

ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF HERBICIDES-INHIBITORS OF ACETOLACTATSYNTHETASE AND 4-HYDROXYPHENILPYRUVATEDIOXIGENASE IN AGRICULTURAL PRACTICE

Antonenko A.M., Korshun M.M., Bardov V.G., Korshun O.M.

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ – ІНГІБІТОРІВ АЦЕТОЛАКТАТСИНТЕТАЗИ ТА 4-ГІДРОКСИФЕНІЛПІРУВАТДІОКСИГЕНАЗИ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

В

останні десятиріччя масштаби застосування хімічних засобів захисту рослин у сільському господарстві щорічно зростають та стали співрозмірними з обсягами використання мінеральних добрив [1]. Тривале застосування пестицидів призвело до того, що присутність їх у навколишньому середовищі перетворилася на постійно діючий антропогенний фактор. У зв'язку з цим здійснення жорсткого екологічного контролю у практиці застосування гербіцидів стає важливим завданням [2].

Обов'язковим етапом гігієнічної оцінки нових пестицидів є вивчення закономірностей їхньої поведінки в об'єктах агроценозу у різних ґрунтово-кліматичних умовах [3], що дає змогу встановити особливості їх міграції з ґрунту до суміжних середовищ, оцінити ризики

для наземних екосистем та здоров'я населення, обґрунтувати гігієнічні нормативи та регламенти застосування.

Важливе місце у процесах накопичення та міграції пестицидів в об'єктах агроценозу належить ґрунту та рослинам. Ґрунт як провідна ланка наземних екосистем може бути джерелом вторинного забруднення суміжних середовищ: сільськогосподарської сировини, води поверхневих та підземних джерел водопостачання, атмосферного повітря [4]. У рослинах може відбуватися накопичення токсикантів та їх біохімічна деградація, що має важливе значення під час визначення залишкових кількостей пестицидів у товарних частинах рослин і впливає на біологічну цінність та токсиколого-гігієнічні характеристики сільськогосподарської сировини-

**АНТОНЕНКО А.М.,
КОРШУН М.М.,
БАРДОВ В.Г., КОРШУН О.М.**
Інститут гігієни та екології
Національного медичного
університету
ім. О.О. Богомольця,
м. Київ

УДК 613:632.954:633.15

Ключові слова: гербіцид,
об'єкти агроценозу,
гігієнічне нормування,
екотоксикологічний ризик.

**ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕРБИЦИДОВ —
ИНГИБИТОРОВ АЦЕТОЛАКТАТСИНТЕТАЗЫ И
4-ГИДРОКСИФЕНИЛПИРУВАТДИОКСИГЕНАЗЫ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**Антоненко А.Н., Коршун М.М., Бардов В.Г.,
Коршун О.М.**

Целью исследования была оценка потенциальной эколого-гигиенической опасности применения на посевах кукурузы новых гербицидов Стеллар, Аденго 465 SC и МайсТер Пауэр OD на основании изучения динамики остаточных количеств их действующих веществ топразамезона, изоксафлютола, тиенкарбазон-метила, форамсульфурана, йодсульфуран-метила натрия и антидота ципросульфамида в почве, растениях и зерне кукурузы.

Материалы и методы. Натурные исследования проведены в течение 4-х вегетационных сезонов (2007-2010) в разных агроэкологических районах (Полесье, Лесостепь). Отбор проб почвы и зеленой массы растений кукурузы осуществляли до обработки, через 1 час, 7-10, 21-30, 42, 60-72 суток после обработки и в момент сбора урожая; отбор початков кукурузы — через 60-72 суток и в момент сбора урожая. Определение остаточных количеств исследуемых веществ в объектах агроценоза,

зерне и масле кукурузы проводили методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Результаты. На 7-10 день после обработки концентрации исследуемых веществ в почве и зеленой массе растений составляли 0,07-0,32 мг/кг и 0,2-0,51 мг/кг. На момент сбора урожая их остаточные количества в зерне кукурузы и почве не обнаружены. Динамика остаточных количеств исследуемых веществ подчиняется экспоненциальной зависимости. Топразамезон, тиенкарбазон-метил, ципросульфамид и форамсульфуран являются умеренно стойкими в почве, изоксафлютол — малостойким; ципросульфамид является стойким в вегетирующих растениях, остальные соединения — умеренно стойкие. Потенциальный экотоксикологический риск использования исследуемых веществ в почвенно-климатических условиях Украины на 2-3 порядка ниже, по сравнению с симм-триазинами и шестичленными гетероциклами, и находится на одном уровне с имидазолиноновыми и сульфонилмочевинными гербицидами.
Ключевые слова: гербицид, объекты агроценоза, гигиеническое нормирование, экотоксикологический риск.

© Антоненко А.М., Коршун М.М., Бардов В.Г., Коршун О.М. СТАТТЯ, 2012.

ни, у подальшому — харчових продуктів [1].

Метою дослідження була оцінка потенційної еколого-гігієнічної небезпечності застосування на посівах кукурудзи нових гербіцидів Стеллар, Аденго 465 SC і МайсТер Пауер OD на підставі вивчення динаміки залишкових кількостей їхніх діючих речовин топрамезону, ізоксафлютолу, тіенкарбазон-метилу, форамсульфуруну, йодсульфурун-метилу натрію та антидоту ципросульфаміду у ґрунті, рослинах та зерні кукурудзи.

Матеріали та методи. Препарат Стеллар являє собою концентрат суспензії (КС) світло-коричневого кольору зі слабким ароматичним запахом. Його діюча речовина (д.р.) топрамезон за механізмом гербіцидної активності належить до класу інгібіторів 4-гідроксифенілпіруватдіоксигена-

ще тіенкарбазон-метилу та ципросульфаміду, входять ще два інгібітори АЛС: форамсульфурон та йодсульфурун-метил натрію [7]. Згідно з хімічною класифікацією топрамезон та ізоксафлютол належать до оксазолів, форамсульфурон та йодсульфурун-метил натрію — до сульфонілсечовин, тіенкарбазон-метил — до сульфоніламіно-карбоніл-триазолінонів, ципросульфамід — до сульфо-намідів [8].

Натурні дослідження проведено згідно з [3] протягом декількох вегетаційних сезонів у період з 2007 по 2010 рік у різних агроєкологічних районах (Полісся, Лісостеп) Київської області за допустимих метеорологічних умов. Обробку посівів кукурудзи здійснювали у максимальних рекомендованих нормах витрат одноразово шляхом штангового обприскування (табл. 1).

Відбір проб ґрунту та зеленої маси рослин кукурудзи здійснювали до обробки, за 1 годину, 7-10, 21-30, 42, 60-72 доби після обробки та у момент збору врожаю; відбір початків кукурудзи — за 60-72 доби після обробки та у момент збору врожаю відповідно до [9]. Визначення залишкових кількостей досліджуваних речовин в об'єктах агроценозу, зерні та олії кукурудзи проводили методом обернено-фазової вискодективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) з використанням ультрафіолетового детектора відповідно до офіційно затверджених методичних вказівок. Межі кількісного визначення (МКВ) досліджуваних речовин наведено у табл. 2. Математичну обробку результатів проводили з використанням програми Excel на персональному комп'ютері [10]. Оцінку достовірності розбіжностей здійсню-

Таблиця 1

Технологічні умови проведення обробок посівів кукурудзи досліджуваними інгібіторами АЛС та 4-ГФПД

Препарат	Місце обробки	Обприскувач	Умови проведення обробок		
			Оброблена площа, га	Норма витрати	
				препарату, л/га	діючої речовини, г/га
Стеллар	Бориспільський р-н, с. Рогозиво	ОПШ-2000 (МТЗ-80)	2	1,5	топрамезон — 75
Аденго 465 SC	Кагарлицький р-н, с. Бурти	ОПШ-2000 (МТЗ-80)	2	0,5	тіенкарбазон-метил — 45 ізоксафлютол — 112,5 ципросульфамід — 75
МайсТер Пауер OD	Васильківський р-н, ДСВ Інституту фізіології рослин та генетики НАН України	ОПШ-2000 (Беларусь-82)	8	1,5	тіенкарбазон-метил — 15 форамсульфурон — 45 йодсульфурун-метил натрію — 1,5 ципросульфамід — 22,5

Примітка: ОПШ — обприскувач штанговий (у дужках вказано модель трактору, з яким агрегований обприскувач).

зи (4-ГФПД) [5]. Препарат Аденго 456 SC, КС є комбінованим та являє собою світлокоричневу суспензію зі слабким ароматичним запахом. У його складі дві д.р. — тіенкарбазон-метил та ізоксафлютол і антидот ципросульфамід. Тіенкарбазон-метил є інгібітором ацетолактатсинтетази (АЛС), ізоксафлютол належить до класу інгібіторів 4-ГФПД, ципросульфамід є регулятором росту рослин [6]. Комбінований препарат МайсТер Пауер OD являє собою масляну дисперсію світло-бежевого кольору зі слабким ароматичним запахом. До його складу, крім згаданих ви-

Межі кількісного визначення досліджуваних інгібіторів АЛС та 4-ГФПД у пробах ґрунту та рослин

Таблиця 2

Речовина	№ методичних вказівок	Межа кількісного визначення, мг/кг			
		ґрунт	зелена маса рослин	зерно кукурудзи	кукурудзяна олія
Ізоксафлютол	298-2001	0,025	0,05	0,02	-
Форамсульфурон	432-2003 433-2003	0,05	0,05	0,05	0,1
Йодсульфурун-метил натрію	238-2001 239-2001	0,01	-	0,025	0,1
Топрамезон	854-2008 855-2008	0,2	0,2	0,2	-
Тіенкарбазон-метил	934-2009 936-2009	0,25	0,2	0,2	-
Ципросульфамід	1063-2011 1064-2011	0,2	0,5	0,5	-

ECOLOGICAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF HERBICIDES-INHIBITORS OF ACETOLACTATASE AND 4-HYDROXYPHENILPYRUVATEDIOXIGENASE IN AGRICULTURAL PRACTICE
Antonenko A.M., Korshun M.M., Bardov V.G., Korshun O.M.

The aim of the study was to evaluate the potential environmental and hygienic risk of new maize herbicide Stellar, Adengo 465 SC and Meister Power OD on the basis of studying the dynamics of residual quantities of its active ingredients topramezone, thienkarbazone-methyl, isoxaflutole, foramsulfurone, iodsulfuron-methyl sodium and an antidote cyprosulfamide in soil, plants and grains of corn.

Materials and methods: field investigations conducted during four vegetation seasons (2007-2010) in different agro-ecological regions (Woodlands, Forest-steppe). Soil sampling and green mass of corn plants was carried out before treatment, after 1 hour, 7-10, 21-30, 42, 60-72 days after, and at harvest, the selection of corn cobs — by 60-72 days after treatment and at harvest. Determination of residues of the investigated

substances in the agrocenosis, grain and corn oil was performed by back-and-phase high performance liquid chromatography.

Results: at 7-10 days after treatment the concentration of the investigated substances in the soil and the green mass of plants were 0,07-0,32 mg/kg and 0,2-0,51 mg/kg. At the time of harvest residues in the grain of corn and soil were not found. The dynamics of residues of the target substances is subject to an exponential dependence. Topramezone, thienkarbazone-methyl, cyprosulfamid and foramsulfuron are moderately persistent in soil, isoxaflutol — slightly persisted; cyprosulfamid is persistent in vegetative plants, the rest substances — moderately persistent. The potential ecotoxicological risk of the use of the investigated substances in the soil in ukrainian climate-soil conditions is on 2-3 orders of magnitude lower in comparison with sim-triazines and six-membered heterocycles and is on par with the imidazolinone and a sulfonylurea herbicides.

Keywords: herbicide, agrocenosis objects, hygienic reglamentation, ecotoxicological risk.

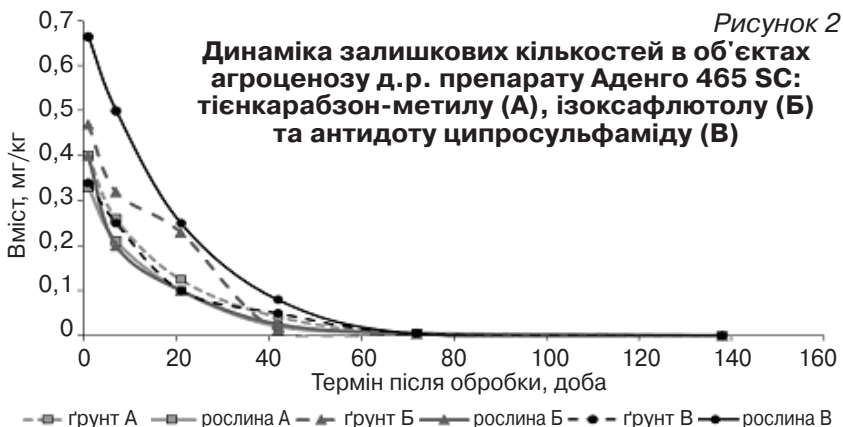
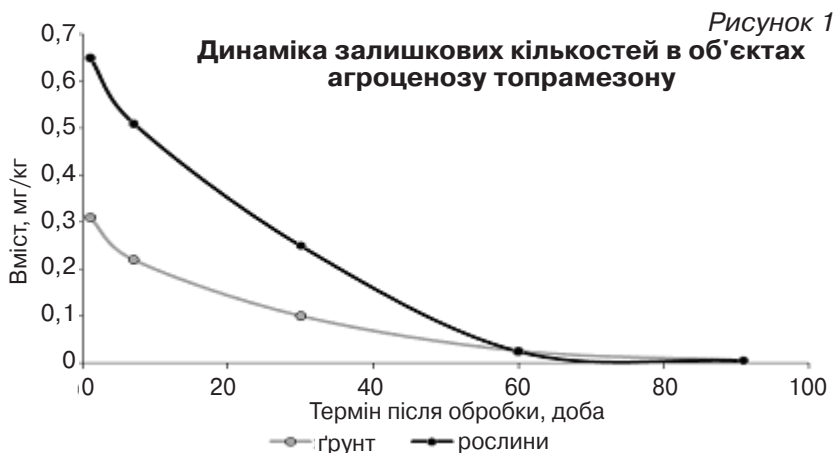
вали за критерієм Ст'юдента.

Результати та їх обговорення. Встановлено, що на 7-10 день після обробки концентрації досліджуваних речовин у ґрунті та зеленій масі рослин були дуже низькими — на рівні 0,07-0,32 мг/кг та 0,2-0,51 мг/кг відповідно, що зумовлено дуже малими нормами витрат. На 21 добу лише в одній пробі рослин кукурудзи та ґрунту було виявлено залишкові кількості ізоксафлютолу (0,32 мг/кг та 0,2 мг/кг відповідно), у решти сполук не виявлено. Йодсульфурон-метил натрію з першого дня після обробки не був виявлений у жодній пробі ґрунту, рослин та зерна кукурудзи. На момент збору врожаю залишкові кількості топрамезону, ізоксафлютолу, тіенкарбазон-метилу, ципросульфаміду, форамсульфурону та йодсульфурон-метилу натрію у зерні кукурудзи та ґрунті оброблених ділянок не були виявлені.

На основі отриманих фактичних даних доведено, що динаміка залишкових кількостей досліджуваних речовин у ґрунті та зеленій масі рослин підкоряється експоненціальній залежності (рис. 1-3). Це дозволило розрахувати константи швидкості руйнування (k), періоди напівруйнування (τ_{50}) та майже цілковитого руйнування (τ_{95}) тіенкарбазон-метилу, ципросульфаміду, топрамезону, форамсульфурону та ізоксафлютолу (табл. 3). Для йод-

сульфурон-метилу натрію зазначені показники не розраховували, тому що в усіх пробах ґрунту та рослин його залишкові кількості не були виявлені, що зумовлено його дуже низьким вмістом у препараті (1 г/л), а відповідно й малою нормою витрат — 1,5 г/га (табл. 1). Показники розраховували за 5-6 точками у трьох повторностях.

У випадку, якщо концентрація речовини у пробі була <МКВ, брали значення МКВ, якщо "не визначено" — 1/2 від МКВ. Оскільки тіенкарбазон-метил і ципросульфамід входять до складу двох препаратів Аденго 465 SC і Майстер Пауер OD, для встановлення їхнього класу небезпечності за стійкістю у ґрунті та зеленій масі рослин роз-



зеленої маси рослин кукурудзи, ніж з ґрунту ($p < 0,05$); ізоксафлютол та ципросульфамід — навпаки. Щодо тіенкарбазон-метилу, то при застосуванні обох препаратів він швидше руйнується у зеленій масі рослин кукурудзи, ніж у ґрунті, але ці розбіжності виявилися достовірними ($p < 0,05$) лише у разі застосування препарату МайсТер Пауер OD, що може бути пов'язано з втрічі меншою нормою витрати тіенкарбазон-метилу під час використання цього гербіциду, порівняно з препаратом Аденго 465 SC.

Відомо, що метаболізм інгібіторів АЛС у ґрунті, який відбувається внаслідок гідролітичного розпаду з подальшою ферментативно-каталітичною деструкцією під впливом ґрунтових мікроорганізмів, має

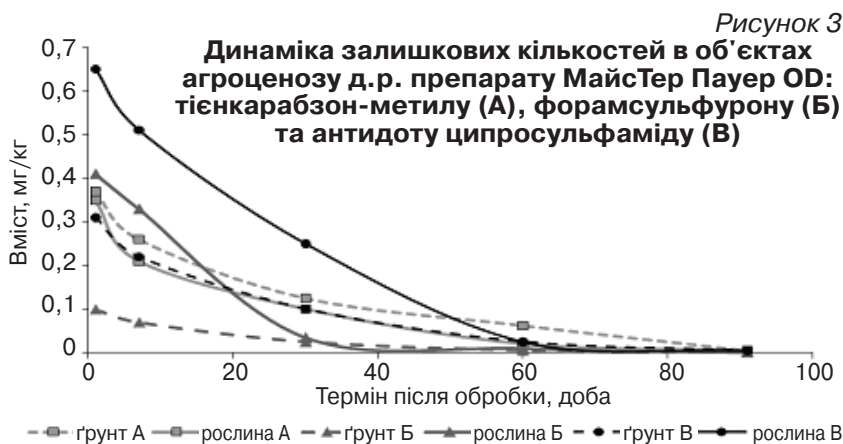
двохфазний характер: у перший період (до 30 діб після обробки) відбувається руйнація 50% речовини, тоді як 50% залишків зберігають активність у 5-10 разів довше [11, 12]. Інгібітори 4-ГФПД (зокрема топрамезон) можуть з'єднуватися з компонентами гумусу та відносно довго персистувати у ґрунті, хоча їхній основний шлях метаболізму ідентичний інгібіторам АЛС [13, 14].

Більшість досліджуваних речовин у натурних умовах руйнується швидше, ніж у лабораторних, що пояснюється комбінованою дією комплексу факторів у першому випадку та лише одним або кількома ізольованими, дія яких моделюється, — у другому. Так, у лабораторному експерименті окремо вивчаються гідроліз, фотоліз і мікробіологічна деструкція речовини. У натурних умовах усі ці процеси відбуваються одночасно. Крім того, має місце розсіювання речовини внаслідок вертикальної міграції (за профілем ґрунту, з ґрунту до рослин і повітря) та горизонтальної (поверхневий стік).

За даними літератури, у лабораторних умовах період напівруйнування (τ_{50} , доба) у ґрунті коливається у певних межах: топрамезону — 30-495, тіенкарбазон-метилу — 3,2-55, ципросульфаміду — 2,3-10,6, ізоксафлютолу — 2,3 та 1,3, форамсульфурону — 1,5-9,4,

раховували середній показник періоду напівруйнування, який становив для тіенкарбазон-метилу 16,7 та 14,3 доби відповідно; для ципросульфаміду — 14,9 та 18,1 доби відповідно.

Наведені у табл. 3 результати свідчать, що у ґрунтово-кліматичних умовах України топрамезон та форамсульфурон достовірно швидше зникають із



Таблиця 3

Показники деградації досліджуваних речовин в об'єктах агроценозу

Препарат	Речовина	Об'єкт	Показники швидкості руйнації ($M \pm m$)		Клас небезпечності
			τ_{50} , доба	τ_{95} , доба	
Стеллар	Топрамезон	ґрунт	15,7±0,2	68,0±0,9	III
		Зелена маса рослин	14,4±0,2	62,2±0,8	III
Аденго 465 SC	Ізоксафлютол	ґрунт	7,9±0,03	34,5±0,1	IV
		Зелена маса рослин	10,7±0,07	46,2±0,3	III
	Тіенкарбазон-метил	ґрунт	12,1±0,4	52,5±1,6	III
		Зелена маса рослин	11,7±0,1	50,6±0,5	III
	Ципросульфамід	ґрунт	11,2±0,2	47,3±0,8	III
		Зелена маса рослин	14,6±0,2	63,1±0,8	II
МайсТер Пауер OD	Тіенкарбазон-метил	ґрунт	19,3±0,4	83,4±1,5	III
		Зелена маса рослин	17,0±0,2	73,7±0,8	II
	Ципросульфамід	ґрунт	18,6±0,4	80,4±1,9	III
		Зелена маса рослин	21,7±0,3	94,1±1,3	II
	Форамсульфурон	ґрунт	14,7±0,6	63,8±2,5	III
		Зелена маса рослин	6,8±0,04	29,7±0,2	III

Примітка: клас небезпечності досліджуваних речовин встановлено згідно з ДСанПін 8.8.1.002-98 "Пестициди. Класифікація за ступенем небезпечності".

йодсульфурон-метилу натрію — 1-22; у польових умовах топрамезону — 9,0-81,4, тіенкарбазон-метилу — 17-45, ізоксафлютолу — 0,5-2,4, йодсульфурон-метилу натрію — 9-15 [15], що корелює з даними, отриманими під час проведення досліджень у ґрунтово-кліматичних умовах України (табл. 3). Усі досліджувані речовини зникають з ґрунту та зеленої маси рослин кукурудзи наполовину протягом двох тижнів після обробки та практично повністю — за 2-2,5 місяці. Як вже зазначалося, найдовше у ґрунті персистує тіенкарбазон-метил (τ_{50} 16,7 діб, τ_{95} 67,9 діб). З рослин найдовше виводиться ципросульфамід (τ_{50} 18,1 діб, τ_{90} 78,6 діб), що пояснюється його використанням у препаратах Аденго 465 SC та МайсТер Пауер OD як антидоту для захисту кукурудзи (активізує метаболізм ізоксафлютолу та тіенкарбазон-метилу), тому, ймовірно, довше у ній і затримується [6, 16].

Результати, отримані у ході натурних досліджень, було використано нами під час гігієнічного нормування вмісту топрамезону, тіенкарбазон-метилу та ципросульфаміду у зерні кукурудзи, кукурудзяній олії та ґрунті.

Враховуючи допустиму добову дозу топрамезону, тіенкарбазон-метилу та ципросульфаміду (0,0005 мг/кг, 0,05 мг/кг, 0,02 мг/кг відповідно), встановлено, що до організму людини з харчовими продуктами (як основним джерелом надходження пестицидів) їх може надійти не більше 0,021 мг, 2,1 мг та 0,84 мг відповідно.

Швидкий метаболізм досліджуваних речовин у кукурудзі є причиною відсутності їхніх залишків у зерні та фуражі на момент збору врожаю. Виходячи з фактичної відсутності топрамезону, тіенкарбазон-метилу та ципросульфаміду у зерні кукурудзи на час збору врожаю та МКВ аналітичних методів (табл. 2) було рекомендовано та затверджено у встановленому порядку величини максимально допустимого рівня (МДР) у зерні кукурудзи: топрамезону — "не допускається", тіенкарбазон-метилу — 0,4 мг/кг, ципросульфаміду — 0,5 мг/кг.

За середньодобового споживання кукурудзи на рівні 0,05 кг (як крупи) за умов дотримання встановлених МДР добове надходження (ДН) топрамезону, тіенкарбазон-метилу та ципросульфаміду не перевищить відповідно 0,01 мг, 0,02 мг та 0,025 мг, тобто не перевищить

відповідно 33,3%, 0,7% і 2,1% від допустимого ДН або 47,6%, 1,0% та 3,0% від розрахункового безпечного надходження з продуктами харчування, що підтверджує надійність встановлених гігієнічних нормативів.

Щодо гігієнічного нормування вмісту топрамезону, тіенкарбазон-метилу та ципросульфаміду у кукурудзяній олії, то, враховуючи фізико-хімічні властивості речовин — коефіцієнт розподілу н-октанол-вода ($\log P_o/w$ за температури 25°C топрамезону становить -1,2, тіенкарбазон-метилу — -1,98) та розчинність ципросульфаміду у неполярних органічних розчинниках (н-гексан — менше 0,001 г/л), немає підстав очікувати переходу залишків речовин в олію. Крім того, на момент збору врожаю ні

Таблиця 4

Порівняльна оцінка екотоксикологічної небезпечності гербіцидів різних класів та поколінь

Клас за механізмом дії	Хімічний клас гербіцидів	Речовина	Екотокс	Рангове місце	Джерело інформації	
Інгібітори 4-ГФПД	Оксазоли	Ізоксафлютол	$2,48 \times 10^{-5}$	6	Власні дослідження	
		Топрамезон	$8,25 \times 10^{-5}$	10		
Інгібітори АЛС	Сульфоніламіно-карбоніл-триазолінони	Тіенкарбазон-метил	$5,40 \times 10^{-5}$	9		
		Форамсульфурон	$1,90 \times 10^{-5}$	5		
	Сульфонілсечовини	Просульфурон	$3,04 \times 10^{-5}$	8		[18]
		Трибенурон-метил	$3,76 \times 10^{-6}$	3		
		Тріасульфурон	$1,24 \times 10^{-6}$	1		
		Тритосульфурон	$1,60 \times 10^{-5}$	4		
		Метсульфурон-метил	$2,51 \times 10^{-6}$	2		
	Імідазолінони	Імазапір	$3,00 \times 10^{-5}$	7		[19]
		Імазамокс	$1,60 \times 10^{-5}$	4		
Імазетапір		$2,07 \times 10^{-4}$	11			
Інгібітори фотосинтезу	Сим-триазини	Атразин	$3,09 \times 10^{-2}$	16	[20]	
		Пропазин	$1,17 \times 10^{-2}$	15		
		Симазин	$7,45 \times 10^{-2}$	17		
	Шестичленні гетероцикли	Бентазон	$1,02 \times 10^{-2}$	14		
		Метрибузин	$3,00 \times 10^{-3}$	13		
		Хлоридазон	$4,20 \times 10^{-4}$	12		

у зерні кукурудзи, ані в олії залишкових кількостей топрамезону, тіенкарбазон-метилу та ципросульфаміду не було виявлено. Саме тому вважаємо встановлення МДР досліджуваних речовин у кукурудзяній олії недоцільним.

Враховуючи вказані вище особливості поведінки досліджуваних речовин в об'єктах агроценозу, їх нормування у ґрунті було проведено розрахунковим методом [3]. З огляду на помірну стабільність (III клас небезпечності) топрамезону та тіенкарбазон-метилу у ґрунті були обґрунтовані і затверджені у чинному порядку їхні орієнтовно допустимі концентрації (ОДК): 0,3 мг/кг та 0,4 мг/кг відповідно.

Для оцінки потенційного ризику використання досліджуваних інгібіторів АЛС та 4-ГФПД для екосистем та біоценозів у ґрунтово-кліматичних умовах України було проведено розрахунок їхньої екотоксикологічної небезпечності (так званого екотоксу) за методикою, запропонованою М.М. Мельниковим [17]. Екотокс дозволяє порівняти екотоксичність досліджуваної речовини з екотоксичністю ДДТ, яку прийнято за 1, та оцінити відносну небезпеку забруднення довкілля цією речовиною.

Встановлено (табл. 4), що у ґрунтово-кліматичних умовах України екотоксикологічна небезпечність досліджуваних речовин для біоценозів на 5 порядків нижча, ніж ДДТ. При порівнянні з іншими гербіцидами показано, що екотоксичність досліджуваних речовин на 2-3 порядки нижча відносно гербіцидів попередніх поколінь (сим-триазинів та шестичленних гетероциклів), які за механізмом дії належать до інгібіторів фотосинтезу та перебувають на одному рівні з іншими сучасними інгібіторами АЛС (імідазолінонами та сульфонілсечовинами). Досліджувані інгібітори АЛС та 4-ГФПД, як і інші представники класу інгібіторів АЛС, належать до першої десятки найменш екотоксичних гербіцидів (табл. 4).

Висновки

1. Показано, що динаміка залишкових кількостей топрамезону, тіенкарбазон-метилу, ципросульфаміду, ізоксафлютолу та форамсульфурону у ґрунті

та зеленій масі рослин кукурудзи у разі застосування препаратів Стеллар, Аденго 465 SC та МайсТер Пауер OD підкоряється експоненціальній залежності. На момент збору врожаю залишкових кількостей досліджуваних речовин у зерні кукурудзи та кукурудзяній олії не було виявлено.

2. Встановлено, що у ґрунтово-кліматичних умовах України за стійкістю у ґрунті топрамезон, тіенкарбазон-метил, ципросульфамід та форамсульфурон належать до III класу небезпечності (помірно стійкі), ізоксафлютол — до IV класу (малостійкий); за стійкістю у вегетуючих рослинах ципросульфамід належить до стійких (II клас), що пов'язано з механізмом його дії на рослини, інші досліджувані речовини — до III класу (помірно стійкі) згідно з ДСанПін 8.8.1.002-98.

3. Науково обґрунтовано та затверджено у чинному порядку максимально допустимі рівні топрамезону, тіенкарбазон-метилу та ципросульфаміду у зерні кукурудзи й орієнтовно допустимі концентрації топрамезону та тіенкарбазон-метилу у ґрунті.

4. Встановлено, що потенційний екотоксикологічний ризик використання досліджуваних речовин у ґрунтово-кліматичних умовах України на 5 порядків нижчий, ніж ДДТ; на 2-3 порядки нижчий, порівняно з сим-триазинами і шестичленними гетероциклами та перебуває на одному рівні з іншими інгібіторами АЛС — імідазолінонами та сульфонілсечовинами.

5. Досліджені нами речовини мають низку переваг: вони є мало або помірно стійкими у ґрунті та оброблюваних рослинах, використовуються у дуже малих нормах витрат та є малотоксичними у разі перорального надходження до організму лабораторних теплокровних тварин. Усе вищезгадане зумовлює низький потенційний ризик негативного впливу досліджуваних речовин на наземні екосистеми і є вагомою підставою для широкого впровадження препаратів на їхній основі у сільськогосподарську практику.

ЛІТЕРАТУРА

1. Онищенко Г.Г. Гигиенические аспекты обеспечения экологической безопасности при

обращении с пестицидами и агрохимикатами / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. — 2003. — № 3. — С. 3-5.

2. Ларина Г.Е. Комплексная оценка действия гербицидов на компоненты агроценоза / Г.Е. Ларина // Агрохимия. — 2002. — № 4. — С. 54-64.

3. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: МУ № 4263-87. — [Утв. 13.03.87]. — К.: Минздрав УРСР, 1988. — 210 с.

4. Гончарук Е.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве: Руководство / Е.И. Гончарук, Г.И. Сидоренко — М.: Медицина, 1986. — 320 с.

5. Стеллар. Паспорт безпеки [Електронний ресурс] // Офіційний сайт фірми BASF. — Режим доступу: http://www.agro.basf.ua/ua/depoy/media/product_files/passport_safety/Stellar.pdf. — Назва з екрану.

6. Safety Data Sheet: Adengo [Електронний ресурс] // Офіційний сайт фірми Bayer CropScience. — Режим доступу: http://www.bayercropscience.com.ua.i.../ADENGO_RU10-03-02-1267539319.pdf. — Назва з екрану.

7. Safety Data Sheet: MaiseTer Pouer OD [Електронний ресурс] // Офіційний сайт фірми Bayer CropScience. — Режим доступу: http://www.bayercropscience.com.ua.i.../MAISE-TER_POUER_RU.pdf. — Назва з екрану.

8. World of Herbicides Poster [Електронний ресурс] / HRAC Herbicide Resistance Action Committee. — Режим доступу: <http://www.hracglobal.com>. — Назва з екрану.

9. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микрочислеств пестицидов: метод. указания № 2051-79: [Утв. 21.08.79]. — М.: М-во здравоохранения СССР, 1980. — 27 с.

10. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / С.Н. Лапач, А.В. Чубенко, П.Н. Бабич. — К.: МОРИОН, 2000. — 320 с.

11. Как ослабить остаточное действие сульфонилмочевинных гербицидов / Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков, Г.Е. Ларина Г.Е. и др. // Защита и ка-

рантин растений. — 2006. — № 2. — С. 59-61.

12. Ying Yong Advances in researches of environmental behavior of sulfonylurea herbicides in soil / Ying Yong, Xue Bao, Sheng Tai // Institute of soil science, Chinese Academy of sciences. — 2002. — № 13 (9). — P. 1187-1190.

13. Pesticide Fact Sheet: Topramezone [Електронний ресурс] / US Environmental Protection Agency. — Режим доступу: <http://www.epa.gov/opprd001/factsheets/topramezone.pdf>. — Назва з екрану.

14. Role of sorption and degradation in the herbicidal function of isoxaflutole / G.K. Sims, S. Taylor-Lovel, G. Tarr et al. // Pest management science. — 2009. — № 2. — P. 1933-1939.

15. Каталог пестицидов — PPDB [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.rupest.ru>. — Назва з екрану.

16. What's new for agronomic weed control: 2011 [Електронний ресурс] / Penn. State University, Department of Crop and Soil Sciences. — Режим доступу: <http://www.extension.psu.edu/weeds/documents/weed-control-2011.pdf>. — Назва з екрану.

17. Мельников Н.Н. К вопросу о загрязнении почвы хлорорганическими соединениями / Н.Н. Мельников // Агрехимия. — 1996. — № 10. — С. 72-74.

18. Карпенко В.В. Гігієнічна оцінка гербіцидів — похідних сульфонілсечовини та наукове обґрунтування регламентів їх безпечного застосування на зернових культурах: автореф. дис. канд. мед. наук: спец. 14.02.01 "Гігієна та професійна патологія" / В.В. Карпенко; Нац. мед. ун-т ім. О.О. Богомольця. — К., 2009. — 23 с.

19. Дема О.В. Гігієнічна обґрунтування регламентів використання у сільському господарстві гербіцидів на основі імазетапіру: автореф. дис. канд. мед. наук: спец. 14.02.01 "Гігієна та професійна патологія" / О.В. Дема — К., 2007. — 21 с.

20. Мельников Н.Н. Сравнительная опасность загрязнения почвы гербицидами — производными симм-триазинов и некоторых других шестичленных гетероциклических соединений / Н.Н. Мельников, С.Р. Белан // Агрехимия. — 1997. — № 2. — С. 66-67.

Надійшла до редакції 09.03.2012.

GLAUCONITE (GLAUCONICOLITE): HYGIENIC AND ECOSORBSION PROPERTIES (REVIEW)

Khopyak N.

ГЛАУКОНИТ (ГЛАУКОНИТОЛІТ): ХАРАКТЕРИСТИКА ГІГІЄНИЧНИХ ТА ЕКОСОРБЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ (ОГЛЯД)



лауконіт (стара українська назва — зеленка; англійська — glauconite, celadongreen; грецька — глаукос блакитно-зелений, німецька — Glaukonit). Глауконіт родовища Поділля (Адамівське, Хмельницької області) дістав назву глауконітоліт [7]. Це комплексний екологічний сорбент, що являє собою природний композит — мінерал класу силікатів групи гідроліду сингонія моноклінна, колір зелений, блиск матовий; високомагнезійні відміни, називають селадонітом (силікат

ХОП'ЯК Н.А.

Львівський національний медичний університет ім. Данила Галицького

УДК 613 : 628.4.045

ГЛАУКОНИТ (ГЛАУКОНИТОЛИТ): ХАРАКТЕРИСТИКА ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭКОСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ (обзор)
Хопяк Н.А.

Глауконитолит — экологический сорбент, имеющий высокую пористость, большую активную удельную поверхность и емкость катионного обмена (замещения) изоморфного, химического и физического характера, фильтрационную способность, емкость поглощения нефтепродуктов и высокотоксичных веществ органического и неорганического происхождения.

Охарактеризованы минералогический, гранулометрический, химический, микроэлементный составы, физические и фильтрационные способности, микроморфологические и структурные особенности. Приведены параметры токсикометрии и даны рекомендации по использованию глауконитолита для профилактики загрязнения грунтов нефтепродуктами и различными ксенобиотиками. Глауконитолит хорошо поглощает нефтепродукты и соли тяжелых металлов, очищает воду от различных пестицидов, изменяет физико-химические свойства промышленных отходов, превращает жидкость в твердый материал. Предложен метод обезвреживания некачественных лекарственных препаратов на ГП "Львовдиалик" путем их смешивания с экосорбентом глауконитолитом. Смешивание отходов с экологическим сорбентом глауконитолитом в соотношении 1:1 в 1,3 раза снижает миграцию карбамида и формальдегида в воду, нормализует показатели биологического и химического потребления кислорода, что позволяет отнести отходы производства карбомидоформаль-дегидной смолы к IV классу опасности и вывозить их на полигоны твердых промышленных отходов без ограничений, используя в качестве перекрывающего слоя. Биореагент культуры *Pseudomonas species PS-17* — поверхностно-активное вещество "Поликом" (комплекс моно- и диромнолипидов) — полимер альгинатной природы (полиуронид блоковой структуры, линейный полимер манурановой кислоты и 5 эпимер-а-гулурановой кислоты). Применяется в качестве модификатора экологического сорбента глауконита, солюбилируя (эмульгируя) нефтепродукты при их разливах, и самостоятельно — в виде культуральной жидкости для очистки воды и грунта при авариях на объектах нефтедобычи, нефтепереработки и транспортировании нефтепродуктов.

© Хоп'як Н.А. СТАТТЯ, 2012.