



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-2-201-209>
УДК 619:615.9:63-021.66

Анализ выявлений микотоксинов по данным информационной системы RASFF за период с 2020 по 2022 г.

С. С. Ибрагимова¹, О. В. Прунтова², Н. Б. Шадрова², Т. В. Жбанова²

¹ Крымская испытательная лаборатория ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (КрымИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ»), ул. Шоссейная, 21а, г. Симферополь, 295494, Республика Крым, Россия

² ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»), мкр. Юрьевец, г. Владимир, 600901, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Микотоксины – вторичные метаболиты плесневых грибов, являются загрязнителями, подлежат контролю. Согласно принятой классификации, по требованиям Директивы Совета Европейского союза 96/23/ЕС, относятся к группе ВЗ: «Прочие вещества и загрязнители окружающей среды». Информация о выявлении превышения предельно допустимых концентраций в кормах и пищевых продуктах вносится в информационную систему RASFF и ACN, функционирующую на территории стран Европейского союза.

Цель исследования. Анализ сведений о контаминации микотоксинами пищевой продукции и кормов за период с 2020 по 2022 г., зарегистрированных в информационной системе RASFF и ACN.

Материалы и методы. Объектом анализа были 1335 сообщений о превышении предельно допустимых концентраций микотоксинов (афлатоксинов, ократоксина А, дезоксиниваленола, зеараленона и патулина) в пищевых продуктах и кормах.

Результаты. Распределение случаев выявления микотоксинов в анализируемый период: афлатоксины – 87,1%, ократоксин А – 11,6%, патулин – 0,6%, дезоксиниваленол – 0,5%, зеараленон – 0,2%. Превышение предельно допустимой концентрации афлатоксинов чаще всего обнаруживали в арахисе (764 сообщения), ократоксина А – в сушеном инжире (43 сообщения), патулина – в яблочном соке (6 сообщений), зеараленона и дезоксиниваленола – в продукции из категории «крупы и хлебобулочные изделия». В кормах и кормовом сырье были выявлены несоответствия по содержанию исключительно афлатоксинов (33 сообщения), которые в 66,7% случаев обнаруживали в арахисе, предназначенном для кормовых целей. Анализ динамики контаминации продукции микотоксинами показал, что в 2021 и 2022 гг. наблюдали рост количества регистрируемых сообщений об их детекции.

Заключение. Согласно отчетам RASFF и ACN за 2020–2022 гг., микотоксины представляли третью по распространенности категорию опасности. Нарушение законодательства в части превышения предельно допустимых концентраций микотоксинов выявлено исключительно в продукции растительного происхождения.

Ключевые слова: микотоксины, афлатоксины, ократоксин, патулин, дезоксиниваленол, зеараленон, система RASFF, Европейский союз, сельскохозяйственные продукты, продукты животного происхождения, корма, контаминация, превышение предельно допустимых концентраций

Благодарности: Работа выполнена за счет средств ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках тематики научно-исследовательских работ «Ветеринарное благополучие».

Для цитирования: Ибрагимова С. С., Прунтова О. В., Шадрова Н. Б., Жбанова Т. В. Анализ выявлений микотоксинов по данным информационной системы RASFF за период с 2020 по 2022 г. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (2): 201–209. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-2-201-209>

Конфликт интересов: Прунтова О. В. является членом редколлегии журнала «Ветеринария сегодня» с 2012 г., но никакого отношения к решению опубликовать эту статью не имеет. Рукопись прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Для корреспонденции: Ибрагимова Селиме Серверовна, ведущий ветеринарный врач отдела микробиологических исследований КрымИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ», ул. Шоссейная, 21а, г. Симферополь, 295494, Республика Крым, Россия, ibragimova@arriah.ru

Analysis of RASFF notifications for mycotoxins in 2020–2022

Selime S. Ibragimova¹, Olga V. Pruntova², Natalya B. Shadrova², Tatyana V. Zhanova²

¹ Crimean Testing Laboratory of Federal Centre for Animal Health, 21a Shosseynaya str., Simferopol 295494, Republic of Crimea, Russia

² Federal Centre for Animal Health, Yur'evets, Vladimir 600901, Russia

ABSTRACT

Introduction. Mycotoxins are secondary metabolites of various fungi. The contamination with mycotoxins is subject to control. Pursuant to the accepted classification in accordance with Council Directive 96/23/EC they belong to group B3: “Other substances and environmental contaminants”. Information on detected exceedances of maximum permitted levels in feed and food is notified to the RASFF and ACN information systems, which operate across the European Union.

Objective. Analysis of RASFF and ACN notifications for mycotoxins in food and feed in 2020–2022.

Materials and methods. 1,335 publications on exceedances of maximum permitted levels of mycotoxins (aflatoxins, ochratoxin A, deoxynivalenol, zearalenone and patulin) in food and feed have been analysed.

Results. Breakdown of mycotoxin notifications during the analyzed period was as follows: aflatoxins – 87.1%, ochratoxin A – 11.6%, patulin – 0.6%, deoxynivalenol – 0.5%, zearalenone – 0.2%. Aflatoxin contaminations were most often reported in groundnuts (764 notifications), ochratoxin A in dried figs (43 notifications), patulin in apple juice (6 notifications), zearalenone and deoxynivalenol in cereals and bakery products. Feedstuffs and feed ingredients were found to be contaminated only with aflatoxins (33 notifications), and 66.7% of notifications accounted for groundnuts intended for feeding. An analysis of mycotoxin contamination dynamics demonstrated that there was an increase in the number of notifications in 2021 and 2022.

Conclusion. According to RASFF and ACN notifications, mycotoxins were the third most notified hazard category in 2020–2022. Elevated mycotoxin concentrations were detected exclusively in plant products.

Keywords: mycotoxins, aflatoxins, ochratoxin, patulin, deoxynivalenol, zearalenone, RASFF system, European Union, agricultural products, animal products, feed, contamination, exceeding maximum levels

Acknowledgements: The study was funded by the Federal Centre for Animal Health within the research topic “Veterinary Welfare”.

For citation: Ibragimova S. S., Pruntova O. V., Shadrova N. B., Zhibanova T. V. Analysis of RASFF notifications for mycotoxins in 2020–2022. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (2): 201–209. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-2-201-209>

Conflict of interests: Pruntova O. V. is a member of the editorial board of the “Veterinary Science Today” journal since 2012, but was not involved into the decision making process related to this article publication. The manuscript has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interests.

For correspondence: Selime S. Ibragimova, Leading Veterinarian, Microbiological Testing Unit, Crimean Testing Laboratory of Federal Center for Animal Health, 21a Shosseynaya str., Simferopol 295494, Republic of Crimea, Russia, ibragimova@arriah.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время известно более 400 видов микотоксинов, которые продуцируют плесневые грибы, относящиеся к родам *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps*, *Neotyphodium*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Trichoderma*, *Trichothecium* и др. [1, 2, 3, 4, 5].

Согласно отечественным и зарубежным литературным источникам, в кормах и продукции растениеводства отмечается высокая загрязненность микромицетами (до 80–100%), в том числе токсинообразующими (до 40–60%), и в 21% случаев выделяют микотоксины в опасных для здоровья животных и человека концентрациях. Проблема контаминации кормов и пищевых продуктов микромицетами плесневых грибов и их метаболитами распространена повсеместно и не имеет географических границ. Степень загрязненности зависит от условий внешней среды (температуры и влажности), соблюдения правил агротехнологий, устойчивости растений к фитопатогенам [6, 7, 8, 9, 10, 11].

Скармливание животным кормов, загрязненных микотоксинами, приводит к развитию обширной группы заболеваний неинфекционного происхождения – алиментарным микотоксикозам. Клинические признаки и симптомы зависят от множества факторов: вида микотоксина, количества и продолжительности поступления в организм, общего состояния и иммунного статуса организма. Классифицируют микотоксикозы по виду токсина или грибка-продуцента: фузариотоксикозы, афлатоксикозы, охратоксикозы, патулинтотоксикозы, стахиботриотоксикозы и др. В зависимости от вида сельскохозяйственных животных и птиц, возраста, физиологического состояния отмечают вариabельность чувствительности к действию различных видов микотоксинов. Например, наиболее восприимчивыми к афлатоксинам являются поросята до 3-месячного возраста, супоросные свиноматки, телята, откормочные свиньи, взрослый крупный рогатый скот и овцы. Среди домашней птицы высокой чувствительностью обладают индюшата, утята и гусята. К охратоксинам восприимчивы свиньи и сельскохозяйственная птица. К действию стахиботриотоксина чувствительны не только лошади, но и крупный рогатый скот; фузариотоксинов и фумонизинов – лошади, свиньи, птица; патулина – свиньи и крупный рогатый скот [1, 12, 13, 14, 15, 16].

В Российской Федерации, согласно данным обширного мониторинга за десятилетний период ежегодных микотоксикологических испытаний полнорационных

комбикормов для свиней и домашней птицы, представленным хозяйствами и перерабатывающими предприятиями, расположенными в Северо-Западном, Центральном, Южном, Приволжском и Уральском федеральных округах, были выявлены: Т-2 токсин, дицетоксисцирпенол, дезоксиниваленол, зearаленон, фумонизины группы В, альтернариол, охратоксин А, цитринин, афлатоксин В₁, стеригматоцистин, циклопизоновая кислота, микофеноловая кислота, эргоалкалоиды и эмодин. Полученные результаты подтвердили актуальность систематического контроля контаминации микотоксинами [17].

Научные данные австрийской компании BIOMIN, полученные при исследовании 6844 образцов сельскохозяйственной продукции, показали, что в мире преобладающими микотоксинами являются дезоксиниваленол (66%), фумонизины (56%) и зearаленон (53%) [18].

Согласно литературным источникам, среди нескольких сотен известных микотоксинов наиболее распространены и опасны для здоровья и продуктивности сельскохозяйственных животных афлатоксины, Т-2 токсин, охратоксин А, патулин, фумонизины, зearаленон и дезоксиниваленол [19, 20, 21, 22].

Афлатоксины при поступлении в организм оказывают выраженное гепатотоксическое, тератогенное, цитотоксическое воздействие. Токсический эффект усиливается при наличии в корме Т-2 токсина или охратоксина, а также при относительно низких уровнях содержания сырого протеина, метионина и витаминов D₃. Из охратоксинов наиболее опасен охратоксин А, который подавляет синтез протеинов и нарушает метаболизм углеводов за счет ингибирования активности специфического фермента, инициирующего синтез протеинов [23, 24, 25, 26, 27, 28].

Широко распространенными в мире фузариотоксинами являются дезоксиниваленол (ДОН, vomitoxin) и зearаленон. ДОН чаще всего обнаруживают в пшенице, реже – в кукурузе, ячмене, ржи, овсе и продуктах переработки зерна. Зearаленон отличается от других микотоксинов наличием гормоноподобных свойств и отсутствием острого токсического действия, приводящего к летальному исходу, является утеротрофным и эстрогенным веществом, вызывающим гиперэстрогенизм у свиней, бесплодие и отставание в развитии у крупного рогатого скота и птицы [29, 30, 31, 32, 33].

Патулин обычно обнаруживают в подгнивших фруктах, ягодах и овощах, он обладает мутагенным

и нейротоксическим эффектом, оказывает нефротоксическое и иммунотоксическое действие, может вызывать симптомы поражения желудочно-кишечного тракта [1, 34].

Географически наибольшее распространение афлатоксинов отмечают в регионах с тропическим климатом (Африка и Юго-Восточная Азия); охратоксинов – в регионах с прохладным влажным климатом (Северная Европа), фузариотоксины и зеараленон распространены повсеместно, в том числе и на территории Российской Федерации [1, 13].

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), до 30% продовольственных и кормовых культур загрязнены микотоксинами. Сообщения отечественных и зарубежных источников информации подтверждают, что микотоксикозы существенно влияют на снижение продуктивности и уровень воспроизводства сельскохозяйственных животных, в результате чего животноводство несет существенные экономические потери. Кроме того, продуцируемые плесневыми грибами токсичные вещества представляют серьезную опасность для здоровья потребителей сельхозпродукции. В связи с этим вопросы, посвященные выявлению микотоксинов в сельскохозяйственной и пищевой продукции, являются актуальными [1, 6, 33, 34, 35, 36].

В Российской Федерации предельно допустимые уровни содержания микотоксинов в сельскохозяйственной и пищевой продукции регламентируются техническими регламентами Таможенного союза, а именно: ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна», ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции». Кроме того, микотоксины включены в перечень показателей при проведении мониторинговых исследований, которые с 2007 г. ежегодно организует и проводит Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор) [37].

Новизна данной работы состоит в анализе и интерпретации сведений об уровне загрязненности микотоксинами пищевой продукции и кормов в европейских странах.

Целью исследования является анализ информации о контаминации микотоксинами пищевой продукции и кормов в странах Европейского союза (ЕС) на основании данных информационной системы RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) за период с 2020 по 2022 г.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом анализа были выбраны уведомления информационной системы RASFF за 2020–2022 гг. о выявлении микотоксинов (афлатоксинов, охратоксина А, дезоксиниваленола, зеараленона и патулина) в пищевых продуктах и кормах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Система быстрого оповещения о качестве пищевых продуктов и кормов (RASFF). Единая правовая основа в части безопасности сельскохозяйственной продукции, продовольственного сырья и кормов в ЕС базируется на регламентах № 178/2002 и № 882/2004 [38, 39].

Регламент № 178/2002 устанавливает общие принципы и требования к качеству и безопасности сельскохозяйственной продукции и продовольственного

сырья, охватывая все этапы производства и переработки. Кроме того, документ регламентирует и определяет полномочия Европейского агентства по безопасности пищевых продуктов (EFSA) и внедряет систему RASFF в ЕС. В Регламенте № 882/2004 сформулированы общие принципы официального контроля, осуществляемого с целью обеспечения соблюдения законодательства в отношении кормов и пищевых продуктов [40, 41, 42, 43].

Система RASFF является ключевым инструментом оперативного обмена информацией о случаях выявления пищевой продукции, продовольственного сырья и кормов, представляющих опасность для жизни и здоровья человека и животных. Эта система была создана в 1979 г. и имела заключенную в Директиве по безопасности продуктов правовую основу. Корма официально не попадали под действие системы. С 28 января 2002 г. законодательной базой, на основании которой RASFF регламентирует свою работу, является статья 50 Регламента № 178/2002 Европейского парламента и Совета, которая охватывает все этапы производства и переработки пищевых продуктов в рамках пищевой цепочки «от фермы до тарелки», в том числе корма и кормовое сырье [39, 40, 44].

В 2020 г. были установлены показатели опасности для включения в уведомления о несоответствии кормов по категориям кормовой продукции по странам происхождения и по странам-уведомителям. С марта 2021 г. RASFF совместно с Сетью административной помощи и сотрудничества (AAC) и Сетью по борьбе с агропродовольственным мошенничеством (FFN) образуют единую Сеть оповещения и сотрудничества (ACN), которая учреждена согласно Постановлению IMSOC 2019/1715 «О системе управления информацией для официального контроля». Система оповещения ACN объединяет три сети (RASFF, AAC и FFN), обеспечивая беспрепятственный обмен информацией между компетентными органами государств-членов и способствуя сотрудничеству между ними [45].

Уведомления в системе RASFF связаны с контролем продукции на внешних границах ЕС, в пунктах въезда или пограничных инспекционных постах, и с проверками со стороны контролирующих органов или в результате инцидентов с пищевыми отравлениями. Во всех государствах – членах RASFF и Европейской комиссии созданы контактные пункты, между которыми происходит обмен информацией [38, 45, 46, 47].

Страна – член RASFF, на территории которой произошло выявление, вносит в информационную систему данные о существовании серьезного прямого или косвенного риска. После получения уведомления другие страны-члены могут отследить, есть ли данная продукция на их рынке. Далее они отчитываются о том, что было выявлено на их территории, какие меры приняты для обеспечения прозрачности и взаимного информирования. Уведомления касаются и контроля на границах, в пунктах въезда или на пограничных досмотровых постах, когда груз не был принят к импорту [45, 46, 47].

На внутреннем рынке стран-членов при обнаружении несоответствий, входящих в компетенцию национальных органов по контролю за продуктами питания и кормами, предпринимаются меры, необходимые для немедленного устранения и предотвращения повторного возникновения аналогичного риска. Через RASFF

Таблица

Динамика выявления микотоксинов в период с 2020 по 2022 г. согласно информации RASFF и ACN

Table

Mycotoxin detection dynamics in 2020–2022 according to RASFF and ACN

Наименование микотоксина	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Общее количество уведомлений
	количество	%*	количество	%*	количество	%*	
Афлатоксины	343	87,0	387	88,8	413	85,7	1143
Охратоксин А	41	10,4	46	10,5	65	13,5	152
ДОН	6	1,5	1	0,2	0	0	7
Зеараленон	1	0,3	0	0	1	0,2	2
Патулин	3	0,8	2	0,5	3	0,6	8
Итого	394	100	436	100	482	100	1312

* % от общего числа выявлений за год (% of the total number of detections for the year).



Рис. 1. Виды микотоксинов и частота их выявления в образцах продукции растительного происхождения в период с 2020 по 2022 г.

Fig. 1. Types of mycotoxins and rates of their detection in plant product samples in 2020–2022

осуществляется ряд действий, о которых сообщается в отчете: изъятие или отзыв продукции и ее возможное уничтожение, доведение информации до сведения общественности и др. [45, 46].

Уведомления о контаминации микотоксинами (афлатоксины, охратоксин А, патулин, ДОН, зеараленон) за период с 2020 по 2022 г. из стран ЕС. Согласно годовым докладам RASFF и ACN, микотоксины представляют третью по распространенности категорию опасности, уступая по количеству сообщений данным о выявлении остаточного количества пестицидов и бактерий рода *Salmonella* [45, 46, 47].

Анализ динамики контаминации продукции микотоксинами в концентрациях, превышающих предельно допустимые уровни, согласно официальным сообщениям RASFF, показал, что в 2021 и 2022 гг. наблюдается тенденция к росту количества регистрируемых сообщений об обнаружении микотоксинов: в 2021 г. – увеличение на 6% по сравнению с 2020 г., а в 2022 г. – на 10,5% по сравнению с 2021 г. В 2020 г. было отмечено снижение количества выявлений на 23% относительно 2019 г.; согласно итоговому докладу RASFF, данный факт связывают с пандемией COVID-19 [45, 46, 47].

По данным отчетов RASFF за 2020 г. и ACN за 2021 и 2022 гг., зарегистрировано 1335 сообщений о превышении предельно допустимых концентраций (ПДК) микотоксинов в пищевых продуктах и кормах. В 2020 г.

было зарегистрировано 400 уведомлений, в 2021 г. – 450, в 2022 г. – 485. Из 1335 сообщений 1312 содержат сведения о выявленных несоответствиях по показателям безопасности на наличие анализируемых в данной работе видов микотоксинов: афлатоксинов, охратоксина А, патулина, ДОН и зеараленона. Динамика обнаружения исследуемых микотоксинов в 2020–2022 гг. представлена в таблице.

Из 1312 проанализированных сообщений о выявлении фактов превышения ПДК микотоксинов 1007 были зарегистрированы при проведении пограничного контроля, 162 – в ходе официального контроля на рынке, 142 – в результате внутренних проверок, 1 уведомление было сформировано в системе RASFF после поступления жалобы потребителя по факту пищевого отравления в связи с содержанием в продукции охратоксина А [48].

Установлено, что за указанный период в системе RASFF наиболее часто регистрировали случаи обнаружения афлатоксинов (87,1%), охратоксина А (11,6%), патулина (0,6%), ДОН (0,5%), зеараленона (0,2%), информация отражена на рисунке 1. Необходимо отметить, что превышение ПДК анализируемых микотоксинов было выявлено исключительно в продукции растительного происхождения.

Выявление афлатоксинов (по данным RASFF за 2020–2022 гг.). Из 1143 уведомлений системы RASFF 97,1% составляли случаи выявления афлатоксинов в пищевой продукции и 2,9% – в кормах и кормовом сырье.

О превышении ПДК афлатоксинов продуктах питания свидетельствуют 1110 зарегистрированных сообщений в следующих категориях: «орехи, ореховые продукты и семена», «фрукты и овощи», «крупы и хлебобулочные изделия», «травы и специи», «прочие пищевые продукты / смешанные», «кондитерские изделия», «какао, какао-продукты, кофе и чай» и «мороженое и десерты».

Нарушения в категории «орехи, ореховые продукты и семена» составили 67,9% (776 уведомлений), из них 52,0% (403) были выявлены в арахисе; 27,6% (214) – в фисташках; 9,1% (71) – в фундуке; 3,6% (28) – в миндале; 2,1% (16) – в арахисовом масле; 1,2% (9) – в семенах арбуза; 1,0% (8) – в семенах дыни; по 0,5% (4) пришлось на бразильский орех и кунжут; 0,4% (3) – на миндальную муку; по 0,3% (2) несоответствий обнаружено в семенах оглоу, абрикосовых косточках, ореховой

пасте из фундука, кешью; по 0,1% (по 1) – в семенах подсолнуха, лотоса, ореховой смеси, семенах чиа, фисташковой муке, миндальной нуге, арахисовой пасте и ореховых крекерах.

В категории «фрукты и овощи» было зарегистрировано 163 уведомления (14,3%). При этом большая часть нарушений выявлена в сушеном инжире – 94,5% (154), а также сушеных финиках – 3,1% (5), шелковице – 1,8% (3), финиковом сиропе – 0,6% (1).

На категорию «крупы и хлебобулочные изделия» пришлось 7,4% уведомлений (85), из них 75,0% (64) составили несоответствия, выявленные в рисе; 4,7% (4) – в кукурузе; 3,5% (3) – в пшеничной муке; по 2,4% (2) – в гречке, просе, сухом соевом продукте, смеси проса, кукурузы и сока баобаба; по 1,2% (1) – в пшенице, рисовой муке, кукурузной муке, спельтовой муке, миндальной муке и муке из гречневой лузги (шелухи).

Об обнаружении афлатоксинов в продуктах из категории «травы и специи» за вышеуказанный период в RASFF поступило 74 уведомления (6,5%). Из них 21 сообщение (28,4%) – о нарушениях, выявленных в смеси специй; 16 (21,6%) – в мускатном орехе; 13 (17,6%) – в цельном высушенном перце чили; 10 (13,5%) – в измельченном перце чили; 5 (6,8%) – в куркуме; 4 (5,4%) – в молотом имбире; 3 (4,0%) – в порошке карри; 2 (2,7%) – в черном перце.

В категории «прочие пищевые продукты / смешанные», которая включала пасту из фундука, финиковый сироп, арахис в скорлупе, рисовую муку, пасту для начинки и украшения мороженого, было зарегистрировано всего 5 уведомлений (0,4%) – по одному на каждый вид продукта. Также всего 5 уведомлений (0,4%) были зафиксированы в категории «кондитерские изделия», из них 3 (60,0%) пришлось на конфеты с арахисом; по 1 (20,0%) – на арахисовую халву и халву с фисташками. В категориях «какао, какао-продукты, кофе и чай» (в какао-порошке) и «мороженое и десерты» (в арахисовой пасте для мороженого) было зарегистрировано по 1 сообщению (по 0,1%).

О превышении ПДК афлатоксинов в кормах и кормовом сырье было получено 33 сообщения, которые представлены в следующих категориях: «исходный материал / корма» – 25 сообщений (75,8%); «орехи, ореховые продукты и семена» (арахис) – 6 (18,2%); по 1 сообщению (3,0%) пришлось на категории «кормовые материалы» (превышение обнаружено в кукурузном глютене) и «корм для домашних животных». При этом в категории «исходный материал / корма» 16 уведомлений (64,0%) составили несоответствия в арахисе; по 2 (8,0%) – в просе и семенах подсолнечника; по 1 (4,0%) – в рисовой муке, рисовых отрубях и белке, кукурузном глютене и хлопковой муке.

Выявление охратоксина А (по данным RASFF за 2020–2022 гг.). За исследуемый период было зарегистрировано 152 сообщения о превышении допустимого уровня охратоксина А.

В образцах продуктов из категории «фрукты и овощи» выявлено 73 несоответствия (48,0%), из них 43 (58,9%) составляют превышения ПДК в сушеном инжире; 20 (27,4%) – в изюме; по 3 (4,1%) – в шелковице и финиках; по 1 (1,4%) – в финиковом сиропе, инжирном хлебе с миндалем, консервированных сливах и абрикосовых косточках.

В категории «крупы и хлебобулочные изделия» в 2020–2022 гг. было зарегистрировано 36 сообщений,

что составило 23,7% от общего числа уведомлений об обнаружении охратоксина А. Из них 44,4% (16 сообщений) было о превышении ПДК в рисе; 11,1% (4 сообщения) – в муке пшеничной; по одному сообщению касались пшеницы, овса, ржаного хлеба, ржанных хлопьев, ржаной муки, хлебцев, мюсли, сухого соевого продукта, крупы киноа, муки кукурузной, макарон ржанных цельнозерновых, овсяных хлопьев, детского питания, фруктово-овсяных батончиков, красной лебеды и булочек.

На категорию «травы и специи» пришлось 27 сообщений (17,7%), из которых 11 (40,7%) – о превышении допустимого уровня охратоксина А в мускатном орехе; 10 (37,1%) – в молотом перце; 3 (11,1%) – в измельченном корне солодки; 2 (7,4%) – в приправе чили; 1 (3,7%) – в биодобавках.

В категории «орехи, ореховые продукты и семена» были зафиксированы 5 сообщений (3,3%): 4 (80%) – о несоответствии в фисташках и 1 (20%) – в арбузных семечках.

Было зарегистрировано 4 сообщения (2,6%) о выявлении охратоксина А в финиковом сиропе (категория «прочие пищевые продукты / смешанные»), а также 4 уведомления (2,6%) о превышении ПДК в кофе растворимом (3) и в смеси кофе обжаренного и молотого (1) из категории «какао, какао-продукты, кофе и чай».

За анализируемый период в систему RASFF поступило по одному уведомлению (по 0,7%) о превышении ПДК охратоксина А в порошке экстракта астрагала (категория «диетические продукты питания, пищевые добавки и обогащенные пищевые продукты»), вине Rossa (категория «вино») и фруктовых батончиках (категория «готовые блюда и закуски»).

Выявление дезоксиниваленола и зеараленона (по данным RASFF за 2020–2022 гг.). Нарушение европейского законодательства в части превышения ПДК ДОН зарегистрировано только в категории «крупы и хлебобулочные изделия»: за анализируемый период было направлено 7 сообщений. Данный микотоксин обнаружен в зернах пшеницы и кукурузы (по 2 сообщения; по 28,6%), в муке пшеничной, лапше быстрого приготовления и панировочных сухарях (по 1 сообщению; по 14,3%). Наибольшее количество случаев выявления ДОН было в 2020 г. – 6 зарегистрированных в системе RASFF сообщений, а в 2021 г. поступило 1 уведомление. В 2020 г. в одном образце пшеницы, помимо превышения ПДК ДОН, было установлено превышение предельно допустимого уровня зеараленона. Второй случай выявления зеараленона был зарегистрирован в 2022 г., микотоксин был обнаружен в рисовых крекерах.

Выявление патулина (по данным RASFF за 2020–2022 гг.). За исследуемый период о превышении ПДК патулина поступило 8 уведомлений в две категории RASFF: «фрукты и овощи» (37,5%) и «безалкогольные напитки» (62,5%). В 75,0% случаев (6 сообщений) данный микотоксин обнаруживали в яблочном соке, по 12,5% (по 1 сообщению) пришлось на яблочный соус и натуральный яблочно-вишневый сок.

Анализ распределения выявленных микотоксинов по категориям продукции растительного происхождения и кормам согласно классификации в системе RASFF. Необходимо отметить, что в различных категориях продукции регистрировали превышения ПДК микотоксинов нескольких видов. Так, в продукции, относящейся к категории «крупы и хлебобулочные изделия», было выявлено превышение предельно допустимого уровня



Рис. 2. Процентное соотношение выявленных микотоксинов в различных категориях продукции растительного происхождения (согласно данным RASFF за период с 2020 по 2022 г.)

Fig. 2. Percentage ratio of detected mycotoxins in different plant product categories (according to RASFF for 2020–2022)

4 микотоксинов; в категории «фрукты и овощи» зафиксировано наличие 3 микотоксинов; в образцах продукции из категории «орехи, ореховые продукты и семена», «травы и специи», «прочие пищевые продукты / смешанные» и «какао, какао-продукты, кофе и чай» обнаружены 2 микотоксина. Результаты анализа распределения микотоксинов (афлатоксинов, охратоксина А, ДОН, зеараленона, патулина) по категориям продукции представлены на рисунке 2.

В образцах продукции из категории «крупы и хлебобулочные изделия» было зарегистрировано превышение ПДК афлатоксинов (85 уведомлений; 65,4%), охратоксина А (36 уведомлений; 27,7%), ДОН (7 уведомлений; 5,4%) и зеараленона (2 уведомления; 1,5%). При этом в 2022 г. в данной категории более чем вдвое увеличилось количество сообщений о выявленных несоответствиях нормативам уровня содержания афлатоксинов.

В категории «фрукты и овощи» размещены уведомления о превышении ПДК 3 видов микотоксинов: афлатоксинов – 181 сообщение (70,4%), охратоксина А – 173 (28,4%) и патулина – 3 (1,2%).

Превышение предельно допустимого уровня афлатоксинов (758 (99,3%) и 74 (73,3%) сообщений соответственно) и охратоксина А (5 (0,7%) и 27 (26,7%) сообщений соответственно) регистрировали в категориях «орехи, ореховые продукты и семена» и «травы и специи».

За указанный период поступило 5 сообщений о выявлении афлатоксинов и 4 сообщения о наличии охратоксина А в продукции из категории «прочие пищевые продукты / смешанные». В 2021 г. в RASFF было отправ-

лено 4 сообщения о превышении ПДК охратоксина А и афлатоксинов в продукции из категории «какао, какао-продукты, кофе и чай».

В таких категориях, как «кондитерские изделия», «готовые блюда и закуски», «диетические продукты питания, пищевые добавки», «мороженое и десерты», «вино» и «безалкогольные напитки», выявили несоответствия по содержанию только одного из микотоксинов.

В продукции, предназначенной для кормовых целей, относящейся к категориям «корма для домашних животных», «кормовые материалы» и «орехи, ореховые продукты и семена», было обнаружено превышение ПДК исключительно афлатоксинов.

При проведении аналитического исследования одновременная контаминация несколькими микотоксинами была отмечена в 16 случаях, сочетанное загрязнение афлатоксинами и охратоксином А зафиксировано в 14 сообщениях, по одному уведомлению касалось совместной контаминации зеараленоном и ДОН, а также зеараленоном и афлатоксинами.

На основании сведений, представленных в отчетах RASFF за 2020, 2021 и 2022 гг., необходимо отметить тенденцию к увеличению количества сообщений о контаминации кормов и продукции растительного происхождения афлатоксинами и охратоксином А. В отношении превышения ПДК таких микотоксинов, как ДОН, зеараленон и патулин, уведомления были единичными (табл.), и их недостаточно, чтобы определить достоверные тенденции в контаминации продукции растительного происхождения и кормов. При этом анализ сообщений RASFF свидетельствует о существовании данной проблемы повсеместно и необходимости мониторинга, контроля и оценки рисков контаминации микотоксинами кормов и продукции растительного происхождения.

Согласно литературным данным, в Российской Федерации наиболее часто выявляют ДОН, Т-2 токсин, зеараленон и афлатоксины. Анализ загрязнения продовольственного зерна урожая 2020 г. показал, что в 10% проб содержится одновременно два микотоксина и более. Наиболее частыми контаминантами зерна оказались тентоксин, ДОН и циклопиазоновая кислота, а кукурузы – фумонизины В1 и В2. Также были выявлены охратоксин А, афлатоксины, зеараленон, токсины Т-2 и НТ-2, цитринин, стеригматоцистин, охратоксин В, альтернариол и его метиловый эфир, альтенуен и микофеноловая кислота [49].

Патологическое действие разных видов микотоксинов на живые организмы специфично, они обладают высокой токсичностью и кумулятивными свойствами, выраженным эмбриотоксическим, тератогенным, мутагенным, канцерогенным, иммуносупрессивным, цито-, гепато-, нейро-, дермато-, нефротоксическим действием. Микотоксины ингибируют синтез протеина в организме, вызывают гипоплазию лимфатической ткани и изменения в костном мозге, нарушают белковый, липидный и минеральный обмен веществ, способствуют увеличению аллергических заболеваний, приводят к поражению печени и почек, органов воспроизводительной системы [1, 12, 50].

Для стран ЕС предельно допустимые концентрации содержания микотоксинов в пищевых продуктах и продукции сельскохозяйственного происхождения определяет Объединенный экспертный комитет ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA). Комитет состоит

из независимых международных экспертов, которые, опираясь на результаты научно-исследовательской деятельности, издают рекомендации относительно предельно допустимых уровней содержания и потребления, мер по предотвращению и снижению контаминации, лабораторных методов определения концентрации и др. Публикации ЖЕСФА расцениваются как международные справочные документы, на основании которых разрабатывают международные и региональные стандарты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Согласно годовым отчетам за 2020–2022 гг., в системе RASFF размещено 1312 сообщений о превышении ПДК микотоксинов. Установлено, что наиболее часто регистрируемыми контаминантами за исследуемый период были афлатоксины (87,1%), на втором месте по количеству сообщений был охратоксин А (11,6%). Также выявлены факты превышения ПДК патулина (0,6%), ДОН (0,5%), зеараленона (0,2%). При этом превышение предельно допустимого уровня анализируемых микотоксинов зафиксировано исключительно в продукции растительного происхождения.

В продукции, относящейся к категории «крупы и хлебобулочные изделия», обнаружено превышение ПДК всех контролируемых микотоксинов: афлатоксинов (65,4%), охратоксина А (27,7%), ДОН (5,4%) и зеараленона (1,5%); к категории «фрукты и овощи» – трех микотоксинов: афлатоксинов (70,4%), охратоксина А (28,4%), патулина (1,2%).

Из 1312 уведомлений, зарегистрированных в системе RASFF в 2020–2022 гг., 97,5% составляли случаи выявления микотоксинов в пищевых продуктах растительного происхождения и 2,5% – в кормах и кормовом сырье. Причем в кормах обнаруживали исключительно афлатоксины.

Одновременная контаминация несколькими микотоксинами была отмечена в 16 случаях, сочетанное загрязнение афлатоксинами и охратоксином А зафиксировано в 14 сообщениях, по одному уведомлению касалось совместной контаминации зеараленоном и ДОН, а также зеараленоном и афлатоксинами.

В системе RASFF за анализируемый период 76,8% уведомлений о выявлении микотоксинов были сформированы при проведении пограничного контроля; 12,3% – в ходе официального контроля на рынке; 10,8% – в результате внутренних проверок; 0,1% – после поступления жалоб потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов В. С., Самбулов Н. В., Воробьева Н. В. Проблемы микотоксикозов в современных условиях и принципы профилактических решений: монография. Курск: Планета+; 2018. 158 с.
2. Кошчаев А. Г., Хмара И. В. Особенности сезонной контаминации микотоксинами зернового сырья и комбикормов в Краснодарском крае. *Ветеринария Кубани*. 2013; (2): 20–22. <https://elibrary.ru/pzzawr>
3. Palumbo R., Crisci A., Venâncio A., Cortiñas Abrahantes J., Dorne J.-L., Battilani P., Toscano P. Occurrence and co-occurrence of mycotoxins in cereal-based feed and food. *Microorganisms*. 2020; 8 (1):74. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010074>
4. Moretti A., Pascale M., Logrieco A. F. Mycotoxin risks under a climate change scenario in Europe. *Trends in Food Science & Technology*. 2019; 84: 38–40. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.008>
5. Bondy G. S., Pestka J. J. Immunomodulation by fungal toxins. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*. 2000; 3 (2): 109–143. <https://doi.org/10.1080/109374000281113>
6. Антипов В. А., Васильев В. Ф., Кутищева Т. Г. Микотоксикозы – важная проблема животноводства. *Ветеринария*. 2007; (11): 7–9. <https://elibrary.ru/iccizy>

7. Bryden W. L. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: implications for animal productivity and feed security. *Animal Feed Science and Technology*. 2012; 173 (1–2): 134–158. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.12.014>
8. Gallo A., Giuberti G., Frisvad J. C., Bertuzzi T., Nielsen K. F. Review on mycotoxin issues in ruminants: occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. *Toxins*. 2015; 7 (8): 3057–3111. <https://doi.org/10.3390/toxins7083057>
9. Овчинников П. С., Капустин А. В., Лаишевцев А. И., Савинов В. А. Микотоксины и микотоксикозы животных – актуальная проблема сельского хозяйства. *Российский журнал «Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии»*. 2018; (1): 114–123. <https://elibrary.ru/ekrkuj>
10. Кононенко Г. П., Буркин А. А. О контаминации микотоксинами партий сена в животноводческих хозяйствах. *Сельскохозяйственная биология*. 2014; (4): 120–126. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2014.4.120rus>
11. Murugesan G. R., Ledoux D. R., Naehrer K., Berthiller F., Applegate T. J., Grenier B., et al. Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*. 2015; 94 (6): 1298–1315. <https://doi.org/10.3382/ps/pev075>
12. Fink-Gremmels J. Mycotoxins: their implications for human and animal health. *Veterinary Quarterly*. 1999; 21 (4): 115–120. <https://doi.org/10.1080/01652176.1999.9695005>
13. Venkatesh N., Keller N. P. Mycotoxins in conversation with bacteria and fungi. *Frontiers in Microbiology*. 2019; (10):403. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00403>
14. Grenier B., Applegate T. J. Modulation of intestinal function following mycotoxin ingestion: meta-analysis of published experiments in animals. *Toxins*. 2013; 5 (2): 396–430. <https://doi.org/10.3390/toxins5020396>
15. Streit E., Schatzmayr G., Tassis P., Tzika E., Marin D., Taranu I., et al. Current situation of mycotoxin contamination and co-occurrence in animal feed – focus on Europe. *Toxins*. 2012; 4 (10): 788–809. <https://doi.org/10.3390/toxins4100788>
16. Евглевский Ал. А., Евглевская Е. П., Михайлова И. И., Ерыженская Н. Ф., Сулейманова Т. А., Михайлова О. Н. Кормовые микотоксикозы коров в промышленном животноводстве: причины, последствия и эффективные подходы профилактики и лечения. *Ветеринарная патология*. 2018; (1): 47–53. <https://elibrary.ru/wbdqgt>
17. Кононенко Г. П., Буркин А. А., Зотова Е. В. Микотоксикологический мониторинг. Сообщение 1. Полнорацонные комбикорма для свиней и птицы (2009–2018 гг.). *Ветеринария сегодня*. 2020; (1): 60–65. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65>
18. BIOMIN. *Science & Solutions*. 2015; (19). https://issuu.com/biomin/docs/mag_sciol_19_p_ru_0415_original_88
19. Кошчаев А. Г., Хмара И. И., Кошчаева О. В., Хатхакумов С. С., Елисеев М. А. Сезонные факторы, влияющие на продуцирование микотоксинов, в зерновом сырье. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2014; (96). <https://elibrary.ru/typfmj>
20. World Health Organization. Mycotoxins. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>
21. Alshannaq A., Yu J.-H. Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017; 14 (6):632. <https://doi.org/10.3390/ijerph14060632>
22. Marin S., Ramos A. J., Cano-Sancho G., Sanchis V. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*. 2013; 60: 218–237. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.07.047>
23. Трemasов М. Я., Новиков В. А., Конюхова В. А., Норкова И. А., Софронов П. В., Семёнов Э. И., Гизатуллин Р. Р. Совместное действие микотоксина Т-2 и кадмия на животных. *Ветеринарный врач*. 2005; (2): 9–11. <https://elibrary.ru/jwukfx>
24. Serrano A. B., Capriotti A. L., Cavaliere C., Piovesana S., Samperi R., Ventura S., Laganà A. Development of a rapid LC-MS/MS method for the determination of emerging *Fusarium* mycotoxins enniatins and beauvericin in human biological fluids. *Toxins*. 2015; 7 (9): 3554–3571. <https://doi.org/10.3390/toxins7093554>
25. Wu F. Global impacts of aflatoxin in maize: trade and human health. *World Mycotoxin Journal*. 2015; 8 (2): 137–142. <https://doi.org/10.3920/WMJ2014.1737>
26. Adegbeye M. J., Reddy P. R. K., Chilaka C. A., Balogun O. B., Elghandour M. M. Y., Rivas-Caceres R. R., Salem A. Z. M. Mycotoxin toxicity and residue in animal products: prevalence, consumer exposure and reduction strategies – a review. *Toxicon*. 2020; 177: 96–108. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.01.007>
27. Battilani P., Toscano P., Van der Fels-Klerx H. J., Moretti A., Camardo Leggieri M., Brera C., et al. Aflatoxin B₁ contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports*. 2016; 6 (1):24328. <https://doi.org/10.1038/srep24328>
28. Bryden W. L. Food and feed, mycotoxins and the perpetual pentagram in a changing animal production environment. *Animal Production Science*. 2012; 52 (7): 383–397. <https://doi.org/10.1071/AN12073>

29. Бурдов Л. Г., Трemasова А. М. К мониторингу зеараленона в кормах Удмуртской Республики. *Ветеринарный врач*. 2011; (5): 12–13. <https://elibrary.ru/oildux>
30. Pestka J. J. Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance. *Archives of Toxicology*. 2010; 84 (9): 663–679. <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0579-8>
31. Jia R., Ma Q., Fan Y., Ji C., Zhang J., Liu T., Zhao L. The toxic effects of combined aflatoxins and zearalenone in naturally contaminated diets on laying performance, egg quality and mycotoxins residues in eggs of layers and the protective effect of *Bacillus subtilis* biodegradation product. *Food and Chemical Toxicology*. 2016; 90: 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.02.010>
32. Peillod C., Laborde M., Travel A., Mika A., Bailly J. D., Cleve D., et al. Toxic effects of fumonisins, deoxynivalenol and zearalenone alone and in combination in ducks fed the maximum EU tolerated level. *Toxins*. 2021; 13 (2):152. <https://doi.org/10.3390/toxins13020152>
33. Кононенко Г. П., Буркин А. А. О контаминации фузариотоксинами зерна злаков, используемых на кормовые цели. *Сельскохозяйственная биология*. 2009; 44 (4): 81–88. <https://elibrary.ru/kvczlf>
34. Vidal A., Ouhibi S., Ghali R., Hedhili A., De Saeger S., De Boevre M. The mycotoxin patulin: an updated short review on occurrence, toxicity and analytical challenges. *Food and Chemical Toxicology*. 2019; 129: 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.048>
35. Семенова С. А., Потехина Р. М., Семенов Э. И., Валиев А. Р., Мишина Н. Н., Хусаинов И. Т. Оценка токсичности кормов по регионам Российской Федерации. *Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н. Э. Баумана*. 2015; 224 (4): 196–199. <https://elibrary.ru/uqethx>
36. Семенов Э. И., Трemasов М. Я., Папуниди К. Х., Никитин А. И., Мишина Н. Н., Танасева С. А. и др. Методические рекомендации по диагностике, профилактике и лечению микотоксикозов животных. М.: ФГБНУ «Росинформагротех»; 2017; 3–8. <https://elibrary.ru/docmh1n>
37. Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). Мониторинг. <https://fsvps.gov.ru/monitoring>
38. Шмайхель С. Е., Шадрова Н. Б. Анализ выявлений бактерий рода *Salmonella* в странах Европейского союза по данным информационной системы RASFF. *Ветеринария сегодня*. 2018; (4): 12–20. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2018-4-27-12-20>
39. Сэдик Д., Ульбрихт К., Джаманкулов Н. Система контроля безопасности пищевой продукции в Европейском союзе и Евразийском экономическом союзе. *Торговая политика*. 2016; (2): 41–83. <https://elibrary.ru/ytfvfh>
40. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). https://ec.europa.eu/food/safety/rasff_en
41. Völkel I., Schröder-Merker E., Czerny C.-P. The carry-over of mycotoxins in products of animal origin with special regard to its implications for the European food safety legislation. *Food and Nutrition Sciences*. 2011; 2 (8): 852–867. <https://doi.org/10.4236/fns.2011.28117>
42. European Commission: Directorate-General for Health and Consumers. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) – 30 years of keeping consumers safe. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2009. 40 p. <https://data.europa.eu/doi/10.2772/10448>
43. European Food Safety Authority (EFSA). <https://www.efsa.europa.eu/en/efsawho/scpanels.htm>
44. European Commission. Food Safety. https://food.ec.europa.eu/index_en
45. The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) – Annual Report 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2021. 35 p. <https://doi.org/10.2875/259374>
46. Alert and Cooperation Network – Annual Report 2021. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2022. 25 p. <https://doi.org/10.2875/328358>
47. Alert and Cooperation Network – Annual Report 2022. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2023. 21 p. <https://doi.org/10.2875/70506>
48. European Commission. RASFF Window. NOTIFICATION 2022.6974. <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/notification/582640>
49. Седова И. Б., Захарова Л. П., Чалый З. А., Тутельян В. А. Анализ загрязнения продовольственного зерна урожая 2020 года различными микотоксинами в Российской Федерации. *Иммунопатология, аллергология, инфектология*. 2023; (2): 77–85. <https://doi.org/10.14427/jipai.2023.2.77>
50. Герунов Т. В., Герунова Л. К., Симонова И. А., Крючек Я. О. Сочетанное поражение кормов микотоксинами как фактор риска множественной патологии животных. *Вестник Омского ГАУ*. 2022; (4): 116–123. https://doi.org/10.48136/2222-0364_2022_4_116
3. Palumbo R., Crisci A., Venâncio A., Cortiñas Abrahantes J., Dorne J.-L., Battilani P., Toscano P. Occurrence and co-occurrence of mycotoxins in cereal-based feed and food. *Microorganisms*. 2020; 8 (1):74. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8010074>
4. Moretti A., Pascale M., Logrieco A. F. Mycotoxin risks under a climate change scenario in Europe. *Trends in Food Science & Technology*. 2019; 84: 38–40. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.008>
5. Bondy G. S., Pestka J. J. Immunomodulation by fungal toxins. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*. 2000; 3 (2): 109–143. <https://doi.org/10.1080/109374000281113>
6. Antipov V. A., Vasiliev V. F., Kutishcheva T. G. Mikotoksikozy – vazhnaya problema zhivotnovodstva = Mycotoxicosis is a major problem of livestock production. *Veterinariya*. 2007; (11): 7–9. <https://elibrary.ru/iccizy> (in Russ.)
7. Bryden W. L. Mycotoxin contamination of the feed supply chain: implications for animal productivity and feed security. *Animal Feed Science and Technology*. 2012; 173 (1–2): 134–158. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.12.014>
8. Gallo A., Giuberti G., Frisvad J. C., Bertuzzi T., Nielsen K. F. Review on mycotoxin issues in ruminants: occurrence in forages, effects of mycotoxin ingestion on health status and animal performance and practical strategies to counteract their negative effects. *Toxins*. 2015; 7 (8): 3057–3111. <https://doi.org/10.3390/toxins7083057>
9. Ovchinnikov R. S., Kapustin A. V., Laishevsev A. I., Savinov V. A. Mycotoxins and mycotoxicoses of animals as an actual problem of agriculture. *Russian Journal "Problems of Veterinary Sanitation, Hygiene and Ecology"*. 2018; (1): 114–123. <https://elibrary.ru/ekrkuj> (in Russ.)
10. Kononenko G. P., Burkin A. A. Mycotoxin contaminations in commercially used hay. *Agricultural Biology*. 2014; (4): 120–126. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2014.4.120rus> (in Russ.)
11. Murugesan G. R., Ledoux D. R., Naehrer K., Berthiller F., Applegate T. J., Grenier B., et al. Prevalence and effects of mycotoxins on poultry health and performance, and recent development in mycotoxin counteracting strategies. *Poultry Science*. 2015; 94 (6): 1298–1315. <https://doi.org/10.3382/ps/pev075>
12. Fink-Gremmels J. Mycotoxins: their implications for human and animal health. *Veterinary Quarterly*. 1999; 21 (4): 115–120. <https://doi.org/10.1080/01652176.1999.9695005>
13. Venkatesh N., Keller N. P. Mycotoxins in conversation with bacteria and fungi. *Frontiers in Microbiology*. 2019; (10):403. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00403>
14. Grenier B., Applegate T. J. Modulation of intestinal function following mycotoxin ingestion: meta-analysis of published experiments in animals. *Toxins*. 2013; 5 (2): 396–430. <https://doi.org/10.3390/toxins5020396>
15. Streit E., Schatzmayr G., Tassis P., Tzika E., Marin D., Taranu I., et al. Current situation of mycotoxin contamination and co-occurrence in animal feed – focus on Europe. *Toxins*. 2012; 4 (10): 788–809. <https://doi.org/10.3390/toxins4100788>
16. Evglevsky A. I., Evglevskaya E. P., Mikhaylova I. I., Erizhenskaya N. F., Suleymanova T. A., Mikhailova O. N. Mycotoxicoses of cows in industrial livestock: causes, consequences and effective approaches for the prevention and treatment. *Russian Journal of Veterinary Pathology*. 2018; (1): 47–53. <https://elibrary.ru/wbdqgt> (in Russ.)
17. 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): 60–65. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2020-1-32-60-65>
18. BIOMIN. *Science & Solutions*. 2015; (19). https://issuu.com/biomin/docs/mag_sciol_19_p_ru_0415_original_88
19. Koshchaev A. G., Khmara I. N., Koshchaeva O. V., Khathakumov S. S., Eliseev M. A. Seasonal factors affecting production of mycotoxins in grain raw material. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2014; (96). <https://elibrary.ru/typfmj> (in Russ.)
20. World Health Organization. Mycotoxins. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins>
21. Alshannaq A., Yu J.-H. Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017; 14 (6):632. <https://doi.org/10.3390/ijerph14060632>
22. Marin S., Ramos A. J., Cano-Sancho G., Sanchis V. Mycotoxins: occurrence, toxicology, and exposure assessment. *Food and Chemical Toxicology*. 2013; 60: 218–237. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.07.047>
23. Tremasov M. Ya., Novikov V. A., Konyukhova V. A., Norkova I. A., Sofronov P. V., Semenov E. I., Gizatullin R. R. Sovmestnoe deistvie mikotoksina T-2 i kadmija na zhivotnykh = Synergistic effect of T-2 mycotoxin and cadmium on animals. *Veterinariya*. 2005; (2): 9–11. <https://elibrary.ru/jwukfx> (in Russ.)
24. Serrano A. B., Capriotti A. L., Cavaliere C., Piovesana S., Samperi R., Ventura S., Laganà A. Development of a rapid LC-MS/MS method for the determination of emerging *Fusarium* mycotoxins enniatins and beauvericin in human biological fluids. *Toxins*. 2015; 7 (9): 3554–3571. <https://doi.org/10.3390/toxins7093554>
25. Wu F. Global impacts of aflatoxin in maize: trade and human health. *World Mycotoxin Journal*. 2015; 8 (2): 137–142. <https://doi.org/10.3920/WMJ2014.1737>
26. Adegbeyeye M. J., Reddy P. R. K., Chilaka C. A., Balogun O. B., Elghandour M. M. M. Y., Rivas-Caceres R. R., Salem A. Z. M. Mycotoxin toxicity and

REFERENCES

1. Popov V. S., Samburov N. V., Vorobyeva N. V. Mycotoxicosis challenges in current conditions and principles of preventive solutions: Monograph. Kursk: Planet+; 2018. 158 p. (in Russ.)
2. Koshchaev A. G., Khmara I. V. Peculiarities of seasonal mycotoxin contamination of raw grain and mixed fodders in Krasnodar Region. *Veterinariya Kubani*. 2013; (2): 20–22. <https://elibrary.ru/pzzawr> (in Russ.)

residue in animal products: prevalence, consumer exposure and reduction strategies – a review. *Toxicon*. 2020; 177: 96–108. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2020.01.007>

27. Battilani P., Toscano P., Van der Fels-Klerx H. J., Moretti A., Camardo Leggieri M., Brera C., et al. Aflatoxin B₁ contamination in maize in Europe increases due to climate change. *Scientific Reports*. 2016; 6 (1):24328. <https://doi.org/10.1038/srep24328>

28. Bryden W. L. Food and feed, mycotoxins and the perpetual pentagram in a changing animal production environment. *Animal Production Science*. 2012; 52 (7): 383–397. <https://doi.org/10.1071/AN12073>

29. Burdov L. G., Tremasova A. M. By monitoring zearalenone in the feeds of the Udmurt Republic. *Veterinarian*. 2011; (5): 12–13. <https://elibrary.ru/oildux> (in Russ.)

30. Pestka J. J. Deoxynivalenol: mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance. *Archives of Toxicology*. 2010; 84 (9): 663–679. <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0579-8>

31. Jia R., Ma Q., Fan Y., Ji C., Zhang J., Liu T., Zhao L. The toxic effects of combined aflatoxins and zearalenone in naturally contaminated diets on laying performance, egg quality and mycotoxins residues in eggs of layers and the protective effect of *Bacillus subtilis* biodegradation product. *Food and Chemical Toxicology*. 2016; 90: 142–150. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2016.02.010>

32. Peillod C., Laborde M., Traval A., Mika A., Bailly J. D., Cleve D., et al. Toxic effects of fumonisins, deoxynivalenol and zearalenone alone and in combination in ducks fed the maximum EU tolerated level. *Toxins*. 2021; 13 (2):152. <https://doi.org/10.3390/toxins13020152>

33. Kononenko G. P., Burkin A. A. About fusariotoxins contamination of cereals used for fodder. *Agricultural Biology*. 2009; 44 (4): 81–88. <https://elibrary.ru/kvczlf> (in Russ.)

34. Vidal A., Ouhibi S., Ghali R., Hedhili A., De Saeger S., De Boevre M. The mycotoxin patulin: an updated short review on occurrence, toxicity and analytical challenges. *Food and Chemical Toxicology*. 2019; 129: 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.048>

35. Semyonova S. A., Potekhina R. M., Semyonov E. I., Valiev A. R., Mishina N. N., Khusainov I. T. Toxicity evaluation of fodder from various regions of the Russian Federation. *Scientific notes Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2015; 224 (4): 196–199. <https://elibrary.ru/uqethx> (in Russ.)

36. Semenov E. I., Tremasov M. Y., Papunidi K. H., Nikitin A. I., Mishina N. N., Tanaseva S. A., et al. Guidelines for diagnosis, prevention and treatment of animal mycotoxicosis. Moscow: Russian Research Institute of Information and Technical and Economic Studies on Engineering and Technical Provision of Argo-Industrial Complex; 2017; 3–8. <https://elibrary.ru/docmhn> (in Russ.)

37. Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Supervision (Rosselkhozadzor). Monitoring. <https://fsvps.gov.ru/monitoring> (in Russ.)

38. Smajhel S. Ye., Shadrova N. B. Analysis of *Salmonella* spp. detections in European Union countries according to RASFF database. *Veterinary Science Today*. 2018; (4): 12–20. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2018-4-27-12-20>

39. Sedik D., Ulbricht C., Dzhamankulov N. Control system food safety in the European Union and the Eurasian Economic Union. *Trade Policy*. 2016; (2): 41–83. <https://elibrary.ru/ytfvfh> (in Russ.)

40. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF). https://ec.europa.eu/food/safety/rasff_en

41. Völkel I., Schröder-Merker E., Czerny C.-P. The carry-over of mycotoxins in products of animal origin with special regard to its implications for the European food safety legislation. *Food and Nutrition Sciences*. 2011; 2 (8): 852–867. <https://doi.org/10.4236/fns.2011.28117>

42. European Commission: Directorate-General for Health and Consumers. Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) – 30 years of keeping consumers safe. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2009. 40 p. <https://data.europa.eu/doi/10.2772/10448>

43. European Food Safety Authority (EFSA). <https://www.efsa.europa.eu/en/efsawho/scpanels.htm>

44. European Commission. Food Safety. https://food.ec.europa.eu/index_en

45. The Rapid Alert System for Food and Feed (RASFF) – Annual Report 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2021. 35 p. <https://doi.org/10.2875/259374>

46. Alert and Cooperation Network – Annual Report 2021. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2022. 25 p. <https://doi.org/10.2875/328358>

47. Alert and Cooperation Network – Annual Report 2022. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2023. 21 p. <https://doi.org/10.2875/70506>

48. European Commission. RASFF Window. NOTIFICATION 2022.6974. <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/notification/582640>

49. Sedova I. B., Zakharova L. P., Chalyy Z. A., Tutelyan V. A. Mycotoxin screening in food grain produced in the Russian Federation in 2020. *Immunopathology, allergology, infectology*. 2023; (2): 77–85. <https://doi.org/10.14427/jipai.2023.2.77> (in Russ.)

50. Gerunov T. V., Gerunova L. K., Simonova I. A., Kryuchek Ya. O. Combined damage to feed by mycotoxins as a risk factor for development of multiple pathologies in animals. *Vestnik of Omsk SAU*. 2022; (4): 116–123. https://doi.org/10.48136/2222-0364_2022_4_116 (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 01.11.2024

Поступила после рецензирования / Revised 16.12.2024

Принята к публикации / Accepted 26.02.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ибрагимова Селиме Серверовна, ведущий ветеринарный врач отдела микробиологических исследований КрымИЛ ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Симферополь, Республика Крым, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3886-7702>, ibragimova@arriah.ru

Прунтова Ольга Владиславовна, д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник информационно-аналитического центра ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>, pruntova@arriah.ru

Шадрова Наталья Борисовна, канд. биол. наук, заведующий отделом микробиологических исследований ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0001-7510-1269>, shadrova@arriah.ru

Жбанова Татьяна Валентиновна, канд. биол. наук, младший научный сотрудник отдела образования и научной информации ФГБУ «ВНИИЗЖ», г. Владимир, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9857-5915>, zhbanova@arriah.ru

Selime S. Ibragimova, Leading Veterinarian, Microbiological Testing Unit, Crimean Testing Laboratory, Federal Centre for Animal Health, Simferopol, Republic of Crimea, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3886-7702>, ibragimova@arriah.ru

Olga V. Pruntova, Dr. Sci. (Biology), Professor, Chief Researcher, Information and Analysis Centre, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3143-7339>, pruntova@arriah.ru

Natalya B. Shadrova, Cand. Sci. (Biology), Head of Department for Microbiological Testing, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-7510-1269>, shadrova@arriah.ru

Tatyana V. Zhbanova, Cand. Sci. (Biology), Junior Researcher, Education and Scientific Support Department, Federal Centre for Animal Health, Vladimir, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9857-5915>, zhbanova@arriah.ru

Вклад авторов: Ибрагимова С. С. – формирование концепции исследования, проведение поисково-аналитической работы, анализ и интерпретация полученных данных, составление таблицы и графического материала для визуализации данных, подготовка и написание статьи; Прунтова О. В. – курирование, научное консультирование, формирование концепции исследования, подготовка и написание статьи; Шадрова Н. Б. – научное консультирование по проведению поисково-аналитической работы в системе RASFF, подготовка и написание статьи; Жбанова Т. Б. – подготовка и написание статьи.

Contribution of the authors: Ibragimova S. S. – research conceptualization, data search, analysis and interpretation, compilation of tables and graphical material for data visualization, article drafting and writing; Pruntova O. V. – supervision, scientific consultations, research conceptualization, article drafting and writing; Shadrova N. B. – scientific consultations on RASFF searches and analysis, article drafting and writing; Zhbanova T. V. – article drafting and writing.