

C. 11A–15S. DOI:10.14456 / ITJEMAST.2020.307.

9. Obtaining Organic Poultry Breeding Products in Prevention of Micotoxicosis / E. A. Kapitonova [et. al.] // OnLine Journal of Biological Sciences. – 2021. – Vol. 21(3). – P. 213-220. DOI: 10.3844/ojbsci.2021.213.220.

10. Лазовский, В. А. Алгоритмы определения экономической эффективности ветеринарных мероприятий : учеб.-метод. пособие / В. А. Лазовский, В. А. Машеро, Д. Д. Морозов. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 44 с.

11. Методика проведения исследований по технологии производства яиц и мяса птицы / В.С. Лукашенко [и др.]. – Сергиев Посад : ВНИТИП, 2015. – 204 с.

12. Технология производства продукции животноводства : курс лекций. Ч. 2. Технология производства продукции скотоводства, свиноводства и птицеводства / М. А. Гласкович [и др.]. – Горки : БГСХА, 2017. – 240 с.

Поступила 4.04.2022 г.

УДК 636.085.55:632.25(476)

<https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-1-210-219>

А.И. КОЗИНЕЦ

ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОРАЖЕНИЯ МИКОТОКСИНАМИ КОМБИКОРМОВ И ИХ КОМПОНЕНТОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Микотоксины, являясь вторичными метаболитами плесени, представляют собой серьёзную проблему безопасности пищевых продуктов, вызывают интоксикацию у животных и снижают их продуктивность. В связи с этим необходимо знать токсичность и биотрансформацию микотоксинов у разных видов животных и человека, чтобы предотвратить возможность заражения, а также их инактивацию или уменьшение вреда в случае, когда заболеваемость неизбежна. В статье представлены результаты изучения степени поражённости микотоксинами кормов и комбикормового сырья в Республике Беларусь за период 2011–2021 гг. Материалом для исследования было 11089 образцов комбикормов и их компонентов. Результаты изучения качества злаковых зерновых культур, соевых, подсолнечных и рапсовых шротов и жмыхов, отрубей и кормов в совокупности на содержание микотоксинов в динамике за последнее десятилетие доказывают необходимость применения в составе комбикормов адсорбентов микотоксинов.

Ключевые слова: корма, комбикормовое сырьё, микотоксины.

**ASSESSMENT OF MYCOTOXIN CONTAMINATION
OF COMPOUND FEED AND ITS COMPONENTS
IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Mycotoxins, being secondary metabolites of mold, represent a serious food safety problem, cause intoxication in animals and reduce their productivity. In this regard, it is necessary to know the toxicity and biotransformation of mycotoxins in different species of animals and humans in order to prevent the possibility of infection as well as their inactivation or harm reduction when morbidity is unavoidable. The article contains the results of studying the degree of mycotoxin contamination of feed and compound feed raw materials in the Republic of Belarus for the period 2011-2021. Materials for the study were 11089 samples of compound feed and its components. The results of studying the quality of cereal crops, soybean, sunflower and rapeseed meals and cakes, bran and fodder in total for mycotoxin content in dynamics over the last decade prove the necessity to use mycotoxin adsorbents in compound feed.

Keywords: feed, compound feed raw materials, mycotoxins.

Введение. Повышение эффективности производства продукции животноводства невозможно без применения на практике знаний о кормлении сельскохозяйственных животных и особенно о качестве применяемых кормовых средств. В настоящее время при интенсивном ведении животноводства и использовании высокопродуктивных животных недостаточно иметь в своём распоряжении информацию о содержании в кормах и ингредиентах комбикормов обменной энергии, протеина, жира, аминокислот и других показателей питательности при кормлении высокопродуктивных животных. Необходимы сведения о наличии или отсутствии в них антипитательных и ядовитых веществ, которыми в том числе являются микотоксины [1]. Являясь вторичными метаболитами плесени, они представляют собой серьёзную проблему безопасности пищевых продуктов, могут вызывать интоксикацию у животных и снижать продуктивность животных, тем самым оказывая негативное влияние на экономику животноводства. Для оценки возможности вредного воздействия микотоксинов на организм необходимо знать их токсичность и биотрансформацию у разных видов животных и человека, возможность предотвращения заражения, а также их инактивацию или уменьшение вреда в случае, когда заболеваемость неизбежна [2, 3, 4, 5, 6].

В настоящее время известно свыше 400 микотоксинов, наличие которых в кормах проявляется симптомами, начиная от снижения

потребления сухого вещества из рационов до общей неспособности животных к нормальному росту и развитию [7, 8, 9]. Действующими ветеринарно-санитарными правилами обеспечения безопасности кормов и кормовых добавок в Республике Беларусь контролируется уровень шести микотоксинов: афлатоксина В1, зеараленона, Т-2 токсина, дезоксиниваленола (вомитоксин, ДОН), фумонизина В1, охратоксина А [10].

Цель исследований – определение уровня поражения микотоксинами комбикормов и комбикормового сырья в Республике Беларусь.

Материал и методика исследований. Для изучения поражённости микотоксинами наиболее распространённых в Республике кормов и комбикормового сырья проведён анализ результатов исследований 11089 образцов за период 2011-2021 гг. Определение количества афлатоксина В1 проводили по МВИ.МН 2785-2007, МВИ.МН 5231-2015, ГОСТ 31653-2012, ГОСТ 30711-2001, ГОСТ 28001-88, МВИ.МН 2559-2006, дезоксиниваленола – по МВИ.МН 2477-2006, зеараленона – по МВИ.МН 2478-2006, МВИ.МН 5230-2015, ГОСТ 31653-2012, ГОСТ 28001-88, охратоксина А – МВИ.МН 2480-2006, ГОСТ 31653-2012, ГОСТ 28001-88, Т2-токсина – по МВИ.МН 2479-2006, МВИ.МН 5731-2016, ГОСТ 31653-2012, фумонизина В1 – по МВИ.МН 2560-2006, МВИ.МН 5730-2016, ГОСТ 31653-2012.

С целью сравнения динамики распространения загрязнённых микотоксинами кормов за последние два года с предыдущим периодом все образцы были распределены на две группы: изучены результаты исследований 8453 проб за 2011-2019 гг. и 2636 проб, анализ которых проводился в 2020-2021 гг. (рисунки 1 и 2).

Результаты эксперимента и их обсуждение. Наличие афлатоксина в комбикормах и их компонентах установлено в 30,8-31,0 % образцах. В период 2011-2019 гг. из 7411 исследованных образцов данный микотоксин обнаружен в 31,0 % случаев со средним содержанием в поражённых пробах, равном 0,0023 мг/кг при предельно допустимой концентрации (ПДК) в готовых комбикормах для крупного рогатого скота, свиней и птицы 0,01-0,05 мг/кг. Соответственно, количество афлатоксина в поражённых образцах составляет 5-23 % к предельному уровню в зависимости от предназначения комбикорма. За последние два года поражаемость кормов афлатоксином составила 30,8 % (из 1368 проб его присутствие обнаружено в 421 случае со средним содержанием в поражённых кормах, равном 0,0017 мг/кг или 3-17 % от уровня ПДК в зависимости от предназначения комбикорма).

**Результаты исследований комбикормов и их компонентов
на присутствие микотоксинов в Республике Беларусь**

2011-2019 гг



Рисунок 1 – Динамика распространения загрязнённых микотоксинами кормов (2011-2019 гг.)

**Результаты исследований комбикормов и их компонентов
на присутствие микотоксинов в Республике Беларусь**

2020-2021 гг



Рисунок 2 – Динамика распространения загрязнённых микотоксинами кормов (2020-2021 гг.)

Среди различных групп кормов, используемых при производстве комбикормов, наиболее часто афлатоксин обнаруживается в высокобелковых компонентах. В продуктах переработки рапса (жмыхах и шротах)

он определялся в 92,0 % образцов на уровне 4,8 % от ПДК, подсолнечном шроте – 60 % образцов на уровне 3,3 % от верхнего предела, продуктах переработки сои – в 39,2 % случаях (2,9 % от допустимой концентрации). Высокий уровень поражаемости этим микотоксином установлен в отрубях из пшеницы и ржи – 50,0 % образцов поражено при уровне 6,3 % от ПДК. С наименьшей вероятностью афлатоксин встречается в зерновых злаковых культурах. Частота обнаружения его в пшенице составляет 9,6 % при уровне загрязнения в 7,3 % от предельной концентрации. В остальных злаковых (ячмене, тритикале, кукурузе, овсе и ржи) он присутствовал за последние два года в 13,3-18,0 % образцов с уровнем 7,8-15,8 % от ПДК.

Зеараленон в комбикормах и сырье для его производства за период 2011-2019 гг. обнаружен в 45,2 % образцов (2811 загрязнённых кормов из 6223 исследованных со средним содержанием в поражённых образцах, равном 0,10 мг/кг). В 2020-2021 гг. из 941 проведённых исследований кормов и кормовых добавок на его содержание его наличие установлено в 55,9 % случаев со средним содержанием в поражённых образцах 0,10 мг/кг при предельно допустимой концентрации в готовых комбикормах для крупного рогатого скота, свиней и птицы 0,2-2,0 мг/кг.

Зеараленон следует признать наиболее встречающимся микотоксином из всех шести контролируемых среди изученных компонентов комбикормов. В соевых продуктах переработки частота обнаружения его составляет 93,7 % при его концентрации в поражённых образцах на уровне 2,9 % от предельно допустимой. Зеараленон присутствует в каждом втором образце подсолнечного шрота, рапсовых кормов и зерне ржи в концентрации 7,9-9,6 % от предельно допустимой. В остальных злаковых зерновых кормах и отрубях зеараленон обнаружен в 24,7-38,5 % проб со средним содержанием в поражённых образцах 6,4-20,2 % от допустимого уровня. Максимально высокая концентрация зеараленона установлена в зерне кукурузы – 0,2 мг/кг.

Из 7503 образцов, которые определялись на наличие Т-2 токсина в 2011-2019 гг., его присутствие установлено в 2024 случаях (27,0 % от всего количества исследованных кормов) со средним содержанием в поражённых образцах, равном 0,073 мг/кг при ПДК 0,1 мг/кг для дойных коров и телят до шести месяцев (73 % от допустимого уровня). Аналогичная тенденция по заражению Т-2 токсином комбикормов и их компонентов установлена за последние два года. Присутствие Т-2 токсина установлено в 28,0 % кормов (всего исследовано 892 образца, из которых 250 были поражены этим микотоксином со средним содержанием 0,072 мг/кг), что составляет 72 % от предельно допустимой концентрации. Среди основных злаковых и высокобелковых компонентов

комбикормов максимальное заражённость Т-2 токсином установлена в отрубях пшеничных и ржаных (57,1 % отрубей поражено, концентрация – 0,07 мг/кг или 69,5 % от предельно допустимой концентрации на зерновые). За последние два года Т-2 токсин обнаруживался в каждом втором образце рапсовых кормов, зерне тритикале и ржи в концентрации 63,2-74,6 % от ПДК. Распределение изученных кормов по количеству загрязнённых образцов Т-2 токсином от наибольшего к меньшему выглядит следующим образом: отруби → тритикале → рожь → рапсовые шрота и жмыхи → овёс → кукуруза → соевый шрот → подсолнечный шрот → пшеница → ячмень.

За период 2011-2019 гг. ДОН (дезоксиниваленол) обнаруживался в 31,5 % комбикормов и сырье для его производства со средним содержанием его во всех поражённых образцах в количестве 0,735 мг/кг, что составляет 74 % от предельно допустимой концентрации для комбикормов-концентратов для дойных коров и телят до 6 месяцев. Установлено снижение вероятности обнаружения ДОНа до 15,1 % в период 2020-2021 гг. (всего исследовано 1083 образца), а также концентрации данного микотоксина в поражённых кормах до 0,673 мг/кг (67 % от ПДК для дойных коров и телят до 6 месяцев). Следует отметить, что предельно допустимая концентрация данного микотоксина в готовых комбикормах для крупного рогатого скота, свиней и птицы составляет 0,25-2,0 мг/кг в зависимости от вида и группы животных. В 251 пробе высокобелковых кормов (рапсовых, соевых и подсолнечных) за последние два года присутствие ДОНа практически не обнаружено. Наибольшая заражённость ДОНом установлена в зерне тритикале – 37,0 % интоксикации, кукурузе – 35,1 %, ржи – 28,0 % и отрубях – 27,0% со средним уровнем 43,8-82,2 % от ПДК в поражённых образцах. В зерновых культурах он наименее часто обнаруживался в зерне ячменя – 3,6 %, пшенице – 11,8 % и овсе – 15,0 % со средним уровнем 38,3-84,5 % от предельно допустимого.

Содержание фумонизина не регламентируется в кормах для крупного рогатого скота. Максимальное содержание его в комбикормах с содержанием кукурузы для свиней и птицы составляет 5,0 мг/кг. Из 1828 исследованных образцов в 2011-2019 гг. его наличие обнаружено в 17,1 % со средней концентрацией в загрязнённых кормах на уровне 0,66 мг/кг (13,2 % от ПДК). В 2020-2021 гг. поражение всех исследованных кормов фумонизином увеличилось до 36,6 % со средним содержанием 0,55 мг/кг. Половина образцов кукурузы (49,5 %) поражена фумонизином со средним содержанием равном 0,449 мг/кг при ПДК 5 мг/кг в комбикормах для свиней и птицы с её содержанием (9,0 % от разрешённого уровня).

Охратоксин обнаружен в 30,8 % комбикормов и их компонентах за период 2011-2019 гг. со средней концентрацией во всех 2022 поражённых образцах, равной 0,013 мг/кг. Превышение ПДК по содержанию охратоксина в комбикормах для цыплят до 90 дней, бройлеров – до 30 дней, поросят – до 4 месяцев, супоросных и подсосных свиноматок (0,01 мг/кг) установлено в 652 пробах или 9,9 % случаев (концентрация – 0,026 мг/кг).

В 2020-2021 гг. из 923 проведённых исследований кормов и кормовых добавок на содержание охратоксина он обнаруживался в 23,3 % случаев со средним содержанием в поражённых образцах – 0,0074 мг/кг. Наиболее загрязнёнными этим микотоксином являются рапсовые корма (60,6 % исследованных кормов со средним его содержанием в поражённых образцах 0,0021 мг/кг или 4,3 % от ПДК). Также высокая вероятность его присутствия (31,2 %) установлена в подсолнечном шроте в количестве 4,5 % от ПДК. Наименьшая вероятность обнаружения охратоксина установлена в зерновых злаковых – от 4,8 до 17,6% со средним его содержанием 0,001-0,006 мг/кг или 2,0-12,8 % от предельно допустимого.

Следует отметить, что уровень ПДК для отдельных групп животных является весьма условным показателем, установленным при использовании химически чистых микотоксинов в лабораторных условиях. Отрицательный результат тестирования кормов на наличие микотоксинов также не даёт стопроцентной уверенности в полной безопасности из-за отсутствия гарантии правильности отбора пробы, методики анализа патогенов и изменяющихся условий окружающей среды.

Зачастую в кормах обнаруживаются не один, а сразу несколько микотоксинов, синергическое взаимодействие которых превышает сумму влияния каждого из них в отдельности. Результаты исследований по распределению общего количества присутствующих микотоксинов в одном корме представлены на рисунках 3 и 4.

За период 2011-2019 гг. исследовано 6188 образцов на содержание не менее четырёх контролируемых микотоксинов в каждом корме. Установлено, что только в 17,8 % комбикормов и их компонентах не было обнаружено присутствие ни одного микотоксина. Однако считать их полностью чистыми даже по исследуемым видам микотоксинов нельзя, поскольку при анализе устанавливается предельная концентрация обнаружения каждого микотоксина, ниже которой их определение пока не представляется возможным. Наличие одного из шести исследуемых микотоксинов установлено в 32,0 % комбикормов и их компонентов. В остальных 50,2 % кормов обнаруживались два и более микотоксина одновременно.



Распределение комбикормов и кормового сырья по количеству микотоксинов в одном корме (исследовано 6188 образцов на содержание не менее четырёх контролируемых микотоксинов в каждом образце)

Рисунок 1 – Распределение общего количества присутствующих микотоксинов в одном корме (2011-2019 гг.)



Распределение комбикормов и кормового сырья по количеству микотоксинов в одном корме (исследовано 930 образцов на содержание не менее четырёх контролируемых микотоксинов в каждом образце)

Рисунок 2 – Распределение общего количества присутствующих микотоксинов в одном корме (2020-2021 гг.)

Среди 930 образцов кормов и кормовых добавок, исследования которых проведены в 2020–2021 гг., микотоксинов не было обнаружено в 18,2 % образцов, что практически соответствует результатам, полученным за предыдущие девять лет. Присутствие одного из шести контролируемых микотоксинов установлено в 32,6 % проб кормов и кормовых добавок. В остальных 49,2 % кормов определено два и более микотоксина одновременно.

Общее воздействие микотоксинов на здоровье и продуктивность животных зависит от дозы, и, как правило, молодняк сельскохозяйственных животных более восприимчивы к воздействию микотоксинов, чем взрослое поголовье. Крупный рогатый скот и овцы, обычно более устойчивы к микотоксинам, чем большинство животных, особенно свиньи, поскольку микробная популяция рубца играет определённую роль в процессе детоксикации. Это научное предположение основано на открытии факта преобразования микрофлорой рубца некоторых микотоксинов в менее вредоносные метаболиты.

Заключение. Исследование 11089 образцов комбикормов и их компонентов за период 2011–2021 гг. показало наличие афлатоксина в 30,8–31,0 % проб, Т-2 токсина – в 27,0–28,0 % образцов. За последние два года установлен рост вероятности обнаружения зеараленона с 45,2 до 55,9 %, фумонизина – с 17,1 до 36,6 % и снижения частоты обнаружения дезоксиниваленола с 31,5 до 15,1 %, охратоксина – с 30,8 до 23,3 %.

Распределение комбикормов и комбикормового сырья по количеству обнаруживаемых микотоксинов при условии определения не менее четырёх контролируемых микотоксинов в каждом образце показало их отсутствие в 17,8–18,2 % проб. Один микотоксин обнаруживался в 32,0–32,6 %, два – 27,0–29,8, три – 14,4–15,4, четыре – 4,3–6,7 % образцов.

Результаты изучения качества злаковых зерновых культур, соевых, подсолнечных и рапсовых шротов и жмыхов, отрубей и кормов в совокупности на содержание микотоксинов в динамике за последнее десятилетие доказывают необходимость применения в составе комбикормов адсорбентов микотоксинов.

Литература

1. Поражение кормов микотоксинами в Беларуси. Часть 1. Комбикорма и их компоненты / А. И. Козинец, О. Г. Голушко, Т. Г. Козинец, М. А. Надаринская // Наше сельское хозяйство. – 2022. - № 2: Ветеринария и животноводство. – С. 4–8.
2. The effect of feedborne *Fusarium* mycotoxins on dry matter intake, milk production and blood metabolites of early lactation dairy cows / Z. C. McKay [et al.] // *Animal Feed Science and Technology*. – 2019. – Vol. 253. – P. 39–44.
3. Soleimani, R. Mycotoxin detoxification of broiler feed by a mycotoxin binder / R. Soleimani, O. P. Faradonbeh, H. Bagheri // *Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences*. – 2011. – Vol. 1, Issue 12. – P. 778–780.
4. The Effect of Low-dose Ochratoxin A (OTA) Fed in Ducks on Blood Haematological Profiles and Histopathological Alterations / N. Tansakul [et al] // *Asian Journal of Animal and*

Veterinary Advances. – 2012. – Vol. 7, No 10. – P. 1021-1027.

5. Efficacy of kaolin and bentonite clay to reduce aflatoxin M1 content in contaminated milk and effects on milk quality / A. I. Moussa [et al.] // The Pakistan Veterinary Journal. – 2020. – Vol. 40, Issue 2. – P. 181-186.

6. Biagi, G. Dietary supplements for the reduction of mycotoxin intestinal absorption in pigs / G. Biagi // Biotechnology in Animal Husbandry. – 2009. – Vol. 25, Issue 5-6-1. – P. 539-546.

7. Peng, W.-X. Strategies to prevent and reduce mycotoxins for compound feed manufacturing / W.-X. Peng, J. L. M. Marchal, A. F. B. van der Poel // Animal Feed Science and Technology. – 2018. – Vol. 237. – P. 129-153.

8. Jouany, J. P. Methods for preventing, decontaminating and minimizing the toxicity of mycotoxins in feeds / J. P. Jouany // Animal Feed Science and Technology. – 2007. – Vol. 137, Issues 3-4. – P. 342-362.

9. Decontamination of Mycotoxin-Contaminated Feedstuffs and Compound Feed / R. Čolović [et al.] // Toxins. – 2019. – Vol. 11(617). – 18 p. – DOI:10.3390/toxins11110617.

10. Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых добавок : утв. Постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10.02.2011 г., № 10 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. – 2007-2019. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/documents/technical-acts/a64bdbfcb9b67c1d.html>

Поступила 18.03.2022 г.

УДК 636.2.085:[14+54]

<https://doi.org/10.47612/0134-9732-2022-57-1-219-227>

А.И. КОЗИНЕЦ, Н.В. ПИЛЮК, Т.Г. КОЗИНЕЦ, О.Г. ГОЛУШКО,
М.А. НАДАРИНСКАЯ, М.С. ГРИНЬ, С.А. ГОНАКОВА

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГОЖИРОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В РАЦИОНАХ КОРОВ

*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

Для достижения высокого уровня продуктивности в период ранней лактации необходимо обеспечить значительную концентрацию обменной энергии в сухом веществе рациона (до 11-12 МДж), а также сырого жира (с учётом защищённого) в сухом веществе (5-6 %). Этого можно достичь за счёт дополнительно введения в рацион животных растительных масел и жиров. В статье представлены результаты исследования эффективности использования энергожировых концентратов в рационах коров. Установлено, что их использование в качестве подкормки дойным коровам взамен соевого шрота позволило снизить показатель удельного веса кормов в структуре реализационной стоимости молока. Прибыль от дополнительно полученного молока при использовании энергожировых концентратов составила 75,9 руб., 106,3 и 60,7 руб.

Ключевые слова: коровы, энергожировой концентрат, кровь, молочная