
POLLUTION

DOI: <https://www.doi.org/10.23649/jae.2023.31.3.002>

Hishov A.S.¹ *, Makarov D.A.², Kish L.K.³

¹⁻³ The Russian State Center for Animal Feed and Drug Standardization and Quality, Moscow, Russia

* Corresponding author (a.hishov[at]vgnki.ru)

Received: 09.03.2023; Accepted: 13.03.2023; Published: 20.03.2023

TOXIC PROPERTIES AND MAXIMUM RESIDUE LEVELS OF GLYPHOSATE IN FOOD AND FEED PRODUCTS

Review

Abstract

Glyphosate is one of the most common herbicides for use on various crops, including genetically engineered ones. At the same time, the maximum residue levels established for it (MRL) in food and feed products are higher than for most other pesticides. The data on its carcinogenic properties are contradictory, the Codex Alimentarius International Commission (CCA) developed the MRL from the standpoint of its lower risk in this regard. It has also been shown that glyphosate can cause disorders in the endocrine system and has a synergistic effect with adjuvants in its products, which can lead to negative effects in concentrations below those provided by MRL. It is also toxic to productive animals, disrupting the work of the intestines. Studies of glyphosate residues conducted in Russia have shown a high prevalence of contamination with glyphosate and its AMP metabolite of food and feed soybeans, honey, tea and cereals. Domestic MRLs are harmonized with MRLs of CCA. In view of the serious concern of the public about the risk from the use of glyphosate, we believe it is reasonable to make the risk evaluation processes and the establishment or modification of the MRL transparent, and the reporting materials accessible to at least all specialists in the field of food safety.

Keywords: glyphosate, toxicity, herbicides, pesticides, MRL.

Хишов А.С.¹ *, Макаров Д.А.², Киш Л.К.³

¹⁻³ Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов, Москва, Россия

* Корреспондирующий автор (a.hishov[at]vgnki.ru)

Получена: 09.03.2023; Доработана: 13.03.2023; Опубликована: 20.03.2023

ТОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ГЛИФОСАТА В ПИЩЕВОЙ И КОРМОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Обзор

Аннотация

Глифосат – один из самых распространенных гербицидов для применения на различных культурах, включая генно-инженерно-модифицированные. При этом установленные для него максимально допустимые уровни (МДУ) в пищевой и кормовой продукции выше, чем для большинства других пестицидов. Данные о его канцерогенных свойствах противоречивы, международная Комиссия Кодекс Алиментариус (ККА) разрабатывала МДУ с позиций его меньшего риска в этом отношении. Также показано, что глифосат может вызывать нарушения в работе эндокринной системы и обладает синергическим воздействием с адъювантами в его препаратах, что может приводить к негативным эффектам в концентрациях ниже обеспечиваемых МДУ. Токсичен он и для продуктивных животных, нарушая работу кишечника. Проведённые в России исследования остатков глифосата показали высокую распространённость загрязнения глифосатом и его метаболитом АМФК (Аминометилфосфоновая кислота) пищевой и кормовой сои, мёда, чая и круп. Отечественные МДУ гармонизированы с МДУ ККА. В виду серьёзной озабоченности широкой общественности риском от использования глифосата, мы полагаем целесообразным сделать процессы оценки риска и установления, либо изменения МДУ прозрачными, а отчётные материалы – доступными как минимум для всех специалистов в области пищевой безопасности.

Ключевые слова: глифосат, токсичность, гербициды, пестициды, МДУ.

1. Введение

Глифосат – один из наиболее активно используемых в настоящее время пестицидов. Он применяется для борьбы сорняками как при выращивании ГМ-растений, устойчивых к его воздействию (чаще всего для сои), так и для обычных культур.

Сведения о вреде глифосата для здоровья противоречивы, особую озабоченность вызывают потенциально канцерогенные свойства и влияние на эндокринную систему. На международном уровне рекомендованы и во многих странах установлены высокие значения допустимых уровней глифосата в пищевой и кормовой продукции, не препятствующие воздействию больших его доз на население через продукты питания и корма. Принятые в России МДУ гармонизированы с относительно высокими значениями международных норм.

Наличие остатков глифосата как в пищевой, так и в кормовой продукции систематически фиксируется в ходе мониторинговых исследований.

Мировая научная общественность демонстрирует озабоченность риском для здоровья населения от употребления загрязнённой глифосатом и его метаболитами продукции, нередко звучат призывы оградить население от его воздействия путём ужесточения норм.

В статье мы детально рассматриваем вопросы оценки токсичности глифосата международными организациями и установления для него максимально-допустимых уровней в пищевой и кормовой продукции, на основании чего оцениваем подходы к его нормированию.

2. Применение глифосата

Применение глифосата, впервые зарегистрированного в США в 1974 г. в составе препарата Раундап компании Монсанто, оставалось относительно низким до появления генно-инженерно-модифицированных организмов (далее – ГМО). В США оно выросло [1] с 635 т в 1974 г. до 3538 т в 1982 г. причем доля его применения вне земель сельскохозяйственного назначения была значительной (35,9% от общего объёма применения в 1982 г.), за 13 лет сократившись всего до 31,3% (1995 г.). Но уже с 1995 г. скорость роста использования резко возросла (с 18 144 т в 1995 г. до 125 384 т в 2014 г.) при снижении доли несельскохозяйственного применения до 9,6%. Под несельскохозяйственным применением гербицидов подразумевается уничтожение растительности вдоль железных и автомобильных дорог, гидротехнических сооружений, портов и прочих технологических объектов, где необходим контроль.

Мировое потребление глифосата возросло с 56 296 т (1995 г.) до 825 804 т (2014 г.), из которых с 2 230 т до 378 355 т (в 170 раз!) – использование на устойчивых ГМО. Из доли ГМО в общем потреблении можно сделать вывод о том, что на обработку посевов ГМ-растений приходится значительная доля глифосата, но она составляет меньше половины общего количества. Это свидетельствует о широком применении гербицида на разных категориях культур, в том числе в качестве средства для ускоренного созревания растений путём десикации.

Объём используемого вещества на гектар посевов ГМО увеличивается в среднем каждый год (особенно на посевах сои и за пределами США) в связи с быстрым ростом количества устойчивых к глифосату сорняков. Расширению использования гербицида способствует снижение цены на него, особенно после истечения сроков патентной защиты, в результате чего 40% глифосата производится в КНР.

Среднее применение глифосата достигло 1,5-2 кг/га при охвате 22-30% пахотных земель на планете. Ни один гербицид никогда не использовался в мире так широко.

3. Установленные для глифосата максимально допустимые уровни (МДУ)

В начале использования, на территории США, были установлены относительно низкие МДУ – всего 2 мг/кг в сое. МДУ 0,1 мг/кг в пшенице был повышен до 5 мг/кг только к 2000 г. Аналогичное повышение МДУ проводилось ступенчато по различным видам продукции, включая продукцию животного происхождения [2]. В результате были установлены относительно низкие МДУ в растительной и животной продукции, предназначенной для потребления человеком, и более высокие МДУ – в кормовой продукции. В соевых бобах разница между пищевой (20 мг/кг) и кормовой продукцией (100 мг/кг) достигает 80 мг/кг (в пять раз).

На международном уровне МДУ глифосата разрабатывает и рекомендует Комиссия Кодекс Алиментариус (ККА) [3].

Основная часть МДУ ККА была принята в 2006 г., часть в 2012, 2014 г., до заключения Международного агентства по изучению рака (МАИР) 2015 г. о канцерогенности глифосата.

В МДУ ККА сохраняются основные тенденции регулирования в США:

1. Низкие МДУ для пищевой продукции, предназначенной человеку.
2. Высокие (выше США) МДУ для кормов – в сене, в т.ч. из люцерны и гороха, до 500 мг/кг.
3. Относительно низкие МДУ для продукции животного происхождения.

Отличия от установленных в США МДУ заключаются в том, в мясе, молоке и яйцах глифосат «не допускается на уровне предела определения методики», а для субпродуктов свиней, птицы и ряда культур у ККА значения ниже – подсолнечника (7 у ККА против 85 мг/кг у США), мелассы из сахарного тростника (10 против 30 мг/кг).

Противоречия наблюдаются также в учитываемых метаболитах глифосата: ККА в растительном сырье нормирует только глифосат, в сое, кукурузе, рапсе, животном сырье – глифосат и N-ацетилглифосат, а для оценки риска – глифосат, N-ацетилглифосат, АМРА (аминометилфосфоновая кислота) и N-ацетил АМРА.

В США МДУ установлены для растительного сырья, рыбы и моллюсков как сумма глифосата N-(фосфонометил)глицина и солей глифосата, а для животного сырья, сои, кукурузы – сумма глифосата, N-(фосфонометил)глицина и его метаболита N-ацетил-глифосата.

Относительно других пестицидов МДУ глифосата ККА в подавляющем большинстве случаев выше. На примере соевых бобов [4] можно увидеть, что ниже они только для одного пестицида – циклоксидима – но для него совместным совещанием ФАО (Всемирной продовольственной и сельскохозяйственной организации) / ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения) по остаткам пестицидов (далее – JMPR) не установлено канцерогенных и генотоксических свойств [5]. Следует отметить, что существование устойчивых к циклоксидиму сортов кукурузы [6], а также факт более высокой токсичности готового препарата по сравнению с активным веществом [7], не явились основаниями для установления более высоких МДУ.

Для 2,4-Д кислоты, имеющей статус 2В (возможный канцероген для человека) [8] по классификации МАИР, что менее опасно, чем статус 2А (канцероген для человека с высокой вероятностью), присвоенный глифосату, ККА установлены низкие МДУ, в том числе МДУ в соевых, кормовой и пищевой, 0,01 мг/кг, мясе птицы и ее субпродуктах 0,05 мг/кг, в молоке – 0,01 мг/кг. Для многих видов продукции МДУ 2,4-Д установлены на уровне определения.

Для имазамокса [9] и бентазона [10] JMPR также не установил канцерогенных и генотоксических свойств, хотя исследования с обратными результатами имеются [11], но их МДУ существенно ниже глифосата. Для многих категорий продукции, включая кормовую, МДУ установлены на уровне определения.

В Российской Федерации процесс установления МДУ пестицидов и гербицидов регламентирован МУ 1.2.2960-11. 1.2. [12] и МУ 1.2.3216-14. 1.2. [13], но систематических публикаций расчетов, как это сделано, не ведется. Для глифосата в соевых бобах в России используется значение МДУ, которое совпадает с МДУ ККА, данное значение выше всех когда-либо обнаруженных Роспотребнадзором концентраций. Такие МДУ не позволяют соответствовать требованиям некоторых стран-импортеров пищевой продукции, которые придерживаются более строгих норм. К примеру, ЕС [14] и ассоциированные с ним страны, несмотря на мнение профильного органа EFSA (Европейского агентства по безопасности продуктов питания), не признающего канцерогенности глифосата, установили МДУ меньше международных.

Таким образом, может быть сделан вывод, что МДУ глифосата, на международном уровне рекомендуемые ККА, являются высокими относительно других пестицидов и гербицидов и установлены по принципам, отличным от использованных для большинства других пестицидов.

4. Канцерогенные и генотоксические свойства глифосата согласно JMPR и МАИР

Кроме острой токсичности, оцениваемой сразу после воздействия вещества, токсикологические свойства включают ряд негативных последствий, проявляющихся на больших промежутках времени: нейротоксичность, репродуктивную токсичность, канцерогенность, генотоксичность и т.д.

Для оценки риска конкретного вещества для населения отдельной страны контрольно-надзорные органы могут выделять наиболее значимые токсические эффекты. Для Российской Федерации, в которой в связи с ростом продолжительности жизни и другими факторами зафиксирован рост числа онкологических заболеваний, который связан и с воздействием канцерогенов через продукты питания. На этом основании можно применить схему [15] оценки опасности, максимальным весом в которой будут обладать вещества с доказанными, желательными на международном уровне, канцерогенными и генотоксическими свойствами.

На международном уровне две организации наиболее авторитетны в оценке канцерогенности пестицидов – МАИР и JMPR.

МАИР, как структура Всемирной организации здравоохранения (далее – ВОЗ), занимается анализом научных источников для определения канцерогенного потенциала различных факторов: биологических, физических и химических. Особенностью этой организации является использование только публично доступных научных работ, которые могут быть проверены, воспроизведены и оценены более широким научным сообществом, что обеспечивает более полное соблюдение критериев научного знания.

JMPR также является частью ВОЗ, но также принадлежит Международной сельскохозяйственной организации (ФАО). Это специализированная структура для оценки пестицидов и гербицидов для установления норм ККА. В отношении используемых источников информации JMPR имеет более мягкие правила и допускает подачу неопубликованных сведений, в том числе от разработчика рассматриваемых веществ.

Глифосат несколько раз оценивался МАИР и в результате последней оценки был наделян статусом 2А в 2015 г. [16]:

«Группа 2А означает, что агент, с высокой вероятностью, является канцерогенным для человека. Эта категория используется, когда имеются **ограниченные доказательства канцерогенности для человека и достаточные доказательства канцерогенности для экспериментальных животных. Ограниченные доказательства означают, что наблюдалась положительная связь между воздействием агента и раком, но нельзя исключить другие объяснения наблюдений (называемые случайностью, предвзятостью или смешением).** Эта категория также используется, когда имеются ограниченные доказательства канцерогенности для человека и убедительные данные о том, как агент вызывает рак у животных».

Материалы и подробная оценка канцерогенности глифосата МАИР были опубликованы позднее в открытом доступе в 2017 г. [17] и содержат десятки экспериментальных (на лабораторных животных) и эпидемиологических исследований, хотя эксперты МАИР отметили, что часть исследований имеет недостатки (численность случаев и вовлеченных людей, оценка воздействия иных факторов, включая иные пестициды и гербициды и т.д.).

Исследования в США и Канаде были выбраны как наиболее крупные и хорошо организованные. Неходжкинские лимфомы (далее – НХЛ) были также выбраны как заболевания с наибольшим количеством исследований, остальные виды онкологических заболеваний имели минимальное число публикаций (иногда всего одну), пригодных для объективного анализа.

В большинстве приведенных МАИР эпидемиологических исследований, включая не принятые для анализа, экспозиция населения исследовалась тем или иным образом.

В отношении НХЛ МАИР устанавливает в пункте 5.2.1. наличие связи заболеваемости с экспозицией во всех исследованиях, кроме одного:

«В двух крупных исследованиях НХЛ по типу «случай-контроль», проведенных в Канаде и США, и в двух исследованиях «случай-контроль», проведенных в Швеции, сообщалось о статистически значимом повышении риска НХЛ в связи с воздействием глифосата. В исследовании, проведенном в Канаде, связь была обнаружена среди тех, кто подвергался воздействию более 2 дней в году, но корректировка для других пестицидов не проводилась. В трех других исследованиях сообщалось о превышении НХЛ, связанного с воздействием глифосата, после корректировки на другие пестициды».

МАИР сделало однозначный вывод о связи экспозиции глифосату с НХЛ, независимо от других пестицидов:

«Таким образом, исследования случай-контроль в США, Канаде и Швеции сообщили о повышенном риске НХЛ, связанном с воздействием глифосата. Повышенный риск сохранялся в исследованиях с поправкой на воздействие других пестицидов».

В отношении животных МАИР отмечает долговременные (12-24 месяца, стандартный срок для исследований канцерогенности) исследования на мышах и крысах, в ходе которых наблюдались нарушения пищеварения, потеря веса, неканцерогенные изменения слюнных желез. Онкологические нарушения также фиксировались по сравнению с контрольными группами, но не демонстрировали зависимости от концентрации глифосата в рационе [18].

Некоторые исследования демонстрировали повышенное число опухолей молочных желез крыс [19] при повышенной концентрации глифосата, но не было приведено достаточно информации о проведении эксперимента по критериям МАИР.

Исследования потенциального генотоксичного механизма действия глифосата также проводились на людях и животных.

Эпидемиологическая часть выявила повышенное количество нарушений строения ядра клеток в регионах применения глифосата [20], хотя МАИР посчитало исследования недостаточно подробными.

Многочисленные случаи проявления генотоксических свойств зафиксированы для моделей на основе клеток человека: печени Нер-2 [21], лимфоцитов [22], фибробластов GM38, фибросаркомы HT1080 [23], карциномы TR146 [24]. Дополнительно АМФК вызвали нарушения в Нер-2 [25], а препараты глифосата – в TR146.

В исследованиях на культурах клеток отмечалось, что АМФК и препараты глифосата проявляют более сильные генотоксические свойства на культурах клеток и прочих моделях человека и млекопитающих [26].

В тоже время бактериальные и некоторые другие модели для изучения генотоксичности не демонстрируют проявлений данного свойства ни для глифосата, ни для его препаратов и метаболитов.

Возможно, это связано с механизмом токсического действия глифосата: гербицид вызывает оксидативный стресс, в ходе которого повреждается ДНК, но сам непосредственно с ДНК не взаимодействует [27].

JMPR согласно своим правилам отбора информации в добавок к рассмотренным МАИР данным принимает большое количество закрытых и неопубликованных технических и регистрационных отчетов, которые в большинстве проведены по наиболее простым схемам исследований, включая простые модели исследования генотоксических свойств, и демонстрируют безопасность глифосата.

В результате заключение о наличии канцерогенных и генотоксических свойств JMPR прямо противоположно заключению МАИР, что позволило ККА установить относительно высокие МДУ.

5. Влияние на эндокринную систему

Влияние на эндокринную систему рассматривается в международной практике оценки безопасности химических веществ как один из видов хронической токсичности. В отличие от канцерогенности, нейротоксичности и прочих традиционно изучаемых токсических свойств стандартные схемы проведения исследований негативных эффектов находятся в процессе разработки и не имеют устоявшегося международного признания. Но ряд стран и объединений, например, ЕС, включает негативный эффект в отношении эндокринной системы в список для обязательного рассмотрения.

Влияние глифосата на эндокринную систему, особенно на половые железы, которое ведет к репродуктивной и эмбриональной токсичности [28], стало предметом изучения в последние несколько лет, возможно, как попытка объяснить противоречивые результаты изучения канцерогенных и генотоксических свойств [29].

Как и в случае с генотоксическими и канцерогенными свойствами, относительно немногочисленные эпидемиологические исследования на популяциях в местах применения глифосата подкрепляются многочисленными исследованиями на экспериментальных моделях, которые позволяют сделать разные выводы о том, приводит ли воздействие вещества к нарушениям в работе эндокринной системы.

Можно предположить, что отрицательное влияние на эндокринную систему происходит по тому же механизму оксидативного стресса, что и канцерогенез.

6. Влияние вспомогательных веществ на токсические свойства глифосата

В процессе изучения токсических свойств глифосата неоднократно отмечались различия между чистым глифосатом и его готовыми препаратами, особенно изготовленными промышленным, а не лабораторным способом. Практически всегда готовый препарат оказывался токсичнее, что поначалу связывали с положительным влиянием вспомогательных веществ в отношении количества глифосата, попавшего в клетку/организм экспериментальной модели.

В дальнейшем к этому эффекту прибавились наблюдения о различающейся токсичности препаратов глифосата.

В результате проведения целенаправленных исследований безопасности различных вспомогательных веществ были выявлены их собственные токсичные свойства [30], токсичные свойства [31] их примесей [32], в том числе приводящие

к негативным эффектам при воздействии доз, поступающих в организм с пищей, содержащей глифосат в количестве ниже МДУ [33].

Сведения о токсичности оказались настолько весомыми, в отличие от токсичности самого глифосата, что были применены ЕС [34] в качестве условий для продления регистрации данного гербицида с рядом обязательных условий:

1. Принятие мер против попадания вещества в водоемы и подземные воды.
2. Принятие мер по обеспечению достоверного соответствия препарата испытанному при регистрации составу.
3. Запрет на использование отдельных вспомогательных веществ, в частности полиоксиэтиленамин (CAS No 61791-26-2).

7. Исследования на продуктивных животных

Продолжается изучение воздействия глифосата на лабораторных и, что особенно важно, – сельскохозяйственных животных. Важными особенностями экспериментов являются использование низких концентраций глифосата и простых, воспроизводимых моделей экспериментов.

Исследования глифосата на продуктивных животных позволяет установить реальные особенности его распределения в пищевой цепи и вероятность влияния на здоровье человека.

Установленные в исследованиях результаты коррелируют с результатами исследований хронической токсичности для МАИР и JMPR: фиксируются нарушения пищеварения, повреждения печени и кишечника, гематологические и репродуктивные нарушения [35], [36], [37].

8. Обсуждение и выводы

Выше нами были рассмотрены и сравнены значения МДУ для глифосата в пищевой и кормовой продукции, установленные в США и ЕС и рекомендованные международной Комиссией Кодекс Алиментариус, а также сведения о токсичности глифосата.

Необходимо отметить, что процедура установления МДУ для пестицидов на уровне Комиссии Кодекс Алиментариус не регламентируется, в отличие от ветеринарных препаратов, для каждого из которых есть подробные отчёты об установлении МДУ и контаминантов (токсичных элементов, микотоксинов и тд.), общие принципы установления МДУ, для которых изложены в стандарте Комиссии Кодекс Алиментариус по контаминантам и токсинам (CODEX STAN 193-1995).

На практике, ККА и отдельные устанавливают значения МДУ для пестицидов на основе данных по распределению концентраций остатков в исследованных образцах, как значение, слегка превышающее нормальный диапазон распределения, таким образом, чтобы МДУ не соответствовала некоторая доля образцов (чаще всего – до 10%) с наиболее высокими концентрациями. МДУ, которому не будет соответствовать значительная доля образцов нецелесообразны с экономической точки зрения, препятствуя торговле, и чем меньше образцов придётся признать не соответствующими законодательству, тем лучше. При этом при выборе значения МДУ обязательно учитываются данные оценки риска: МДУ должно обеспечивать, что доза, пестицида, воздействующая на население через пищу будет ниже безопасной для здоровья, а канцерогенный риск будет не выше порога приемлемого.

Таким образом, при установлении МДУ сталкиваются два принципа:

- экономической целесообразности,
- безопасности для здоровья населения

В отсутствие единого гармонизированного подхода установление МДУ производится отдельными комитетами и комиссиями. Ведущую роль при этом играют, как правило, специалисты административного, а не научного профиля. В открытом доступе нами не было обнаружено отчётов о том, на основании каких данных и как именно было рассчитано значение МДУ для того или иного пестицида, включая глифосат нами обнаружено не было.

В Российской Федерации активно проводятся исследования содержания глифосата в пищевой и кормовой продукции, показывающие, что для нашей страны проблема актуальна.

Так, согласно данным ФГБУ «ВГНКИ» глифосат/ его метаболит АМФК (аминометилфосоновая кислота) был выявлен в каждом третьем образце соевых бобов и соевого шрота (импорт) в средней концентрации 2 мг/кг, [38], 6% образцов мёда [39] и 82% образцов чая [30]. Также глифосат был обнаружен в более 50% образцов круп, мясных продуктов, сэндвичей и другой продукции из популярных сетей магазинов в концентрации до 6 мг/кг [41].

В вопросе установления МДУ Федеральная служба по защите прав потребителей пошла по пути их гармонизации с рекомендованными Комиссией Кодекс Алиментариус [42]. Принятая ККА оценка канцерогенности расходится с проведённой наиболее авторитетной в данном вопросе, и самое главное, не касающейся вопросов экономической целесообразности организацией – МАИР.

Нами показано, что глифосат можно отнести к веществам, чьи токсичность, вызывают серьёзную озабоченность, в особенности следующие её аспекты, требующие дополнительного изучения:

- канцерогенное воздействие,
- нарушение работы эндокринной системы,
- синергическое воздействие в совокупности с адъювантами, добавляемыми в готовый препарат,
- негативное воздействия на кишечник и другие органы продуктивных животных.

Негативные для здоровья эффекты могут возникнуть и при воздействии доз, поступающих с пищей, содержание глифосата в которой ниже МДУ.

В связи с этим мы считаем целесообразным проведение в нашей стране собственной полноценной оценки риска по международно принятым стандартам и установления национальных МДУ, обеспечивающих безопасность здоровья

населения. При этом процесс оценки риска и установления МДУ необходимы сделать прозрачным, а соответствующие отчёты сделать доступными как минимум для всех специалистов в области безопасности продуктов питания.

Список сокращений

АМФК – Аминометилфосфоновая кислота;
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения;
ГМО – Генно-модифицированный организм;
ККА – Комиссия Кодекс Алиментариус;
МАИР – Международное агентство по изучению рака;
МДУ – Максимально-допустимый уровень;
НХЛ – Неходжжкинская лимфома;
Роспотребнадзор – Федеральное агентство по защите прав потребителей;
ФАО – Всемирная продовольственная и сельскохозяйственная организация;
ФГБУ «ВГНКИ» – Всероссийский государственный центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов;
EFSA (European Food Safety Authority) – Европейское агентство по безопасности продуктов питания;
JMPR (Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues) – Совместное совещание ФАО/ВОЗ по остаткам пестицидов.

Conflict of Interest

None declared.

Конфликт интересов

Не указан.

References

1. Benbrook C.M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally / C.M. Benbrook // *Environ Sci Eur* 28. — 3. — 2016. — DOI: 10.1186/s12302-016-0070-0
2. Discover U.S. Government Information // *govinfo.gov*. — URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2010-title40-vol23/pdf/CFR-2010-title40-vol23-sec180-364.pdf> (accessed: 07.03.2023)
3. Pesticides Database Search // *fao.org*. — URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/ru/?p_id=158 (accessed: 07.03.2023)
4. VD 0541 - Soya bean (dry) // *fao.org*. — URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities-detail/ru/?lang=ru&c_id=293 (accessed: 07.03.2023)
5. Pesticide residues in food - 2009: toxicological evaluations // Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group, Geneva, Switzerland from 16 to 25 September 2009. — URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44522/9789241665254_eng.pdf (accessed: 07.03.2023)
6. Vancetovic J. The effect of cycloxydim tolerant maize (CTM) alleles on grain yield and agronomic traits of maize single cross hybrid / J. Vancetovic, M. Vidakovic, M. Babic [et al.]. — *Maydica*, 2009 Jan 1. — 54(1):91. — URL: https://www.academia.edu/18839983/the_effect_of_cycloxydim_tolerant_maize_ctm_alleles_on_grain_yield_and_agronomic_traits_of_maize_single_cross_hybrid (accessed: 07.03.2023)
7. Wagner N. Acute toxic effects of the herbicide formulation and the active ingredient used in cycloxydim-tolerant maize cultivation on embryos and larvae of the African clawed frog, *Xenopus laevis* / N. Wagner, S. Lötters, M. Veith [et al.] // *Bull Environ Contam Toxicol*. — 2015, Apr. — 94(4):412-8. — DOI: 10.1007/s00128-015-1474-z. — Epub 2015 Jan 30. — PMID: 25634323.
8. DDT, Lindane, and 2,4-D. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. — Volume 113. — IARC 2016. — ISBN-13 978-92-832-0179-3. — URL: <https://publications.iarc.fr/550> (accessed: 07.03.2023)
9. Pesticide residues in food - 2014: toxicological evaluations // Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Rome, Italy, 16–25 September 2014. — URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/164597/9789241665308_eng.pdf (accessed: 07.03.2023)
10. Tox Monograph : bentazone - *jmpr 2012 monograph* — URL: <https://apps.who.int/pesticide-residues-jmpr-database/pesticide?name=BENTAZONE> (accessed: 07.03.2023)
11. Aboukila R.S. Cytogenetic study on the effect of bentazon and glyphosate herbicide on mice / R.S. Aboukila, S.A. Hameda, A.F. El-Nahas // *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*. — 2014. — 41. — P. 95-101.
12. "МУ 1.2.2960-11. 1.2. Гигиена, токсикология, санитария. Научное обоснование максимально допустимых уровней остаточных количеств пестицидов в пищевой продукции. Методические указания" (утв. Роспотребнадзором 29.07.2011)
13. "МУ 1.2.3216-14. 1.2. Общие вопросы. Гигиена, токсикология, санитария. Оценка риска воздействия остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах на население. Методические указания" (утв. Роспотребнадзором 22.08.2014)
14. Official Journal of the European Union. — URL: http://publications.europa.eu/resource/ellar/dad2ca6b-9dcd-11e2-ab01-01aa75ed71a1.0006.04/DOC_1 (accessed: 07.03.2023)
15. Хишов А. С. Ранжирование химических рисков в пищевой продукции и кормах по степени опасности / А. С. Хишов, Е. В. Мельничук, С. В. Бурлаков. — 2016. — № 6. — С. 11-14
16. International Agency for Research on Cancer Volume 112: Some organophosphate insecticides and herbicides: tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon and glyphosate // IARC Working Group. — Lyon, 3–10 March 2015. — IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum (in press)

17. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Organophosphate Insecticides and Herbicides. — Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer, 2017. — PMID: 31829533.
18. EPA. Second peer review of glyphosate // EPA.gov. — Washington (DC): Office of Pesticides and Toxic Substances, United States Environmental Protection Agency. — 1991a. — URL: <http://www.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/cleared-reviews/reviews/103601/103601-265.pdf> (accessed: 10.03.2015).
19. Nufarm. Glyphosate Technical: Dietary Combined Chronic Toxicity/Carcinogenicity in the Rat // Nufarm. — Shardlow, Derbyshire, UK: Harlan Laboratories Ltd. 2009b // H. Greim, D. Saltmiras, V. Mostert [et al.] // Evaluation of carcinogenic potential of the herbicide glyphosate, drawing on tumor incidence data from fourteen chronic/carcinogenicity rodent studies. — Crit Rev Toxicol. — 2015. — 45(3). — P. 185–208. — DOI: 10.3109/10408444.2014.1003423
20. Bolognesi C. Biomonitoring of genotoxic risk in agricultural workers from five Colombian regions: association to occupational exposure to glyphosate / Bolognesi C. Bolognesi, G. Carrasquilla, S. Volpi [et al.] // J Toxicol Environ Health A. — 2009. — 72(15–16):986–97. — DOI: 10.1080/15287390902929741. — PMID:19672767
21. Mañas F. Genotoxicity of glyphosate assessed by the comet assay and cytogenetic tests / F. Mañas, L. Peralta, J. Raviolo [et al.] // Environ Toxicol Pharmacol. — 2009a. — 28(1). — P. 37–41. — DOI: 10.1016/j.etap.2009.02.001
22. Mladinic M. Evaluation of genome damage and its relation to oxidative stress induced by glyphosate in human lymphocytes in vitro / M. Mladinic, S. Berend, A.L. Vrdoljak [et al.] // Environ Mol Mutagen. — 2009b. — 50(9):800–7. — DOI: 10.1002/em.20495
23. Monroy C.M. Cytotoxicity and genotoxicity of human cells exposed in vitro to glyphosate / C.M. Monroy, A.C. Cortés, D.M. Sicard [et al.] // Biomedica. — 2005. — 25(3):335–45. — DOI: 10.7705/biomedica.v25i3.1358
24. Koller V.J. Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells / V.J. Koller, M. Fürhacker, A. Nersesyan [et al.] // Arch Toxicol. — 2012. — 86(5):805–13. — DOI: 10.1007/s00204-012-0804-8
25. Mañas F. Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests / F. Mañas, L. Peralta, J. Raviolo [et al.] // Ecotoxicol Environ Saf. — 2009b. — 72(3):834–7. — DOI: 10.1016/j.ecoenv.2008.09.019
26. Prasad S. Clastogenic effects of glyphosate in bone marrow cells of swiss albino mice / S. Prasad, S. Srivastava, M. J. Singh [et al.] // Toxicol. — 2009:308985. — DOI:10.1155/2009/308985
27. de Menezes C.C. Roundup effects on oxidative stress parameters and recovery pattern of Rhamdia quelen / C.C. de Menezes, M.B. da Fonseca, V.L. Loro [et al.] // Arch Environ Contam Toxicol. — 2011 May;60(4):665–71. — DOI: 10.1007/s00244-010-9574-6. — Epub 2010 Aug 1. — PMID: 20680259.
28. Muñoz J.P. Glyphosate and the key characteristics of an endocrine disruptor: A review, Chemosphere / J.P. Muñoz, T.C. Bleak, G.M. Calaf. — DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.128619
29. Marino M. Pleiotropic Outcomes of Glyphosate Exposure: From Organ Damage to Effects on Inflammation, Cancer, Reproduction and Development / M. Marino, E. Mele, A. Viggiano // Int J Mol Sci. — 2021 Nov 22;22(22):12606. — DOI: 10.3390/ijms222212606
30. Mesnage R. Insight into the confusion over surfactant co-formulants in glyphosate-based herbicides / R. Mesnage // Food Chem Toxicol. — 2019 Jun;128:137-145. — DOI: 10.1016/j.fct.2019.03.053. — Epub 2019 Apr 3. — PMID: 30951798.
31. Kim Y.-J. Negligible Toxicokinetic Differences of Glyphosate by Different Vehicles in Rats / Y.-J. Kim, N. Nitin, K.-B. Kim // Toxics. — 2023. — 11, 67. — DOI: 10.3390/toxics11010067
32. Defarge N. Toxicity of formulants and heavy metals in glyphosate-based herbicides and other pesticides / N. Defarge, J. Spiroux de Vendômois, G.E. Séralini // Toxicity. Toxicol Rep. — 2017 Dec 30;5:156-163. — DOI: 10.1016/j.toxrep.2017.12.025. — PMID: 29321978
33. Defarge N. Co-Formulants in Glyphosate-Based Herbicides Disrupt Aromatase Activity in Human Cells below Toxic Levels / N. Defarge, E. Takács, V.L. Lozano [et al.] // Int J Environ Res Public Health. — 2016 Feb 26;13(3):264. — DOI: 10.3390/ijerph13030264. — PMID: 26927151. — PMCID: PMC4808927
34. Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2324 of 12 December 2017 renewing the approval of the active substance glyphosate in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market, and amending the Annex to Commission Implementing Regulation (EU) No 540/2011. — URL: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2017/2324/oj (accessed: 10.03.2015)
35. Шувалова Н. Е. Оценка воздействия глифосата при низких концентрациях в кормовых зерновых культурах на биохимические показатели крови и органы лабораторных мышей / Н. Е. Шувалова, Е. А. Прутенская, М. Г. Сульман // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Биология. Экология. — 2021. — Т. 35. — С. 97-107. — DOI: 10.26516/2073-3372.2021.35.97. — EDN MSPFFV.
36. Тюрина Д. Г. Продуктивность и экспрессия генов у цыплят-бройлеров (Gallus Gallus L.) кросса Ross 308 под влиянием антибиотиков, глифосата и штамма Bacillus sp / Д. Г. Тюрина, Г. Ю. Лаптев, Е. А. Ыылдырым [и др.] // Сельскохозяйственная биология. — 2023. — Т. 57. — № 6. — С. 1147-1165. — DOI: 10.15389/agrobiology.2022.6.1147rus. — EDN JWCPAX.
37. Gigante P. Glyphosate affects swine ovarian and adipose stromal cell functions / Paolo Gigante, Melissa Berni, Simona Bussolati [et al.] // Animal Reproduction Science. — Volume 195. — 2018. — P. 185-196. — ISSN 0378-4320. — DOI: 10.1016/j.anireprosci.2018.05.023.
38. Сорокин А. В. К вопросу о загрязнении соевых бобов и шрота глифосатом / А. В. Сорокин, А. С. Петров, И. В. Батов // Аграрный научный журнал. — 2023. — No. 2. — С. 54–59. — DOI: 10.28983/asj.y2022i2pp54-59.
39. Sorokin A.V. LCMS/ MS Analysis of glyphosate, aminomethylphosphonic acid and glufosinate in honey / A.V. Sorokin, V.V. Ovcharenko // Asian Journal of Chemistry. — 2022. — Vol. 34, No. 8. — P. 2128–2132. — DOI: 10.14233/ajchem.2022.23801

40. Сорокин А.В. Гербициды в чае: обеспечение безопасности и методы контроля глифосата в сырье / А.В. Сорокин // Контроль качества продукции. — 2023. — № 02. — С. 51–56. — DOI:10.35400/2541-9900-2023-2-51-56
41. Сорокин А.В. Контроль безопасности растительного сырья при применении глифосата на стадии выращивания / А.В. Сорокин // Контроль качества продукции. — 2023. — № 03. — С. 49–54.
42. Решение Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010 N 299 (ред. от 25.01.2023) "О применении санитарных мер в Евразийском экономическом союзе"

References in English

1. Benbrook C.M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally / C.M. Benbrook // Environ Sci Eur 28. — 3. — 2016. — DOI: 10.1186/s12302-016-0070-0
2. Discover U.S. Government Information // govinfo.gov. — URL: <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2010-title40-vol23/pdf/CFR-2010-title40-vol23-sec180-364.pdf> (accessed: 07.03.2023)
3. Pesticides Database Search // fao.org. — URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/pesticide-detail/ru/?p_id=158 (accessed: 07.03.2023)
4. VD 0541 - Soya bean (dry) // fao.org. — URL: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/dbs/pestres/commodities-detail/ru/?lang=ru&c_id=293 (accessed: 07.03.2023)
5. Pesticide residues in food - 2009: toxicological evaluations // Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group, Geneva, Switzerland from 16 to 25 September 2009. — URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44522/9789241665254_eng.pdf (accessed: 07.03.2023)
6. Vancetovic J. The effect of cycloxydim tolerant maize (CTM) alleles on grain yield and agronomic traits of maize single cross hybrid / J. Vancetovic, M. Vidakovic, M. Babic [et al.]. — Maydica, 2009 Jan 1. — 54(1):91. — URL: https://www.academia.edu/18839983/the_effect_of_cycloxydim_tolerant_maize_ctm_alleles_on_grain_yield_and_agronomic_traits_of_maize_single_cross_hybrid (accessed: 07.03.2023)
7. Wagner N. Acute toxic effects of the herbicide formulation and the active ingredient used in cycloxydim-tolerant maize cultivation on embryos and larvae of the African clawed frog, *Xenopus laevis* / N. Wagner, S. Lötters, M. Veith [et al.] // Bull Environ Contam Toxicol. — 2015, Apr. — 94(4):412-8. — DOI: 10.1007/s00128-015-1474-z. — Epub 2015 Jan 30. — PMID: 25634323.
8. DDT, Lindane, and 2,4-D. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. — Volume 113. — IARC 2016. — ISBN-13 978-92-832-0179-3. — URL: <https://publications.iarc.fr/550> (accessed: 07.03.2023)
9. Pesticide residues in food - 2014: toxicological evaluations // Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues, Rome, Italy, 16–25 September 2014. — URL: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/164597/9789241665308_eng.pdf (accessed: 07.03.2023)
10. Tox Monograph : bentazone - jmpr 2012 monograph — URL: <https://apps.who.int/pesticide-residues-jmpr-database/pesticide?name=BENTAZONE> (accessed: 07.03.2023)
11. Aboukila R.S. Cytogenetic study on the effect of bentazon and glyphosate herbicide on mice / R.S. Aboukila, S.A. Hameda, A.F. El-Nahas // Alexandria Journal of Veterinary Sciences. — 2014. — 41. — P. 95-101.
12. "MU 1.2.2960-11. 1.2. Gigiena, toksikologiya, sanitariya. Nauchnoe obosnovanie maksimal'no dopustimyh urovnej ostatochnyh kolichestv pesticidov v pishchevoj produkcii. Metodicheskie ukazaniya" (utv. Rospotrebnadzorom 29.07.2011) [Hygiene, toxicology, sanitation. Scientific substantiation of the maximum allowable levels of pesticide residues in food products. Guidelines" (approved by Rospotrebnadzor on 29.07.2011)] [in Russian]
13. "MU 1.2.3216-14. 1.2. Obshchie voprosy. Gigiena, toksikologiya, sanitariya. Ocenka riska vozdejstviya ostatochnyh kolichestv pesticidov v pishchevyh produktah na naselenie. Metodicheskie ukazaniya" (utv. Rospotrebnadzorom 22.08.2014) [General issues. Hygiene, toxicology, sanitation. Assessing the risk of exposure to pesticide residues in food for the population. Guidelines" (approved by Rospotrebnadzor on August 22, 2014)] [in Russian]
14. Official Journal of the European Union. — URL: http://publications.europa.eu/resource/ellar/dad2ca6b-9dcd-11e2-ab01-01aa75ed71a1.0006.04/DOC_1 (accessed: 07.03.2023)
15. Hishov A. S. Ranzhirovanie himicheskikh riskov v pishchevoj produkcii i kormah po stepeni opasnosti [Ranking of chemical risks in food and feed products according to the degree of danger] / A. S. Hishov, E. V. Mel'nichuk, S. V. Burlakov. — 2016. — № 6. — P. 11-14 [in Russian]
16. International Agency for Research on Cancer Volume 112: Some organophosphate insecticides and herbicides: tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon and glyphosate // IARC Working Group. — Lyon, 3–10 March 2015. — IARC Monogr Eval Carcinog Risk Chem Hum (in press)
17. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Some Organophosphate Insecticides and Herbicides. — Lyon (FR): International Agency for Research on Cancer, 2017. — PMID: 31829533.
18. EPA. Second peer review of glyphosate // EPA.gov. — Washington (DC): Office of Pesticides and Toxic Substances, United States Environmental Protection Agency. — 1991a. — URL: <http://www.epa.gov/pesticides/chemicalsearch/chemical/foia/cleared-reviews/reviews/103601/103601-265.pdf> (accessed: 10.03.2015).
19. Nufarm. Glyphosate Technical: Dietary Combined Chronic Toxicity/Carcinogenicity in the Rat // Nufarm. — Shardlow, Derbyshire, UK: Harlan Laboratories Ltd. 2009b // H. Greim, D. Saltmiras, V. Mostert [et al.] // Evaluation of carcinogenic potential of the herbicide glyphosate, drawing on tumor incidence data from fourteen chronic/carcinogenicity rodent studies. — Crit Rev Toxicol. — 2015. — 45(3). — P. 185–208. — DOI: 10.3109/10408444.2014.1003423
20. Bolognesi C. Biomonitoring of genotoxic risk in agricultural workers from five Colombian regions: association to occupational exposure to glyphosate / Bolognesi C. Bolognesi, G. Carrasquilla, S. Volpi [et al.] // J Toxicol Environ Health A. — 2009. — 72(15–16):986–97. — DOI: 10.1080/15287390902929741. — PMID:19672767

21. Mañas F. Genotoxicity of glyphosate assessed by the comet assay and cytogenetic tests / F. Mañas, L. Peralta, J. Raviolo [et al.] // *Environ Toxicol Pharmacol.* — 2009a. — 28(1). — P. 37–41. — DOI: 10.1016/j.etap.2009.02.001
22. Mladinic M. Evaluation of genome damage and its relation to oxidative stress induced by glyphosate in human lymphocytes in vitro / M. Mladinic, S. Berend, A.L. Vrdoljak [et al.] // *Environ Mol Mutagen.* — 2009b. — 50(9):800–7. — DOI: 10.1002/em.20495
23. Monroy C.M. Cytotoxicity and genotoxicity of human cells exposed in vitro to glyphosate / C.M. Monroy, A.C. Cortés, D.M. Sicard [et al.] // *Biomedica.* — 2005. — 25(3):335–45. — DOI: 10.7705/biomedica.v25i3.1358
24. Koller V.J. Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells / V.J. Koller, M. Fürhacker, A. Nersesyan [et al.] // *Arch Toxicol.* — 2012. — 86(5):805–13. — DOI: 10.1007/s00204-012-0804-8
25. Mañas F. Genotoxicity of AMPA, the environmental metabolite of glyphosate, assessed by the Comet assay and cytogenetic tests / F. Mañas, L. Peralta, J. Raviolo [et al.] // *Ecotoxicol Environ Saf.* — 2009b. — 72(3):834–7. — DOI: 10.1016/j.ecoenv.2008.09.019
26. Prasad S. Clastogenic effects of glyphosate in bone marrow cells of swiss albino mice / S. Prasad, S. Srivastava, M. J. Singh [et al.] // *Toxicol.* — 2009:308985. — DOI:10.1155/2009/308985
27. de Menezes C.C. Roundup effects on oxidative stress parameters and recovery pattern of *Rhamdia quelen* / C.C. de Menezes, M.B. da Fonseca, V.L. Loro [et al.] // *Arch Environ Contam Toxicol.* — 2011 May;60(4):665-71. — DOI: 10.1007/s00244-010-9574-6. — Epub 2010 Aug 1. — PMID: 20680259.
28. Muñoz J.P. Glyphosate and the key characteristics of an endocrine disruptor: A review, *Chemosphere* / J.P. Muñoz, T.C. Bleak, G.M. Calaf. — DOI: 10.1016/j.chemosphere.2020.128619
29. Marino M. Pleiotropic Outcomes of Glyphosate Exposure: From Organ Damage to Effects on Inflammation, Cancer, Reproduction and Development / M. Marino, E. Mele, A. Viggiano // *Int J Mol Sci.* — 2021 Nov 22;22(22):12606. — DOI: 10.3390/ijms222212606
30. Mesnage R. Insight into the confusion over surfactant co-formulants in glyphosate-based herbicides / R. Mesnage // *Food Chem Toxicol.* — 2019 Jun;128:137-145. — DOI: 10.1016/j.fct.2019.03.053. — Epub 2019 Apr 3. — PMID: 30951798.
31. Kim Y.-J. Negligible Toxicokinetic Differences of Glyphosate by Different Vehicles in Rats / Y.-J. Kim, N. Nitin, K.-B. Kim // *Toxics.* — 2023. — 11, 67. — DOI: 10.3390/toxics11010067
32. Defarge N. Toxicity of formulants and heavy metals in glyphosate-based herbicides and other pesticides / N. Defarge, J. Spiroux de Vendômois, G.E. Séralini // *Toxicity. Toxicol Rep.* — 2017 Dec 30;5:156-163. — DOI: 10.1016/j.toxrep.2017.12.025. — PMID: 29321978
33. Defarge N. Co-Formulants in Glyphosate-Based Herbicides Disrupt Aromatase Activity in Human Cells below Toxic Levels / N. Defarge, E. Takács, V.L. Lozano [et al.] // *Int J Environ Res Public Health.* — 2016 Feb 26;13(3):264. — DOI: 10.3390/ijerph13030264. — PMID: 26927151. — PMCID: PMC4808927
34. Commission Implementing Regulation (EU) 2017/2324 of 12 December 2017 renewing the approval of the active substance glyphosate in accordance with Regulation (EC) No 1107/2009 of the European Parliament and of the Council concerning the placing of plant protection products on the market, and amending the Annex to Commission Implementing Regulation (EU) No 540/2011. — URL: http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2017/2324/oj (accessed: 10.03.2015)
35. SHuvalova N. E. Ocenka vozdejstviya glifosata pri nizkikh koncentraciyah v kormovyh zernovyh kul'turah na biohimicheskie pokazateli krovi i organy laboratornyh myshej [Evaluation of the effects of glyphosate at low concentrations in forage crops on biochemical parameters of blood and organs of laboratory mice] / N. E. SHuvalova, E. A. Prutenskaya, M. G. Sul'man // *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya. Ekologiya* [News of the Irkutsk State University. Series: Biology. Ecology]. — 2021. — Vol. 35. — P. 97-107. — DOI: 10.26516/2073-3372.2021.35.97. — EDN MSPFFV [in Russian].
36. Tyurina D. G. Produktivnost' i ekspressiya genov u cyplyat-brojlerov (*Gallus Gallus L.*) krossa Ross 308 pod vliyaniem antibiotikov, glifosata i shtamma *Bacillus sp* [Productivity and gene expression in broiler chickens (*Gallus Gallus L.*) of the Ross 308 cross under the influence of antibiotics, glyphosate and *Bacillus sp* strain] / D. G. Tyurina, G. YU. Laptev, E. A. Jyldyrym [et al.] // *Sel'skohozyajstvennaya biologiya* [Agricultural biology]. — 2023. — Vol. 57. — № 6. — P. 1147-1165. — DOI: 10.15389/agrobiol.2022.6.1147rus. — EDN JWCPAX [in Russian].
37. Gigante P. Glyphosate affects swine ovarian and adipose stromal cell functions / Paolo Gigante, Melissa Berni, Simona Bussolati [et al.] // *Animal Reproduction Science.* — Volume 195. — 2018. — P. 185-196. — ISSN 0378-4320. — DOI: 10.1016/j.anireprosci.2018.05.023.
38. Sorokin A. V. K voprosu o zagryaznenii soevykh bobov i shrota glifosatom [K voprosu o zagryaznenii soevykh bobov i shrota glifosatom] / A. V. Sorokin, A. S. Petrov, I. V. Batov // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal* [Agrarian scientific journal]. — 2023. — No. 2. — P. 54–59. — DOI: 10.28983/asj.y2022i2pp54-59 [in Russian].
39. Sorokin A.V. LCMS/ MS Analysis of glyphosate, aminomethylphosphonic acid and glufosinate in honey / A.V. Sorokin, V.V. Ovcharenko // *Asian Journal of Chemistry.* — 2022. — Vol. 34, No. 8. — P. 2128–2132. — DOI: 10.14233/ajchem.2022.23801
40. Sorokin A.V. Gerbicydy v chae: obespechenie bezopasnosti i metody kontrolya glifosata v syr'e [Herbicides in Tea: Safety and Control Methods for Glyphosate in Raw Materials] / A.V. Sorokin // *Kontrol' kachestva produkcii* [Product quality control]. — 2023. — № 02. — P. 51–56. — DOI:10.35400/2541-9900-2023-2-51-56 [in Russian]
41. Sorokin A.V. Kontrol' bezopasnosti rastitel'nogo syr'ya pri primenenii glifosata na stadii vyrashchivaniya [Monitoring the safety of plant raw materials when using glyphosate at the growing stage] / A.V. Sorokin // *Kontrol' kachestva produkcii* [Product quality control]. — 2023. — № 03. — P. 49–54. [in Russian]
42. Reshenie Komissii Tamozhennogo soyuza ot 28.05.2010 N 299 (red. ot 25.01.2023) "O primenenii sanitarnykh mer v Evrazijskom ekonomicheskom soyuze" [Decision of the Commission of the Customs Union of May 28, 2010 N 299 (as amended on January 25, 2023) "On the application of sanitary measures in the Eurasian Economic Union"] [in Russian]