

# ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ДИМЕТИЛАМИННОЙ СОЛИ И 2-ЭТИЛГЕКСИЛОВОГО ЭФИРА 2,4-ДИХЛОРФЕНОКСИУКСУСНОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР И КУКУРУЗЫ

**И.В. Лепешкин, кандидат мед.наук, В.И. Медведев, кандидат мед наук, А.П. Гринько, кандидат хим.наук, П.Г. Жминько, доктор биол. наук, Н.Н. Недопитанская, кандидат биол. наук, В.А. Турчин**

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

**РЕЗЮМЕ.** Гербициды на основе диметиламинной соли и 2-этилгексилового эфира 2,4-Д кислоты широко используются в качестве послевсходовых гербицидов для контроля широколистных сорняков на посевах зерновых злаковых культур и кукурузы. Главной целью нашего исследования была оценка реального риска, возникающего при использовании 2,4-Д гербицидов в агроклиматических условиях Украины. Для оценки остаточных количеств (ОК) гербицида в зерновых злаковых культурах и кукурузе мы провели полевые испытания в Украине в период 2000–2012 гг. Полевые испытания были проведены с использованием различных препаративных форм и с разными нормами расхода. Остаточные количества в сельскохозяйственной продукции были изучены с использованием газожидкостной хроматографии (ГЖХ). Как показано в наших токсикологических экспериментах, 2,4-Д соединения имеют низкую острую токсичность, оказывают сильное раздражающее действие на слизистые оболочки. Длительное поступление соединений 2,4-Д в организм лабораторных животных приводит к развитию нарушений функции печени, почек и щитовидной железы. На основании проведенной токсикологической оценки действующего вещества в Украине была рекомендована и утверждена допустимая суточная доза (ДСД). Как показали наши полевые испытания, остаточные количества гербицидов в зеленых растениях тесно связаны с нормой расхода. Остаточные количества 2,4-Д в растениях после обработки быстро снижаются. ОК гербицида в зерне и соломе не обнаруживались в период сбора урожая. Исследование влияния технологической переработки на уровень ОК в сельскохозяйственной продукции показало, что ОК 2,4-Д не концентрируются в продуктах переработки. Применение гербицидов на основе 2,4-Д в сельском хозяйстве Украины на посевах зерновых злаковых культур и кукурузы при соблюдении гигиенических нормативов и регламентов не является опасным с позиций возможности загрязнения остаточными количествами 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты урожая сельскохозяйственных культур.

**Ключевые слова:** 2,4-Д, оценка, зерновые злаковые, кукуруза, остаточные количества.

В соответствии с «Переліком пестицидів і вагροхімікатів, дозволених до використання в Україні» [1] в сельском хозяйстве на посевах зерновых злаковых культур и кукурузы применяются 42 гербицида, действующими веществами которых являются диметиламинная соль (ДМА соль) и 2-этилгексильный эфир (ЭГЭ) 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислоты.

Структурные формулы и физико-химические свойства 2,4-Д и ее ДМА и ЭГЭ представлены в табл.1 и 2.

Для решения вопроса о государственной регистрации в Украине на протяжении 2000–2012 годов в институте экогигиены и токсикологии им. Л.И.Медведа проведены исследования по токсиколого-гигиенической оценке 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислоты, ее диметиламинной соли и 2-этилгексилового эфира различных производителей, 30 гербицидов на их основе, а также по разработке гигиенических регламентов применения препаратов в сельском хозяйстве на посевах зерновых злаковых культур и кукурузы.

**Материалы и методы исследования.** Токсикологическую и гигиеническую оценку 2,4-Д, ее диметиламинной соли и 2-этилгексильного эфира, а также гербицидов на их основе проводили в соответствии с «Методическими указаниями по гигиенической оценке новых пестицидов» [2] с использованием результатов исследований фирм-производителей и данных литературы [3–10].

Гигиенические исследования по изучению динамики содержания 2,4-Д в зерновых злаковых культурах и кукурузе проводились в соответствии с основными принципами, изложенными в «Guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue» [11] и «Методическими указаниями по гигиенической оценке новых пестицидов» [2].

Отбор и доставка проб для исследований проводились в соответствии с «Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» [12].

## Структурные формулы соединений 2,4-Д

Химическое название	Структурная формула
2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д)	
2,4 дихлорфеноксиуксусной кислоты диметиламинная соль (2,4-Д ДМА соль)	
2-этилгексилвый эфир 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2-ЭГЭ 2,4-Д)	

Химико-аналитическое определение 2,4-Д проводилось в соответствии с «Методическими указаниями по определению 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) в воде, почве, фураже, продуктах питания растительного и животного происхождения хроматографическими методами» №1541-76 от 20.12.76 [13] и «Методикою вимірювання масової частки 2,4-Дихлорфеноксиуксусної кислоти в зерні та олії кукурудзи методом газорідинної хроматографії» №236-2001 от 15.02.01 [14]. Пределы количественного определения (ПКО) 2,4-Д методом ГЖХ в зеленых растениях и зерне хлебных злаков, кукурузном масле — 0,02 мг/кг, зерне кукурузы — 0,015 мг/кг, почве — 0,01 мг/кг.

**Результаты и их обсуждение**

**Токсикологическая оценка.** По результатам собственных исследований и данным литературы [4-9] 2,4-Д, 2,4-Д ДМА соль и 2,4-Д 2-ЭГЭ в соответствии с гигиенической классификацией пестицидов по степени опасности [15], по параметрам острой пероральной токсичности относятся к пестицидам 3 класса опасности, острой дермальной токсичности — к пестицидам 4 класса опасности, острой ингаляционной токсичности — к пестицидам 2-3 класса опасности, по раздражающему действию на кожу — к пестицидам 4 класса опасности и на слизистые оболочки глаз — к пестицидам 1-2 класса опасности, по сенсibiliзирующему действию — к пестицидам 4 класса

опасности. По лимитирующим показателям токсичности указанные вещества относятся к пестицидам 2-3 класса опасности (табл. 3).

2,4-Д ДМА и 2,4-Д ЭГЭ после поступления в организм экспериментальных животных быстро гидролизуются в основном до кислоты (2,4-Д), которая распределяется по всем тканям, но не аккумулируется в организме, так как быстро высвобождается из плазмы крови и выводится с мочой преимущественно в неизменном виде.

2,4-Д, ее диметиламинная соль и 2-этилгексилвый эфир оказывают на организм теплокровных животных гепатотоксическое, нефротоксическое и нейротоксическое действие; поражают щитовидную железу, органы иммунной и генеративной систем. С учетом метаболизма и результатов сравнительного анализа токсических свойств и недействующих уровней доз в субхронических экспериментах сделано заключение о том, что токсичность диметиламинной соли и 2-этилгексилвого эфира 2,4-Д эквивалентны токсичности 2,4-Д [3-10].

В хронических экспериментах установлен уровень доз 2,4-Д, при котором наблюдаются эффекты, не имеющие повреждающего характера (NOAEL) для мышей, крыс, собак — 1,0 мг/кг [3-10].

Канцерогенная активность изучена только в экспериментах с 2,4-Д. Результаты проведенных исследований показали, что вещество не проявило канцерогенной активности в хро-

## Физико-химические свойства

Показатель	2,4-Д	2,4-Д ДМА	2,4-Д ЭГЭ
Относительная молекулярная масса	221	266	333
Эмпирическая формула	$C_8H_6Cl_2O_3$	$C_{10}H_{13}Cl_2NO_3$	$C_{16}H_{22}Cl_2O_3$
CAS RN	[94-75-7]	[2008-39-1]	[1928-43-4]
Химический класс соединений	феноксикарбоновая кислота		сложный эфир феноксикарбоновой кислоты
Агрегатное состояние, цвет	бесцветное кристаллическое вещество	кристаллическое вещество янтарного цвета	жидкость слегка желтоватого цвета
Запах	слабый фенольный	амино-фенольный	слабый сладко-кислый
Температура плавления	(140 – 141) °С	(85 – 87) °С	
Температура плавления	—	—	> 300 °С (с разложением)
Давление паров при 25 °С	$1,86 \times 10^{-2}$ мПа	—	$3,6 \times 10^{-6}$ мм рт.ст. при 25 °С
Растворимость в воде, г/л	при 20°С: 0,62 г/л; при 25 °С: 0,31 г/л (рН 1); 20,03 г/л (рН 5); 23,18 г/л (рН 7); 34,20 г/л (рН 9)	при 20 °С рН 5 – 320 рН 7 – 729 рН 9 – 624	вода для хроматографического анализа – 86,9 мкг/л при 25 °С; техническая вода – 32,4+3,2 мкг/л при 12 °С
Растворимость в органических растворителях (г/кг) при 20 °С	толуол – 6,7 этанол – 1250 диэтиловый эфир – 243 н-гептан – 1,1 ксилол – 5,8 октанол – 120 г/л	(г/100 мл) толуол – 0,165 октанол-1 – 5,37 гексан – 3,59 метанол – >50 ацетонитрил – 1,02	смешивается в соотношении 1:10 и 10:1 при 20 °С с гептаном, п-ксилолом, дихлорметаном, 2-пропанолом, ацетоном, этилацетатом, н-октанолом и ацетонитрилом
Коэффициент распределения в системе н-октанол/вода	$\log P=2,58-2,83$ (рН 1); $\log P$ 0,04-0,33(рН 5)		при 20 °С $\log P=5,78$

нических экспериментах на мышах линии В6С3F1 и крысах линии Fischer 344 обоих полов. Канцерогенный эффект у мышей и крыс-самок не был выявлен. У крыс-самцов увеличивалась частота астроцитом мозга. Эти данные демонстрируют наличие возможного положительного тренда с дозой ( $p=0,05$ ). В другом исследовании у крыс линии Fischer 344 онкогенный эффект не выявлен [3-10]. На основании приведенных данных 2,4-Д по критерию «канцерогенность» можно отнести к пестицидам 3 класса опасности в соответствии с ДСанПіН 8.8.1.002-98 [15].

По результатам проведенных исследований 2,4-Д, ее диметиламинная соль и 2-этилгекси-

ловый эфир не являются генотоксическими веществами [3-10]. Тератогенная активность и репродуктивная токсичность указанных веществ не являются лимитирующими показателями при оценке их опасности [3-10].

Утвержденные в Украине допустимые суточные дозы (ДСД) 2,4-Д диметиламинной соли, 2,4-Д 2-этилгексилового эфира и 2,4-Д для человека составляют 0,0001 мг/кг [16].

**Поведение в окружающей среде.** Сохранение остатков диметиламинной соли и 2-этилгексилового эфира 2,4-Д в объектах окружающей среды и вероятность поступления в организм человека определяется характером их разложения в агробиоценозе. Компоненты

## Класс опасности гербицидов на основе 2,4-Д

Параметр токсичности	Класс опасности пестицидов
Острая пероральная токсичность	3
Острая дермальная токсичность	4
Острая ингаляционная токсичность	2-3
Раздражающее действие на кожу	4
Раздражающее действие на слизистые оболочки глаз	1-2
Сенсибилизирующее действие	4
Лимитирующие показатели токсичности	2-3

агробиоценоза поглощают, накапливают и метаболизируют соль и эфир 2,4-Д до эквивалентного по токсичности, более подвижного и более стабильного в почве, воде и растениях соединения – 2,4-Дихлорфеноксиуксусной кислоты [3-10].

Стабильность 2,4-Д и ее производных в почве зависит от климатических факторов, физико-химических свойств почвы и самих веществ. Разложение производных 2,4-Д в почве происходит с образованием 2,4-Д и 2,4-Дихлорфенола. Особенностью 2,4-Д и ее производных является маловыраженная миграция [3-10]. Исследования поведения 2,4-Д в почвах показали, что основными факторами, определяющими количество адсорбированной 2,4-Д, являются органические вещества, кислотность (рН) почвы (поверхностные горизонты) и концентрация алюминия (глинистые субгоризонты). Поскольку основным механизмом, влияющим на доступность, подвижность и распад гербицида в почве, является соотношение процессов адсорбции и десорбции, то, вероятно, что 2,4-Д связывается в почвах с высоким содержанием органических веществ прочнее, чем в почвах с низким их содержанием. Отложение 2,4-Д на почве довольно быстро сопровождается гидролизом. Почвенные микроорганизмы разрушают 2,4-Д и ее производные достаточно быстро с практически полной деструкцией молекулы кислоты. Распад в почве происходит тем быстрее, чем меньше норма расхода препарата. В лабораторных условиях в почвах разных видов период полураспада 2,4-Д составляет 14-41 день. При нормах расхода препаратов 1-3 л/га 2,4-Д и ее производные сохраняются в почве 1-2 месяца, а при нормах 2-6 л/га – до четырех месяцев. Диметиламинная соль 2,4-Д разлагается в почве в течение одного месяца [3-10]. Таким образом, по стабильности в почве 2,4-Д и ее

диметиламинная соль и 2-этилгексилэтиловый эфир относятся к пестицидам 3 класса опасности в соответствии с ДСанПиН 8.8.1.002-98 [15].

В природных условиях (исследования ЭКО-ГИНТОКСа) пробы почвы отбирали при обработке озимой пшеницы препаратом, содержащим 2,4-Д ЭГЭ - 850 г/л, с нормой расхода 1,0 л/га, однократно. Исследуемая почва – чернозем оподзоленный пылевато-легкосуглинистый на лессовидных породах. В день обработки в поверхностном слое почвы была обнаружена 2,4-Д в количестве 0,084 мг/кг, на 7-е и 15-е сутки - 0,02 мг/кг и 0,002 мг/кг соответственно. В период сбора урожая 2,4-Д в пахотном слое почвы не обнаруживалась.

В природных условиях 2,4-Д и ее производные легко сорбируются из воды различными глинами. Гидролиз и фотолиз являются важными путями разрушения 2,4-Д в водных экосистемах. На скорость разрушения могут оказать влияние распределение остатков между водой и осадками, а также температура окружающей среды и интенсивность освещения. Микробному разрушению могут способствовать анаэробные условия. 2,4-Д и ее производные сохраняются в воде от 10-15 дней до 4-6 месяцев [3-10].

Анализ данных литературы [3-10] позволяет отнести 2,4-Д ДМА и 2,4-Д ЭГЭ к соединениям стойким в водной среде. Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что преимущественное значение для процессов деградации гербицидов в окружающей среде имеет гидролиз с участием микробной флоры. Основным продуктом деградации во всех случаях является 2,4-Д.

По стабильности в воде 2,4-Д, ее диметиламинную соль и 2-этилгексилэтиловый эфир можно отнести к пестицидам 1-2 класса опасности.

В растениях соли и эфиры 2,4-Д быстро разлагаются до кислоты. В устойчивых культурах,

т.е. злаковых травах и хлебных злаках, образуются водорастворимые конъюгаты с сахарами [3-10]. Анализ данных литературы и результатов собственных исследований позволяет заключить, что 2,4-Д по критерию стабильности в вегетирующих сельскохозяйственных культурах можно отнести к 3 классу опасности в соответствии с гигиенической классификацией пестицидов по степени опасности [15].

Определение содержания диметиламинной

Объект исследований	Гигиенический норматив (МДУ, ПДК)	ПКО	Метод
Вода	0,002 мг/м <sup>3</sup>	0,0004 мг/м <sup>3</sup>	ГЖХ
Почва	0,1 мг/кг	0,002 мг/кг	ГЖХ
Зерно хлебных злаков	0,02 мг/кг	0,02 мг/кг	ГЖХ
Кукуруза (зерно)	0,015 мг/кг	0,015 мг/кг	ГЖХ
Кукуруза (масло)	0,02 мг/кг	0,02 мг/кг	ГЖХ

МДУ, мг/кг: зерно хлебных злаков – 0,02 (предел количественного определения методом ГЖХ – 0,02), кукуруза (зерно) – 0,015 (предел количественного определения методом ГЖХ – 0,015), кукуруза (масло) – 0,02 (предел количественного определения методом ГЖХ – 0,02).

ПДК в воде водоемов, мг/дм<sup>3</sup>: 0,002, санитарно-токсикологический (предел количественного определения методом ГЖХ—0,0004).

ПДК в почве, мг/кг: 0,1, транслокационный (предел количественного определения методом ГЖХ—0,002).

В соответствии с Гигиенической классификацией пестицидов по степени опасности (ДСанПіН 8.8.1.002-98) изученные нами гербициды на основе диметиламинной соли и 2-этилгексилового эфира 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты по параметрам острой пероральной и ингаляционной токсичности относятся к пестицидам 3 класса опасности, острой дермальной токсичности – к пестицидам 4 класса опасности, по раздражающему действию на кожу – к пестицидам 3-4 класса опасности и на слизистые оболочки глаз – к пестицидам 2-3 класса опасности, по аллергенному действию – к пестицидам 3-4 класса опасности. По лимитирующим показателям токсичности указанные гербициды относятся к пестицидам 3 класса опасности.

Учитывая показатели потенциальной и реальной опасности гербицидов, содержащих в качестве действующих веществ диметил-аминную соль и 2-этилгексильный эфир 2,4-Д, а также рекомендованную область их примене-

соли и 2-этилгексилового эфира 2,4-Дихлорфеноксисукусной кислоты в воде, почве, сельскохозяйственном продовольственном сырье и пищевых продуктах проводится по 2,4-Д.

В соответствии с ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 [16] и постановлением Главного государственного санитарного врача Украины №31 от 04.12.2012 г. установлены такие гигиенические нормативы 2,4-Дихлорфеноксисукусной кислоты:

ния, с целью оценки безопасности сельскохозяйственной продукции нами проводилось изучение динамики содержания остаточных количеств 2,4-Д в зерновых злаковых культурах и кукурузе.

Гербициды применялись на посевах зерновых злаковых культур (пшеница, ячмень) и кукурузы однократно с нормой расхода по действующему веществу соответственно от 240 г/га до 876 г/га и от 360 г/га до 864 г/га.

Исследования по изучению динамики содержания 2,4-Д в сельскохозяйственных культурах для каждого гербицида проводились в двух агроклиматических зонах Украины (Полесье и Лесостепь) на разных стадиях их развития, в том числе и в стадии зрелости. В 2000-2012 годах схема исследований включала отбор проб зерновых злаковых культур и кукурузы, начиная со дня обработки сельхозкультур гербицидом, соответственно, от фазы кушения до выхода в трубку и в фазе 2-5 листков (0 сутки) до дня сбора урожая. Для каждого гербицида было предусмотрено от 4 до 5 сроков (периодов) отбора проб сельхозкультур после обработки. Наряду с этим отбирался только урожай зерновых злаковых культур и кукурузы, обработанных гербицидом и выращенных на опытных участках.

После применения гербицидов в день обработки (0 сутки) в зеленых растениях пшеницы и ячменя при всех исследованиях обнаруживалась 2,4-Д в количествах от 0,47 мг/кг до 6,2 мг/кг (наблюдалась зависимость от нормы расхода), на 7-10 сутки в количествах от 0,1 мг/кг до 0,4 мг/кг и на 13-15 сутки в количествах от

0,08 мг/кг до 0,28 мг/кг. В четырех случаях остаточные количества 2,4-Д от 0,024 мг/кг до 0,21 мг/кг обнаруживались в зеленых растениях зерновых злаковых культур в период с 20-х по 30-е сутки после обработки. В дальнейшем 2,4-Д не обнаруживалась в зеленых растениях и соломе (на уровне 0,007 мг/кг). В зерне урожая пшеницы и ячменя, обработанных гербицидами, при всех исследованиях 2,4-Д не обнаруживалась (на уровне 0,007 мг/кг). В почве обработанных участков в период сбора урожая зерновых злаковых культур 2,4-Д не обнаруживалась (на уровне 0,003 мг/кг).

После применения гербицидов на посевах кукурузы в день обработки в зеленых растениях при всех исследованиях обнаруживалась 2,4-Д в количествах от 0,75 мг/кг до 6,73 мг/кг, на 14-19 сутки в количествах от 0,015 мг/кг до 0,35 мг/кг и на 25-е сутки от 0,03 мг/кг до 0,08 мг/кг. Во все последующие сроки исследований остаточные количества 2,4-Д не обнаруживались в зеленых растениях и початках кукурузы (предел обнаружения методом ГЖХ — 0,007 мг/кг). В зерне урожая кукурузы и масле кукурузы, обработанной гербицидами, при всех исследованиях 2,4-Д не обнаруживалась (на уровнях 0,005 мг/кг и 0,007 мг/кг соответственно). В почве обработанных участков в период сбора урожая кукурузы 2,4-Д не обнаруживалась на уровне 0,003 мг/кг.

На основании токсиколого-гигиенической оценки свойств гербицидов и действующих веществ, полученных результатов исследований по определению содержания 2,4-Д в зерновых злаковых культурах и кукурузе, а также руководствуясь общепринятыми в практике гигиенического нормирования подходами, рекомендованы следующие величины МДУ 2,4-Д: зерно хлебных злаков — 0,02 мг/кг (ПКО метода ГЖХ — 0,02 мг/кг), кукуруза (зерно) — 0,015 мг/кг (ПКО метода ГЖХ — 0,015 мг/кг) и кукуруза (масло) — 0,02 мг/кг (ПКО метода ГЖХ — 0,02 мг/кг).

Учитывая полученные результаты исследований по определению содержания остаточных количеств 2,4-Д в зерне урожая кукурузы, а также ранние сроки применения гербицидов на посевах данной сельхозкультуры (фаза 2-5 листков) и длительный вегетационный период для кукурузы, считаем нецелесообразным контролировать содержание 2,4-Д в кукурузном масле.

Принимая во внимание технологию применения гербицидов на основе диметиламинной

соли и 2-этилгексилового эфира 2,4-Д, сроки ожидания до сбора урожая зерновых злаковых культур и кукурузы устанавливать не требуется.

На основании результатов проведенных исследований с учетом ранних сроков применения гербицидов, действующими веществами которых являются 2,4-Д ДМА и 2,4-Д ЭГЭ, считаем целесообразным при проведении предрегистрационных испытаний уменьшение кратности отбора проб указанных сельхозкультур с пяти до трех.

### Выводы

1. По лимитирующим показателям токсичности 2,4-Д ее диметиламинная соль и 2-этилгексильный эфир относятся к пестицидам 2-3 класса опасности.
2. По показателям «стабильность в почве» 2,4-Д ее диметиламинная соль и 2-этилгексильный эфир относятся к пестицидам 3 класса опасности, а по показателю «стабильность в воде» к пестицидам 1-2 класса опасности.
3. По критерию «стабильность в вегетирующих сельхозкультурах» 2,4-Д относится к пестицидам 3 класса опасности.
4. По лимитирующим показателям токсичности изученные гербициды, содержащие в качестве действующих веществ диметиламинную соль и 2-этилгексильный эфир 2,4-Д, относятся к пестицидам 3 класса опасности.
5. Максимально допустимый уровень содержания остаточных количеств 2,4-дихлорфеноксисукусной кислоты в зерне хлебных злаков составляет 0,02 мг/кг (ПКО метода ГЖХ — 0,02 мг/кг), зерно кукурузы 0,015 мг/кг (ПКО метода ГЖХ — 0,015 мг/кг) и масле кукурузы — 0,02 мг/кг (ПКО метода ГЖХ — 0,02 мг/кг). Контролировать содержание остаточных количеств 2,4-Д в кукурузном масле нецелесообразно. Сроки ожидания до сбора урожая зерновых злаковых культур и кукурузы устанавливать не требуется. Рекомендуется уменьшить количество отбираемых проб при изучении остаточных количеств 2,4-Д в исследуемой продукции.
6. Применение гербицидов на основе диметиламинной соли и 2-этилгексилового эфира 2,4-Д в сельском хозяйстве Украины на посевах зерновых злаковых культур и кукурузы при соблюдении гигиенических нормативов и регламентов не является опасным с позиций возможности загрязнения 2,4-дихлорфеноксисукусной кислотой зерна урожая сельхозкультур и масла кукурузы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: офіційне [під ред. В.О. Яшук, Д.В. Іванова., Р.М. Кривошеї та ін.] – Київ: Юнівест Медіа, 2012. – 831 с.
2. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: утв. МЗ СССР 13.03.87 № 4263-87. – Киев: Минздрав СССР. 1988. – 210 с.
3. Мельников Н.Н. Пестициды и окружающая среда / Н.Н. Мельников, А. И. Волков, О. А. Короткова – Москва: «Химия», 1977. – С.82–87.
4. Data sheets on pesticides №37 /World Health Organization, Food and Agriculture Organization. EPA. 1978.
5. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)- International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 29.1984.
6. 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д). Гигиенические критерии состояния окружающей среды. 29. – Женева: ВОЗ, 1987. – 132 с.
7. 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). – International Programme on Chemical Safety. Environmental Health Criteria 84.1989.
8. Pesticides Residues in Food.- (FAO/WHO). – 1996.
9. Registration Eligibility Decision for 2,4-D; Environmental Health Criteria 29-2007.
10. A World Compendium The Pesticide Manual Fifteenth Edition Editor: CDS Tomlin. 2,4-D. – BCPS. – 2009 – P.294–300.
11. Guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue. FAO, UN. ROME. 1986.
12. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов: утв. Минздрава СССР 21.08.1979 №2051–79. – Москва: Минздрав СССР, 1980. – 40 с.
13. Методические указания по определению 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) в воде, почве, фураже, продуктах питания растительного и животного происхождения хроматографическими методами / [В.Д. Чміль, Д.И. Чканников, Н.Н. Павлова, А.Н. Макеев] Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник/Сост. Клисенко М.А. и др. – М.: Колос, 1983. – С.176–182.
14. Чміль В.Д. Методика вимірювання масової частки 2,4-дихлорфеноксиуксусної кислоти в зерні і олії кукурудзи методом газорідинної хроматографії/ В.Д. Чміль, Є.І. Давидюк - Збірник №34. Методичні вказівки з визначення мікрочасток пестицидів в продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. – Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2003. – С.140–152.
15. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.2.002-98 затв. МОЗ України 28.09.98 №2. – Київ, 1998.-20 с.
16. Допустимі дози, концентрації, кількості на 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. МОЗ України 20.09.01 №137. – Київ, 2001. – 244 с.

### ТОКСИКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ТА РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ НА ОСНОВІ ДИМЕТИЛАМІННОЇ СОЛІ 2-ЕТИЛГЕКСИЛОВОГО ЕФІРУ 2,4-ДИХЛОРФЕНОКСІОЦТОВОЇ КИСЛОТИ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЗЕРНОВИХ ЗЛАКОВИХ КУЛЬТУР ТА КУКУРУДЗИ

Лепьошкін І.В., кандидат мед. наук, Медведєв В.І., кандидат мед. наук, Гринько А.П., кандидат хім. наук, Жмійко П.Г., доктор біол. наук, Недопитанська Н.М., кандидат біол. наук, Турчин В.А., "ДП НАУКОВИЙ ЦЕНТР ПРЕВЕНТИВНОЇ ТОКСИКОЛОГІЇ, ХАРЧОВОЇ ТА ХІМІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ІМЕНІ АКАДЕМІКА Л.І. МЕДВЕДЯ МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ", КИЇВ, УКРАЇНА

**РЕЗЮМЕ.** Гербіциди на основі диметиламіної солі і 2-етилгексилового ефіру 2,4-Д кислоти широко використовуються якості післясходових гербіцидів для контролю широколистяних бур'янів на посівах зернових злакових культур і кукурудзи. Головною метою нашого дослідження була оцінка реального ризику, що виникає при використанні 2,4-Д гербіцидів в агрокліматичних умовах України.

Для оцінки залишкових кількостей (ЗК) гербіциду у зернових злакових культурах і кукурудзі ми провели польові випробування в Україні в період 2000-2012 рр. із застосуванням різних препаративних форм, з різними нормами витрат. Залишкові кількості у сільськогосподарській продукції були вивчені за допомогою газорідинної хроматографії (ГРХ). Як показано в наших токсикологічних експериментах, 2,4-Д сполуки мають низьку гостру токсичність, володіють вираженою подразнюючою дією на слизові оболонки. Тривале надходження сполук 2,4-Д в організм лабораторних тварин призводить до розвитку порушень функцій печінки, нирок і щитовидної залози. На підставі проведеної токсикологічної оцінки діючої речовини в Україні була рекомендована та затверджена допустима добова доза (ДДД). Як показали наші польові випробування, залишкові кількості гербіцидів у зелених рослинах тісно пов'язані з нормою витрат. Залишкові кількості 2,4-Д в рослинах після обробки швидко зменшуються. ЗК гербіциду в зерні і соломі не виявляється в період збору врожаю. Дослідження впливу технологічної переробки на рівень ЗК у сільськогосподарській продукції показало, що ЗК 2,4-Д не концентруються в продуктах переробки. Застосування гербіцидів на основі 2,4-Д в сільському господарстві України на посівах зернових злакових культур і кукурудзи при дотриманні гігієнічних нормативів і регламентів не є небезпечним з позицій можливості забруднення залишковими кількостями 2,4-дихлорфеноксиуксусної кислоти врожаю сільськогосподарських культур.

Ключові слова: 2,4-Д, оцінка, зернові злакові, кукурудза, залишкові кількості.

### TOXICOLOGY-HYGIENIC ASSESSMENT AND REGULATION OF APPLICATION A HERBICIDE BASED ON DIMETHYLAMINE SALT AND 2-ETHYLHEXYL ETHER OF 2,4-D ACID FOR CEREAL AND MAIZE CROP PROTECTION

I. Leposhkin, PhD, V. Medvedev, PhD, A. Grinko, PhD, P. Zhminko, D.Sc., N. Nedopytanska PhD, V. Turchyn  
L.I. MEDVED'S RESEARCH CENTER OF TOXICOLOGY MH UKRAINE, KYIV, UKRAINE

**SUMMARY.** Herbicide based on dimethylamine salt and 2-ethylhexyl ether of 2,4-D acid are widely used as foliar applied herbicides for the post emergence control of broad-leaved weeds in cereal and maize. The main aim of our research was to assess the real risk rising from the use of 2,4-D herbicides in agro-climatic condition of Ukraine.

For assessing real quantity of residues in cereals and maize we conducted decline studies of 2,4-D in Ukraine during 2000-2012 year. Field trials were conducted in Ukraine with different rates and different formulation. Residues in agricultural commodities were examined by use of gas liquid chromatography (GLC).

As shown in our experiments 2,4-D compounds have a low acute toxicity, cause severe eye irritation. Oral administration of 2,4-D in long-term experiment resulted in liver toxicity, adverse effects on kidneys and thyroid gland. On the basis of toxicological assessment of active substance, the ADI were recommended and approved in Ukraine. As shown our field trials the herbicides deposits on green plant at day 0 were connected with application rates. The 2,4-D residues disappeared rapidly. Herbicide residues in grain and straw were not detectable at harvest time. The processing data indicate that residues of 2,4D do not concentrate in processed commodities. Application of herbicides based on 2,4-D for cereal and maize crop protection according to Ukrainian hygienic standards and regulations is unlikely to present public health concern.

Key words: 2,4-D, assessment, cereals, maize, residues.

Надійшла до редакції 26.11.2013 р.