

### Изменения показателей биохимии крови и эндогенной интоксикации при микотоксикозе коров в процессе лечения

Елена Васильевна Кузьмина<sup>1,2</sup>, Андрей Георгиевич Кошчаев<sup>2</sup>, Петр Васильевич Мирошниченко<sup>1</sup>,  
Марина Петровна Семененко<sup>1</sup>, Любовь Викторовна Лазаревич<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии», г. Краснодар, Россия, e-mail: niva1430@mail.ru

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, Россия, e-mail: kagbio@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты оценки изменений в биохимических показателях и концентрации молекул средней массы в крови коров при микотоксикозе в процессе лечения. Установлено, что микотоксикоз у коров, обусловленный сочетанным поступлением Т-2 токсина и афлатоксина В1, характеризуется изменениями биохимического статуса организма животных при нарушении белкового, углеводного и липидного обменов, а также развитием печеночно-почечной недостаточности. При микотоксикозе зарегистрировано повышение уровня эндогенной интоксикации в организме коров при доминанте в крови МСМ 254 и менее значимом повышении МСМ 280. Динамика клинического статуса и показателей крови коров в процессе лечения микотоксикоза показывает, что определение концентрации МСМ в крови животных вполне оправданно для установления направленности (прогрессирование или купирование) течения болезни и позволяет оценивать эффективность лечения.

**Ключевые слова:** коровы; микотоксикоз; биохимия крови; эндогенная интоксикация; молекулы средней массы; диагностика; лечение.

**Для цитирования:** Кузьмина Е. В., Кошчаев А. Г., Мирошниченко П. В., Семененко М. П., Лазаревич Л. В. Изменения показателей биохимии крови и эндогенной интоксикации при микотоксикозе коров в процессе лечения // Аграрный научный журнал. 2022. № 10. С. 78–82. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i10pp78-82>.

#### VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

### Changes in indicators of blood biochemistry and endogenous intoxication in case of mycotoxicosis of cows during treatment

Elena V. Kuzminova<sup>1,2</sup>, Andrey G. Koshchaev<sup>2</sup>, Petr V. Miroshnichenko<sup>1</sup>, Marina P. Semenenko<sup>1</sup>, Lubov V. Lazarevich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> FSBSI "Krasnodar Scientific Center for Animal Husbandry and Veterinary Medicine", Krasnodar, Russia, e-mail: niva1430@mail.ru

<sup>2</sup> FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", Krasnodar, Russia, e-mail: kagbio@mail.ru

**Abstract.** The article presents the results of assessing changes in biochemical parameters and the concentration of molecules of medium mass in the blood of cows with mycotoxicosis during treatment. It has been determined that mycotoxicosis in cows, caused by the combined intake of T-2 toxin and aflatoxin B1, is characterized by changes in the biochemical status of the animal organism in violation of protein, carbohydrate and lipid metabolism, as well as the development of hepatic-renal failure. In case of mycotoxicosis an increase in the level of endogenous intoxication in the body of cows was registered with a dominant MMM 254 in the blood and a less significant increase in MMM 280. The dynamics of the clinical status and blood parameters of cows during the treatment of mycotoxicosis shows that the determination of the concentration of MMM in the blood of animals is quite justified for determining the direction (progression or relief) of the course of the disease and allows evaluating the effectiveness of treatment.

**Keywords:** cows; mycotoxicosis; blood biochemistry; endogenous intoxication; molecules of medium mass; diagnostics; treatment.

**For citation:** Kuzminova E. V., Koshchaev A. G., Miroshnichenko P. V., Semenenko M. P., Lazarevich L. V. Changes in indicators of blood biochemistry and endogenous intoxication in case of mycotoxicosis of cows during treatment. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2022;(10):78–82. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i10pp78-82>.

**Введение.** В настоящее время к биогенным ядам, повсеместно загрязняющим корма для животных на всех этапах их производства, транспортировки и хранения, относятся микотоксины – продуценты микроскопических мицелиальных грибов [8]. Общее количество выявленных микотоксинов составляет более 400 соединений, причем 47 из них являются высокотоксичными. Отрицательное влияние микотоксинов на здоровье животных разнообразно и зависит от морфологической структуры и дозы ксенобиотика, продолжительности его поступления, вида, возраста, пола, физиологического статуса животного и др. Токсическое воздействие на организм продуцентов микроскопических грибов приводит к патологическим изменениям в различных органах и тканях. При этом значительная часть микотоксинов обладает канцерогенными, мутагенными, тератогенными, эмбриотоксическими, аллергенными и иммуносупрессивными свойствами [4, 13].

Многочисленные исследования отечественных ученых доказывают, что национальный АПК несет серьезные экономические потери от снижения показателей сохранности, продуктивности и воспроизводства сельскохозяйственных животных, возникающих при микотоксикозах. Важной проблемой является и то, что продукция животноводства, накапливающая микотоксины, представляет опасность для человека [3, 7, 12].





Диагностика микотоксикозов в ветеринарии имеет ряд сложностей, поскольку для данной патологии характерна неспецифичность клинических проявлений, часто переход предклинической фазы болезни в клиническую наступает только через несколько недель от начала поступления токсинов в организм, на фоне микотоксикозов у животных усиливаются другие заболевания [10, 13].

В этой связи исследования, позволяющие улучшить своевременность и точность постановки диагноза при микотоксикозах у сельскохозяйственных животных, относятся к перспективным направлениям ветеринарной науки.

В последние годы достигнуты значительные успехи в изучении молекулярных и клеточных биомаркеров эндогенной интоксикации организма. Многие авторы отмечают, что эндотоксикоз может быть следствием нарушений в процессах метаболизма или являться непосредственной причиной развития патологических реакций. В патогенезе синдрома эндогенной интоксикации независимо от этиологического фактора выделяют три стадии: первая – накопление клеткой деструктивного потенциала; вторая – повреждение мембран клеток; третья – угнетение систем детоксикации клетки с развитием тотальной токсемии и полиорганной недостаточности. В целом, образование и кумуляция избыточной концентрации эндогенных токсических компонентов создает систему патологического замкнутого круга с аутокаталитическим и каскадным характером протекания патологического процесса [1, 5, 11, 14].

К наиболее информативным способам оценки выраженности эндогенной интоксикации относится определение в биологических средах организма концентрации молекул средней массы (МСМ), представляющих собой пул веществ белковой природы с молекулярной массой от 500 до 5000 Д, накопление которых происходит при нарушении функциональной активности систем детоксикации и усиленном катаболизме белков [2, 6, 9].

Цель настоящей работы – изучить изменения биохимических показателей и концентрации молекул средней массы в крови коров при микотоксикозе в процессе лечения.

**Методика исследований.** Исследования проводили в животноводческом хозяйстве Краснодарского края на коровах голштинской породы. Большинство кормов в хозяйстве собственного производства. При оценке их качества установлено, что в весенний период партия концентратов, используемая в кормлении дойных коров на МТФ № 2, была загрязнена микотоксинами в следующих концентрациях: Т-2 токсин – 0,05 мг/кг (МДУ 0,1 мг/кг); афлатоксин В1 – 0,04 мг/кг (МДУ 0,1 мг/кг). Содержание микотоксинов по отдельности не превышало максимально допустимые уровни для животных этого вида, что не исключает процесс кумуляции и развитие сочетанного микотоксикоза у коров. При микологическом анализе в корме были выявлены грибы – *Fusarium graminearum* и *Aspergillus flavus*.

По экономическим причинам в хозяйстве пришлось вынужденно и дальше использовать партию концентратов, загрязненную микотоксинами в рационах коров на МТФ № 2. При этом для лечения сочетанного микотоксикоза крупного рогатого скота, в частности дойных коров ( $n=176$ ), стали использовать препарат адаптогумин, обладающий антиоксидантической, метаболической и гепатопротекторной активностью. Адаптогумин разработан в ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии» и содержит в масс%: гуминовые вещества – 20, бетаина гидрохлорид – 3, фумаровую кислоту – 1 и бентонит – 76. Препарат применяли следующим образом: в течение 20 дней (до смены партии концентратов на доброкачественные) из расчета 2 % к сухому веществу корма; последующие 10 дней (доброкачественные корма) – поддерживающая доза, составляющая 1 % к сухому веществу корма.

Для оценки биохимических показателей и уровня эндогенной интоксикации в процессе лечения микотоксикоза из поголовья коров МТФ № 2 отобрали 30 животных (опытная группа), ранжированных по возрасту, физиологическому состоянию, продуктивности, массе тела и клиническому статусу. У всех животных опытной группы в начале опыта, на 20-й и 30-й дни лечения в утренние часы перед кормлением отбирали кровь для лабораторных исследований.

Для сравнительной оценки показателей крови на молочно-товарной ферме этого же хозяйства (дойное стадо МТФ № 1, которое получало доброкачественные корма) была сформирована выборка из 30 клинически здоровых коров (контрольная группа). У контрольных животных отбирали кровь для лабораторных исследований один раз, в начале опыта.

Биохимические исследования сыворотки крови проводили на автоматизированном анализаторе Vitalab Flexor Junior. Уровень эндогенной интоксикации в крови коров изучали по двум фракциям МСМ с помощью метода Н. И. Габриэляна, В. И. Липатовой, при длинах волн  $\lambda = 254$  нм (МСМ 254) и  $\lambda = 280$  нм (МСМ 280). Концентрация МСМ выражалась показателями в оптических единицах центрифугата, полученного после осаждения белков сыворотки крови 10%-м раствором трихлоруксусной кислоты. Для регистрации оптической плотности в ультрафиолетовой области спектра использовали спектрофотометр «Эковью УФ-1100».

Полученные цифровые данные обрабатывали методами вариационной статистики с определением достоверности значений по t-критерию Стьюдента и уровня достоверности различий показателей по группам.

**Результаты исследований.** Проведенные клинические исследования показали, что на начало эксперимента у коров, порядка двух недель получавших корма с микотоксинами, наблюдали снижение аппетита, редкую и вялую жвачку; волосяной покров – тусклый и взъерошенный. У некоторых коров отмечали диарею, хромоту и отек межкопытной щели; снижение молочной продуктивности; участились случаи выбытия коров. Использование адаптогумина способствовало улучшению клинического статуса коров – повышение аппетита и молочной продуктивности, оптимизация жвачки и моторной деятельности преджелудков, состояния волосяного покрова.

Результаты исследований сыворотки крови коров с оценкой биохимических показателей и концентрации МСМ показали ряд нарушений в белковом обмене при постановке опыта на фоне сочетанного микотоксикоза (табл. 1).

Биохимические показатели и концентрация МСМ в сыворотке крови коров при микотоксикозе на начало опыта ( $M \pm m$ ;  $n = 30$ )

| Показатели             | Норма      | Опыт (больные) | Контроль (здоровые) |
|------------------------|------------|----------------|---------------------|
| Триглицериды, ммоль/л  | 0,33–0,79  | 0,28±0,06**    | 0,34±0,03           |
| Холестерин, ммоль/л    | 4,7–6,2    | 5,31±0,57      | 5,13±0,44           |
| Мочевина, ммоль/л      | 3,3–8,8    | 7,28±0,42**    | 5,25±0,52           |
| Альбумины, %           | 40–52      | 34,7±1,43      | 41,3±1,14           |
| $\alpha$ -глобулины, % | 12–18      | 14,8±0,29      | 12,6±0,37           |
| $\beta$ -глобулины, %  | 10–17      | 9,3±0,46       | 10,1±0,88           |
| $\gamma$ -глобулины, % | 25–40      | 41,2±1,17      | 36,0±1,50           |
| Общий белок, г/л       | 79–89      | 74,5±2,39*     | 83,4±3,12           |
| Креатинин, ммоль/л     | 55,8–162,4 | 156,7±4,98     | 137,4±3,27          |
| Глюкоза, ммоль/л       | 2,2–3,9    | 1,98±0,24*     | 2,36±0,31           |
| АсАТ, Ед/л             | 45–110     | 115,7±6,15     | 92,4±3,56           |
| АлАТ, Ед/л             | 7–35       | 38,9±2,13**    | 30,6±1,44           |
| МСМ 254 нм, усл. ед.   | –          | 0,261±0,008*   | 0,155±0,005         |
| МСМ 280 нм, усл. ед.   | –          | 0,186±0,014    | 0,163±0,012         |

\*  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$  – степень достоверности по отношению к контролю.

При достоверной разнице в концентрации общего белка в 10,7 % ( $p \leq 0,05$ ) зарегистрирована гипопроотеинемия относительно здорового поголовья. Нарушения в протеинограммах обусловлены низким уровнем альбуминовой фракции при незначительном повышении содержания  $\gamma$ -глобулиновой. В абсолютных значениях разница между опытной и контрольной группами составила 6,6 % (альбумины ↓) и 5,2 % ( $\gamma$ -глобулины ↑). У больных животных содержание мочевины и креатинина в сыворотке крови хотя и не превышало границы нормы, но было значительно выше, чем у здоровых коров, – на 38,6 % ( $p \leq 0,01$ ) и 14,1 % соответственно.

При изучении показателей углеводного и жирового обменов в сыворотке крови было выявлено, что у больных коров содержание глюкозы и триглицеридов регистрировалось за нижней границей нормы. При расчете соответствующая разница по опытной группе относительно здоровых животных составила 16,1 % ( $p \leq 0,05$ ) и 17,7 % ( $p \leq 0,01$ ). Концентрация холестерина регистрировалась в диапазоне референсных значений и достоверно не различалась между группами.

При сочетанном поступлении микотоксинов в организм коров фоновыми исследованиями было зафиксировано увеличение в крови гепатоиндикаторных ферментов, что свидетельствовало о развитии процесса деструкции гепатоцитов. В процентном выражении разница между больными и здоровыми животными составила по АсАТ – 25,2 % и по АлАТ – 27,1 % ( $p \leq 0,01$ ).

Изучение маркеров эндогенной интоксикации в крови показало, что при микотоксикозе у коров достоверно увеличивалась фракция МСМ 254 при разнице со здоровыми животными в 1,7 раза ( $p \leq 0,05$ ), изменение концентрации МСМ 280 было менее выражено при повышении показателя на 14,1 %.

Таким образом, фоновыми исследованиями биохимических показателей крови установлено, что при микотоксикозе у коров, обусловленном сочетанием Т-2 токсина и афлатоксина В1, развивается гепатоцеллюлярное поражение (синдром цитолиза), приводящее к снижению протеинсинтетической функции печени, нарушению в системе связывания и транспорта токсичных веществ, работающей за счет транспортных сывороточных белков – альбумина и липопротеидных структур. Более высокий уровень мочевины и креатинина в опытной группе относительно здорового поголовья свидетельствует о снижении выделительной функции почек. Выявленная гипогликемия является признаком развития интоксикации в организме крупного рогатого скота. При микотоксикозе происходит повышение уровня эндогенной интоксикации при доминанте в крови маркеров патологических, токсических и интенсивных метаболических реакций в организме (МСМ 254) и менее значимом повышении маркеров физиологических регуляторных процессов, принимающих участие в каскаде сложных реакций организма, возникающих в ответ на интоксикацию (МСМ 280).

Динамика показателей крови коров в процессе лечения микотоксикоза представлена в табл. 2. Применение адаптогумина коровам при микотоксикозе оказало оптимизирующее влияние на содержание общего белка в сыворотке крови. На 20-й день опыта повышение показателя от фоновых значений было еще незначительным – 3,2 % (продолжает регистрироваться гипопроотеинемия). К 30-му дню уровень достиг референсных значений при разнице к исходным данным в 6,2 % ( $p \leq 0,05$ ).

Концентрация альбуминов за период лечения хотя и увеличилась, но не превысила нижнюю границу нормы. В абсолютном выражении разница между периодами исследований равнялась 1,8 % (на 20-й день) и





4,5 % (на 30-й день). Содержание  $\gamma$ -глобулинов в промежуточном исследовании регистрировалось на верхней границе нормы, а в завершающий период достигло референсных значений. Уровни мочевины и креатинина в сыворотке крови в процессе лечения динамично снижались: мочевины к 20-му дню – на 10,2 % ( $p \leq 0,01$ ) и к 30-му дню – на 15,9 % ( $p \leq 0,05$ ); креатинина к 20-му дню – на 5,4 % и к 30-му дню – на 9,1 % ( $p \leq 0,05$ ).

Таблица 2

Динамика биохимических показателей и концентрации МСМ в сыворотке крови коров при лечении микотоксикоза ( $M \pm m$ ;  $n = 30$ )

| Показатели             | Фон               | 20-й день          | 30-й день           |
|------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| Триглицериды, ммоль/л  | 0,28 $\pm$ 0,06   | 0,29 $\pm$ 0,03    | 0,31 $\pm$ 0,05*    |
| Холестерин, ммоль/л    | 5,31 $\pm$ 0,57   | 5,26 $\pm$ 0,32    | 5,42 $\pm$ 0,28     |
| Мочевина, ммоль/л      | 7,28 $\pm$ 0,42   | 6,54 $\pm$ 0,17**  | 6,12 $\pm$ 0,35*    |
| Альбумины, %           | 34,7 $\pm$ 1,43   | 36,5 $\pm$ 0,95    | 39,2 $\pm$ 0,75     |
| $\alpha$ -глобулины, % | 14,8 $\pm$ 0,29   | 12,5 $\pm$ 0,48    | 10,6 $\pm$ 0,17     |
| $\beta$ -глобулины, %  | 9,3 $\pm$ 0,46    | 10,1 $\pm$ 0,34    | 11,5 $\pm$ 0,51     |
| $\gamma$ -глобулины, % | 41,2 $\pm$ 1,17   | 40,9 $\pm$ 2,56    | 38,7 $\pm$ 1,73     |
| Общий белок, г/л       | 74,5 $\pm$ 2,39   | 76,9 $\pm$ 1,84    | 79,1 $\pm$ 1,53*    |
| Креатинин, ммоль/л     | 156,7 $\pm$ 4,98  | 148,3 $\pm$ 3,44   | 142,5 $\pm$ 2,60*   |
| Глюкоза, ммоль/л       | 1,98 $\pm$ 0,24   | 2,11 $\pm$ 0,17    | 2,19 $\pm$ 0,12     |
| АсАТ, Ед/л             | 115,7 $\pm$ 6,15  | 103,9 $\pm$ 4,24   | 98,5 $\pm$ 2,16**   |
| АлАТ, Ед/л             | 38,9 $\pm$ 2,13   | 34,6 $\pm$ 1,42*   | 33,8 $\pm$ 1,95*    |
| МСМ 254 нм, усл. ед.   | 0,261 $\pm$ 0,008 | 0,214 $\pm$ 0,011* | 0,187 $\pm$ 0,005** |
| МСМ 280 нм, усл. ед.   | 0,186 $\pm$ 0,014 | 0,171 $\pm$ 0,007  | 0,158 $\pm$ 0,004*  |

\*  $p \leq 0,05$ , \*\*  $p \leq 0,01$  степень достоверности по отношению к фоновым данным.

Концентрации глюкозы и триглицеридов к 30-му дню опыта еще регистрировались за нижней границей нормы. Однако в динамике лечения было зафиксировано повышение показателей: глюкозы к 20-му дню – на 6,6 % и к 30-му дню – на 10,6 %; триглицеридов к 30-му дню – на 10,7 % ( $p \leq 0,05$ ).

К концу опыта у коров под влиянием фармакокоррекции снизилась в сыворотке крови активность аминотрансфераз: АсАТ к 20-му дню – на 10,2 % и к 30-му дню – на 14,9 % ( $p \leq 0,01$ ); АлАТ к 20-му дню – на 11,1 % ( $p \leq 0,05$ ) и к 30-му дню – на 13,1 % ( $p \leq 0,05$ ).

Установлено, что начальный фон показателей эндогенной интоксикации в организме коров с микотоксикозом был значительно повышен, но к 20-м суткам от начала лечения их уровень снизился по МСМ 254 на 18,1 % ( $p \leq 0,05$ ) и по МСМ 280 – на 8,1 %. Аналогичные изменения, но более выраженные, наблюдали и при исследовании МСМ на 30-й день лечения, снижение составило по МСМ 254 на 28,4 % ( $p \leq 0,01$ ) и по МСМ 280 – на 15,1 % ( $p \leq 0,05$ ).

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что микотоксикоз у коров, обусловленный сочетанным поступлением Т-2 токсина и афлатоксина В1, характеризуется изменениями биохимического статуса организма животных при нарушении белкового, углеводного и липидного обменов, а также развитием печеночно-почечной недостаточности. При микотоксикозе происходит повышение уровня эндогенной интоксикации при доминанте в крови маркеров патологических, токсических и интенсивных метаболических реакций в организме (МСМ 254) и менее значимом повышении маркеров физиологических регуляторных процессов, принимающих участие в каскаде сложных реакций организма, возникающих в ответ на интоксикацию (МСМ 280).

Динамика клинического статуса и показателей крови коров в процессе лечения микотоксикоза показала, что определение концентрации МСМ в крови животных вполне оправданно для установления направленности (прогрессирование или купирование) течения болезни и позволяет оценивать эффективность лечения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-26-20074, <https://rscf.ru/project/22-26-20074/> и гранта Кубанского научного фонда.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белик С. Н., Колмакова Т. С., Степаненко А. Ф. Молекулы средней массы в определении безопасности мяса и шпика свиней, выращенных с использованием антибактериальных препаратов // Медицинский вестник Юга России. 2014. № 3. С. 70–73.





2. Белькова Т. Ю. Патогенетические аспекты развития эндотоксикоза при острых экзогенных отравлениях // Сибирский медицинский журнал. 2012. Т. 113. № 6. С. 8–11.
3. 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.
4. Экономическая эффективность применения комплексного адсорбента микотоксинов с про- и пребиотическими свойствами «биотокс» для профилактики микотоксикозов животных / П. А. Красочко [и др.] // Животноводство и ветеринарная медицина. 2020. № 3 (38). С. 3–6.
5. Эндогенная интоксикация при изменении функционального состояния почек у больных циррозом печени / М. С. Крутикова [и др.] // Таврический медико-биологический вестник. 2019. Т. 22. № 1. С. 59–64.
6. Кузьмина Е. В., Рудь Е. Н., Семенов М. П., Абрамов А. А. Состояние биохимического профиля крови и уровня эндогенной интоксикации у коров с гепатопатиями в условиях теплового стресса // Ветеринария сегодня. 2022. № 2. С. 135–141. doi: 10.29326/2304-196X-2022-11-2-135-141.
7. Микотоксины и микотоксикозы животных – актуальная проблема сельского хозяйства / Р. С. Овчинников [и др.] // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2018. № 1 (25). С. 114–123.
8. Микотоксины (в пищевой цепочке) / К. Х. Папуниди [и др.]. Казань: ФГБНУ «ФЦТРБ-ВНИВИ», 2017. 158 с.
9. Пашина Е. В., Золотавина М. Л. Комплекс биохимических показателей в оценке формирования стадий эндогенной интоксикации в клетке // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6. С. 200.
10. Семёнов Э. И. Проблема интерпретации результатов исследований при диагностике микотоксикозов животных // Актуальные проблемы ветеринарной медицины: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рождения профессора В. А. Киршина. Казань, 2018. С. 187–191.
11. Сидельникова В. И., Черницкий А. Е., Рецкий М. И. Эндогенная интоксикация и воспаление: последовательность реакций и информативность маркеров (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2015. № 50(2). С. 152–161. DOI:10.15389/agrobiology.2015.2.152rus.
12. Шкуратова И. А., Белоусов А. И., Красноперов А. С. Метаболические параметры крови высокопродуктивных коров при микотоксикозах // Инновации и продовольственная безопасность. 2019. № 1 (23). С. 124–130.
13. Cheli F. Mycotoxin Contamination Management Tools and Efficient Strategies in Feed Industry // Toxins. 2020. No. 12(8). P. 208.
14. Massy Z. A., Liabeuf S. Middle-Molecule Uremic Toxins and Outcomes in Chronic Kidney Disease // Contrib. Nephrol. Basel, Karger. 2017. No. 19. P. 8–17. doi: 10.1159/000479252.

## REFERENCES

1. Belik S. N., Kolmakova T. S., Stepanenko A. F. Molecules of medium mass in determining the safety of meat and fat of pigs grown with the use of antibacterial drugs. *Medical Bulletin of the South of Russia*. 2014;(3):70–73. (In Russ.).
2. Belkova T. Yu. Pathogenetic aspects of the development of endotoxemia in acute exogenous poisoning. *Siberian medical journal*. 2012;113(6): 8–11. (In Russ.).
3. Gerunov T. V., Gerunova L. K., Tarasenko A. A., Lapukhova V. A. Mycotoxin sequestrants: selectivity of action and side effects. *Bulletin of the Omsk State Agrarian University*. 2022;2(46):79–84. doi: 10.48136/2222-0364\_2022\_2\_79/ (In Russ.).
4. Economic efficiency of using the complex adsorbent of mycotoxins with pro- and prebiotic properties “biotox” for the prevention of animal mycotoxicoses / P. A. Krasochko et al. *Livestock breeding and veterinary medicine*. 2020;3 (38): 3–6. (In Russ.).
5. Endogenous intoxication with changes in the functional state of the kidneys in patients with cirrhosis of the liver / M. S. Krutikova et al. *Tauride Medical and Biological Bulletin*. 2019;22(1):59–64. (In Russ.).
6. Kuzminova E. V., Rud E. N., Semenenko M. P., Abramov A. A. The state of the biochemical blood profile and the level of endogenous intoxication in cows with hepatopathy under the heat stress. *Veterinary Science Today*. 2022;(2):135–141. doi:10.29326/2304-196X-2022-11-2-135-141 (In Russ.).
7. Animal mycotoxins and mycotoxicoses — an actual problem of agriculture / R. S. Ovchinnikov et al. *Problems of veterinary sanitation, hygiene and ecology*. 2018; 1(25):114–123. (In Russ.).
8. Mycotoxins (in the food chain) / K. Kh. Papunidi et al. Kazan: Federal State Budget Scientific Institution “FTsTRB-VNIVT”; 2017. 158 p. (In Russ.).
9. Pashina E. V., Zolotavina M. L. A complex of biochemical indicators in assessing the formation of stages of endogenous intoxication in the cell. *Modern problems of science and education*. 2019;(6):200. (In Russ.).
10. Semyonov E. I. The problem of interpretation of research results in the diagnosis of animal mycotoxicoses. Actual problems of veterinary medicine. Materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor V. A. Kirshin. Kazan; 2018. P. 187–191. (In Russ.).
11. Sidelnikova V. I., Chernitsky A. E., Retsky M. I. Endogenous intoxication and inflammation: the sequence of reactions and information content of markers (review). *Agricultural biology*. 2015;50(2):152–161. doi:10.15389/agrobiology.2015.2.152rus. (In Russ.).
12. Shkuratova I. A., Belousov A. I., Krasnoperov A. S. Metabolic parameters of the blood of highly productive cows with mycotoxicoses. *Innovations and food safety*. 2019;1(23):124–130. (In Russ.).
13. Cheli F. Mycotoxin Contamination Management Tools and Efficient Strategies in Feed Industry. *Toxins*. 2020;12(8):208.
14. Massy Z. A., Liabeuf S. Middle-Molecule Uremic Toxins and Outcomes in Chronic Kidney Disease. *Contrib. Nephrol. Basel, Karger*. 2017;(19):8–17. doi: 10.1159/000479252.

Статья поступила в редакцию 06.09.2022; одобрена после рецензирования 12.09.2022; принята к публикации 16.09.2022.  
The article was submitted 06.09.2022; approved after reviewing 12.09.2022; accepted for publication 16.09.2022.