

Формулы Фармации. 2022. Т. 4, № 2. С. 44-50

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Обзорная статья

УДК 636.085.3:504.054

DOI: <https://doi.org/10.17816/phf110797>

# Мониторинг безопасности кормов растительного происхождения по содержанию экотоксикантов

©2022. Т. В. Калужная<sup>1</sup>, Д. А. Орлова<sup>1</sup><sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербург, РоссияАвтор, ответственный за переписку: Тамара Васильевна Калужная, [kalyuzhnaya.t.v@mail.ru](mailto:kalyuzhnaya.t.v@mail.ru)

**АННОТАЦИЯ.** В настоящее время вопросы безопасности кормов растительного происхождения по содержанию экотоксикантов остаются актуальными и непосредственно связаны с интенсификацией агропромышленного комплекса и с обеспечением продовольственной безопасности страны. Так, при оценке возможности использования растительных кормов огромное значение уделяется мониторингу, сроки и периодичность которого устанавливается в законодательном порядке, по содержанию таких экотоксикантов как токсичные элементы, пестициды, без(а)пирен, радионуклиды, микотоксины, полихлорированные бифенилы, диоксины и дибензофураны. В нормативных документах, регулирующих количественное содержание этих веществ, определены предельно-допустимые концентрации (ПДК), превышение которых при осуществлении анализа проб растительных кормов не допустимо. Законодательством Российской Федерации предусмотрен порядок действия в случае обнаружения в исследуемых пробах превышения установленных уровней содержания экотоксикантов.

Превышение концентрации тех или иных токсикантов в воде, почве или растениях свидетельствует о загрязнении, вызванном как естественными процессами, так и хозяйственной деятельностью человека. Основными факторами, вызывающими загрязнение сельскохозяйственных территорий экотоксикантами являются техногенные факторы, такие как атмосферные выбросы промышленных предприятий, применение удобрений, полигоны твердых бытовых отходов, ядохимикаты, отходы транспорта.

Накопление экотоксикантов в кормах растительного происхождения определяет необходимость регулярного контроля за их содержанием, а на загрязнённых территориях – применения системы агротехнических и агрохимических мероприятий по их детоксикации. Основная опасность экотоксикантов заключается в их поступлении в организм человека и животных через продукты питания, в том числе растительного происхождения, и аккумулятивной способности. В связи с этим вопросы, связанные с изучением содержания экотоксикантов в кормах и растениях сельскохозяйственных угодий, оценка степени загрязнения агроэкосистем обладают значимостью и актуальностью.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** корма; экотоксиканты; тяжёлые металлы; ветеринарно-санитарная экспертиза; микотоксины; пестициды; радионуклиды; бенз(а)пирен

## ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие агропромышленного комплекса, промышленности и использование природных ресурсов закономерно привели к распространению экологически опасных элементов, что способствовало загрязнению почв сельскохозяйственных территорий и кормовых экосистем.

Основными источниками загрязнения сельскохозяйственных территорий экотоксикантами являются атмосферные выбросы промышленных предприятий, применение удобрений, полигоны твердых бытовых отходов, ядохимикаты, отходы транспорта. Так же на уровень концентрации экотоксикантов влияют и природные факторы, например состав почв, количество органического вещества, формы соединения металлов, процессы миграции в почвенно-грунтовой слое и другое.

При оценке безопасности кормов растительного происхождения определяют содержание таких экотоксикантов как токсичные элементы, микотоксины, бензапирен, пестициды, радионуклиды, полихлорированные бифенилы, диоксины и дибензофураны. Согласно требованиям действующих нормативных документов в кормах растительного происхождения нормируются такие токсичные элементы как свинец, кадмий, ртуть и мышьяк. Из природных экотоксикантов-микотоксинов определяют содержание афлатоксина В<sub>1</sub>, сумму афлатоксинов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub>, дезоксиниваленола, Т-2 токсина, фумонизина, охратоксина А и зеараленона, из пестицидов – альфа-, бета-, гамма-изомеры гексахлорциклогексана, дихлордифенил трихлорметилметан и его метаболиты, гексахлорбензол; ртутьорганические пестициды; 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота, ее соли и эфиры, а из радионуклидов – цезий 137 и стронций 90.

Нормативно-правовая база обеспечения безопасности кормов в отношении экотоксикантов позволяет на высоком уровне определить их содержание с помощью арбитражных методов, изложенных в ГОСТах и методических указаниях. В отношении определения токсичных элементов широко используется метод атомно-абсорбционной спектроскопии [1]. Для определения концентрации радионуклидов применяют метод гамма-спектрометрии, а для определения пестицидов, микотоксинов, бензапирена, и других экотоксикантов – хроматографические методы, такие как газовая, тонкослойная и высокоэффективная жидкостная хроматография.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Мы провели литературный обзор научных трудов за последние 20 лет, используя ресурсы поисковых систем eLIBRARY, Scopus по вышеуказанным ключевым словам. Для проведения анализа литературных источников мы использовали статьи, содержащие научные и экспериментальные данные по вопросам, касающимся содержания экотоксикантов в растительных кормах и их влияния на животных и человека.

Экотоксиканты могут оказывать как прямое, так и косвенное действие на растительные и животные организмы. Прямое действие связано с поражением за счет повышенного содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, а косвенное – за счет изменения характеристик почвы и характера питания растений.

Действие экотоксикантов на растения и животных зависит от ряда факторов, таких как вид и концентрации действующих веществ, время их воздействия, восприимчивости к загрязнителям, возраст и других. Опасность этих веществ заключается в способности накапливаться в организме животного и вызывать различные патологии, поражая мочевыделительную, кровяную, пищеварительную и нервную системы, в целом задерживают рост и развитие сельскохозяйственных животных, снижают резистентность, продуктивность и увеличивают риск обнаружения токсикантов в сельскохозяйственной продукции животного происхождения [2–4].

По токсичности для животных кадмий относят ко второму классу опасности. Основное его действие связано с нарушением синтеза белков и ферментативных процессов. Отмечается так же и его эмбриотоксическое действие. У человека при отравлении кадмием развивается болезнь «Итай-Итай», впервые установленная в Японии в префектуре Тояма в 1946 году. Одним из основных симптомов этой болезни является очень сильная боль в костях, суставах и позвоночнике, гипотония и гипотрофия мышц, патологические переломы и деформации костей [5].

Свинец, попав в организм, вызывает потерю 80% воды и калия, нарушает окислительное фосфорилирование в клетках головного мозга, а являясь тиоловым ядом накапливается в печени, костях, селезенке, почках и других органах. У лактирующих животных происходит выделение свинца с молоком.

Свинец, у человека вызывает психотропное, нейротоксическое и гемолитическое действия [6, 7].

Ртуть в организме животного вызывает нарушение обмена веществ и дегенеративные процессы в паренхиматозных органах. Особенно сильно поражаются те органы, через которые ртуть выводится из организма, или в которых она депонируется – это печень, почки и железы. В зависимости от степени отравления отмечаются паралитические явления со стороны центральной нервной системы и сердца. Ртуть способна проникать через плацентарный барьер, проявляя эмбриотоксическое и тератогенное действие. Соединения ртути обладают гонадотоксическим действием. У человека ртуть вызывает болезнь Минамата, которая впервые обнаружена в Японии, в городе Минамата в 1956 году. Симптомы этой болезни включают нарушение моторики, парестезию в конечностях, ухудшение внятности речи, ослабление зрения и слуха, а в тяжелых случаях – паралич и нарушение сознания, завершающиеся летальным исходом [8].

Мышьяк относится к протоплазматическим ядам и, попав в организм животного, поражает эндотелий кровеносных сосудов, почек и других паренхиматозных органов, вызывает блокаду сульфгидрильных групп окислительных ферментов. Наибольшее накопление яда отмечается в паренхиматозных органах, главным образом в печени. Меньше всех откладывается в мышцах и костях (при хроническом отравлении). Особенно большое количество мышьяка можно обнаружить в шерсти отравившегося животного. У лактирующих животных мышьяк выделяется с молоком [6, 9].

Пестициды вызывают нарушение функции центральной нервной системы, окислительно-восстановительных

процессов, липидного обмена и поражение паренхиматозных органов [10].

При различных микотоксикозах наблюдаются поражение центральной нервной системы – желудочно-кишечного тракта, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, мочеполовой системы. Попадая в организм человека, микотоксины проявляют токсическое действие, влияя на обменные процессы. Некоторые микотоксины обладают канцерогенным действием, например, афлатоксин [11].

Бенз(а)пирен является химическим канцерогеном, опасным для человека даже в малой концентрации, так как обладает свойством биоаккумуляции. Будучи химически сравнительно устойчивым, бенз(а)пирен может мигрировать, в результате чего многие объекты окружающей среды становятся его вторичными источниками. В организм бенз(а)пирен может поступать через кожу, органы дыхания, пищеварительный тракт и трансплацентарным путём. Он оказывает мутагенное действие и вызывает злокачественные опухоли [12–14].

Диоксиноподобные полихлорированные бифенилы способны к длительному накоплению в жировой ткани. Опасность заключается, прежде всего, в том, что они являются мощными факторами подавления иммунитета, провоцируют развитие рака, поражений печени, почек, нервной системы, кожи.

У человека диоксиноподобные полихлорированные бифенилы вызывают болезнь Юшо, впервые зарегистрированную в Японии в 1968 году, а попадая в организм плода и ребёнка, они способствуют развитию врождённого уродства и таких детских патологий как отставание в развитии, снижение иммунитета, поражение цветков – болезнь Юй-Чэн, обнаруженную в Тайвани в 1979 году [15].

Диоксины и дибензфураны являются кумулятивными ядами и относятся к группе опасных веществ, обладающих мутагенным, иммунодепрессантным, канцерогенным, тератогенным и эмбриотоксическим действием.

Диоксины, подавляя иммунитет, воздействуют на процессы деления клеток, провоцируют развитие онкологических заболеваний. Влияют на работу эндокринных желез, репродуктивную функцию, резко замедляя половое созревание и нередко приводя к бесплодию [16].

Стронций-90 при попадании в организм накапливается в костной ткани, костном мозге, органах цветков, а цезий-137 – в мышцах. Эти изотопы в организме приводят к остановке роста и деления клеток, повреждают нормальные биохимические циклы, вызывают нарушение структурных связей ДНК, разрушают генетический код [17].

Содержание токсичных элементов в готовых кормах, комбикормах для продуктивных животных зависит от содержания их в растительном сырье, используемом для производства готовой кормовой продукции [3, 18].

Распределение свинца в растениях неравномерно. Максимальная концентрация отмечается в корнях и минимальная – в запасующих и репродуктивных органах. Наибольшее количество свинца регистрируется в соломе злаковых культур.

Кадмий легко поглощается растениями. Большая его часть аккумулируется в корневой системе, а в сте-

блях, листьях и других надземных частях обнаруживаются более низкие концентрации. Содержание кадмия в сельскохозяйственных растениях варьирует в очень широких пределах, зависящих от биологических особенностей вида, сорта и находится приблизительно на одинаковом уровне.

Ртуть, попадая в растение, в большей степени до 95% от общего количества аккумулируется в корнях. Через поверхность листьев в растения способны проникать пары свободной ртути и летучие органические соединения металла. Среднее ее содержание в зерне кукурузы и сои находится приблизительно на одинаковом уровне, тогда как в зерне озимой пшеницы ртути в 3,5 раза больше.

Устойчивость растений к соединениям мышьяка различна. У культурных видов, по сравнению с дикорастущими, она, как правило, меньше. Мышьяк может перемещаться в растениях, поскольку его наличие отмечается и в репродуктивных органах. Среднее содержание мышьяка в кукурузе и сое приблизительно на одном уровне, а в зерне озимой пшеницы и ячменя – немного больше.

Проблема микотоксинов приобрела глобальный характер в связи с нарушением экологического равновесия. В продукции растениеводства микотоксины могут образовываться из-за погоды, при которой она выращивалась. Чаще всего превышение микотоксинов встречается в зерновой группе, если агрокультуры произрастали или были убраны при неблагоприятных метеорологических условиях, вывозились с поля поздней осенью. Причем зачастую микотоксины встречаются и в своевременно убранном зерне, если оно было недостаточно просушено или неправильно хранилось.

Чаще всего микотоксины обнаруживают в кукурузе и продуктах переработки зерновых, таких как отруби, несколько реже – в пшенице и белковом сырье растительного происхождения, таких как шрот, жмыхи [19].

Пестициды попадают в растения в результате всасывания через корни и/или поступления через листья. Накопление пестицидов происходит в различных частях растений неодинаково. В очень большом количестве пестициды накапливаются в корнеплодах и клубнях. Метаболизм проходит в клетках с разной скоростью в зависимости от вида, возраста растения, свойств пестицида. Токсическое действие протекает на клеточном уровне и выражается в нарушении пестицидами жизненно важных процессов, таких как фотосинтез, посредством разрушения клеточных структур [20].

С июня 2021 года Россельхознадзор осуществляет государственный контроль в области безопасного обращения пестицидов и агрохимикатов. В частности, контролируется применения химических средств защиты растений при производстве сельскохозяйственной продукции. С 1 июля 2022 года введена в эксплуатацию Федеральная государственная информационная система прослеживаемости пестицидов и агрохимикатов ФГИС «Сатурн», позволяющая эффективно противодействовать ввозу в страну некачественных и контрафактных препаратов и получать оперативную информацию о применении химических средств защиты растений на конкретном земельном участке [21].

Процент обнаружения остаточных количеств пестицидов в зерновых культурах составляет ежегодно менее 1%, от общего количества исследованных проб.

При исследовании накопления бенз(а)пирена в злаковых культурах установлено, что наибольшая концентрация токсина наблюдается в корневой части. Бенз(а)пирен в почве разрушается за четыре года и после этого растения перестают его накапливать, и их токсичность для человека снижается [22].

В растения переходят только порядка 30% диоксиноподобных полихлорированных бифенилов, содержащихся в почве. Коэффициенты биоаккумуляции колеблются в диапазоне от 0,23 до 0,34. При этом наблюдается в основном корневое загрязнение. В надземные части полихлорированные бифенилы поступают из воздуха, источником вторичного загрязнения которого является загрязненная почва [23].

Основная часть диоксинов и дибензфуранов аккумулируется в корневых системах растений, и только 10% – в наземных частях [22].

На накопление радионуклидов в растениях оказывают влияние состав почвы и биологические особенности растений. В порядке убывания коэффициентов перехода цезия-137, зерновые культуры можно расположить следующим образом: люпин, горох, вика, рапс, овес, просо, ячмень, пшеница, озимая рожь. В наибольшей степени стронций-90 накапливает яровой рапс, за ним следуют люпин, горох, вика, ячмень, яровая пшеница, овес, озимая пшеница и озимая рожь. Как цезий, так

и стронций сильнее накапливаются в соломе злаков и гораздо меньше переходят в зерно. Установлено, что в зерне радионуклиды распределяются неравномерно: максимальная концентрация наблюдается в кроющих чешуях и оболочках, минимальная – в эндосперме. Поэтому механическое удаление кроющих чешуй и оболочек при производстве крупы может снижать содержание радионуклидов в конечном продукте в 10–20 раз. В то же время при отсевании зерна, пшеницы, ржи, ячменя, гречихи, пшена коэффициент очистки составляет 1,5–2, при отмывании проточной водой – 1,5–3,0, при переработке на хлеб и крупу – 1,2–2,5, при переработке на спирт – 1000 [24].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи с этим, возникает необходимость в мониторинге состояния сельскохозяйственных территорий, углей и кормовой базы для объективной оценки их загрязнений экотоксикантами и дальнейшего использования. Для решения данной проблемы необходима оперативная, достоверная и точная информация об уровне загрязнения агроэкоосферы токсичными веществами с учетом коэффициентов накопления этих элементов в кормовых культурах сельскохозяйственных территорий. Выявленные уровни концентрации различных экотоксикантов можно использовать для картирования и создания базы по экологическому мониторингу, а также для разработки стратегий рационального использования сельскохозяйственных территорий.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Атомно-эмиссионная спектрометрия и микроволновая минерализация как комплексный инструментальный подход для определения содержания свинца в растениях и продукции растениеводства / В. А. Литвинский, Е. А. Гришина, В. В. Носиков, Л. О. Сушкова // Плодородие. – 2018. – № 6(105). – С. 58–62. – DOI 10.25680/S19948603.2018.105.19. – EDN YPOOOL.

2. Казанцева Е. С. Циркуляция тяжелых металлов в пищевых цепях и способы определения экологического баланса содержания тяжелых металлов / Е. С. Казанцева, М. Н. Смирнов // Молодежь и наука. – 2019. – № 3. – С. 2. – EDN SXJPIQ.

3. Калужная Т. В. Анализ токсикологической безопасности кормов методом атомно-абсорбционной спектроскопии / Т. В. Калужная, Д. А. Орлова // Международный вестник ветеринарии. – 2022. – № 2. – С. 69–73. – DOI 10.52419/issn2072–2419.2022.2.69. – EDN DJNEMU.

4. Фрумин Г. Т. Экологическая токсикология (экоотоксикология). Курс лекций. – СПб.: РГГМУ, 2013. – 179 с.

5. Исследование биологической аккумуляции тяжелых металлов / Е. И. Алексеева, Н. А. Лушников, Т. Л. Лещук, Н. В. Шипунова // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2015. – № 1. – С. 41–47.

6. Епифанова И. Э. Поступление ртути, свинца и мышьяка с кормами и их накопление в организме крупного

рогатого скота и овец / И. Э. Епифанова, В. Г. Епимахов // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 173–186. – DOI 10.33619/2414–2948/40/23.

7. Опасность хронических отравлений свинцом для здоровья населения / Г. В. Шестова, Г. А. Ливанов, Ю. Н. Остапенко [и др.] // Медицина экстремальных ситуаций. – 2012. – № 4(42). – С. 65–76. – EDN SMFXXV.

8. Арефьева А. С. Современные представления о влиянии соединений ртути на клеточном и системном уровне (обзор) / А. С. Арефьева, В. В. Барыгина, О. В. Зацепина // Экология человека. – 2010. – № 8. – С. 35–41. – EDN MSRZVB.

9. Субханкулова Э. Мышьяк в теле человека / Э. Субханкулова // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2021. – № 53–1. – С. 6–10. – EDN APYYWT.

10. О влиянии ксенобиотиков на нервную систему (обзор) / А. П. Ермагамбетова, Г. Б. Кабдрахманова, К. Е. Козбагаров [и др.] // Вестник Алматинского государственного института усовершенствования врачей. – 2011. – № 3(15). – С. 22–24. – EDN VYTSOD.

11. Ахмадышин Р. А. Микотоксины – контаминанты кормов / Р. А. Ахмадышин, А. В. Канарский, З. А. Канарская // Вестник Казанского технологического университета. – 2007. – № 2. – С. 88–103. – EDN IJVVNJ.



12. Aygün S. F., Kabadayi F. Determination of benzo[a]pyrene in charcoal grilled meat samples by HPLC with fluorescence detection. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2005 Dec; 56(8):581–5. PMID1 6638662
13. Kazerouni N., Sinha R., Hsu C. H., Greenberg A., Rothman N. Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food and Chemical Toxicology* 2002; 40(1):133. doi: 10.1016/S0278-6915(00)00158-7
14. Lee B. M., Shim G. A. Dietary exposure estimation of benzo[a]pyrene and cancer risk assessment. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*. 2007 Aug; 70(15–16):1391–4. PMID17654259
15. Каримов Р. Р. Состояние перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты эритроцитов, костного мозга, сыворотки крови и печени при интоксикации полихлорированными бифенилами / Р. Р. Каримов, И. Р. Габдуллаева, О. В. Самоходова, А. Ф. Каюмова // *Медицинский вестник Башкортостана*. – 2015. – № 10 (6 (60)). – С. 44–48. – EDN VTKMBV.
16. Хисматуллина З. Н. Заболевания, связанные с воздействием химических факторов окружающей среды / З. Н. Хисматуллина // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2013. – Т. 16. – № 20. – С. 170–178. – EDN RFUTXZ.
17. Гладков С. А. Последствия поступления в организм отдельных радионуклидов / С. А. Гладков, А. И. Болдинов, Е. А. Попов // *Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций*. – 2011. – № 1(2). – С. 111–113. – EDN WJHVOL.
18. Селюкова С. В. Тяжелые металлы в агроценозах // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tyazhelye-metally-v-agrotsenozah> (дата обращения: 27.05.2022).
19. Природные загрязнители кормов. В чем опасность кормовых компонентов с микотоксинами. Текст: электронный // *Агроинвестор: официальный сайт*. – 2022. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/35569-prirodnye-zagryazniteli-kormov-v-chem-opasnost-kormovykh-komponentov-s-mikotoksinami?ysclid=170lw3vua6249545951> (дата обращения: 28.05.2022).
20. Волгина Т. Н. Пути распространения пестицидов в объектах окружающей среды / Т. Н. Волгина, В. Т. Новиков, Д. В. Рязанова // *Региональные проблемы*. – 2010. – Т. 13. – № 1. – С. 76–81. – EDN TPXRP.
21. С 29 июня Россельхознадзор будет осуществлять государственный контроль в области безопасного обращения пестицидов и агрохимикатов. Текст: электронный // *Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору: официальный сайт*. – 2022. – URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/news/42692.html?ysclid=170mow1afq863136281> (дата обращения: 28.05.2022).
22. Сушкова С. Н. Полициклические ароматические углеводороды в системе почва-донные отложения техногенно загрязненных почв / С. Н. Сушкова, И. Г. Дерябкина, Е. М. Антоненко // *Ломоносов-2018: Тезисы докладов XXV Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 09–13 апреля 2018 года / Составитель Л. А. Поздняков*. – Москва: ООО «МАКС Пресс», 2018. – С. 177–178. – EDN ZCECOL.
23. Баева Ю. И. Оценка миграционной способности полихлорированных бифенилов в системах «почва-растение» и «почва-дождевые черви» / Ю. И. Баева, Н. А. Черных // *Гигиена и санитария*. – 2016. – Т. 95. – № 4. – С. 336–339. – DOI 10.18821/0016-9900-2016-95-4-336-339. – EDN TUREPR.
24. Ефремов И. В. Особенности миграции радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в системе почва-растение / И. В. Ефремов, Н. Н. Рахимова, Е. Л. Янчук // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2005. – № 12(50). – С. 42–46. – EDN JVG0BD.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Тамара Васильевна Калюжная** – канд. вет. наук., доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия, [kalyuzhnaya.t.v@mail.ru](mailto:kalyuzhnaya.t.v@mail.ru)

**Диана Александровна Орлова** – канд. вет. наук., доцент кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы Санкт-Петербургского государственного университета ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия, [diana\\_ae@mail.ru](mailto:diana_ae@mail.ru)

**Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.**

Статья поступила в редакцию 01.06.2022 г., одобрена после рецензирования 20.06.2022 г., принята к публикации 28.06.2022 г.

Pharmacy Formulas. 2022. Vol. 4, no. 2. P. 44-50

BIOLOGICAL SCIENCES

Review article

# Monitoring of the safety of plant-based feed by the content of ecotoxics

©2022. Tamara V. Kalyuzhnaya<sup>1</sup>, Diana A. Orlova<sup>1</sup><sup>1</sup>St. Petersburg State University of Veterinary Medicine Ministry of Agriculture of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Tamara V. Kalyuzhnaya, kalyuzhnaya.t.v@mail.ru

**ABSTRACT.** Currently, the issues of the safety of plant-based feed in terms of the content of ecotoxics remain relevant and are directly related to the intensification of the agro-industrial complex and ensuring the food security of the country. Thus, when assessing the possibility of using plant feeds, great importance is paid to monitoring, the timing and frequency of which is established by law, on the content of such ecotoxics as toxic elements, pesticides, pyrene-free, radionuclides, mycotoxins, polychlorinated benzenes, dioxins and dibenzofurans. The regulatory documents regulating the quantitative content of these substances define the maximum permissible concentrations (MPC), the excess of which is not permissible when analyzing samples of plant feeds. The legislation of the Russian Federation provides for the procedure of action in case of detection of excess of the established levels of ecotoxics in the studied samples. Exceeding the concentration of certain toxicants in water, soil or plants indicates pollution caused by both natural processes and human economic activity.

The main factors causing pollution of agricultural territories with ecotoxics are technogenic factors, such as atmospheric emissions of industrial enterprises, the use of fertilizers, landfills of solid household waste, pesticides, transport waste.

The accumulation of ecotoxics in plant-based feeds determines the need for regular monitoring of their content, and in contaminated areas - the use of a system of agrotechnical and agrochemical measures to detoxify them. The main danger of ecotoxics lies in their entry into the human body and animals through food, including plant origin, and accumulative capacity. In this regard, issues related to the study of the content of ecotoxics in feed and plants of agricultural lands, assessment of the degree of pollution of agroecosystems have significance and relevance.

**KEYWORDS:** feed; ecotoxics; heavy metals; veterinary and sanitary expertise; mycotoxins; pesticides; radionuclides; benz(a)pyrene

## REFERENCES

1. Atomic emission spectrometry and microwave mineralization as a complex instrumental approach to determine the lead content in plants and crop production / V. A. Litvinsky E. A. Grishina, V. V. Nosikov, L. O. Sushkova // Fertility. – 2018. – No. 6 (105). – S. 58-62. – DOI 10.25680/S19948603.2018.105.19. – EDN YPOOOL. (in Russ).
2. Kazantseva E. S. Circulation of heavy metals in food chains and ways to determine the ecological balance of heavy metals content / E. S. Kazantseva, M. N. Smirnov // Youth and Science. – 2019. – No. 3. – P. 2. – EDN SXJPIQ. (in Russ).
3. Kalyuzhnaya T. V. Analysis of feed toxicological safety by atomic absorption spectroscopy / T. V. Kalyuzhnaya, D. A. Orlova // International Veterinary Bulletin. – 2022. – No. 2. – S. 69-73. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.2.69. – EDN DJNEMU. (in Russ).
4. Frumin, G. T. Environmental toxicology (ecotoxicology). A course of lectures. – St. Petersburg: RSHMU Publishers, 2013. – 179 pp. (in Russ).
5. Study of the biological accumulation of heavy metals / E. I. Alekseeva, N. A. Lushnikov, T. L. Leshchuk, N. V. Shipunova // Feeding farm animals and fodder production. – 2015. – No. 1. – P. 41-47. – EDN TCUOC. (in Russ).
6. Epifanova I. E. Intake of mercury, lead and arsenic with feed and their accumulation in the body of cattle and sheep / I. E. Epifanova, V. G. Epimakhov // Bulletin of Science and Practice. – 2019. – V. 5. – No. 3. – S. 173-186. – DOI 10.33619/2414-2948/40/23. – EDN ZAARCH. (in Russ).
7. The danger of chronic lead poisoning for public health / G. V. Shestova, G. A. Livanov, Yu. N. Ostapenko [et al.] // Medicine of extreme situations. – 2012. – No. 4 (42). – S. 65-76. – EDN SMFXKV. (in Russ).

8. Aref'eva A. S., Barygina V. V., Zatsepina O. V. Modern ideas about the effect of mercury compounds on the cellular and systemic level (review) // *Human Ecology*. - 2010. - No. 8. - P. 35-41. - EDN MSRZVB. (in Russ).
9. Subkhankulova E. Arsenic in the human body / E. Subkhankulova // *Norwegian Journal of Development of the International Science*. - 2021. - No. 53-1. - P. 6-10. - EDN APYYWT. (in Russ).
10. On the influence of xenobiotics on the nervous system (review) / A. P. Ermagambetova, G. B. Kabdrakhmanova, K. E. Kozbagarov [et al.] // *Bulletin of the Almaty State Institute for the Improvement of Doctors*. - 2011. - No. 3 (15). - S. 22-24. - EDN VYTSOD. (in Russ).
11. Akhmadyshin R. A. Mycotoxins - feed contaminants / R. A. Akhmadyshin, A. V. Kanarsky, Z. A. Kanarskaya // *Bulletin of the Kazan Technological University*. - 2007. - No. 2. - S. 88-103. - EDN IJVYNJ. (in Russ).
12. Aygün S. F., Kabadayi F. Determination of benzo[a]pyrene in charcoal grilled meat samples by HPLC with fluorescence detection. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2005 Dec; 56(8):581-5. PMID 16638662
13. Kazerouni N., Sinha R., Hsu C. H., Greenberg A., Rothman N. Analysis of 200 food items for benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food and Chemical Toxicology* 2002; 40(1):133. doi: 10.1016/S0278-6915(00)00158-7
14. Lee B. M., Shim G. A. Dietary exposure estimation of benzo[a]pyrene and cancer risk assessment. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A*. 2007 Aug; 70(15-16):1391-4. PMID 17654259
15. The state of lipid peroxidation and antioxidant protection of erythrocytes, bone marrow, blood serum and liver during intoxication with polychlorinated biphenyls / R. R. Karimov, I. R. Gabdulkhakova, O. V. Samokhodova, A. F. Kayumova // *Medical Bulletin of Bashkortostan*. - 2015. - T. 10. - No. 6. - S. 44-48. - EDN VTKMBV. (in Russ).
16. Khismatullina Z. N. Diseases associated with exposure to environmental chemical factors / Z. N. Khismatullina // *Bulletin of the Kazan Technological University*. - 2013. - T. 16. - No. 20. - S. 170-178. - EDN RFUTXZ. (in Russ).
17. Gladkov S. A. Consequences of intake of individual radionuclides into the body / S. A. Gladkov, A. I. Boldinov, E. A. Popov // *Modern technologies for civil defense and elimination of consequences of emergency situations*. - 2011. - No. 1(2). - S. 111-113. - EDN WJHVOL. (in Russ).
18. Selyukova S. V. HEAVY METALS IN AGRICULTURAL CENOSIS // *Achievements of Science and Technology of the APK*. 2020. No. 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ty-azhelye-metally-v-agrotsenozah>. (in Russ).
19. Natural feed pollutants. What is the danger of feed components with mycotoxins? Text: electronic // *Agroinvestor: official website*. - 2022. - URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/35569-prirodnye-zagryaznitel-kormov-v-chem-opasnost-kormovoykh-komponentov-s-mik-otoksinami?ysclid=l70lw3vua6249545951>. (in Russ).
20. Volgina T. N. Ways of distribution of pesticides in environmental objects / T. N. Volgina, V. T. Novikov, D. V. Reguzova // *Regional problems*. - 2010. - T. 13. - No. 1. - S. 76-81. - EDN TPXRUP. (in Russ).
21. Since June 29, the Rosselkhoznadzor will exercise state control in the field of safe handling of pesticides and agrochemicals. Text: electronic // *Federal Service for Veterinary and Phytosanitary Surveillance: official website*. - 2022. - URL: <https://fsvps.gov.ru/ru/fsvps/news/42692.html?ysclid=l70mow1afq863136281>. (in Russ).
22. Sushkova S. N. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the system soil-bottom sediments of technogenically polluted soils / S. N. Sushkova, I. G. Deryabkina, E. M. Antonenko // *Lomonosov-2018: Abstracts of the XXV International Scientific Conference of Students, graduate students and young scientists, Moscow, April 09-13, 2018* / Compiled by L. A. Pozdnyakov. - Moscow: LLC «MAKS Press», 2018. - P. 177-178. - EDN ZCECOL. (in Russ).
23. Baeva Yu. I. Evaluation of the migratory ability of polychlorinated biphenyls in the systems «soil-plant» and «soil-earthworms» / Yu. I. Baeva, N. A. Chernykh // *Hygiene and Sanitation*. - 2016. - T. 95. - No. 4. - S. 336-339. - DOI 10.18821/0016-9900-2016-95-4-336-339. - EDN TUREPR. (in Russ).
24. Efremov I. V. Peculiarities of migration of cesium-137 and strontium-90 radionuclides in the soil-plant system / I. V. Efremov, N. N. Rakhimova, E. L. Yanchuk // *Bulletin of the Orenburg State University*. - 2005. - No. 12(50). - S. 42-46. - EDN JVG0BD. (in Russ).

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Tamara V. Kalyuzhnaya** – Ph.D. in Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise of the St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russia, Saint Petersburg, Russia, [kalyuzhnaya.t.v@mail.ru](mailto:kalyuzhnaya.t.v@mail.ru)

**Diana A. Orlova** – Ph.D. in Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise of the St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, St. Petersburg, Russia, Saint Petersburg, Russia, [diana\\_ae@mail.ru](mailto:diana_ae@mail.ru)

**The authors declare no conflicts of interests.**

The article was submitted June 01, 2022; approved after reviewing June 20, 2022; accepted for publication June 28, 2022.