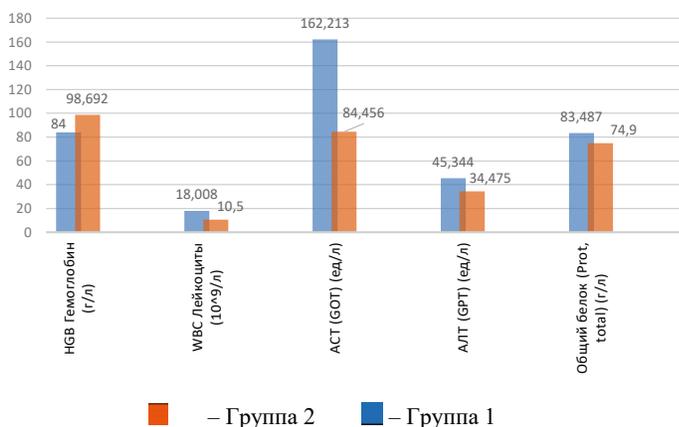
ОАО «Леднево»	Корм	Микотоксины		
		Деоксиниваленол ДОН, мг/кг	Zearalenone ЗЕН, мг/кг	Aflatoxin M1, мг/кг
Комплекс № 1	Силос	4,615 ± 0,088	246,428 ± 0,044	49,004 ± 2,116
	Концентраты	4,141 ± 0,075	526,141 ± 14,138	54,912 ± 1,431
Комплекс № 2	Силос	2,0411 ± 0,072	155,097 ± 0,092	21,033 ± 2,234
	Концентраты	2,152 ± 0,104	222,102 ± 9,431	28,731 ± 1,642

На каждом из комплексов было подобрано по 20 коров, в пробах молока которых определяли содержание белка, жира, казеина, альбуминов, глобулинов, лактозы, общего количества сухих веществ, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) с использованием автоматического анализатора состава молока (Combi Milkoscan, FossElectric, Дания). Анализ остатков микотоксинов в молоке проводили с помощью масс-спектр жидкостной хроматографии.

Для определения гематологических показателей и проведения биохимических тестов использовали автоматический анализатор BioSystemsA25 (США).

## Результаты исследований и обсуждение

Анализ результатов гематологических и биохимических исследований крови экспериментальных коров показал, что при потреблении кормов с повышенном содержанием микотоксинов наблюдается снижение гемоглобина ( $84,000 \pm 3,109$  против  $98,692 \pm 7,620$  г/л) и повышение содержания лейкоцитов ( $18,008 \pm 4,499$  против  $10,500 \pm 2,250$   $10^9$ /л), аспаратаминотрансферазы ( $162,213 \pm 43,080$  против  $84,456 \pm 15,884$  ед/л), аланинаминотрансферазы ( $45,344 \pm 3,835$  против  $34,475 \pm 5,446$  ед/л) и общего белка ( $83,487 \pm 4,694$  против  $74,900 \pm 3,556$  г/л) (рис.).



Гематологические и биохимические показатели сыворотки крови экспериментальных коров

Источник: сделано авторами

У коров, получавших более контаминированные зearаленоном и афлатоксинами корма, было отмечено нарастание активности ферментов печени. Следовательно, данные микотоксины обладают гепатотоксичностью, гематотоксичностью и генотоксичностью.

Уровень общего белка был выше в группе, получавшей корма с более высоким содержанием зearаленона и афлатоксина. Это может быть связано с ингибированием синтеза белка на клеточном уровне и, следовательно, преимущественно повреждать быстро пролиферирующие клетки иммунной системы. Более того, афлатоксин ингибирует синтез белка и пролиферацию клеток и может оказывать избирательное воздействие на различные субпопуляции лимфоцитов и лейкоцитов.

При проведении анализа молока коров экспериментальных групп определили, что концентрация микотоксинов в кормах влияет на остаточные количества в нем афлатоксинов, зearаленона и дезоксиниваленола. Так, при потреблении концентратов со средним значением ДОНа  $2,152 \pm 0,104$  мг/кг в молоке обнаружено содержание микотоксина в значениях  $0,508 \pm 0,116$  мг/кг (2-я группа экспериментальных коров), в то время как в молоке экспериментальных коров 1-й группы этот показатель составил  $1,022 \pm 0,014$  мг/кг при наличии его в кормах в пределах  $4,615 \pm 0,088$  мг/кг. Аналогичная картина наблюдается по показателям афлатоксина, зearаленона (табл. 2).

Таблица 2

#### Среднее содержание микотоксинов в молоке коров

Микотоксины	Ед. измерения	Экспериментальные коровы	
		1 группа	2 группа
Deoxynivalenol (ДОН)	мг/кг	$1,022 \pm 0,014$	$0,508 \pm 0,116$
Zearalenone (ЗЕН)	мг/кг	$1,503 \pm 0,146$	$0,971 \pm 0,081$
AflatoxinM1	мг/кг	$1,519 \pm 0,285$	$0,622 \pm 0,325$

При определении влияния различных концентраций микотоксинов на молочную продуктивность коров и качественный состав молока фиксировали следующие показатели: выход сухого вещества, молочного жира, молочного белка, лактозы, общего белка, казеина, альбумина и глобулина (табл. 3).

Таблица 3

#### Молочная продуктивность коров и качественный состав молока

Показатели	Ед. измерения	Экспериментальные коровы	
		1 группа	2 группа
		±	±
Удой за 305 дней лактации	кг	$8528,94 \pm 111,54$	$9153,81 \pm 99,72^*$
Выход сухого вещества	кг	$743,48 \pm 14,63$	$998,53 \pm 18,54^*$

Показатели	Ед. измерения	Экспериментальные коровы	
		1 группа	2 группа
		±	±
Выход молочного жира	кг	378,08 ± 9,21	485,54 ± 7,73*
Выход молочного белка	кг	316,08 ± 7,45	399,71 ± 5,49*
Выход лактозы	кг	434,32 ± 6,78	481,6 ± 11,12*
Содержание в молоке сухого вещества	%	10,44 ± 0,22	14,71 ± 0,45*
Сухое вещество в т. ч. СОМО	%	7,34 ± 0,35	8,54 ± 0,22
Жир	%	3,41 ± 0,17	3,49 ± 0,12
Общий белок	%	3,17 ± 0,15	3,18 ± 0,24
Казеин	%	2,74 ± 0,26	2,77 ± 0,09
Альбумины	%	0,68 ± 0,16	0,69 ± 0,11
Глобулины	%	0,47 ± 0,09	0,59 ± 0,04
Лактоза	%	4,79 ± 0,64	4,84 ± 0,56

\* –  $P \leq 0,05$ , \*\* –  $P \leq 0,01$ , \*\*\* –  $P \leq 0,001$ .

При ретроспективном анализе с использованием программы «Селекс» установили, что у коров 1 экспериментальной группы за 305 дней лактации удой достоверно превышал ( $P \leq 0,05$ ) коров 2 экспериментальной группы ( $9153,81 \pm 99,72$  против  $8528,94 \pm 111,54$  кг).

Результаты исследования на автоматическом анализаторе Foss показали понижение содержания сухого вещества в молоке от коров, которые получали корма с более высокой концентрацией микотоксинов ( $10,44 \pm 0,22$  против  $14,71 \pm 0,45$  %). При этом процентное содержание в сухом веществе СОМО, жира, общего белка, казеина, альбуминов, глобулинов и лактозы подвергалось незначительным изменениям.

У коров, получавших корма, содержащие заплесневелые концентраты, существенно изменились производственные показатели, включая потребление корма, состав молока и выход сухого вещества, основу которого составляет молочный жир, молочный белок, молочный сахар и минеральные вещества.

В низких концентрациях зеараленон и афлатоксины подавляют лактогенез, тогда как в высоких концентрациях они могут проявлять ксенобиотическую активность, влияя тем самым на ферменты, участвующие в биоконверсии. Кроме того, высокое содержание микотоксинов в кормах может вызывать повреждение органов у коров или подавление иммунитета.

Для определения биологической ценности молока, полученного от экспериментальных коров, использовали количественный метод содержания заменимых и незаменимых аминокислот. В пробах сырого молока мы идентифицировали 11 незаменимых и 4 заменимых аминокислоты (табл. 4).

**Содержание заменимых и незаменимых аминокислот  
в молоке экспериментальных коров**

Показатели	Ед. измерения	Экспериментальные коровы	
		1 группа	2 группа
		±	±
<b>Незаменимые аминокислоты</b>			
Триптофан	мг/100 г	48,97 ± 0,07	50,27 ± 0,10
Аргинин	мг/100 г	120,04 ± 0,03	121,74 ± 0,08
Валин	мг/100 г	188,74 ± 0,11	190,31 ± 10,05
Метионин	мг/100 г	85,74 ± 4,12	87,01 ± 3,06
Лейцин	мг/100 г	322,15 ± 10,04	323,98 ± 11,01
Изолейцин	мг/100 г	187,15 ± 10,09	188,76 ± 7,07
Фенилаланин	мг/100 г	168,85 ± 7,12	171,24 ± 10,15
Цистин	мг/100 г	25,48 ± 0,12	27,85 ± 0,08
Лизин	мг/100 г	258,94 ± 3,07	260,71 ± 2,93
Гистидин	мг/100 г	88,06 ± 1,09	90,11 ± 1,12
Треонин	мг/100 г	148,16 ± 4,07	150,42 ± 3,17
<b>Заменимые аминокислоты</b>			
Тирозин	мг/100 г	181,82 ± 9,12	183,18 ± 7,04
Глутаминовая кислота	мг/100 г	714,28 ± 6,27	716,17 ± 5,18
Глицин	мг/100 г	45,38 ± 1,08	47,02 ± 1,12
Аспарагиновая кислота	мг/100 г	215,92 ± 9,18	217,06 ± 5,01

При анализе тестов на биологическую ценность молока определили изменения содержания незаменимых и заменимых аминокислот в молоке экспериментальных коров. Так, количественные показатели триптофана в молоке коров, получавших корма с более высоким содержанием микотоксинов, составили  $48,97 \pm 0,07$  против  $50,27 \pm 0,10$  мг/100 г в молоке коров 2 экспериментальной группы. Аналогичная картина наблюдается и по содержанию аргинина, валина, метионина, лейцина, изолейцина, фенилаланина, цистина, лизина, гистидина.

Следовательно, микотоксины в больших концентрациях влияют на метаболизм аминокислот. Так, треонин — незаменимая аминокислота, получаемая из аспартата бактерий и растений, метаболизируется с образованием глицина и серина, которые имеют большое влияние на метаболический процесс.

Исследования показали, что воздействие микотоксинов, поступающих с кормом, может привести к нарушению обмена аминокислот. Так, глицин, серин и треонин являются аминокислотами, продуцирующими глюкозу. Глюкоза, в свою очередь, является важным метаболическим фактором, и изменения метаболизма глюкозы воздействием микотоксинов может влиять на обмен аминокислот в молочной железе.

## Заключение

Таким образом, скормливание лактирующим коровам корма, содержащего микотоксины, снижало потребление корма, надой молока, а также оказывало негативное влияние на гематологические и биохимические показатели крови экспериментальных коров.

У коров, получавших более контаминированный зеараленоном и афлатоксинами корм, отмечалось нарастание активности ферментов печени. Указанные микотоксины обладают гепатотоксичностью, гематотоксичностью и генотоксичностью.

Скормливание коровам кормов, содержащих заплесневелые концентраты, существенно повлияло на состав молока и выход сухого вещества, основу которого составляют молочный жир, молочный белок, молочный сахар и минеральные вещества.

Кроме, того изменилось содержание метаболитов в молоке экспериментальных коров. Воздействие микотоксинов в больших концентрациях на аминокислотный состав приводит к изменению процесса метаболизма, нарушению обмена аминокислот в молочной железе.

## Список литературы

1. Антипов В.А., Мирошниченко П.В., Трошин А.Н., Шантыз А.Х. Воздействие сочетанных микотоксинов на организм крупного рогатого скота // *Ветеринария и кормление*. 2016. № 2. С. 42–43.
2. Косолапова В.Г., Халифа М.М., Ишмуратов Х.Г. Влияние микотоксинов на здоровье и продуктивность молочного скота // *Кормопроизводство*. 2021. № 9. С. 38–46.
3. Гнездилова Л.А., Федотов С.В., Мурадян Ж.Ю., Розинский С.М. Влияние микотоксинов на репродуктивные и производственные показатели лактирующих коров в условиях интенсивного производства // *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*. 2023. № 4. С. 70–80. doi: 10.36871/vet.zoo.bio.202304007
4. Попова С.А., Скопцова Т.И., Лосякова Е.В. Микотоксины в кормах: причины, последствия, профилактика // *Известия Великолукской ГСХА*. 2017. № 1. С. 16–23.
5. Хулик М., Земан Л. Влияние кормовых агентов, связывающих микотоксины, на здоровье, репродуктивную функцию и молочную продуктивность дойного скота // *Молочное и мясное скотоводство*. 2016. № 4. С. 35–38.
6. Хинрих М. Надежное связывание микотоксинов // *Комбикорма*. 2018. № 6. С. 64–66.
7. Солдатенко Н.А., Дробин Ю.Д., Бокун Е.А., Алиев А.Ю. Наличие микотоксинов в органах молодняка животных и птиц при скормливании кормов, загрязненных микотоксинами // *Российский журнал Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии*. 2020. № 4(36). С. 439–442. doi: 10.36871/vet.san.hyg.ecol.202004005
8. Антипов В.А., Мирошниченко П.В., Трошин А.Н., Шантыз А.Х. Воздействие сочетанных микотоксинов на организм крупного рогатого скота // *Ветеринария и кормление*. 2016. № 2. С. 42–43.
9. Kemboi D.C., Antonissen G., Ochieng P.E., Croubels S., Okoth S., Kangethe E.K., Faas J., Lindahl J.F., Gathumbi J.K. A review of the impact of mycotoxins on dairy cattle health: Challenges for food safety and dairy production in sub-Saharan Africa // *Toxins*. 2020. Vol. 12. № 4. P. 222. doi: 10.3390/toxins12040222
10. Makau C.M., Matofari J.W., Muliro P.S., Bebe B.O. Aflatoxin B 1 and Deoxynivalenol contamination of dairy feeds and presence of Aflatoxin M 1 contamination in milk from smallholder dairy systems in Nakuru, Kenya // *International journal of food contamination*. 2016. No. 3 (1). P. 1–10. doi: 10.1186/s40550-016-0033-7
11. Sulzberger S.A., Melnichenko S., Cardoso F.C. Effects of clay after an aflatoxin challenge on aflatoxin clearance, milk production, and metabolism of Holstein cows // *Journal of dairy science*. 2017. Vol. 100. № 3. P. 1856–1869. doi: 10.3168/jds.2016-11612
12. Valgaeren B., Théron L., Croubels S., Devreese M., De Baere S., Van Pamel E., Daeseleire E., De Boevre M., De Saeger S., Vidal A., Di Mavungu J.D., Fruhmann P., Adam G., Callebaut A., Bayrou C., Frisée V., Rao A.S., Knapp E., Sartelet A., Pardon B., Deprez P., Antonissen G. The role of roughage provision on the absorption and

disposition of the mycotoxin deoxynivalenol and its acetylated derivatives in calves: From field observations to toxicokinetics // *Archives of toxicology*. 2019. Vol. 93. P. 293–310.

13. Zhang F., Liu L., Ni S., Deng J., Liu G.-J., Middleton R., Inglis D.W., Wang S., Liu G. Turn-on Fluorescence Aptasensor on Magnetic Nanobeads for Aflatoxin M1 Detection Based on an Exonuclease III-Assisted Signal Amplification Strategy // *Nanomaterials*. 2019. Vol. 9. № 1. P. 104. doi: 10.3390/nano9010104

14. Gao Y., Li S., Wang J., Luo C., Zhao S., Zheng N. Modulation of Intestinal Epithelial Permeability in Differentiated Caco-2 Cells Exposed to Aflatoxin M1 and Ochratoxin a Individually or Collectively // *Toxins*. 2018. Vol. 10. № 1. P. 13. doi: 10.3390/toxins10010013

15. Ahn J.Y., Kim J., Cheong D.H., Hong H., Jeong J.Y., Kim B.G. An In Vitro Study on the Efficacy of Mycotoxin Sequestering Agents for Aflatoxin B1, Deoxynivalenol, and Zearalenone // *Animals*. 2022. Vol. 12. № 3. P. 333. doi: 10.3390/ani12030333

16. Xiong J.L., Wang Y.M., Nennich T.D., Li Y., Liu J.X. Transfer of dietary aflatoxin B1 to milk aflatoxin M1 and effect of inclusion of adsorbent in the diet of dairy cows // *Journal of Dairy Science*. 2015. Vol. 98. № 4. P. 2545–2554. doi: 10.3168/jds.2013-7842

### Об авторах:

*Гнездилова Лариса Александровна* — доктор ветеринарных наук, профессор, заведующая кафедрой диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: lag22004@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-1007-3441 SPIN-код: 2376-1425

*Федотов Сергей Васильевич* — доктор ветеринарных наук, профессор кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: serfv@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-0004-3639 SPIN-код: 8073-1863

*Мурадян Жора Юрикович* — кандидат биологических наук, доцент кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: zh\_muradyan@mail.ru  
ORCID: 0000-0003-2516-7627 SPIN-код: 4892-9182

*Розинский Серафим Михайлович* — ассистент кафедры диагностики болезней, терапии, акушерства и репродукции животных, Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии — МВА им. К.И. Скрябина, 109472, Российская Федерация, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23; e-mail: s.rozinskii@gmail.com  
ORCID: 0009-0001-1937-6919 SPIN-код: 8705-3851