

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И РЕГЛАМЕНТАЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ИМИДАКЛОПРИДА И ЛЯМБДА-ЦИГАЛОТРИНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗЕРНОВЫХ ЗЛАКОВЫХ КУЛЬТУР И КУКУРУЗЫ

И.В. Лепешкин, кандидат мед. наук, Е.Н. Багацкая, кандидат сельхоз. наук,  
В.И. Медведев, кандидат мед. наук, А.П. Кравчук, кандидат мед. наук,  
Л.П. Иванова, кандидат мед. наук, А.П. Гринько, кандидат хим. наук,  
Г.В. Зварич, В.В. Михайлов

ГП "Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности  
имени академика Л.И. Медведя Министерства здравоохранения Украины", г. Киев

**Резюме. Цель.** Гигиеническая оценка применения препаратов на основе имидаклоприда и лямбда-цигалотрина для защиты зерновых злаковых культур и кукурузы в сельском хозяйстве Украины.

**Методы.** Изучение динамики содержания имидаклоприда и лямбдацигалотрина было проведено в 2-х главных агроклиматических зонах Украины в 2004–2014 гг. в ходе полевых испытаний инсектицидов на их основе. Сельскохозяйственные культуры обрабатывались пестицидами с нормами расхода, рекомендованными производителем: на посевах пшеницы озимой и яровой, ячменя ярового с нормой расхода имидаклоприда от 24 г/га до 75 г/га, лямбда-цигалотрина от 7 г/га до 8 г/га, на посевах кукурузы с нормой расхода имидаклоприда от 21 г/га до 37,5 г/га и лямбда-цигалотрина от 7 г/га до 12,5 г/га. Остаточные количества имидаклоприда в исследуемых пробах сельскохозяйственной продукции определялись с помощью химико-аналитических методов высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и лямбда-цигалотрина – газожидкостной хроматографии (ГЖХ)

**Результаты.** Результаты проведенных исследований свидетельствуют о достаточно быстром снижении остаточных количеств изучаемых веществ. В период сбора урожая содержание имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в зерне зерновых злаковых культур и кукурузы не обнаруживались. Рассчитаны периоды полураспада вещества в изучаемых сельскохозяйственных культурах. Рассчитано теоретически возможное поступление имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в организм взрослого человека с хлебными изделиями и крупами. Полученные данные оценены по величине допустимого суточного поступления (ДСП) вещества в организм человека.

**Выводы.** Имидаклоприд и лямбда-цигалотрин по показателю деградации в растениях относятся к пестицидам 3-4 класса опасности (умеренно, -малостойким веществам). Утвержденные МДУ безопасного содержания изученных веществ в зерне хлебных злаков и кукурузы и период ожидания до сбора урожая обеспечивают безопасность применения инсектицидов, содержащих имидаклоприд и лямбда-цигалотрин.

**Ключевые слова:** имидаклоприд, лямбда-цигалотрин, остаточные количества пестицидов, полевые испытания.

Препараты на основе имидаклоприда и лямбда-цигалотрина широко используются в агропромышленном секторе сельского хозяйства Украины, а также в личных хозяйствах (для розничной продажи населению). Спектр сельскохозяйственных культур, на котором применяются данные инсектициды, включает зерновые злаковые культуры, кукурузу, подсолнечник, рапс, сою, сахарную свеклу, овощные и плодово-ягодные культуры.

Инсектициды, содержащие имидаклоприд и лямбда-цигалотрин, эффективны против популяций вредителей, которые резистентны к пиретроидам и фосфорорганическим соединениям. Данные вещества отличаются высокой системной активностью, быстротой и длительностью действия.

Имидаклоприд относится к классу неоникотиноидов контактно-кишечного механизма действия на вредителей, с системной и трансламинарной активностью. Имидаклоприд проникает внутрь

растения через листья и стебли, распределяется по паренхиме и передвигается по ксилеме.

Лямбда-цигалотрин относится к классу синтетических пиретроидов контактного и кишечного действия на насекомых и клещей. Действующее вещество остается на поверхности обрабатываемых растений.

Высокая эффективность действия инсектицидов на основе имидаклоприда и лямбда-цигалотрина обуславливает их широкое применение в сельском хозяйстве. В связи с этим существует необходимость определения содержания их остаточных количеств в обрабатываемых сельскохозяйственных культурах и установления гигиенических нормативов, а также регламентов безопасного применения препаратов на основе имидаклоприда и лямбда-цигалотрина.

**Цель данной работы** — гигиеническая оценка и регламентация применения препаратов на основе имидаклоприда и лямбда-цигалотрина на зерновых злаковых культурах и кукурузе в сельском хозяйстве Украины.

**Материалы и методы исследования.** Исследования по изучению содержания имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в зерновых злаковых культурах и кукурузе, выращенных с использованием препаратов на их основе (как однокомпонентных, содержащих одно действующее вещество, так и двухкомпонентных, содержащих оба действующих вещества), выполнены в ходе государственных полевых испытаний инсектицидов в Украине в 2004-2014 гг. в различных почвенно-климатических зонах Полесья и Лесостепи. Испытания 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» и «Методических указаниях по гигиенической оценке новых пестицидов» [1, 2].

Нормы расхода имидаклоприда и лямбда-цигалотрина при применении их в составе однокомпонентных препаратов составляли 30-60 г д.в./га, однократно и 7,5-20 г д.в./га, двукратно соответственно. Препараты на основе двух действующих веществ применялись на посевах пшеницы озимой и яровой, ячменя ярового с нормами расхода имидаклоприда 24-75 г/га и лямбда-цигалотрина 8-25 г/га и кратностью обработок — двукратно; на посевах кукурузы с нормами расхода имидаклоприда 21-37,5 г/га и лямбда-цигалотрина 7-12,5 г/га, двукратно.

Схема исследований включала отбор проб зерновых злаковых культур и кукурузы со дня обработки сельскохозяйственной культуры инсектицидом (появление вредителей) до дня сбора урожая. Для каждого инсектицида было предусмотрено от 4 до 6 сроков (периодов) отбора проб сельскохозяйственной культуры после обработки. Кроме

того, отбирались пробы зерна урожая зерновых злаковых культур и кукурузы, обработанных инсектицидом, на других опытных участках.

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» [3].

Химико-аналитическое определение имидаклоприда и лямбда-цигалотрина осуществлялось в соответствии с разработанными методическими указаниями [4-6].

Пределы количественного определения имидаклоприда в зеленых растениях — 0,1 мг/кг, зерне хлебных злаков и зерне кукурузы — 0,05 мг/кг, кукурузном масле — 0,06 мг/кг.

Пределы количественного определения лямбда-цигалотрина в зеленых растениях — 0,01 мг/кг, зерне хлебных злаков и кукурузы — 0,01 мг/кг, кукурузном масле — 0,2 мг/кг.

**Результаты и их обсуждение.** Пестицидные препараты, содержащие имидаклоприд и лямбда-цигалотрин, по острой пероральной токсичности относятся к 3 классу опасности, ингаляционной токсичности — к 2-3 классу опасности, дермальной токсичности — к 4 классу опасности, по раздражающему действию на кожу — к 3-4 классу опасности и на слизистые оболочки глаз — к 2-3 классу опасности, аллергенному действию — к 4 классу. По лимитирующим критериям вредности указанные препараты относятся к 2-3 классу опасности в соответствии с ДСанПІН 8.8.1.2.002-98[7].

По критериям «стабильность в воде и почве» лямбда-цигалотрин относится к пестицидам 3 и 4 класса опасности соответственно, имидаклоприд — к пестицидам 1 и 2 класса опасности.

Учитывая показатели потенциальной и реальной опасности инсектицидов на основе изучаемых действующих веществ, а также широкую сферу их применения, с целью оценки безопасности сельскохозяйственной продукции проведен анализ данных зарубежной литературы по содержанию остаточных количеств имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в сельскохозяйственных культурах, а также экспериментальное изучение содержания имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в зерновых злаковых культурах и кукурузе в ходе полевых испытаний в Украине.

По данным литературы [8], метаболизм имидаклоприда в растениях изучен на широком спектре сельскохозяйственных культур (фруктовые, овощные, зерновые злаковые) при различных способах применения вещества (внесение в почву, обработка растений в период вегетации, обработка семян перед высевом/посадкой). Деструкция имидаклоприда во всех случаях была сходной. Имидаклоприд обнаруживался как основной ком-

понент и составлял 80-88 % от исходной концентрации. Основными метаболитами являлись циклические гуаниды, 4 и 5-гидроксипроизводные. В небольшом количестве образуются циклические мочевины, нитрозосоединения, олефины и глюкозиды. Поскольку количество метаболитов в изучаемых сельскохозяйственных культурах незначительно (5,5 %), нормирование содержания остаточных количеств рекомендовано проводить по имидаклоприду.

Данные по изучению остаточных количеств имидаклоприда в зерне хлебных злаков и кукурузы, полученные в странах Северной и Южной Европы и Австралии, показали, что количество вещества в период сбора урожая не превышало 0,1 мг/кг. Так, содержание имидаклоприда в зерне ячменя (Австралия, Германия) составляло от менее 0,02 мг/кг до 0,05 мг/кг, в зерне овса (Германия, Швеция, Австралия) — от менее 0,02 мг/кг до 0,11 мг/кг, в зерне пшеницы (Австралия, Германия, Великобритания) — 0,04-0,05 мг/кг. Остаточные количества имидаклоприда в зерне кукурузы составляли от менее 0,02 мг/кг до 0,05 мг/кг.

Деградация лямбда-цигалотрина в растениях происходит путем расщепления сложноефирной связи с последующим гидроксилированием продуктов распада. Основным компонентом распада является лямбда-цигалотрин — более 75 % от начальной концентрации. Метаболиты образуются в незначительном количестве (менее 2 %) и обнаруживаются на уровне менее 0,001 мг/кг. Поэтому нормирование в сельскохозяйственных культурах и продукции рекомендовано проводить по лямбда-цигалотрину.

Содержание остаточных количеств лямбда-цигалотрина в зерновых злаковых культурах изучено в Европейском Союзе на ячмене, овсе, тритикале и пшенице при норме расхода действующего вещества — 0,008 кг/га. В зерне овса остаточные количества лямбда-цигалотрина обнаруживались в диапазоне от менее 0,01 мг/кг до 0,02 мг/кг, в зерне пшеницы от менее 0,01 мг/кг до 0,01 мг/кг, в зерне ячменя от 0,02 мг/кг до 0,5 мг/кг и в зерне тритикале не превышали 0,01 мг/кг. Срок ожидания до сбора урожая составлял 28 дней.

В США изучение содержания остаточных количеств лямбда-цигалотрина в зерне пшеницы и кукурузы проводилось после его применения с нормой расхода 0,034 кг/га. Содержание остаточных количеств вещества в зерне пшеницы составляло от менее 0,01 мг/кг до 0,03 мг/кг. Срок ожидания до сбора урожая пшеницы — 30 дней. Содержание остаточных количеств лямбда-цигалотрина в зерне кукурузы было от 0,01 мг/кг до 0,02 мг/кг. Срок ожидания до сбора урожая кукурузы составлял 21 день [9].

В Украине исследования по изучению содержания имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в зер-

новых злаковых культурах и кукурузе проводились в ходе государственных полевых испытаний инсектицидов на их основе в различных агроклиматических зонах.

Определение остаточных количеств имидаклоприда при применении его в составе однокомпонентных препаратов с нормой расхода 30-60 г д.в./га, однократно показало, что содержание вещества в растениях и зерне хлебных злаков снижалось в течение периода вегетации. В урожае хлебных злаков (29, 30, 50 суток) остаточные количества имидаклоприда не обнаруживались на уровне предела обнаружения методом ВЭЖХ — 0,01 мг/кг.

Остаточное количество лямбда-цигалотрина в сельскохозяйственных культурах при его применении в составе однокомпонентных препаратов с нормой расхода 7,5-20 г д.в./га, двукратно составляло в зерне хлебных злаков и кукурузы в период сбора урожая (20, 28, 40, 49, 56 суток) на уровне предела количественного определения методом ГЖХ — 0,01 мг/кг или не обнаруживалось на уровне пределов обнаружения методом ГЖХ — 0,003 мг/кг.

После применения инсектицидов на основе двух действующих веществ, в день обработки в зеленых растениях зерновых злаковых культур имидаклоприд обнаруживался в количествах от 0,26 мг/кг до 1,2 мг/кг и лямбда-цигалотрин от 0,14 мг/кг до 0,33 мг/кг. В дальнейшем на 3-4сутки, 7-8 суток и 15 суток после обработки в зеленых растениях зерновых злаковых культур наблюдалось снижение содержания имидаклоприда и лямбда-цигалотрина. На 15 суток соответственно до 0,15 мг/кг и 0,064 мг/кг. На 30 суток после обработки в колосе зерновых злаковых культур и в зерне в период сбора урожая (30, 31, 34, 35 и 42 суток) имидаклоприд и лямбда-цигалотрин не обнаруживались на уровне пределов обнаружения соответственно — 0,01 мг/кг и 0,003 мг/кг.

После применения инсектицидов на кукурузе в день обработки количество имидаклоприда, обнаруженное в зеленых растениях, составляло 1,9 мг/кг и лямбда-цигалотрина 0,78 мг/кг. На 3 суток после обработки в початках кукурузы содержание имидаклоприда и лямбда-цигалотрина составляло соответственно 0,068 мг/кг и менее 0,01 мг/кг, на 4 суток — менее 0,05 мг/кг и 0,045 мг/кг. На 7-8, 14-15 и 28-30 суток после обработки имидаклоприд и лямбда-цигалотрин в початках кукурузы не обнаруживались. В период сбора урожая (35, 41, 42, 46 и 50 суток) в зерне кукурузы и кукурузном масле, полученном из зерна урожая, действующие вещества не обнаруживались на уровне пределов обнаружения имидаклоприда в зерне кукурузы и кукурузном масле — 0,02 мг/кг, лямбда-цигалотрина в зерне кукурузы — 0,003 мг/кг и кукурузном масле — 0,07 мг/кг.

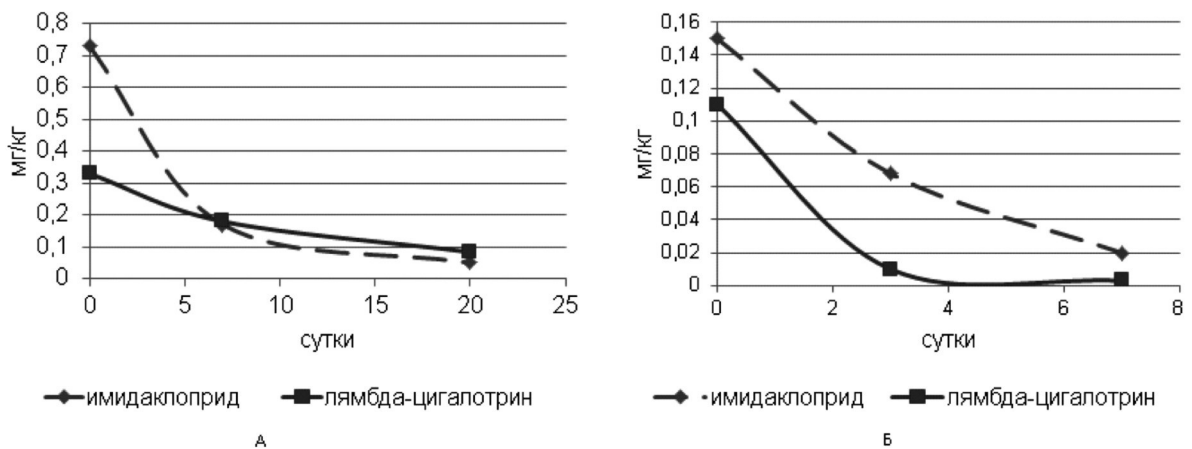
Полученные результаты исследований динамики распада имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в изученных сельскохозяйственных культурах показали, что уменьшение количества действующих веществ в растениях осуществляется по экспонентной кривой (рис. 1).

Используя фактические данные натурных исследований и уравнения реакции первого порядка [10-11], были рассчитаны константа скорости распада ( $k$ ), период полураспада ( $T_{50}$ ) и период распада вещества на 90 % ( $T_{90}$ ) имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в растениях пшеницы озимой и кукурузы (табл. 1 и 2).

Полученные результаты показывают, что период полураспада ( $T_{50}$ ) имидаклоприда для зеленых растений пшеницы озимой — 3-5 дней и для кукурузы — 1-2 дня.  $T_{50}$  лямбда-цигалотрина для растений пшеницы составляет 4-11 дней и для кукурузы — 1-2 дня.

В соответствии с ДСанПін 8.8.1.002-98 по критерию «стабильность в вегетирующих сельскохозяйственных культурах и сельскохозяйственном сырье» в пшенице озимой имидаклоприд и лямбда-цигалотрин можно отнести к 3-4 классу опасности, в кукурузе — к 4 классу опасности.

Через 30 дней после последней обработки зерновых злаковых культур и кукурузы препаратами на основе имидаклоприда и лямбда-цигалотрина содержание остаточных количеств данных веществ в зерне хлебных злаков и зерне кукурузы было ниже пределов их количественного определения или не обнаруживались.  $T_{50}$  имидаклоприда в зерновых злаковых культурах не превышает 5 дней и лямбда-цигалотрина 11 дней,  $T_{50}$  в кукурузе имидаклоприда и лямбда-цигалотрина не превышает 2 дней. Принимая во внимание изложенное, был рекомендован срок ожидания до сбора урожая 30 дней, что будет гарантировать



**Рис. 1.** Динамика распада имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в растениях пшеницы (А) и кукурузы (Б).

Таблица 1

**Показатели скорости деградации имидаклоприда в озимой пшенице и кукурузе**

Место и год применения препарата на основе имидаклоприда	Показатели скорости деградации			
	$k, \text{сутки}^{-1}$	$R^2$	$T_{50}, \text{сутки}$	$T_{90}, \text{сутки}$
Озимая пшеница				
Киевская область (2010 г.)	0,129	0,95	5	18
Черкасская область (2012 г.)	0,145	0,76	5	16
Киевская область (2010 г.)	0,280	0,96	5	8
Киевская область (2014 г.)	0,130	0,86	5	18
Кукуруза				
Киевская область (2012 г.)	0,569	0,89	1	4
Киевская область (2014 г.)	0,289	0,99	2	8

$R^2$  — коэффициент детерминации

Таблица 2

## Показатели скорости деградации лямбда-цигалотрина в озимой пшенице и кукурузе

Место и год применения препарата на основе лямбда-цигалотрина	Показатели скорости деградации			
	$k, \text{сутки}^{-1}$	$R^2$	$T_{50}, \text{сутки}$	$T_{90}, \text{сутки}$
Озимая пшеница				
Киевская область (2010 г.)	0,065	0,93	11	35
Черкасская область (2012 г.)	0,100	0,98	7	23
Киевская область (2010 г.)	0,200	0,60	4	12
Киевская область (2014 г.)	0,063	0,93	11	36
Кукуруза				
Киевская область (2012 г.)	0,425	0,87	2	5
Киевская область (2014 г.)	0,500	0,93	1	5

безопасность сельскохозяйственной продукции для населения.

На основании результатов проведенных исследований в Украине установлены соответствующие величины максимально допустимых уровней (МДУ) имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в зерне хлебных злаков, зерне и масле кукурузы (табл. 3).

Учитывая, что продукция из хлебных злаков занимает значительное место в рационе питания человека, был проведен расчет теоретически возможного поступления имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в организм взрослого человека с хлебными изделиями (в перерасчете на муку) и крупами. Полученные данные оценены относительно величины допустимого суточного поступления (ДСП) веществ в организм человека.

Возможное суточное поступление имидаклоприда и лямбда-цигалотрина с пищевыми продуктами, полученными из зерна хлебных злаков и кукурузы, составляет соответственно 1,1 % и 3,4 % от их допустимого суточного поступления. Данные величины приведены без учета фактора (коэффициента) переработки.

Однако в процессе технологической обработки зерна уровни остатков в полученных продуктах переработки (отруби, мука) могут уменьшаться или возрастать. Распределение остаточных количеств действующих веществ пестицидов при технологической обработке зерна в разных фракциях помола различно.

Коэффициент переработки рассчитывается как отношение остатков в продуктах переработки (отруби, мука и т.д.) к остаткам в исходной сельскохозяйственной продукции (зерно). Если величина коэффициента переработки меньше единицы, то это указывает на снижение остаточных количеств пестицида в полученном продукте, если выше — то на концентрирование пестицида в соответствующем продукте [12, 14].

Величины коэффициентов переработки для имидаклоприда и лямбда-цигалотрина, а также их средние количества в продуктах, полученных из зерна хлебных злаков, представлены по данным литературы [8, 9, 15] в таблице 4.

Представленные результаты свидетельствуют о том, что имидаклоприд и лямбда-цигалотрин в

Таблица 3

## Величины МДУ имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в зерне хлебных злаков и кукурузе (Украина)

Культура	МДУ, мг/кг (ПКО метода, мг/кг)	
	имидаклоприд	лямбда-цигалотрин
Зерно хлебных злаков	0,1 (ВЭЖХ — 0,05)	0,01 (ГЖХ — 0,01)
Кукуруза зерно	0,05 (ВЭЖХ — 0,05)	0,01 (ГЖХ — 0,01)
Кукуруза масло	не требуется	0,2 (ГЖХ — 0,2)

ПКО — предел количественного определения

**Кoeffициенты переработки и количество имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в продуктах, полученных из зерна пшеницы**

Продукты технологической обработки	Кoeffициент переработки	Среднее содержание в продуктах переработки, мг/кг
	имидаклоприд/ лямбда-цигалотрин	Имидаклоприд* / лямбда-цигалотрин**
Отруби	3,5/4,5	0,175/0,045
Мука	0,5/0,5	0,025/0,005

\*Исходя из средних обнаруживаемых остатков имидаклоприда в зерне пшеницы — 0,05 мг/кг.

\*\*Исходя из средних обнаруживаемых остатков лямбда-цигалотрина в зерне пшеницы — 0,01 мг/кг.

процессе технологической обработки зерна будут концентрироваться в отрубях, поскольку коэффициенты переработки составляют соответственно 3,5 и 4,5. В муке количество изучаемых веществ будет уменьшаться относительно их содержания в зерне.

Принимая во внимание возможность концентрирования имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в отрубях, полученных из зерна хлебных злаков, следует рассмотреть вопрос о необходимости разработки их МДУ в указанной продукции.

#### Выводы

- По лимитирующим показателям токсичности изученные инсектициды, содержащиеся в качестве действующих веществ имидаклоприд и лямбда-цигалотрин, относятся к пестицидам 2-3 класса опасности.
- Рассчитанные по результатам проведенных исследований величины периодов полураспада имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в пшенице озимой и кукурузе позволяют отнести эти действующие вещества по критерию «стабильность в вегетирующих сельскохозяйственных культурах и сельскохозяйственном сырье» к 3-4 классу опасности.
- Максимально допустимые уровни содержания имидаклоприда в зерне хлебных злаков и кукурузы составляют соответственно 0,1 мг/кг и 0,05 мг/кг (пределы количественного определения методом ВЭЖХ — 0,05 мг/кг), кукурузном масле — не требуется.
- Максимально допустимые уровни содержания лямбда-цигалотрина в зерне хлебных злаков и зерне кукурузы составляют соответственно 0,01 мг/кг и 0,01 мг/кг (пределы количественного определения методом ГЖХ — 0,01 мг/кг), кукурузном масле — 0,2 мг/кг (предел коли 0,2 мг/кг).
- Возможное суточное поступление имидаклоприда и лямбда-цигалотрина с пищевыми продуктами, полученными из зерна хлебных злаков и кукурузы, составляют соответственно 1,1 % и 3,4 % от их допустимого суточного поступления.
- При соблюдении гигиенических регламентов применения инсектицидов на основе имидаклоприда и лямбда-цигалотрина в сельском хозяйстве Украины для защиты зерновых злаковых культур и кукурузы не является опасным с позиций возможности загрязнения указанными веществами зерна урожая зерновых злаковых культур, зерна и масла кукурузы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Guideline for the testing of chemicals. Crop field trial — OECD. — № 509 (7) September, 2009. — 44 p.
- Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов: утв. МЗ СССР 13.03.87 № 4263-87. — Киев: Минздрав СССР. 1988. — 210 с.
- Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов: утв. МЗ СССР 21.08.1979 №2051-79. — Москва: Минздрав СССР, 1980. — 40 с.
- Коршун О.М. Методичні вказівки з визначення імідаклоприду в зерні хлібних злаків методом високоефективної рідинної хроматографії №442-2003 від 26.09.03 / О.М. Коршун, Д.Б. Гиренко, С.Т. Мельничук // Методичні вказівки з визначення мікроколичеств пестицидів у продуктах харчування, кормах та навколишньому середовищі. — Збірник № 42. — Київ: Міністерство охорони навколишнього природного середовища України, 2005. — С. 30–41.
- Методические указания по определению имидаклоприда в кукурузе и подсолнечнике и растительных маслах хроматографическими методами № 96-98 от 20.04.98/ [В.Д. Чмиль, С.В. Мурашко,

- О.С. Зульфигаров и др.] // Методические указания по определению микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. — Сборник № 26. — Киев: Укргоسخимкомиссия, 2000. — С. 179–184.
6. Методичні вказівки з визначення лямбда-цигалотрину у персиках, огірках, помідорах, баклажанах, картоплі, цукровому буряку, зерні пшениці, кукурудзи, насінні ріпаку, кукурудзяній та ріпаковій олії методом газорідинної хроматографії № 370-2002 від 13.12.02/[Д.Б. Гиренко, О.М. Коршун, А.П. Виповська та ін.] // Методичні вказівки з визначення мікро кількостей пестицидів в харчових продуктах, кормах та навколишньому середовищі. — Збірник № 41. — Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2007. — С. 123–140.
  7. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.2.002-98, затв. МОЗ України 28.09.98 № 2. — Київ, 1998. — 20 с.
  8. Pesticide residues in food — 2002 Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues. — Rome, Italy 16-25 September, 2002. — P. 150–180.
  9. Pesticide residues in food 2008 Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues — Report of the Joint Meeting of the FAO Panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues. — Rome, Italy, 9-18 September. — 2008. — P. 147–167.
  10. Hoskin M., 1961. Mathematical treatments of the rate of loss of pesticide residues / M. Hoskin / Food and Agriculture Organization Plant Protection Bulletin, 9. — P. 163–168.
  11. 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 Document Reference Sanco/10058/2005 version 2.0. — 434 p.
  12. Processing Factors of Several Pesticides and Degradation Products in Carrots by Household and Industrial Processing Aurore Bonnechère, Vincent Hanot, Ruben Jolie, Marc Hendrickx, Claude Bragard, Thomas Bedoret & Joris Van Loco // Journal of Food Research; Vol. 1, No. 3; 2012.— P. 68–83.
  13. Семенова Н.Н. Теоретические аспекты имитационного моделирования поведения пестицидов в агроценозе для оптимизации экотоксикологических параметров в защите растений /авторефер. дис. на соискание ученой степени д.б.н.: спец. 06.01.11 — защита растений /Санкт-Петербург. — 2007. — 19 с.
  14. OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Testing and Assessment No. 96 Guidance Document On Magnitude Of Pesticide Residues In Processed Commodities// Environment Directorate Joint Meeting Of The Chemicals Committee And The Working Party On Chemicals, Pesticides And Biotechnology — (2008) 23 — 44 p.
  15. List of processing factors /Rationale processing factors January 30, 2015. — P. 153.

**Гігієнічна оцінка та регламентація застосування інсектицидів на основі імідаклоприду і лямбда-цигалотрину для захисту зернових злакових культур і кукурудзи**

І.В. Лепешкін, О.М. Багацька, В.І. Медведев, О.П. Кравчук,

Л.П. Іванова, А.П. Гринько, Г.В. Зварич, В.В. Михайлов

ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ

**Резюме. Мета.** Гігієнічна оцінка застосування препаратів на основі імідаклоприду та лямбда-цигалотрину для захисту зернових злакових культур та кукурудзи в сільському господарстві України.

**Методи.** Вивчення динаміки вмісту імідаклоприду та лямбда-цигалотрину було проведено у 2 головних агрокліматичних зонах України в 2010-2014 рр. у ході польових випробувань інсектицидів на їхній основі. Сільськогосподарські культури оброблялися пестицидами з нормами витрати, рекомендованими виробником: на посівах пшениці озимої та ярої, ячмені ярому з нормою витрати імідаклоприду від 24 г/га до 75г/га, лямбда-цигалотрину від 7 г/га до 8г/га, на посівах кукурудзи з нормою витрати імідаклоприду від 21 г/га до 37,5г/га і лямбда-цигалотрину від 7 г/га до 12,5г/га. Залишкові кількості імідаклоприду в досліджуваних пробах сільськогосподарської продукції визначалися за допомогою хіміко-аналітичних методів високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) і лямбда-цигалотрину — газорідинної хроматографії (ГРХ).

**Результати.** Результати проведених досліджень свідчать про досить швидке зниження залишкових кількостей досліджуваних речовин. У період збору врожаю залишкові кількості імідаклоприду та лямбда-цигалотрину в зерні зернових злакових культур та кукурудзи не виявлялися. Розраховано періоди напіврозпаду досліджуваних речовин у сільськогосподарських культурах та теоретично можливе надходження імідаклоприду та лямбда-цигалотрину в організм дорослої людини з хлібними виробами та крупами. Одержані дані оцінено за величиною допустимого добового надходження (ДДН) речовини в організм людини.

**Висновки.** Імідаклоприд і лямбда-цигалотрин за показником деградації в рослинах відносяться до пестицидів 3-4 класу небезпеки (помірно, -малостійки речовини). Затверджені МДР безпечного вмісту вивчених речовин у зерні хлібних злаків і кукурудзи та період очікування до збору врожаю забезпечують безпечність використання інсектицидів на основі імідаклоприду та лямбда-цигалотрину.

**Ключові слова:** імідаклоприд, лямбда-цигалотрин, залишкові кількості пестицидів, польові випробування.

**Hygienic assessment and regulation of imidacloprid and lambda-cyhalothrin containing insecticides for cereals and maize protection**

I. Lepeshkin, O. Bagatcka, V. Medvedev, O. Kravchuk, L. Ivanova, A. Grinko, G. Zvarych, V. Myhalov  
«L.I. Medved's Research center of preventive toxicology, food and chemical safety,  
Ministry of health of Ukraine (State enterprise)» Kyiv, Ukraine

**Summary. Scope.** The evaluation of imidacloprid and lambda-cyhalothrin residues in treated crops.

**Methods.** Imidacloprid and lambda-cyhalothrin residue decline studies were conducted in two main agro-climatic zones of Ukraine during of imidacloprid and lambda-cyhalothrin – based insecticides field trials in 2004-2014. The following application rates of active ingredients were used for cereals: imidacloprid up to 75 g a.i./ha (2 applications) and lambda-cyhalothrin up to 8 g a.i./ha (2 applications); for maize imidacloprid up to 37.5g a.i./ha (2 applications) and lambda-cyhalothrin up to 12.5 g a.i./ha (2 applications).

Residues of imidacloprid in treated crops were determined by high-performance liquid chromatography and lambda-cyhalothrin – gas-liquid chromatography.

**Results.** The obtained data of field trials showed that imidacloprid and lambda-cyhalothrin were not detected in grain cereals and maize at the harvest time. The half-life (DT50) values of imidacloprid and lambda-cyhalothrin degradation in cereals and maize were calculated. The dietary intake of imidacloprid and lambda-cyhalothrin in an adult has been calculated with bread products and cereals.

**Conclusion.** Imidacloprid and lambda-cyhalothrin in terms of degradation rate of in the crops belongs to the pesticides of hazard class 3-4 in accordance (moderately, -non-persistent) with the Hygienic classification of pesticides by hazard. Approved MRLs for imidacloprid and lambda-cyhalothrin in cereal grains and maize and of pre-harvest interval (PHI) ensure safety use imidacloprid and lambda-cyhalothrin-based insecticides.

Key words: pesticide, imidacloprid, lambda-cyhalothrin, residues, field trials

Надійшла до редакції: 17.06.2015