

DOI 10.25741/2413-287X-2022-03-4-171

УДК 632.954, 636.085

ГЛИФОСАТ В СЫРЬЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И КОРМАХ

А. СОРОКИН, канд. геогр. наук, **Д. НЕКРАСОВ**, **И. БАТОВ**, **А. ПЕТРОВ**, **Л. КИШ**, канд. вет. наук, ФГБУ «ВГНКИ»

E-mail: alex_sorokin@list.ru

Применение кормового сырья и комбикормов на основе растительного белка ГМ-культур может нести риски, связанные с поступлением в пищевую цепь глифосата и его метаболита. Данные соединения отнесены к группе «потенциально канцерогенных для человека». В результате исследований значительные их концентрации были обнаружены в сырье и комбикормах для сельскохозяйственных животных, объектов аквакультуры, кошек и собак. Максимальная концентрация глифосата в комбикормах для продуктивных животных составила 0,47 мг/кг. При проверке импортируемого в Российскую Федерацию сырья, в том числе сои и соевого шрота, в 30–40% случаев выявляли глифосат и его метаболит, максимальные концентрации которых доходили до 3,7–2,8 мг/кг соответственно.

Ключевые слова: глифосат, количественный анализ, корма, комбикорма.

Использование качественного сырья при производстве комбикормов для нужд АПК является залогом высоких приростов живой массы животных и качества животноводческой продукции в целом. В то же время совершенствование имеющихся и создание новых рецептур кормов на основе бобовых культур, богатых белком, благоприятно сказываются на экономических показателях хозяйств. В настоящее время все больше внимания уделяется сое и получаемому из нее сырью, что образует повышенный спрос и приводит к необходимости расширения территорий, отданных под ее выращивание. В Российской Федерации сою возделывают на Дальнем Востоке, Северном Кавказе, на территориях Республики Алтай, Западной Сибири и Черноземья; наблюдается также расширение ареала ее произрастания. Серьезную конкуренцию и ущерб данной сельскохозяйственной культуре наносят многочисленные сорные растения. Потери урожая сои коррелируют с биомассой сорняков: при 0,5–2 кг/м² потери составляют 45%, при 2–3 кг/м² — 59% и т.д. [1].

Одним из способов борьбы с сорняками является химический. Он заключается в своевременном внесении на территории распространения сорняков препаратов, содержащих гербициды. Сегодня известно и используется множество

The use of feed and compound feed based on GM crops may carry risks associated with the entry of glyphosate and its metabolite into the food chain. Glyphosate and its metabolite are classified as «potentially carcinogenic to humans». As a result of the research, significant traces of glyphosate and metabolite were found in feed and compound feed for agricultural animals, aquaculture, and in feed for cats and dogs. The concentration of glyphosate found in feed for farm animals reaches up to 0.47 mg/kg. In imported GM crops raw materials, incl. soybeans and soybean meal, glyphosate and its metabolite are detected in 30–40% of cases. The maximum measured concentrations were 3.7–2.8 mg/kg respectively.

Keywords: glyphosate, quantitative analysis, feed, compound animal feedstuff.

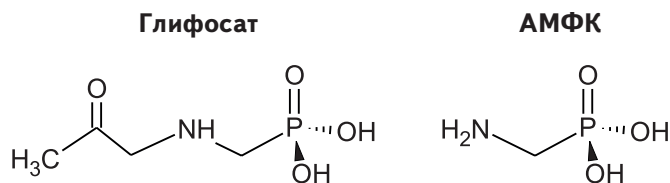


Рис. 1. Структурная формула глифосата и его основного метаболита АМФК

различных соединений данного класса и препаратов на их основе. Наиболее популярный среди них гербицид — это глифосат. Препараты, в состав которых он входит, эффективно справляются с многолетними и однолетними сорняками, с водными сорными растениями. Данные препараты применяют до посева сельскохозяйственных культур или после сбора урожая с целью повышения качества устранения сорняков в следующем посевном периоде. При попадании глифосата на растение оно погибает за счет разрыва цепочки процессов, связанных с биосинтезом [2]. В результате метаболизма глифосат преобразуется в аминометилфосфоновую кислоту (АМФК) (рис. 1).

С появлением устойчивых к глифосату сельскохозяйственных культур (ГМ-культур) его применение пере-

стало ограничиваться периодами межсезонья. Такие культуры позволяют достигать максимума применения и до определенного момента демонстрируют рекордную урожайность. К сожалению, ГМ-культуры могут накапливать в своих тканях концентрации глифосата и АМФК, превосходящие таковые у традиционных культур в 10–20 раз и более. Это может приводить к загрязнению кормового сырья и комбикормов, содержащих ГМ-сою и другие ГМ-культуры. Отмечается, что на территориях с интенсивным применением глифосата, особенно в комплексе с другими гербицидами, у сорняков вырабатывается к ним устойчивость. Сегодня известно около 50 видов таких сорняков [3].

Данное обстоятельство требует постоянной ротации гербицидов или увеличения кратности применения и концентрации препаратов. Таким образом, существует риск загрязнения продукции животноводства гербицидами и дальнейшего поступления данных соединений в организм человека. Международное Агентство по изучению рака (IARC) отнесло глифосат к группе веществ «потенциально канцерогенных для человека» (группа 2A) [4]. Сообщалось, что препарат Roundup может вызывать проблемы во время беременности [5]. Эффекты, которые в перспективе могут привести к раку, наблюдались при обработке клеточной линии букального эпителия [6]. Исходя из этого, следует контролировать качество кормового сырья и комбикормов для недопущения загрязнения гербицидами продукции животноводства.

В Российской Федерации нормативными документами (ТР ТС и СанПин) установлены максимально допустимые уровни (МДУ) содержания глифосата. Однако в них отсутствуют МДУ для комбикормов и премиксов, что существенно осложняет контроль безопасности данных видов продукции. Необходимо отметить, что отечественный АПК нуждается в доработке проекта ТР ТС «О безопасности кормов и кормовых добавок» и его последующем утверждении. Что касается сырья для производства комбикормов, то МДУ глифосата в зерновых культурах регламентированы ТР ТС 015/2011 «О безопасности зерна». Согласно данному документу в подсолнечнике и кукурузе не допускается содержание глифосата свыше 0,3 мг/кг; в зерне хлебных злаков — свыше 3,0 мг/кг; рисе и сое — свыше 0,15 мг/кг. В Европейском союзе [согласно Annexes Reg. 396/2005 Annex II, III B; Reg. (EU) №293/2013]: в подсолнечнике — не более 0,1 мг/кг; кукурузе — не более 1,0 мг/кг; в зерне хлебных злаков — не более 10 мг/кг; рисе — не более 0,1 мг/кг; сое — не более 20 мг/кг и т.д. При этом перечень ЕС является наиболее полным по видам продукции.

Для контроля глифосата и других загрязнителей в сложносоставных образцах, какими являются кормовое сырье и комбикорма, целесообразно использовать метод хромато-масс-спектрометрии. Одна из методик анализа, базирующихся на данном методе, — МУ А-1/043 «Ме-

тодические указания по определению глифосата и продуктов его метаболизма в кормах и кормовом сырье» (ФР. 1.39.2018.29642). Отличительными особенностями данных МУ от аналогов являются: применение изотопно-меченных стандартных образцов (ГФ-iSt) для учета потерь при построении градуировочной зависимости; формирование градуировочной зависимости на основе образцов, схожих по строению с анализируемыми и проведенных через все стадии пробоподготовки. Дополнительное преимущество МУ А-1/043, повышающее селективность, — двухэтапная очистка экстракта.

ОБНАРУЖЕНИЯ ГЛИФОСАТА И АМФК В КОРМАХ

Глифосат и его метаболит, находясь в тканях растительного происхождения, демонстрируют стабильность при длительном нагревании. Данное обстоятельство объясняет факты обнаружения этих соединений в комбикормах, содержащих тостируемый шрот, а также прошедших дополнительную термообработку. Эти данные были получены экспериментально. Образцы молотой сои, содержащей глифосат и АМФК, подвергали получасовой выдержке при указанной на рисунке 2 температуре. Была выявлена критическая температура (150°C), после которой снижается содержание глифосата и АМФК, и на ней проводили дальнейшее изучение их стабильности в течение 105 мин.

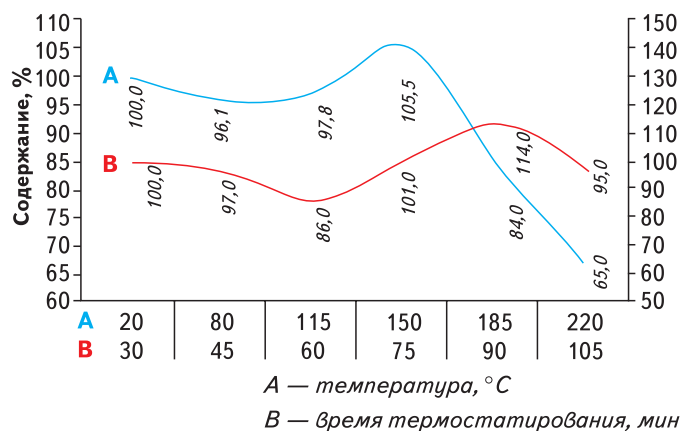


Рис. 2. Стабильность глифосата и АМФК при нагревании

Глифосат и его метаболит обнаруживались как в 2020, так и в 2021 г. Наибольшее содержание глифосата было зафиксировано в образцах комбикорма для коров — 0,47 и 0,31 мг/кг. В комбикорме для свиней СПК-6 было обнаружено 0,23 мг/кг глифосата; в СПК-1 — 0,24 мг/кг глифосата и 0,34 мг/кг АМФК. В комбикорме-концентрате для свиней КК-56 наблюдались незначительные концентрации глифосата (менее 0,1 мг/кг) — на уровне 0,08 мг/кг; в КК-58 для откорма свиней до жирных кондиций — на уровне 0,07 мг/кг (0,12 мг/кг АМФК). Также глифосат был обнаружен в комбикорме для кроликов (КК-90-2) — на уровне 0,06 мг/кг. ➔

Помимо анализа комбикормов для продуктивных животных, проводились аналогичные исследования кормов для объектов аквакультуры и непродуктивных (домашних) животных. Максимальная зарегистрированная концентрация глифосата в кормах для объектов аквакультуры составила 0,3 мг/кг, а его метаболита — 1,26 мг/кг, минимальные концентрации — соответственно 0,07 и 0,11 мг/кг. В семи образцах из 15 содержались данные загрязнители. Среднее содержание глифосата и АМФК составило 0,19 мг/кг и 0,72 мг/кг.

Выборка сухих и влажных кормов для домашних животных (кошек и собак) была небольшой — шесть образцов. Глифосат и АМФК были обнаружены в пяти из них. Максимальное количество глифосата составляло 0,51 мг/кг (сухой корм для собак), минимальное — 0,07 мг/кг (сухой корм для кошек, рецептура «утка с рисом»). Максимальное количество АМФК — 1,13 мг/кг (консервированный корм для взрослых кошек), минимальное — 0,14 мг/кг. В одном и том же образце корма для кошек рецептуры «утка с рисом» были обнаружены оба соединения: глифосат — 0,08 мг/кг, АМФК — 0,18 мг/кг. Среднее содержание в образцах кормов для кошек и собак — 0,28 мг/кг и 0,48 мг/кг соответственно.

Обнаружения данных загрязнителей свойственны кормам, рецептуры которых основаны на растительном белке. И хотя переход на них демонстрирует существенный экономический эффект, он имеет вполне очевидные недостатки в виде привнесения в готовую продукцию загрязнителей, характерных для растительного сырья.

ОБНАРУЖЕНИЯ ГЛИФОСАТА И АМФК В СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ

В Российской Федерации установлен запрет на выращивание ГМ-культур, однако данное сырье импортируется на территорию нашей страны из стран, являющихся мировыми производителями ГМ-культур. К нему относятся соя, соевый и рапсовый шроты (в том числе тостированный), свекольный жом и др.

Для оценки безопасности данного сырья за последние два года в ВГНКИ провели около 340 исследований. В 30–40% случаев глифосат и его метаболит АМФК обнаруживали в сое и соевом шроте. Больше всего их концентрации находились в диапазоне от 1,0 до 2,0 мг/кг при норме ТР ТС 0,15 мг/кг (соя). В соевом шроте средние значения концентраций глифосата и АМФК составляли соответственно 1,60 и 1,62 мг/кг, минимальные — 0,5 и 0,38 мг/кг, максимальные — 2,5 и 2,83 мг/кг. Для сои средние значения концентраций данных соединений — соответственно 2,1 и 1,65 мг/кг, минимальные — 0,51 и 0,63 мг/кг, максимальные — 3,68 и 2,32 мг/кг. Наибольшие уровни АМФК (более 10 мг/кг) отмечались в свекольном жоме, глифосата — в соевой оболочке (до 7 мг/кг). В гречневой крупе содержание глифосата достигало 1 мг/кг (рис. 3), как и его метаболита.

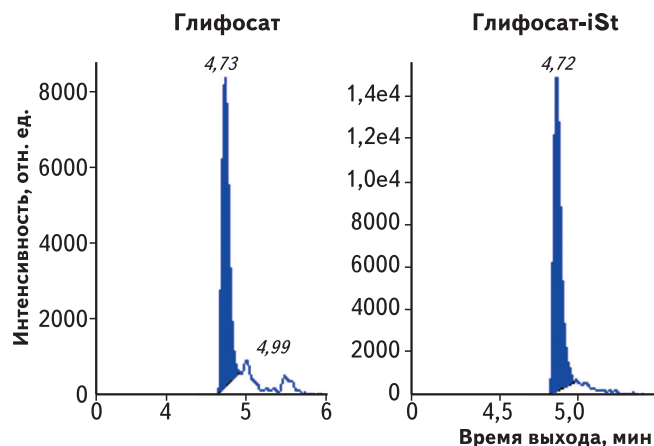


Рис. 3. Пример обнаружения глифосата в гречневой крупе

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований показали, что загрязнение кормового сырья и комбикормов глифосатом и его метаболитом вполне реально. При этом риски такого загрязнениякратно увеличиваются при использовании в рецептах комбикормов ГМ-культур. Традиционные сельскохозяйственные культуры также могут быть источниками загрязнения, но в значительно меньших количествах, что может быть связано с нарушением рекомендаций по применению гербицидов. С учетом данных о возможных отрицательных эффектах глифосата целесообразно проводить анализ сырья перед его дальнейшим применением и при производстве комбикормов. ГМ-культуры, содержащие значительные количества глифосата и его метаболита, целесообразно разбавлять традиционным сырьем (бобовые культуры, в том числе люпин) для снижения поступления данных загрязнителей в пищевую цепь.

Литература

1. Спиридонов, Ю. Я. Пестициды и окружающая среда / Ю. Я. Спиридонов, В. Г. Шестаков // Рекомендации по региональному применению гербицидов в Российской Федерации. — М.: РАСХН. — 1998. — С. 8–15.
2. Carlisle, S. M. Glyphosate in the environment / S. M. Carlisle // Water Air Soil Pollut. — 1988. — V. 39. — P. 409–420.
3. Heap, I. International herbicide-resistant weed database / I. Heap. — Access mode: <http://www.weedscience.org/>. — Access date: 22.01.2022.
4. Guyton, K. Z. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate / K. Z. Guyton // The Lancet Oncology. — 2015. — V. 16. — № 5. — P. 490–491.
5. Richard, S. Differential effects of glyphosate and Roundup on human placental cells and aromatase / S. Richard // Environ. Health Perspect. — 2005. — № 113. — P. 716–720.
6. Koller, V. J. Cytotoxic and DNA-damaging properties of glyphosate and Roundup in human-derived buccal epithelial cells / V. J. Koller // Arch. Toxicol. — 2012. — № 86. — P. 805–813. ■