

УДК 619:615.9:636.085.19:543.9
DOI: 10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65

Микотоксикологический мониторинг. Сообщение 1. Полнорационные комбикорма для свиней и птицы (2009–2018 гг.)

Г. П. Кононенко¹, А. А. Буркин², Е. В. Зотова³

Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной санитарии, гигиены и экологии – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), г. Москва, Россия

¹ ORCID 0000-0002-9144-615X, e-mail: kononenkogp@mail.ru

² ORCID 0000-0002-5674-2818, e-mail: aaburkin@mail.ru

³ ORCID 0000-0002-1479-8602, e-mail: ezotova63@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты 10-летнего ежегодного микотоксикологического обследования полнорационных комбикормов для свиней и сельскохозяйственной птицы, предоставленных хозяйствами и перерабатывающими предприятиями Северо-Западного, Центрального, Южного, Приволжского и Уральского федеральных округов. Методом конкурентного иммуноферментного анализа показано, что Т-2 токсин, дезоксиниваленол, зеараленон, фумонизины группы В, альтернариол, охратоксин А, цитринин, микофеноловая кислота, эргоалкалоиды и эмодин встречаются с частотой более 5%, их количества варьируют в пределах одного-трех порядков, и количества Т-2 токсина, дезоксиниваленола, зеараленона, фумонизинов и охратоксина А могут превышать регламенты допустимого содержания в зерне, предназначенном на кормовые цели. Диацетоксицирпеннол, афлатоксин В₁, стеригматоцистин и циклопиазоновая кислота относятся к группе редких загрязнителей. Установлено, что высокая загрязненность комбикормов Т-2 токсином и эмодином сохраняет по годам устойчивый характер, в отдельные годы возрастает встречаемость дезоксиниваленола, фумонизинов, а также охратоксина А, цитринина, микофеноловой кислоты и эргоалкалоидов. В 2016–2018 гг. отмечено обострение ситуации по загрязненности комбикормов альтернариолом при положительной тенденции снижения контаминации фумонизинами и сохранения стабильно низкой встречаемости зеараленона. Факт обширной распространенности эмодина, известного как «диарейный фактор», а также спорадического, в отдельные периоды наблюдений, возрастания контаминации комбикормов альтернариолом, цитринином и микофеноловой кислотой – микотоксинами с особо опасными формами токсического действия и негативными отдаленными последствиями – выявлен впервые. Эта информация подтверждает необходимость их введения в группу нормируемых санитарно-значимых показателей. Обсуждаются общие черты контаминации комбикормов для свиней и птицы, а также целесообразность региональных обследований для прогнозирования рисков развития интоксикаций. Особое внимание уделяется актуальности выполнения проектов, направленных на формирование единых информационных ресурсов, которые могут стать уникальной научной базой для инноваций в сфере профилактики кормовых отравлений. Исходные данные мониторинга, систематизированные и обобщенные в данной работе, представлены в электронном виде в разделе «Дополнительные материалы».

Ключевые слова: полнорационные комбикорма, микотоксины, мониторинг, иммуноферментный анализ.

Для цитирования: Кононенко Г. П., Буркин А. А., Зотова Е. В. Микотоксикологический мониторинг. Сообщение 1. Полнорационные комбикорма для свиней и птицы (2009–2018 гг.). *Ветеринария сегодня*. 2020; 1 (32): 60–65. DOI: 10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Кононенко Галина Пантелеевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией микотоксикологии и санитарии кормов ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, 123022, Россия, г. Москва, Звенигородское шоссе, д. 5, e-mail: kononenkogp@mail.ru.

UDC 619:615.9:636.085.19:543.9

Mycotoxicological monitoring. Part 1. Complete mixed feed for pigs and poultry (2009–2018)

G. P. Kononenko¹, A. A. Burkin², Ye. V. Zotova³

All-Russia Research Institute of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology – Branch of the Federal State-Financed Scientific Institution “Federal Scientific Centre – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K. I. Scryabin and Ya. R. Kovalenko of the Russian Academy of Sciences”, Moscow, Russia

¹ ORCID 0000-0002-9144-615X, e-mail: kononenkogp@mail.ru

² ORCID 0000-0002-5674-2818, e-mail: aaburkin@mail.ru

³ ORCID 0000-0002-1479-8602, e-mail: ezotova63@gmail.com

SUMMARY

Results of the ten-year annual mycotoxicological testing of complete mixed feeds for pigs and poultry submitted by holdings and processing establishments located in the Northwestern, Central, Southern, Volga and Ural Federal Districts are presented. Competitive ELISA tests showed that the occurrence of T-2 toxin, deoxynivalenol, zearalenone, fumonisins of group B, alternariol, ochratoxin A, citrinin, mycophenolic acid, ergot alkaloids and emodin was about 5% and quantities thereof varied within one or three orders; quantities of T-2 toxin, deoxynivalenol, zearalenone, fumonisins, and ochratoxin A might exceed maximum admissible levels for feed grains. Diacetoxyscirpenol, aflatoxin B₁, sterigmatocystin and cyclopiazonic acid belonged to group of rare contaminants. Level of feed contamination with T-2 toxin and emodin was found to be consistently high during the said period; in some of the years occurrence of deoxynivalenol, fumonisins as well as ochratoxin A, citrinin, mycophenolic acid and ergot alkaloids increased. In 2016–2018, mixed feed contamination with alternariol increased whereas contamination with fumonisins steadily decreased and level of zearalenone occurrence remained consistently low. Evidence for a wide occurrence of emodin known as “diarrheic factor” as well as for sporadic increase in mixed feed contamination with alternariol, citrinin, mycophenolic acid, mycotoxins having the highly dangerous toxic impact and long-term adverse effects, was detected for the first time. These data confirmed the need for their inclusion into the regulated group of substances significant for public health. General features of pig and poultry feed contamination as well as usefulness of regional surveys for intoxication risk prediction are described. Special attention is paid to the importance of the projects for creation of common information resources that could become a unique scientific basis for innovations in feed poisoning prevention. Original monitoring data systematized and summarized in the paper are given in electronic format in section Additional materials.

Key words: complete mixed feed, mycotoxins, monitoring, enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA).

For citation: Kononenko G. P., Burkin A. A., Zotova Ye. V. Mycotoxicological monitoring. Part 1. Complete mixed feed for pig and poultry (2009–2018). *Veterinary Science Today*. 2020; 1 (32): 60–65. DOI: 10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65.

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

For correspondence: Galina P. Kononenko, Doctor of Science (Biology), Professor, Head of Laboratory for Mycotoxicology and Feed Hygiene, ARRIVSHE – Branch of the FSFSI FSC ARRIVEM RAS, 123022, Russia, Moscow, Zvenigorodskoe шоссе, 5; e-mail: kononenkogp@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение безопасности кормов является важнейшим условием успешного развития животноводческих отраслей и перерабатывающих производств. Различия реакций половозрастных групп и видов сельскохозяйственных животных на воздействие природных и антропогенных факторов и многообразие состава рационов придают чрезвычайную сложность проблеме контроля кормовых средств. Непременным условием для ее решения является полнота сведений о ситуации в отношении каждого типа корма по перечню ожидаемых токсикантов, их встречаемости и диапазонам содержания.

В нашей стране давно назрела необходимость создания проектов, направленных на формирование единых информационных ресурсов, которые могут стать уникальной научной базой для инноваций в сфере профилактики кормовых интоксикаций, а также востребованным справочным пособием для специалистов, занимающихся кормопроизводством и кормлением животных. Реализация таких планов предполагает усилия по отработке принципов, обязательных для соблюдения участниками подобных проектов, и выбор оптимальной системы внесения данных, удобных для хранения, пополнения и многоцелевого использования.

Полнорационные комбикорма составляют основу современного промышленного свиноводства и птицеводства. Обобщение и актуализация информации об их загрязненности микотоксинами в ряду многих других нерешенных проблем занимает одно из ведущих мест. Вопрос о создании единого информационного ресурса по результатам микотоксикологической оценки кормов был впервые поднят в 2008 г. на 3-м съезде токсикологов России¹. Мониторинг кормов и агропродукции

организован и проводится Россельхознадзором, однако доступ к результатам ограничен, а сведения, публикуемые в периодических научно-практических и научно-производственных изданиях, материалах съездов и конференций, касаются небольших выборок объектов, часто без указания числа и происхождения исследованных образцов или представлены после обработки по условно принятым критериям [1, 2]. Это затрудняет или делает невозможным их обобщение и свободное использование.

В последние годы опыт создания пополняемых электронных баз данных, в частности в отношении коллекций генотипов микроорганизмов, активно осваивается периодическими научными изданиями [3]. Начальным этапом проекта по формированию информационного ресурса микотоксикологического мониторинга в нашей стране может стать серия публикаций, суммирующих данные аналитических исследований в рамках единого подхода, который даст возможность производить их обработку пользователями с учетом стоящих перед ними задач.

Цель данной работы – обобщение результатов обследования загрязненности микотоксинами полнорационных комбикормов для свиней и птицы за период с 2009 по 2018 г. с представлением исходных данных в учетной электронной базе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования были 1338 средних образцов от промышленных партий полнорационных комбикормов для разных половозрастных групп животных, в том числе для свиней типа СК (1075 образцов) и для сельскохозяйственной птицы типа ПК (263 образца), направленные в лабораторию в 2009–2018 гг. для профилактического, входного контроля или диагностики микотоксикозов специалистами комбикормовых предприятий и ветеринарных служб свинокомплексов и птицефабрик Северо-Западного, Центрального,

¹ Буркин А. А., Кононенко Г. П. Методология мониторинговых исследований в оценке риска возникновения острых и хронических микотоксикозов. 3-й съезд токсикологов России: тезисы докладов (2–5 декабря 2008 г.). Под ред. Г. Г. Онищенко, Б. А. Курляндского. М.: 2008; 71–73.

Таблица 1
Микотоксины в полнорационных комбикормах для свиней (обобщенные данные 2009–2018 гг.)

Table 1
Mycotoxins in complete mixed feed for pigs (summarized data for 2009–2018)

Токсин	Встречаемость n^+/n (%)	Содержание, мкг/кг				
		диапазон		среднее значение	медиана	90%-й процентиль
		мин.	макс.			
Т-2	949/1075 (88,3)	4	500	31	20	66
ДОН	411/1075 (38,2)	39	1580	198	100	400
ДАС	5/1075 (0,5)	32	250	89	51	175,2
ЗЕН	125/1075 (11,6)	18	151	36	26	64,6
ФУМ	277/1043 (26,6)	40	6300	421	190	975
АОЛ	377/1043 (36,2)	20	998	61	38	106,6
ОА	294/1051 (30,0)	4	105	10	6	20
ЦИТ	120/1050 (11,4)	20	250	43	32	71
АВ ₁	0/1051 (–)	–	–	–	–	–
СТЕ	14/1042 (1,3)	4	177	22	7	27,2
ЦПК	5/1042 (0,5)	59	148	89	74	128,8
МФК	88/1042 (8,5)	10	5400	99	26	64,3
ЭА	135/1043 (12,9)	5	3970	92	14	65,8
ЭМО	760/915 (83,1)	20	1255	78	51	151,3

n – число исследованных образцов;

n^+ – число образцов, содержащих микотоксин.

Южного, Приволжского, Уральского федеральных округов, преимущественно из областей с интенсивным развитием этих отраслей.

В группу определяемых микотоксинов входили Т-2 токсин (Т-2), диацетоксисцирпенол (ДАС), дезоксиниваленол (ДОН), зеараленон (ЗЕН), фумонизины группы В (ФУМ), альтернариол (АОЛ), охратоксин А (ОА), цитринин (ЦИТ), афлатоксин В₁ (АВ₁), стеригматоцистин (СТЕ), циклопиазоновая кислота (ЦПК), микофеноловая кислота (МФК), эргоалкалоиды (ЭА) и эмодин (ЭМО).

Пробоподготовку проводили в соответствии с унифицированной методикой, основанной на жидкостной экстракции и непрямом конкурентном иммуноферментном анализе, которая была аттестована в 1995–2008 гг. и затем введена в официальные методы контроля². Пределы измерений, определенные по 85%-му уровню связывания антител, составили 2 (АВ₁), 3 (ЭА), 4 (Т-2, ОА, СТЕ), 20 (ЗЕН, АОЛ, ЦИТ, МФК, ЭМО) и 50 (ДАС, ДОН, ФУМ, ЦПК) мкг/кг. В учетной форме базы данных использовали кодирование по критериям: тип комбикорма (ПК, СК), учетный год (1–10), определяемые микотоксины.

Для статистической обработки применяли программы Microsoft Excel 2016 и Statistica, версия 6 с вычислением процента встречаемости по соотношению n^+/n и трех показателей по положительным образцам – среднего арифметического, медианы и 90%-го перцентиля.

² ГОСТ 31653-2012 Корма. Метод иммуноферментного определения микотоксинов. М.: Стандартинформ; 2012. 11 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В комбикормах для свиней выявлены 13 микотоксинов из 14 анализированных, за исключением АВ₁ (табл. 1). Чаще других обнаруживали Т-2 и ЭМО, менее чем в 5% случаев – ДАС, СТЕ и ЦПК, а остальные – с частотой от 8,5 до 38,2%. Количество токсинов, как правило, варьировало в пределах одного-двух порядков, для ЭА – в трех. Для всех контаминантов отмечалось смещение медиан в сторону меньших значений по отношению к средним, что свидетельствовало о единообразной несимметричности распределения содержаний, в котором половина уровней накопления была меньше остальных. Кроме того, наибольшие количества были всегда выше, чем пороговые концентрации для 90% значений (90%-й процентиль), и особенно резко выражены у МФК и ЭА. Все это указывало на возможность аномально высоких накоплений токсинов на фоне типичных ситуаций. Наибольшие содержания Т-2, ДОН, ЗЕН, ФУМ и ОА, определенные в комбикормах, были выше допустимых норм в зерне, предназначенном на кормовые цели [4].

В комбикормах для птицы АВ₁ был детектирован в 1,1% образцов, ДАС не обнаружен, и при этом отчетливо прослеживалось сходство с комбикормами для свиней по наибольшему распространению Т-2 и ЭМО, редкому детектированию СТЕ и ЦПК, близкому диапазону встречаемости для остальных 10 микотоксинов – 9,5–47,9%, степени варьирования их количеств и характеру смещений медиан к средним значениям и 90%-го перцентиля к наибольшим содержаниям (табл. 2). Такое

Таблица 2

Микотоксины в полнораціонных комбикормах для сельскохозяйственной птицы (обобщенные данные 2009–2018 гг.)

Table 2

Mycotoxins in complete mixed feed for poultry (summarized data for 2009–2018)

Токсин	Встречаемость n^+/n (%)	Содержание, мкг/кг				
		диапазон		среднее значение	медиана	90%-й процентиль
		мин.	макс.			
Т-2	208/263 (79,1)	4	280	25	12	63,3
ДОН	85/263 (32,3)	50	757	181	112	462,4
ДАС	0/263 (–)	–	–	–	–	–
ЗЕН	45/263 (17,1)	20	334	37	25	54,6
ФУМ	95/263 (36,1)	50	5000	350,5	165	585
АОЛ	126/263 (47,9)	20	595	85	47	200
ОА	87/263 (33,1)	4	107	9	5	14,6
ЦИТ	25/263 (9,5)	20	194	55	33	132
АВ ₁	3/263 (1,1)	2	12	6	4	10,4
СТЕ	4/263 (1,5)	8	11	10	10,5	11
ЦПК	2/263 (0,8)	50	123	86,5	86,5	115,7
МФК	32/263 (12,2)	20	158	43	31,5	80,5
ЭА	35/263 (13,3)	3	5000	311	15	159,6
ЭМО	149/201 (74,1)	14	536	76	50	162

 n – число исследованных образцов; n^+ – число образцов, содержащих микотоксин.

единообразие вполне объяснимо общими типами сырья, составляющего основу рецептов (зерно пшеницы, ячменя, кукурузы, шрот и жмых подсолнечный, соевый шрот), а также сопоставимыми соотношениями в рецептах, несмотря на варьирование в зависимости от категорий поголовья. В полнораціонных комбикормах, как для свиней, так и для птицы, группу микотоксинов, встречающихся с частотой более 5%, представляли фузариотоксины (Т-2, ДОН, ЗЕН, ФУМ), АОЛ, а также ОА, ЦИТ, МФК, ЭА и ЭМО.

Выборочные обследования комбикормов, инициативно начатые во ВНИИВСГЭ в 1997 г., ранее обсуждались в публикациях по мере накопления сведений. В 1997–2004 гг. для 766 товарных партий, использованных в промышленном птицеводстве, общий показатель загрязненности микотоксинами составил 34,6–79,5%, наиболее распространенным в комбикормах был Т-2 (38,5% образцов) при содержаниях 30–59 мкг/кг, в отдельных образцах – 550 мкг/кг, с меньшей частотой находили ДОН (13,7%), ЗЕН (10,3%) и ФУМ (9,9%), случаи обнаружения ОА в количествах от 10 до 33 мкг/кг варьировали от 15,2 до 42,2%, АВ₁ встречался редко (1,6%) и СТЕ обнаружен не был³. Результаты за 2005–2009 гг., подтвердившие выводы по предыдущему этапу и представившие новую информацию о том, что ДАС существенно уступает остальным фузариотоксинам по встречаемости, ЦИТ активно участвует в контаминации,

а ЦПК отсутствует^{4,5}, позволили сформулировать первые конкретные предложения, направленные на совершенствование микотоксикологического контроля [5]. В дальнейшем были опубликованы краткие сообщения о частой встречаемости токсина антрахинового ряда ЭМО, известного как «диарейный фактор», в диапазоне содержаний от десятков до тысяч мкг/кг по выборке из 29 образцов⁶, о распространенности ЭА за 2008–2013 гг. [6], АОЛ за 2009–2014 гг.⁷ и МФК за 2007–2014 гг. с описанием случая аномального накопления этого токсина (5400 мкг/кг) в плотной слежавшейся фракции комбикорма для поросят из-за интенсивного инфицирования высокотоксигенными видами грибов рода *Penicillium*⁸. Подробный анализ всего массива

⁴ Кононенко Г. П., Буркин А. А. Микотоксикологический контроль кормового сырья и комбикормов. *Актуальные проблемы ветеринарной фармакологии, токсикологии и фармации: материалы съезда фармакологов и токсикологов России*. СПб., 2011; 242–244.

⁵ Кононенко Г. П., Буркин А. А. Успехи и проблемы формирования базы данных по санитарно-значимым микотоксинам в кормах. *Современная микология в России*. М.: Нац. акад. микол.; 2012; 428–429.

⁶ Кононенко Г. П., Буркин А. А. Эмодин: контаминация зерновых кормов. *Успехи медицинской микологии*. 2007; 9: 88–89.

⁷ Буркин А. А., Кононенко Г. П. Распространенность альтернариола в биологических объектах. *Современная микология в России: материалы III Международного микологического форума (14–15 апреля 2015 г.)*. Под ред. Ю. Т. Дьякова, Ю. В. Сергеева. М.: Нац. акад. микол.; 2015; 5: 223–225.

⁸ Кононенко Г. П., Буркин А. А. Микофеноловая кислота: распространение в биологических объектах. *Современная микология в России: материалы III Международного микологического форума (14–15 апреля 2015 г.)*. Под ред. Ю. Т. Дьякова, Ю. В. Сергеева. М.: Нац. акад. микол.; 2015; 4: 201–203.

³ Кононенко Г. П. Система микотоксикологического контроля объектов ветеринарно-санитарного и экологического надзора: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М.; 2005. 49 с.

данных, позволяющий оценить риски контаминации комбикормов микотоксинами, представляется в этой работе впервые.

Динамика ежегодного варьирования встречаемости 10 основных контаминантов представлена на рисунке. Загрязненность Т-2 и ЭМО сохранялась на высоком уровне, что указывает на широкое распространение их продуцентов. Значительные колебания встречаемости ДОН, ФУМ и АОЛ с кратным усилением в отдельные годы связаны, по-видимому, с особенностями контаминации зерна, поставляемого на региональные комбикормовые предприятия, поскольку пораженность фузариозом и альтернариозом имеет разную выраженность как по территориям, так и по годам. В 2016–2018 гг. наблюдалось обострение ситуации по загрязненности АОЛ. В целом как положительную тенденцию последних четырех лет можно отметить пониженную контаминацию комбикормов ФУМ и стабильно слабую – ЗЕН (рис.).

Резкое возрастание частоты выявления ОА, ЦИТ, МФК и ЭА в отдельные годы может быть обусловлено как известной очаговой встречаемостью, так и неблагоприятным стечением обстоятельств при уборке, транспортировке и хранении агропродукции до и после переработки.

Исходные данные 10-летнего мониторинга полнорационных комбикормов для свиней и сельскохозяйственной птицы, систематизированные и обобщенные в данной работе, представлены в разделе «Дополнительные материалы» в электронном виде по адресу: <http://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65>. Доступность полной базы позволяет проводить любые другие варианты их обработки, например, учет случаев единичной и сочетанной контаминации, совместной встречаемости ОА и ЦИТ, которая наблюдается достаточно часто [7, 8] и может быть причиной усиления их нефротоксического действия [9], соотношения количеств Т-2 и ДАС, близких по уровню токсичности,

а также подсчет случаев сверхнормативной загрязненности, когда будут введены регламенты допустимого содержания микотоксинов на государственном уровне. Следует заметить, что широкий ареал сбора образцов, использованных в данном исследовании, не позволяет рассматривать региональные аспекты. Тем не менее сведения, полученные для конкретных территорий, имеют особую ценность, поскольку дают уникальную возможность составить представление о контаминации фуражного зерна. Обследование фуражного зерна для прогнозирования рисков крайне затруднительно из-за больших масштабов заготовки и многообразия почвенно-климатических факторов, способных оказывать влияние на микотоксинологическую ситуацию. В этих условиях кормосмеси со значительной долей зерновых ингредиентов вполне могут быть использованы как экологические маркеры. В ряде европейских стран отслеживание контаминации микотоксинами продовольственного зерна по результатам анализа хлебной продукции, реализуемой через торговые сети, было опробовано, признано экономически целесообразным и уже стало международной практикой [10, 11, 12]. К сожалению, специальные региональные проекты по оценке состояния комбикормов в нашей стране пока не проводятся, и лишь в разделах диссертационных работ, посвященных широкому кругу смежных проблем [13, 14], результаты по выборкам представлены в обобщенном виде и не всегда отнесены к определенным типам комбикормовой продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе обширного мониторинга, проведенного в режиме ежегодного сбора данных за последние 10 лет, установлены общие черты и особенности контаминации микотоксинами полнорационных комбикормов для свиней и сельскохозяйственной птицы. Полученные результаты подтвердили актуальность регулярной оценки их загрязненности фузариотоксинами, охратоксином А,

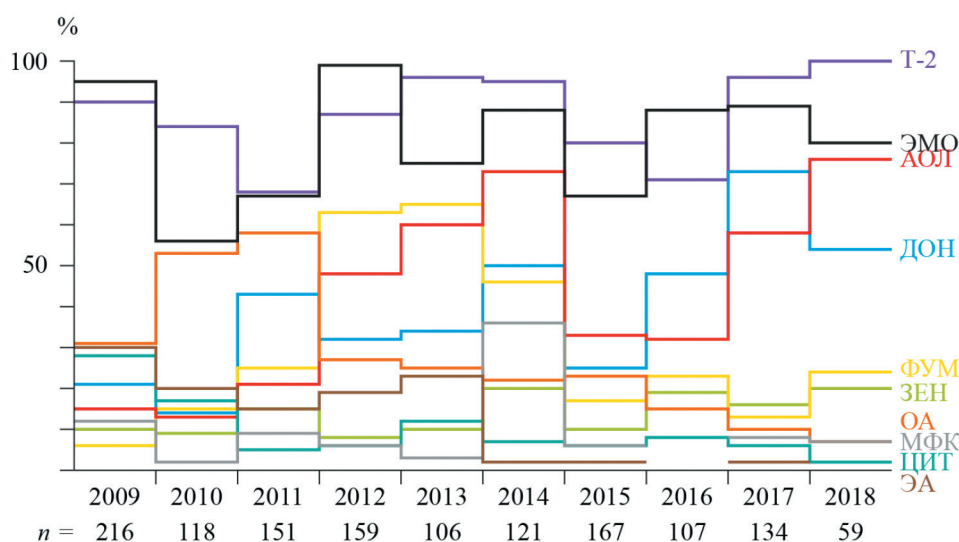


Рис. Динамика ежегодной встречаемости Т-2 токсина (Т-2), дезоксиниваленола (ДОН), зеараленона (ЗЕН), фумонизинов (ФУМ), альтернариола (АОЛ), охратоксина А (ОА), цитринина (ЦИТ), микофеноловой кислоты (МФК), эргоалкалоидов (ЭА) и эмодаина (ЭМО) в комбикормах для свиней и птицы (обобщенные данные)

Fig. Dynamics of annual occurrence of T-2 toxin (T-2) deoxynivalenol (DON), zearalenone (ZEN), fumonisins (FUM), alternariol (AOL), ochratoxin A (OA), citrinin (CIT), mycophenolic acid (MPA), ergot alkaloids (EA) and emodin (EMO) in mixed feed for pigs and poultry (summarized data)

регламентированными в кормовом зерне, а также эргоалкалоидами. Для комбикормов рекомендовано расширение перечня санитарно-значимых показателей введением в их число эмодаина, токсина антрахинонового ряда, известного как «диарейный фактор», а также альтерналиола, цитринина и микофеноловой кислоты с особо опасными формами токсического действия и негативными отдаленными последствиями. Полученная информация может быть востребована для оценки общей ситуации в сфере кормопроизводства, обоснования критериев регламентации микотоксинов в комбикормах и совершенствования системы контроля продукции на перерабатывающих предприятиях.

Дополнительные материалы к этой статье (учетные формы с базой данных) можно найти по адресу: <http://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65>.

Additional materials to the paper (records forms with database) can be found at: <http://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65>.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (П. П. 3, 7–12 СМ. REFERENCES)

1. Попова С. А., Скопцова Т. И., Лосякова Е. В. Микотоксины в кормах: причины, последствия, профилактика. *Известия Великолукской ГСХА*. 2017; 1: 16–23. eLIBRARY ID: 29095353.
2. Страшила Н., Головня Е., Филиппов М. Мониторинг микотоксинов в сырье и комбикорме. *Комбикорма*. 2010; 8: 63–66. eLIBRARY ID: 16544175.
4. ТР ТС 015/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности зерна» (с изменениями на 15 сентября 2017 года): утв. решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011. № 874. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902320395>.
5. Рекомендации по микотоксикологическому контролю кормов для сельскохозяйственных животных: утв. Минсельхозом России № 25/3098 13.10.2014.
6. Буркин А. А., Кононенко Г. П. Распространение эргоалкалоидов в биологических объектах. *Успехи медицинской микологии (Материалы VI Всероссийского конгресса по медицинской микологии)*. М: Национальная академия микологии; 2014; 13: 303–304.
13. Безбородова Н. А. Мониторинг микотоксинов в кормах и кормовом сырье и клинико-иммунологические особенности микотоксикозов животных в Уральском регионе: автореф. дис. ... канд. вет. наук. Екатеринбург; 2009. 20 с. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01003484615#?page=1>.
14. Бурдов Л. Г. Мониторинг микотоксинов, профилактика и лечение микотоксикозов в Удмуртской Республике: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Казань; 2013. 28 с. Режим доступа: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01005532598#?page=1>.

REFERENCES

1. Popova S. A., Skoptsova T. I., Losyakova Ye. V. Mycotoxins in feed: causes, impact, prevention [Mikotoksiny v kormah: prichiny, posledstviya, profilaktika]. *Izvestiya Velikolukskoj GSKHA*. 2017; 1: 16–23. eLIBRARY ID: 29095353. (in Russian)

2. Strashilina N., Golovnya Ye., Filippov M. Monitoring of mycotoxins in raw materials and mixed feed [Monitoring mikotoksinov v syr'e i kombikorme]. *Kombikorma*. 2010; 8: 63–66. eLIBRARY ID: 16544175. (in Russian)
3. Pasquali M., Beyer M., Logriego A., Audenaert K., Balmes V., Basler R., Boutigny A. L., Chrpová J., Czembor E., Gagkaeva T., González-Jaén M. T., Hofgaard I. S., Köycü N. D., Hoffmann L., Levič J., Marin P., Miedaner T., Migheli Q., Moretti A., Müller M. E., Munaut F., Parikka P., Pallez-Barthel M., Piec J., Scauflaire J., Scherm B., Stanković S., Thrane U., Uhlig S., Vanheule A., Yli-Mattila T., Vogelgsang S. A European database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* trichothecene genotypes. *Front. Microbiol.* 2016; 7:406. DOI: 10.3389/fmicb.2016.00406.
4. TR CU 015/2011 Technical Regulation of the Customs Union on Safety of Grain (as amended on September 15, 2017): approved by the Customs Union Decision No. 874 of 9 December 2011. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902320395>. (in Russian)
5. Recommendations on mycotoxicological control of feed for livestock animals [Rekomendacii po mikotoksikologicheskomu kontrolyu kormov dlya sel'skohozyajstvennykh zhivotnykh]: approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 25/3098 of 13 October 2014. (in Russian)
6. Burkin A. A., Kononenko G. P. Occurrence of ergot alkaloids in biological objects [Rasprostraneniye ergoalkaloidov v biologicheskikh ob'ektah]. *Advances in Medical Mycology (Proceedings of the VII All-Russia Congress on medical mycology)*. M: National Academy of Mycology; 2014; 13: 303–304. eLIBRARY ID: 22741873 (in Russian)
7. Kononenko G. P., Burkin A. A. A survey on the occurrence of citrinin in feeds and their ingredients in Russia. *Mycotox. Res.* 2008; 24 (1): 3–6. DOI: 10.1007/BF02985263.
8. Kononenko G. P., Burkin A. A. Peculiarities of feed contamination with citrinin and ochratoxin A. *Agricultural Sciences*. 2013; 4 (1): 34–38. DOI: 10.4236/as.2013.41006.
9. Pfohl-Leschkowitz A., Manderville R. A. Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans. *Mol. Nutr. Food Res.* 2007; 51 (1): 61–99. DOI: 10.1002/mnfr.200600137.
10. Efuntoyé M. O. Natural occurrence of aflatoxins in bread in Nigeria. *SINET: Ehiop. J. Sci.* 2004; 27 (1): 69–70. Available at: <https://www.ajol.info/index.php/sinet/article/view/18223/17221>.
11. Rhyne P., Zoller O. Zearalenone in cereals for human nutrition: relevant data for the Swiss population. *Eur. Food Res. Technol.* 2003; 216 (4): 319–322. DOI: 10.1007/s00217-003-0674-7.
12. Schollenberger M., Drochner W., Rühle M., Suchy S., Terry-Jara H., Müller H. M. Trichothecene toxins in different groups of conventional and organic bread of the German market. *J. Food Comp. Anal.* 2005; 18 (1): 69–78. DOI: 10.1016/j.jfca.2003.10.009.
13. Besborodova N. A. Monitoring of mycotoxins in feed and feed raw materials and clinical and immunological features of mycotoxicoses in animals in the Ural region [Monitoring mikotoksinov v kormah i kormovom syr'e i kliniko-immunologicheskie osobennosti mikotoksikozov zhivotnykh v Ural'skom regione]: author's abstract of Thesis for the Candidate Degree (Veterinary Medicine). Yekaterinburg; 2009. 20 p. Available at: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01003484615#?page=1>. (in Russian)
14. Burdov L. G. Monitoring of mycotoxins, mycotoxicoses prevention and treatment in the Udmurt Republic [Monitoring mikotoksinov, profilaktika i lecheniye mikotoksikozov v Udmurtskoj Respublike]: author's abstract of Thesis for the Candidate Degree (Biology). Kazan; 2013. 28 p. Available at: <https://dlib.rsl.ru/viewer/01005532598#?page=1>. (in Russian)

Поступила 16.12.19

Принята в печать 18.02.20

Received on 16.12.19

Approved for publication on 18.02.20

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Кононенко Галина Пантелеевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией микотоксикологии и санитарии кормов ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, г. Москва, Россия.

Буркин Алексей Анатольевич, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, г. Москва, Россия.

Зотова Елена Владимировна, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник, ВНИИВСГЭ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН, г. Москва, Россия.

Galina P. Kononenko, Doctor of Science (Biology), Professor, Head of Laboratory for Mycotoxicology and Feed Hygiene, ARRIVSHE – Branch of the FSFSI FSC ARRIEVM RAS, Moscow, Russia.

Alexey A. Burkin, Candidate of Science (Medicine), Senior Researcher, ARRIVSHE – Branch of the FSFSI FSC ARRIEVM RAS, Moscow, Russia.

Yelena V. Zotova, Candidate of Science (Veterinary Medicine), Senior Researcher, ARRIVSHE – Branch of the FSFSI FSC ARRIEVM RAS, Moscow, Russia.