



ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ НОРМАТИВОВ БЕЗОПАСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛИФОСАТСОДЕРЖАЩИХ ПЕСТИЦИДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

И.В. Лепешкин, кандидат мед. наук, Л.П. Иванова, кандидат мед. наук,
А.П. Гринько, кандидат хим. наук, Г.Н. Войтенко, доктор мед. наук, профессор,
Е.Н. Багацкая, кандидат с.-х. наук, Е.М. Кузнецова,
А.П. Кравчук, кандидат мед. наук, А.И. Петрашенко, кандидат мед. наук

ГП «Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности
имени академика Л.И. Медведя МЗ Украины», г. Киев, Украина

РЕЗЮМЕ. Цель. Определение и оценка уровней содержания остаточных количеств действующего вещества пестицидов — глифосата в пшенице и ячмене.

Методы. Изучение динамики содержания глифосата и основного метаболита глифосата — АМФК было проведено в главных агроклиматических зонах Украины с 1997 по 2015 гг. в ходе полевых испытаний десикантов на его основе. Зерновые культуры (пшеница и ячмень) обрабатывались пестицидами с нормами расхода, рекомендованными производителем для обработки (десикации) растений в период вегетации — от 1,0 до 1,4 кг д.в./га, однократно. Остаточные количества глифосата в исследуемых пробах определялись с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Результаты. В период сбора урожая (на 14-й день после обработки) в пробах зерна пшеницы (16 проб) содержание остаточных количеств глифосата составляло от 0,05 мг/кг до 2,7 мг/кг. В урожае зерна ячменя (21 проба) глифосат определялся на уровне от 0,06 мг/кг до 2,9 мг/кг. Выявлено, что в период сбора урожая содержание глифосата в зерне изучаемых культур не превышали максимальные допустимые уровни глифосата в зерновых культурах. Рассчитаны периоды полураспада вещества в пшенице и ячмене.

Выводы. По результатам исследований в условиях острого эксперимента глифосат и изученные препаративные формы на его основе по лимитирующему показателю токсичности (острая ингаляционная токсичность) относятся к пестицидам 3 класса опасности (умеренно опасные вещества); глифосат по показателю деградации в зерновых культурах также отнесен к 3 классу опасности (умеренно стойким веществам). На основании токсиколого-гигиенической оценки свойств глифосата, а также результатов проведенных долговременных исследований по определению его содержания в пшенице и ячмене считаем возможным использование статистических методов для более полного научного обоснования МДУ пестицидов.

Ключевые слова: глифосат, остаточные количества пестицидов, полевые испытания.

Современное ведение сельского хозяйства и обеспечение его высокой продуктивности невозможны без применения пестицидных препаратов. Из-за их потенциальной опасности для здоровья человека важная задача профилактической медицины — установление максимально допустимых уровней (МДУ), а также определение и контроль наличия остатков действующих веществ пестицидов в сельскохозяйственной продукции.

В работе приведены данные по изучению уровней остаточных количеств пестицида глифосата, системного, неселективного гербицида, который несколько десятилетий

широко применяется на зерновых злаковых культурах (главным образом пшенице и ячмене) в качестве десиканта в условиях доуборочного использования с целью обеспечения сокращения времени от зрелости урожая до его сбора. Одной из особенностей механизма действия глифосата, обуславливающей его широкое применение, является то, что он проявляет пестицидную активность только в растительных объектах, блокируя процесс синтеза ароматических аминокислот, не встречающийся у животных.

Глифосат легко поглощается листьями обработанного растения и транслоцируется в

части растения с высокой метаболической активностью, что обуславливает его высокий потенциал для транслокации в развивающееся зерно растений. Глифосат также характеризуется высокой стойкостью в с/х культурах, особенно после их предуборочной обработки, которая производится за две недели до сбора урожая.

Важность проведенных исследований, заключается, прежде всего в том, что при такой технологии применения пестицидов (в качестве десикантов) существует реальная возможность наличия и выявления относительно высоких уровней остаточных количеств глифосата в урожае обрабатываемых растений.

Несмотря на то, что продукты переработки зерновых культур занимают в Украине одну из основных частей в пищевом рационе человека, литературные данные, касающиеся загрязнения глифосатом зерновых культур в Украине, ограничены.

Учитывая вышеизложенное, **целью нашего исследования** была оценка концентраций глифосата и его основного метаболита аминометилфосфоновой кислоты (АМФК) в пшенице и ячмене при проведении государственных испытаний глифосатсодержащих десикантов, а также рассмотрение возможности использования статистических методов при обосновании МДУ действующего вещества.

Материалы и методы исследования. Токсикологическая характеристика глифосата и пестицидных препаратов (препаративных форм) на его основе представлена по материалам собственных исследований, проведенным в ГП «Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности имени академика Л.И. Медведя МЗ Украины» и анализе данных зарубежной литературы [1–4].

В соответствии с целью работы исследование содержания остаточных количеств глифосата в сельскохозяйственных культурах, выращенных при использовании глифосатсодержащих десикантов, были проведены при дорегистрационном исследовании этих пестицидов в ходе их государственных полевых испытаний в Украине на пшенице и ячмене в период с 1997 по 2015 гг.

Исследования проходили в соответствии с принципами, изложенными в международных и отечественных руководствах [5, 6].

В ходе полевых испытаний выполнены исследования по оценке применения различных препаративных форм при различных нормах расхода в основных агроклиматических зонах Украины.

Опытные участки (поля), на которых выращивались и обрабатывались пестицидами посеvy зерновых злаковых культур, располагались на базе исследовательских хозяйств Киевской, Хмельницкой, Черкасской, Винницкой областей.

Препаративные формы, содержащие глифосат, в различных солевых формах (изопропиламинной, калиевой или аммонийной) применялись в максимальных рекомендованных производителем нормах расхода для обработки в период вегетации растений — от 1,0 до 1,4 кг действующего вещества на единицу обрабатываемой площади (гектар). Обработка пшеницы и ячменя проводилась в условиях однократного применения за две недели до сбора урожая, обусловленных технологией применения десиканта.

Сроки отбора проб составляли 0 (через 1 час после обработки), 3, 7 и 14 суток после обработки пестицидом.

Пробы пшеницы и ячменя были отобраны и доставлены в лабораторию в соответствии с унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции [7].

По химической структуре изучаемое соединение — глифосат относится к классу фосфоглицинов. Количественное определение содержания остаточных количеств глифосата в изучаемых объектах проведено методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в соответствии с разработанными нами методическими указаниями [8].

Использованный метод постколоночной дериватизации основан на получении производного глифосата с реактивом, содержащим орто-фталальдегид-меркаптоэтанол, после очистки полученных экстрактов анализируемых проб и хроматографировании очищенных экстрактов в условиях ВЭЖХ на колонке с Partisil SAX (сильный анионит — Cl⁻ форме) и флуориметрическим детектированием [9–11].

Предел количественного определения (ПКО) глифосата в зерне хлебных злаков составляет — 0,05 мг/кг.

Показатели скорости деградации глифосата в изучаемых сельскохозяйственных культу-

рах (константа скорости распада (k), период полураспада (T_{50})) были рассчитаны, используя уравнения реакции первого порядка [12]:

$$k = \frac{2,303}{t} \lg \frac{C_0}{C_t}$$

$$DT_{50} = \frac{\ln 2}{k}$$

где

C_0 — начальное содержание остаточных количества глифосата (1 час после обработки пестицидом)

C_t — содержание остаточных количества глифосата через определенный период времени (t) после обработки пестицидом

Результаты и их обсуждение. По результатам собственных исследований и данным литературы [1–4], глифосат и его соли в условиях острого эксперимента на крысах обладают относительно низкой токсичностью. Глифосат согласно Гигиенической классификации пестицидов по степени опасности (ДСанПіН 8.8.1.2.002-98[13]) отнесен: по острой пероральной и дермальной токсичности — к 4 классу опасности, ингаляционной токсичности — к 3 классу опасности, по раздражающему действию на кожу — к 4 классу опасности и на слизистые оболочки глаз — к 2 классу опасности, аллергенному действию — к 4 классу опасности. По лимитирующему показателю токсичности (острая ингаляционная токсичность) глифосат отнесен к веществам 3 класса опасности (умеренно опасные вещества).

Анализ результатов исследований токсических свойств глифосата показал, что при субхроническом и хроническом пероральном поступлении в организм экспериментальных животных во всех опытах с использованием больших доз глифосата из токсических проявлений наблюдалось общетоксическое действие (снижение прироста массы тела) и незначительное гепато- и нефротоксическое действие. Изменений гематологических и биохимических показателей сыворотки крови и мочи не выявлено. Установлено, что глифосат не обладает мутагенной и тератогенной активностью.

Ввиду отсутствия канцерогенного потенциала глифосата в экспериментах на грызу-

нах в релевантных для человека дозах и отсутствия генотоксичности при пероральном поступлении у млекопитающих, а также с учетом имеющихся данных эпидемиологических исследований, эксперты Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ) пришли к выводу, о маловероятном канцерогенном риске глифосата для человека при поступлении с продуктами питания [4].

При субхроническом пероральном воздействии NOAEL для крыс самок — 300 мг/кг (в перерасчете на глифосат — 186 мг/кг). Мутагенной активности не выявлено.

В подостром эксперименте NOAEL глифосата для мышей — 10000 ppm (1890 мг/кг для самок и 2730 мг/кг самцов), по другим данным NOAEL для мышей — 3125 ppm (507 мг/кг); NOAEL для крыс на уровне 20000 ppm (1267 мг/кг для самцов и 1623 мг/кг для самок). При подостром дермальном воздействии NOEL для кроликов — 1000 мг/кг.

В субхроническом эксперименте (90 дней) NOAEL глифосата для крыс — 3125 ppm (для самцов 205 мг/кг и 213 мг/кг для самок), NOAEL для мышей — 3125 ppm (507 мг/кг), NOEL для собак — 2000 ppm (около 50 мг/кг).

При хроническом воздействии глифосата NOEL для мышей — 814 мг/кг для самцов и 955 мг/кг для самок, крыс — 31 мг/кг, собак — 500 мг/кг. Глифосат при длительном поступлении в организм оказывает общетоксическое действие.

NOEL для крыс по эмбриотоксическому действию — 100 мг/кг, кроликов — 175 мг/кг. NOEL по репродуктивной токсичности — 30 мг/кг. Эмбрио- и репродуктивная токсичность не являются лимитирующими показателями при оценке его опасности.

В соответствии с ДСанПіН 8.8.1.002-98 изученные препаративные формы на основе глифосата по параметрам острой пероральной и дермальной токсичности относятся к пестицидам 4 класса опасности, острой ингаляционной токсичности — к 3 классу опасности, по раздражающему действию на кожу — к пестицидам 3–4 класса опасности и на слизистые оболочки глаз — к пестицидам 2–4 класса опасности, по аллергенному действию — к пестицидам 4 класса опасности. По лимитирующему показателю токсичности (острая ингаляционная токсичность) указанные десиканты относятся к пестицидам 3 класса опасности (умеренно опасные вещества).

Глифосатсодержащие гербициды широко применяются для обработки генетически модифицированных (ГМ) культур и не-ГМ культур. Основной метаболит глифосата в не-ГМ растениях — аминотетилфосфоновая кислота (АМФК), а в ГМ растениях продуктами превращения глифосата являются АМФК, N-ацетил-глифосата или N-ацетил-АМФК, в количествах, зависящих от типа используемой генетической модификации [14].

На основании токсикологической оценки метаболитов глифосата было сделано заключение о их более низкой токсичности, чем исходная молекула глифосата. Поэтому отдельных допустимых суточных доз (ДСД /ADI) для метаболитов установлено не было и для оценки применения глифосата используется величина ДСД глифосата.

Кроме того, в Украине не разрешено использование генетически модифицированных культур, устойчивых к глифосату.

В Украине установлена и утверждена ДСД глифосата для человека на уровне 0,01 мг/кг [15], в странах ЕС величина ADI составляет 0,3 мг/кг [16].

В настоящее время с целью оценки безопасности применения глифосатсодержащих пестицидов определение остаточных количеств проводится как сумма глифосата и основного метаболита — аминотетилфосфоновой кислоты (АМФК), выраженных как глифосат.

Величина МДУ глифосата в зерне зерновых злаковых культур была обоснована, разработана и утверждена в Украине на уровне 3,0 мг/кг [15].

В соответствии с Европейской базой данных величины МДУ (MRL) составляют: для пшеницы — 10 мг/кг, ячменя — 20 мг/кг [16].

Обобщение и оценка данных о поведении глифосата в пшенице и ячмене, полученных в результате проведенных исследований в Украине в период с 1997 по 2015 гг., показали, что быстрое снижение уровней действующего веществ в зерне изучаемых сельхозкультур соответствует экспоненциальной модели кинетики (рис. 1–2).

В таблицах 1 и 2 приведены нормы расхода изученных десикантов на основе глифосата в пересчете на действующее вещество (глифосат) и количественные параметры скорости

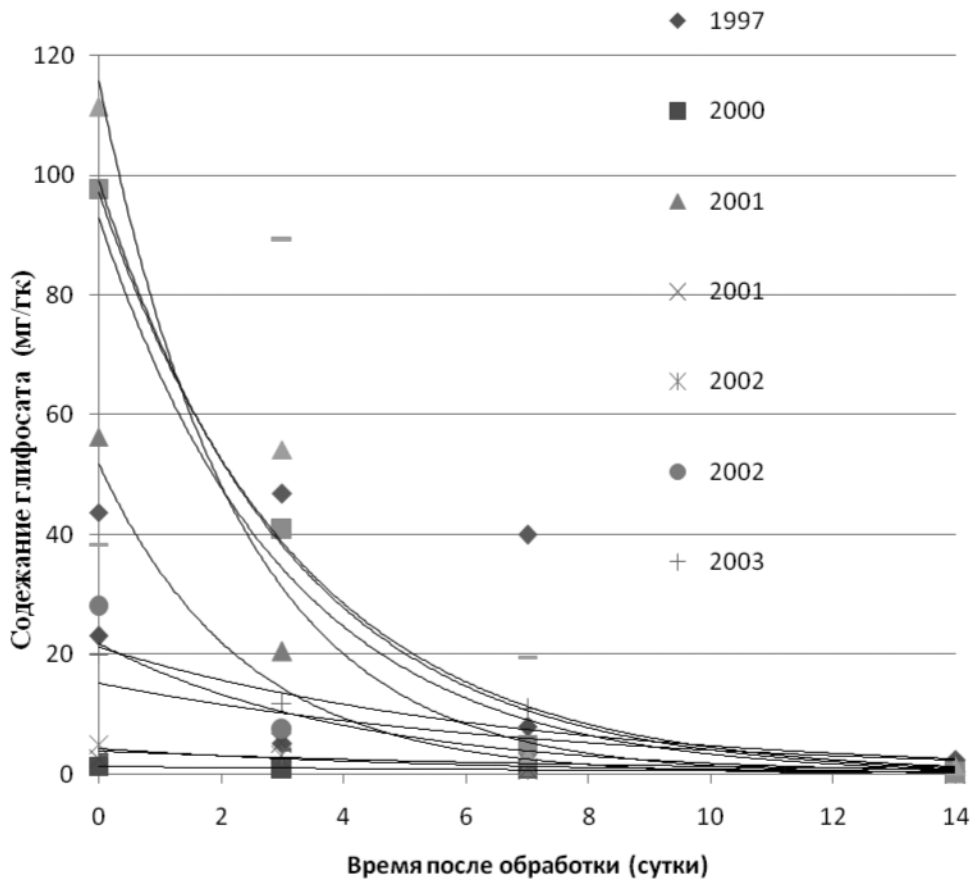


Рис. 1. Динамика деградации глифосата в зерне пшеницы

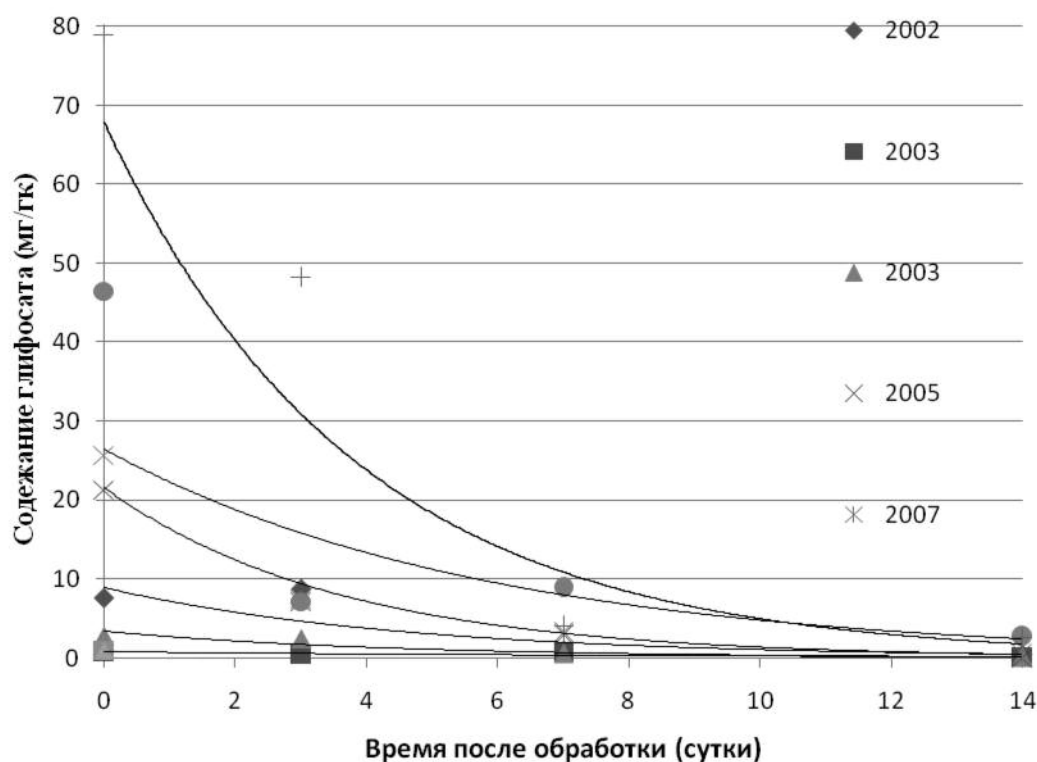


Рис. 2. Изменение концентраций глифосата в зерне ячменя

Таблица 1

Показатели скорости деградации глифосата в зерне пшеницы

№ исследования	Норма расхода (г/д.в./га)	Кинетическое уравнение	К (сутки)	T ₅₀ (сутки)	R ²
1	1080	$y = 15,318e^{-0,133t}$	0,13	5,2	0,726
2	1080	$y = 1,3491e^{-0,086t}$	0,086	8	0,868
3	1080	$y = 51,834e^{-0,425t}$	0,425	1,6	0,965
4	1080	$y = 4,8771e^{-0,237t}$	0,237	2,9	0,867
5	1080	$y = 4,3452e^{-0,17t}$	0,170	4,0	0,903
6	1080	$y = 21,793e^{-0,245t}$	0,245	2,8	0,973
7	1080	$y = 21,307e^{-0,148t}$	0,148	4,6	0,929
8	1080	$y = 3,9704e^{-0,113t}$	0,113	6,1	0,846
9	997	$y = 97,065e^{-0,306t}$	0,306	2,3	0,834
10	1135	$y = 99,008e^{-0,317t}$	0,317	2,2	0,791
11	1076	$y = 115,86e^{-0,437t}$	0,437	1,5	0,995
12	1080	$y = 92,872e^{-0,331t}$	0,331	2,0	0,882

Показатели скорости деградации глифосата в зерне ячменя

№ исследования	Норма расхода (г/д.в./га)	Кинетическое уравнение	К (сутки)	T ₅₀ (сутки)	R ²
1	1080	$y = 8,842 e^{-0,218t}$	0,218	3,2	0,844
2	1080	$y = 0,8548e^{-0,107t}$	0,107	6,5	0,883
3	1080	$y = 3,4441e^{-0,229t}$	0,229	3,0	0,965
4	1076	$y = 27,514e^{-0,416t}$	0,416	1,6	0,969
5	1401	$y = 21,663e^{-0,276t}$	0,276	2,5	0,99
6	1083	$y = 26,447e^{-0,171t}$	0,171	4,0	0,769
7	1076	$y = 67,864e^{-0,262t}$	0,262	2,6	0,845

деградации глифосата в зерне пшеницы и ячменя.

Значение коэффициента детерминации (R²) были в диапазоне от 0,726 до 0,995, что свидетельствует о достоверной зависимости между изучаемыми переменными и достоверности выбранной модели при моделировании результатов полевых испытаний пестицидов [12].

Константы скорости деградации глифосата в зерне пшеницы были в пределах от 0,113 до 0,437 и в зерне ячменя — от 0,107 до 0,416. Представленные данные свидетельствуют о том, что скорость деградации глифосата в зерне пшеницы и ячменя не зависит от начальной концентрации, выявленной на 0 сутки после обработки (табл. 1–2).

Расчитанные периоды полураспада (T₅₀) глифосата составили: в зерне пшеницы от 1,6 дня до 8 дней (табл. 1) и в зерне ячменя — от 1,6 дня до 6,5 дня (табл. 2), что позволило отнести глифосат к 3 классу опасности (умеренно стойким пестицидам) по критерию «стабильность в вегетирующих сельскохозяйственных культурах и сельскохозяйственном сырье» (ДСанПіН 8.8.1.2.002-98 [13]).

В период сбора урожая (на 14-й день после обработки) в пробах зерна пшеницы (16 проб) содержание остаточных количеств глифосата составляло от 0,05 мг/кг до 2,7 мг/кг.

Учитывая результаты собственных исследований и данных литературы о влиянии технологической переработки на уровень остаточных количеств глифосата в продуктах переработки зерновых культур, следует отметить, что фактор переработки играет существен-

ную роль в снижении содержания уровней глифосата в продуктах переработки.

В урожае зерна ячменя (21 проба) глифосат определялся на уровне от 0,06 мг/кг до 2,9 мг/кг.

Представленные данные позволяют сделать вывод, что остаточные количества глифосата при соблюдении установленного срока ожидания до сбора урожая — 14 суток не превышали максимальные допустимые уровни глифосата (МДУ/MRL) в зерновых культурах, рекомендованные в Украине (3,0 мг/кг) и установленные в странах Европейского Союза (10–20 мг/кг).

Исходя из полученных результатов проведенных исследований по определению содержания глифосата в зерне пшеницы и ячменя, проведен расчет МДУ действующего вещества в пшенице и ячмене, руководствуясь международными принципами установления максимально допустимых уровней с помощью статистических методов [17, 18]. Полученные величины составили: для зерна пшеницы — 5,0 мг/кг; ячменя — 6,0 мг/кг.

Расчет возможного суточного поступления глифосата показал, что при соблюдении установленных нормативов и регламентов безопасного применения десикантов на зерновых злаковых культурах, максимально возможное суточное поступление глифосата в организм человека с продуктами переработки зерна хлебных злаков не превысит допустимой суточной величины.

Выводы

1. По результатам исследований в условиях острого эксперимента глифосат и изученные

препаративные формы на его основе по лимитирующему показателю токсичности (острая ингаляционная токсичность) относятся к пестицидам 3 класса опасности (умеренно опасные вещества).

2. Действующее вещество глифосат по показателю деградации в пшенице и ячмене при применении в качестве десиканта в условиях до уборочного использования на зерно-

вых культурах отнесено к 3 классу опасности (умеренно стойким веществам).

3. На основании токсиколого-гигиенической оценки свойств глифосата, а также результатов проведенных долговременных исследований по определению его содержания в пшенице и ячмене считаем возможным использование статистических методов для более полного научного обоснования МДУ пестицидов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Review report for the active substance glyphosate. — 6511/VI/99-final — [Electronic resource]. — 2002. — European Commission Health & Consumer Protection Directorate-General. URL:http://ec.europa.eu/food/fs/sfp/ph_ps/pro/eva/existing/list1_glyphosate_en.pdf.
2. Pesticide residues in food — 2004. Glyphosate: Part II Toxicological. — Rome: IPCS, WHO, 2004. — P. 95–171.
3. Glyphosate. Federal Register [Electronic resource]. — EPA, 2011. — Vol. 76, № 68. — URL: <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2011-04-08/html/2011-8428.htm>.
4. Pesticide residues in food — 2016. Glyphosate (158). — Rome: IPCS, WHO, 2016. — P. 19–28.
5. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: [утв. № 4263-87 от 13.03.87]. — Киев: Минздрав СССР, 1988. — 210 с.
6. OECD. Guidelines for the Testing of Chemicals. Crop Field Trial. No. 509. — Organisation for Economic Co-operation and Development, 2009. — 44 p.
7. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов: [утв. № 2051-79 от 21.08.1979]. — Москва: Минздрав СССР, 1980. — 40 с.
8. Методичні вказівки з визначення гліфосату в овочах, фруктах, зерні хлібних злаків та кукурудзи, зернобобових та баштанних культурах методом високоефективної рідинної хроматографії» №363-2002 від 13.02.2002 / А.П. Гринько, О.М. Кузнецова, Т.В. Юрченко, Н.П. Оверченко//Методичні вказівки з визначення мікроколіностей пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. — Збірник № 39. — Київ: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2004. — С. 71–82.
9. Особенности хроматографического определения глифосата в сельскохозяйственных культурах выращенных с применением глифосатсодержащих препаратов / Е.М. Кузнецова, А.П. Гринько, Н.В. Толстова [и др.] // Міжнародна конференція „Хроматографічні методи аналізу органічних сполук” (присвячена 100-річчю з дня народження члена-кореспондента Академії наук України, Заслуж. діяча науки, доктора хім. наук, професора М.А. Измайлова): тези доповідей. — Київ, 2007. — С. 25
10. Методы определения глифосата в сельскохозяйственном и продовольственном сырье и продуктах питания / Е.М. Кузнецова, А.П. Гринько, В.Д. Чмиль // Проблеми харчування. — 2008. — № 4. — С. 55–68.
11. Кузнецова Е.М. Глифосат: поведение в окружающей среде и уровни остатков/ Е.М. Кузнецова, В.Д. Чмиль // Современные проблемы токсикологии. — № 1. — 2010. — С. 87–95.
12. Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration: report of the FOCUS Work Group on Degradation Kinetics. — EC Sanco/10058/2005 version 2.0., 2006 — 434 p.
13. Пестициди. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.2.002-98. — [затв. МОЗ України 28.09.98 №2] // Зб. важливих офіційних матеріалів з санітарних та протиепідемічних питань. — Київ, 2000. — Т. 9. — Ч. 1. — С. 249–266.
14. Reasoned opinion of EFSA: Modification of the residue definition of glyphosate in genetically modified maize grain and soybeans, and in products of animal origin // EFSA Journal. — 2009. — V. 7, № 9. — 1310 p.
15. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм, ґрунті: ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001: [затв. №137 від 20.09.01]. — Київ: МОЗ України, 2001. — 245 с.

16. EU — Pesticides database Maximum Residue Levels [Electronic resource]. — URL: http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels/index_en.htm
17. OECD MRL Calculator: User Guide. — Environment, Health and Safety Publications, Series on Pesticides № 56. — Paris: ENV/JM/MONO, 2011. — 16 p.
18. Evaluation of pesticide residues for estimation of maximum residue levels and calculation of dietary intake: Training manual. — Rome: WHO, 2012. — 473 p.

ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НОРМАТИВІВ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПЕСТИЦИДІВ НА ОСНОВІ ГЛІФОСАТУ ПРИ ОБРОБЦІ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

I.В. Лепешкін, Л.П. Іванова, А.П. Гринько, Г.М. Войтенко, О.М. Багацька,
О.М. Кузнєцова, О.П. Кравчук, Г.І. Петрашенко

ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя МОЗ України», м. Київ, Україна

РЕЗЮМЕ. Мета. Дослідження та оцінка залишкових кількостей нової діючої речовини пестицидів — гліфосату в пшениці та ячмені.

Методи. Вивчення динаміки вмісту гліфосату та основного метаболіту АМФК було проведено в головних агрокліматичних зонах України протягом польових досліджень десикантів на його основі з 1997 по 2015 рр. Зернові культури (пшениця та ячмінь) оброблялись досліджуваними пестицидами з нормами витрат, рекомендованими виробником для обробки (десикації) рослин у період вегетації від 1,0 до 1,4 кг д.р./га, однократно. Залишкові кількості гліфосату в пробах сільськогосподарської продукції визначались за допомогою методу високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ).

Результати. Результати проведених досліджень свідчать про достатньо швидке зниження залишкових кількостей діючої речовини. Виявлено, що в період збору врожаю вміст гліфосату в зерні вивчених культур не перевищував величини МДР, встановлених для зерна пшениці та ячменю. Проведено розрахунок періодів напіврозпаду досліджуваної сполуки в оброблених рослинах у період вегетації.

Висновки. В умовах гострого експерименту гліфосат та вивчені препаративні форми на його основі за лімітуючим показником токсичності (гостра інгалаційна токсичність) відносяться до пестицидів 3 класу небезпечності (помірно небезпечним речовинам). Гліфосат за показником деградації в зернових культурах також відноситься до пестицидів 3 класу небезпечності (помірно стійким речовинам). Проведена токсиколого-гігієнічна оцінка властивостей діючої речовини гліфосату та отримані результати довгострокових досліджень щодо визначення його вмісту в пшениці і ячмені дозволяють зробити висновок про необхідність використання статистичних методів для більш повного наукового обґрунтування МДУ пестицидів.

Ключові слова: гліфосат, залишкові кількості пестицидів, польові дослідження.

TOXICO-HIGIENIC SUBSTANTIATION OF GLYPHOSATE PESTICIDES SAVE USAGE IN CEREAL DEVELOPING

I. Lepeshkin, L. Ivanova, A. Grinko, G. Voytenko,
O. Bagatska, O. Kuznetsova, O. Kravchuk, A. Petrashenko
«L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety,
Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise)» Kyiv, Ukraine

SUMMARY. Objectives. The determination and assessment of pesticides active ingredient — glyphosate residues after cereals (wheat and barley) desiccation.

Methods. The field trials were conducted in main agro-climatic zones of Ukraine from 1997 to 2015 years. The wheat and barley were treated two weeks prior harvest according values of pre-harvest interval (GAP). The recommended by manufacturer application rates of different formulations (from 1.0 to 1.4 kg a.i./ha) which containing other glyphosate salts (isopropyl-ammonium, potassium or ammonium) were used. The real quantity of glyphosate residues in wheat and barley were assessed. Residues of glyphosate in treated crops were examined by high-performance liquid chromatography (HPLC).

Results. As it was demonstrated in our experiments glyphosate compounds have a low acute toxicity. Oral administration of glyphosate in long-term experiment resulted in liver toxicity and kidney disorders. Information about carcinogenic activity of glyphosate is still contradicted.

The glyphosate residues in 16 samples of wheat grain at harvest time (at 14th day after application) were from 0,05 mg/kg to 2,7 mg/kg. Residues in harvest barley grain (21 samples) ranged from 0,06 mg/kg to 2,9 mg/kg. The processing data indicate that residues of glyphosate do not concentrate in wheat flour. Pesticide residues dynamics were shown to follow first order decay from which half-lives of glyphosate wheat and barley grain were derived. In all experiments, at recommended PHI, mean residues were below official MRL. The possible daily intake of glyphosate taking into account our results was estimated.

Conclusion. Glyphosate in terms of degradation rate of in the crops belongs to the pesticides of hazard class 3 in accordance (moderately persistent) with the Hygienic classification of pesticides by hazard. Dietary intake of glyphosate residues is unlikely to present public health concern.

Key words: pesticide, glyphosate, residues, field trials

Надійшла до редакції: 29.08.2016 р.