

УДК 543.635.9/632.95(476)

**ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В БЕЛАРУСИ****М.Ф. Заяц, Н.В. Петрашкевич, М.А. Заяц, М.М. Кивачицкая, П.М. Кислушко***РУП «Институт защиты растений», Лаборатория динамики пестицидов, а/г Прилуки,**Республика Беларусь**e-mail: mikhail\_zayats@tut.by***Введение**

Одним из приоритетных направлений политики в создании здоровой среды обитания является обеспечение безопасности продовольственного сырья и пищевой продукции, поскольку они могут служить существенным источником поступления в организм человека токсичных соединений. В настоящее время ассортимент выпускаемых на рынок пищевых продуктов непрерывно расширяется, изменяется характер питания населения. В производство и хранение продуктов питания внедряются новые технологические процессы, расширяется ассортимент химических средств защиты растений (ХСЗР) [1]. Пищевая ценность и безопасность продуктов питания тесно взаимосвязаны, так как напрямую зависят от их химического состава.

Ситуация с контаминацией пищевых продуктов пестицидами в республике в последние годы является достаточно благополучной, и количество проб продукции с превышением гигиенических нормативов неизменно мало. Вместе с тем, это является следствием прохождения обязательной процедуры регистрационных испытаний (РИ) пестицидных препаратов в системе защиты любой сельскохозяйственной культуры [2]. Одними из ключевых пунктов РИ пестицидов являются оценка биологической эффективности препаратов и определение содержания остаточных количеств пестицидов (ОКП) в сельскохозяйственной продукции с целью установления сроков ожидания (времени, по истечении которого содержание ОКП в продукции не будет превышать максимально допустимых уровней (МДУ)) [3, 4]. Несмотря на то, что при одной и той же технологической схеме применения ХСЗР при возделывании сельскохозяйственной культуры содержание ОКП в продукции может сильно различаться в зависимости от различных факторов (погода, почва, культура-предшественник и т.д.), регистрационные испытания являются необходимым и важным условием обеспечения безопасности сельскохозяйственной продукции.

Цель данной работы – показать важность и необходимость регистрационных испытаний пестицидов в части определения их остаточных количеств на примере исследований лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» за 2011-2015 гг.

**Методы исследования**

Отбор проб осуществлялся в соответствии с СТБ 1036-97 “Продукты пищевые и продовольственное сырье. Методы отбора проб для определения показателей безопасности”. Отобранные пробы до проведения анализа хранились в морозильнике при -18 °С.

Определение остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственной продукции проводили по официальным методикам [5, 6], или по методикам, предоставленными фирмами-заказчиками, либо по методикам, разработанным в лаборатории динамики пестицидов [7-10]. Определение осуществлялось методами газовой и жидкостной хроматографии, а также спектрофотометрии с использованием таких приборов, как газовый хроматограф с масс-спектрометрическим детектором GCMS-QP2010 Ultra, оснащенный автоинжектором АОС-20i, автосамплером АОС-20s (Shimadzu, Япония) и ИПТ (испарителем с программируемой температурой) OPTIC-4 (ATAS GL International B.V., Нидерланды); газовые хроматографы «Кристалл 5000.1» и «Кристалл 5000.2» (ЗАО СКБ "Хроматэк",

Россия); высокоэффективный жидкостной хроматограф “HP 1100” (“HEWLETT PACKARD”, США) с диодно-матричным детектором; спектрофотометр СФ-46 (ЛОМО, СССР).

### **Результаты и обсуждение**

За период 2011–2015 гг. в лаборатории динамики пестицидов РУП «Институт защиты растений» были проведены исследования по определению содержания остаточных количеств 353 препаративных форм пестицидов (157 действующих веществ (ДВ)), проходивших регистрационные испытания в Беларуси, в продукции 41 сельскохозяйственной культуры. Установлено, что из общего количества проведенных анализов (2013), остаточные количества обнаружены в 11,9% случаях (240). При этом превышение содержания остаточных количеств пестицидов максимально допустимого уровня (МДУ) наблюдалось лишь в 0,65% случаях (13). Следует отметить, что из 795 проанализированных образцов сельскохозяйственной продукции на содержание остаточных количеств действующих веществ, для которых не установлены МДУ, в 95 случаях остатки пестицидов определялись в количестве от 0,0014 до 3,4 мг/кг.

Из 41 проанализированной сельскохозяйственной культуры в 22 культурах были обнаружены остаточные количества 57 действующих веществ пестицидов в 240 случаях. При этом в 45 случаях остатки пестицидов обнаружены в яблоках, в 23 случаях – в томатах, в 20 – в огурцах, в 18 – в ботве сахарной свеклы, в 15 – в соломе ярового ячменя, в 14 – в растениях ярового ячменя, по 12 случаев остаточные количества фиксировались в зеленой массе кукурузы и в растениях пшеницы озимой, по 7 случаев – в растениях пшеницы яровой, в зерне ярового ячменя, в стручках озимого рапса, в клубнях картофеля, по 6 случаев – в зерне кукурузы, в соломе пшеницы яровой, в 5 случаях – в соломе пшеницы озимой, в 4 случаях – в семенах озимого рапса, по 3 случая – в капусте белокочанной, корнеплодах моркови, корнеплодах сахарной свеклы, по 2 случая – в горохе, вишне, зерне пшеницы озимой, соломе тритикале озимой, в растениях тритикале яровой, растениях ячменя озимого, масле рапса озимого, масле льна, по 1 случаю – в стручках рапса ярового, пере лука, репке лука, сливах, семенах льна, зеленой массе клевера лугового, в растениях мяты перечной.

При регистрационных испытаниях в 2011–2015 гг. остаточные количества пестицидов не обнаруживались на следующих культурах (19): валериана лекарственная, вика яровая, гречиха, груша, земляника садовая, календула лекарственная, лаванда, люпин узколистный, люцерна, овес яровой, подсолнечник, просо, пустырник сердечный, рожь озимая, ромашка аптечная, смородина черная, соя, чеснок, шалфей лекарственный.

Следует отметить, что частота случаев обнаружения остаточных количеств пестицидов не всегда свидетельствует о тенденциях к накоплению пестицидов в продукции, так как не отражает масштаба проведенных исследований (количества проанализированных образцов), фактического расхода пестицидов на гектар пашни, срока ожидания от последней обработки пестицидом до уборки урожая, количества обработок, погодных условий и др. Рассмотрим подробнее результаты анализа определения остаточных количеств пестицидов в сельскохозяйственных культурах (таблица 1).

Из данных таблицы 1 следует, что в 2011 – 2015 гг. наибольшее количество испытаний пестицидов проводилось на зерновых и масличных культурах, а также на сахарной свекле. Из овощных культур наибольшее количество испытаний было проведено на картофеле, горохе посевном, огурце и томате, из плодовых – на яблоне.

Наибольшая относительная частота обнаружения ОКП в продукции характерна для плодов огурца, томата и яблони. Это можно объяснить технологией производства данных культур. Огурец и томат выращивается преимущественно в закрытом грунте (теплицах), и применение средств защиты растений часто осуществляется в период плодоношения. Кроме того, обработка пестицидами системного действия может осуществляться не только методом опрыскивания растений, но и подливкой под корень, что обычно ведет к большему накоплению пестицидов в плодах. Еще одним фактором, способствующим большему остаточному содержанию пестицидов в плодах огурца и томата, является использование

минеральной ваты вместо почвогрунта, особенно при технологии внесения пестицида подливкой под корень.

Таблица 1 – Результаты определения остаточных количеств пестицидов в продукции сельскохозяйственных культур при регистрационных испытаниях 2011-2015 гг.

Культура	Матрица	Количество препаратов	Количество ДВ	Количество анализов	Количество образцов с ОКП (>МДУ)	Количество обнаруженных ДВ (>МДУ)	Наименование обнаруженных ДВ
<b>Зерновые</b>							
Овес яровой, просо, пшеница яровая, тритикале яровая, ячмень пивоваренный, ячмень яровой	растения	83: 26Г, 1ГД, 9И, 11П, 3Р, 33Ф	58	363	0(ну)	0(ну)	
	колосья				23(ну)	10(ну)	азоксистробин, дельтаметрин, пропиконазол, протиоконазол(-дезтио), спироксамин, тебуконазол, тиаклоприд, тиофанат-метил, фенпропидин, эпоксиконазол
	зерно				7(0)	5(0)	азоксистробин, пропиконазол, спироксамин, ципроконазол, эпоксиконазол
	солома				21(ну)	11(ну)	азоксистробин, дельтаметрин, метрафенон, проквиназид, пропиконазол, прохлораз, флорасулам, тебуконазол, тиаклоприд, флуксапироксад, эпоксиконазол
Пшеница озимая, тритикале озимая, ячмень озимый	растения	59: 22Г, 5И, 13П, 4Р, 15Ф	57	245	4(ну)	1(ну)	флуксапироксад
	колосья				9(ну)	6(ну)	биксафен, протиоконазол(-дезтио), тебуконазол, триадимефон, фенпропидин, эпоксиконазол
	зерно				2(2)	2(2)	фенпропидин <sup>&gt;МДУ</sup> эпоксиконазол <sup>&gt;МДУ</sup>
	солома				7(ну)	3(ну)	биксафен, тебуконазол, фенпропидин
Кукуруза	зерно	68: 39Г, 14И, 11П, 4Ф	46	254	6(2)	5(1)	имидаклоприд, протиоконазол(протиоконазол - дезтио) <sup>&gt;МДУ</sup> , с-метолахлор, тебуконазол, хлорантранилипрол
	зеленая масса				12(ну)**	7(ну)	ацетамиприд, пендиметалин, хлорантранилипрол, протиоконазол(-дезтио), пиракlostробин, тебуконазол, эпоксиконазол
Гречиха	зерно	9: 9Г	11	13	0	0	0

<i>Продолжение таблицы 1</i>							
Культура	Матрица	Количество препаратов	Количество ДВ	Количество анализов	Количество образцов с ОКП (>МДУ)	Количество обнаруженных ДВ (>МДУ)	Наименование обнаруженных ДВ
<b>Масличные</b>							
Рапс яровой	стручки	53: 23Г, 14И, 8П,	44	183	1(ну)	1(ну)	азоксистробин
	семена				0	0	0
	масло				0	0	0
Рапс озимый	стручки	39: 5Г, 2Д, 11И, 2П, 4Р, 15Ф	34	172	7(ну)	5(ну)	спироксамин, флуопирам, дельтаметрин, пиметрозин, тебуконазол
	семена				4(0)	3(0)	спироксамин(ну), флуопирам(ну), метконазол(0)
	масло				2(ну)	2(ну)	спироксамин, флуопирам
Лен-долгунец	семена	17: 9Г, 2И, 2П,	22	49	1(0)	1(0)	хлорпирифос
	масло				2(ну)	2(ну)	бифентрин(ну), хлорпирифос(ну)
Подсолнечник	семена	12: 9Г, 1И, 1П, 1Ф	12	32	0	0	0
	масло				0	0	0
<b>Технические</b>							
Свекла сахарная	ботва	56: 20Г, 12И, 2П, 22Ф	45	216	18(ну)	14(ну)	лямбда-цигалотрин, дельтаметрин, эпоксиконазол, альфа-циперметрин, дельтаметрин, дифеноконазол, пикоксистробин, тиаклоприд, лямбда-цигалотрин, фенпропиморф, флутриафол, ципроконазол, протиоконазол(протиоконазол- дестио), флуопирам
	корнеплоды				3(0)	0	протиоконазол(протиоконазол- дестио), дифеноконазол, пираклостробин
<b>Овощные</b>							
Картофель	клубни	49: 13Г*, 4Д, 10И, 1ИФ, 8П, 1Р, 1Ш, 11Ф	43	109	7(4)	4(2)	азоксистробин, дидецилдиметиламмоний бромид <sup>&gt;МДУ</sup> , диметоморф <sup>&gt;МДУ</sup> , тиаметоксам

Продолжение таблицы 1							
Культура	Матрица	Количество препаратов	Количество ДВ	Количество анализов	Количество образцов с ОКП (>МДУ)	Количество обнаруженных ДВ (>МДУ)	Наименование обнаруженных ДВ
Огурец	плоды	7: 4Ф, 3И	9	36	20(0)	8(0)	азоксистробин, бифентрин, металаксил (мефеноксам), метрафенон, пиметрозин, флудиоксонил, хлороталонил, ципродинил
Томат	плоды	7: 4Ф, 2И, 1М	11	35	23(2)	7(2)	азоксистробин, бифентрин, пириметанил <sup>&gt;МДУ</sup> , спиротетрамат, флудиоксонил, флуопирам, ципродинил <sup>&gt;МДУ</sup>
Капуста белокочанная	кочаны	12: 3Г, 7И, 1М, 1Ф	14	21	3(0)	2(0)	флуопирам, хлорантранилипрол
Морковь столовая	корнеплоды	9: 5Г, 1И, 3Ф	13	13	3(0)	3(0)	боскалид, тебуконазол, флуопирам
Горох посевной	зерно/ бобы	21: 5Г, 1Д, 4И, 4П, 1Ш, 6Ф	22	53	2(1)	1(1)	тебуконазол
Соя	зерно/ бобы	4: 4Г	2	4	0	0	
Лук репчатый	перо	10: 4Г, 6Ф	12	23	1(0)	1(0)	гидроксид меди
	репка				1(0)	1(0)	пендиметалин
Чеснок	луковицы	2: 1Г, 1Ф	3	3	0	0	
<b>Плодовые и ягодные</b>							
Яблоня	Плоды	45: 2А, 3Г, 19И, 1Р, 20Ф	41	122	45(1)	16(1)	бифентрин <sup>&gt;МДУ</sup> , дитианон, дифенокназол, изопиразам, каптан, лямбда-цигалотрин, пенконазол, пириметанил, прогексадион кальция, спироциклофен, тебуконазол, флуазинам, флуксапироксад, флуопирам, хлорпирифос, цифлufenамид
Груша	плоды	3: 1Г, 1И, 1Ф	4	7	0	0	

Продолжение таблицы 1							
Культура	Матрица	Количество препаратов	Количество ДВ	Количество анализов	Количество образцов с ОКП (>МДУ)	Количество обнаруженных ДВ (>МДУ)	Наименование обнаруженных ДВ
Вишня	плоды	4: 1Г, 3Ф	6	7	2(0)	2(0)	додин, пираклостробин
Слива	плоды	2: 2Ф	3	3	1(0)	1(0)	пириметанил
Земляника садовая	ягоды	1: 1М	1	2	0	0	
Смородина черная	ягоды	3: 2Г, 1Ф	4	5	0	0	
Лекарственные травы							
Валериана лекарственная	корневище	5: 5Г	4	6	0(ну)	0	
Календула лекарственная	соцветия	6: 6Г	6	6	0(ну)	0	
Лаванда	растения	1: 1Г	1	1	0(ну)	0	
Мята перечная	растения	1: 1Г	1	2	0(ну)	0	
Пустырник сердечный	растения	1: 1Г	1	1	0(ну)	0	
Ромашка	соцветия	2: 2Г	2	2	0(ну)	0	
Шалфей лекарственный	растения	1: 1Г	1	1	0(ну)	0	
Кормовые травы							
Люпин узколистный	зеленая масса	11: 4Г, 1Д, 1И, 3П, 2Ф	14	18	0	0	
	зерно				0	0	
Вика яровая	зерно	1: 1Г	1	1	0(ну)	0	
Клевер луговой	зеленая масса	2: 1Г, 1Ф	2	3	1(ну)	1(ну)	пропиконазол
Люцерна	зеленая масса	1: 1Г	1	1	0(ну)	0	

*Примечание:* \* А – акарицид, Г – гербицид, ГД – гербицид-десикант, Д – десикант, И – инсектицид, ИФ – инсектофунгицид, М – моллюскоцид, П – протравитель, Р – регулятор роста, Ф – фунгицид, Ш – фумигант; \*\* ну – МДУ для данной матрицы не установлен; \*\*\* – <sup>></sup>МДУ – остаточные количества пестицидов на уровне выше максимально допустимого.

Следует учесть, что при регистрационных испытаниях пестицидов на огурце и томате при наличии плодов обычно определяют содержание остаточных количеств пестицидов в динамике – через 2 ч после применения (0 сутки), а также через 1, 2, 3 и 5 суток (для огурца) или 3, 7, 10 суток (для томата). Когда плодов нет, то остатки определяют при 1, 2 и 3 сборах. Это делается для установления сроков ожидания после применения пестицидов до возможности сбора безопасного для здоровья урожая. Содержание пестицидов в продукции обычно уменьшается от 0-х к 5-м суткам или от 1-го к 3-му сбору.

На огурце во всех случаях, в том числе через 2 ч после применения препаратов, остаточные количества действующих веществ не превышали МДУ. На томате для 2 из 7

препаратов превышение МДУ наблюдалось через 2 ч после применения. Таким образом, для них был установлен срок ожидания 3 дня.

Относительно большая частота встречаемости ОКП в плодах яблони обусловлено достаточно большой кратностью обработок инсектицидами и фунгицидами (вплоть до 6), в том числе при наличии плодов на деревьях, а также проведением определения ОКП в динамике с целью установления сроков ожидания от момента последней обработки до уборки урожая.

Что касается зерновых культур, то ОКП обычно регистрируются в растениях (зеленой массе), колосьях и соломе. В зерне обычно они встречаются намного реже.

В масличных культурах микроколичества пестицидов обнаруживаются также в растениях (стручки). В семенах и масле в момент уборки урожая ОКП обычно не превышают нормативных показателей.

В сахарной свекле остатки пестицидов чаще всего определяются в ботве. К моменту уборки урожая ОКП в корнеплодах не превышают установленных МДУ.

Из 109 проведенных анализов проб картофеля ОКП обнаружены в 7 образцах. При этом 3 пробы – это определение остаточных количеств фумиганта Вист-Супер (дидецил-диметил-аммоний бромид), применяемого для обработки картофелехранилищ. Ввиду определения ОК дидецил-димети-ламмоний бромида в картофеле на 0, 7 и 14 сутки после обработки в клубнях картофеля выше МДУ (0,1 мг/кг), данный препарат не прошел регистрационные испытания успешно. В оставшихся 4 случаях количество ОКП в картофеле не превышало МДУ.

Исследования продукции остальных культур показали, что к моменту уборки урожая остаточные количества регистрируемых пестицидов, как правило, не превышают нормативных показателей.

Рассмотрим тенденции к накоплению в сельскохозяйственной продукции остаточных количеств пестицидов в зависимости от их химической природы (таблица 2).

Таблица 2 – Действующие вещества (ДВ) пестицидов, которые были обнаружены в сельскохозяйственной продукции в 2011-2015 гг.; количество проведенных анализов по определению данных ДВ (N); количество анализов, в которых были определены данные ДВ (R), в том числе с превышением МДУ), а также доля анализов, в которых были определены ДВ пестицидов.

ДВ пестицида	N	R	В т.ч.>МДУ	R/N, %
азоксистробин	64	15	0	23,4
альфа-циперметрин	6	1	0	16,7
ацетамиприд	24	2	0	8,3
биксафен	11	4	0	36,4
бифентрин	31	6	1	19,4
боскалид	9	1	0	11,1
гидроксид меди	8	1	0	12,5
дельтаметрин	45	8	2	17,8
дидецилдиметиламмоний бромид	3	3	0	100,0
диметоморф	8	1	1	12,5
дитианон	9	3	0	33,3
дифеноконазол	40	7	0	17,5
додин	2	1	0	50,0
изопиразам	7	1	0	14,3
имидаклоприд	38	1	0	2,6

<i>Продолжение таблицы 2</i>				
<b>ДВ пестицида</b>	<b>N</b>	<b>R</b>	<b>В т.ч.&gt;МДУ</b>	<b>R/N, %</b>
каптан	2	2	0	100,0
лямбда-цигалотрин	34	6	2	17,6
металаксил (мефеноксам)	13	2	0	15,4
метамитрон	20	1	0	5,0
метконазол	11	2	0	18,2
метрафенон	10	2	0	20,0
пендиметалин	16	2	0	12,5
пенконазол	1	1	0	100,0
пикоксистробин	8	1	0	12,5
пиметрозин	10	3	0	30,0
пираклостробин	28	4	0	14,3
пириметанил	15	14	1	93,3
прогексадион кальция	2	1	0	50,0
проквиназид	7	2	0	28,6
пропиконазол	51	4	0	7,8
протиоконазол (протиоконазол-дезтио)	43	8	2	18,6
прохлораз	33	2	0	6,1
с-метолахлор	15	1	0	6,7
спиродиклофен	4	4	0	100,0
Спироксамин	10	6	0	60,0
спиротетрамат	13	3	0	23,1
тебуконазол	132	21	3	15,9
тиаклоприд	65	3	0	4,6
тиаметоксам	21	1	0	4,8
тиофанат-метил	10	1	0	10,0
триадимефон	11	1	0	9,1
Фенпропидин	17	5	1	29,4
Фенпропиморф	10	1	0	10,0
флорасулам	16	1	0	6,3
Флуазинам	10	1	0	10,0
флудиоксонил	26	8	0	30,8
флуксапироксад	20	6	0	30,0
флуопирам	22	18	4	81,8
флутриафол	41	2	0	4,9
хлорантранилипрол	9	4	0	44,4
хлороталонил	8	5	0	62,5
хлорпирифос	45	6	0	13,3
ципродинил	11	6	1	54,5
ципроконазол	51	3	0	5,9
цифлуфенамид	2	1	0	50,0
эпоксиконазол	60	20	1	33,3



Из таблицы 2 следует, что некоторые пестициды после их применения в системе защиты сельскохозяйственных культур с большой долей вероятности могут содержаться в продукции. Так, для дидецилдиметиламмоний бромид, каптан, пенконазол и спиридиклофен обнаруживались в 100 % случаях после их применения. Стоит, однако, отметить, что количество проведенных анализов по определению данных веществ крайне мало и может не отражать реальное положение дел. Большая вероятность сохранения остатков в продукции (30% случаев и более) характерна для таких пестицидов (19 из 56 приведенных в табл. 2 пестицидов) как пириметанил, флуопирам, хлороталонил, спироксамин, ципродинил, додин, прогексадион кальция, цифлуфенамид, хлорантранилипрол, бикасафен, дитианон, эпоксиконазол, флудиоксонил, пиметрозин, флуксапироксад. Для 25 из 56 приведенных в табл. 2 пестицидов вероятность сохранения остатков в продукции лежит в диапазоне от 10% до 29,4 % случаев. Для 12 пестицидов вероятность сохранения в продукции составляет менее 10%.

Примечательно, что остаточные количества 101 из 157 исследованных ДВ пестицидов не были обнаружены за 5 лет ни в одной из проанализированных матриц. При этом, однако, стоит учесть, что количество аналитических определений этих ДВ варьировалось от одного до 30 (таблица 3).

Таблица 3 – Действующие вещества (ДВ) пестицидов, которые не были обнаружены в сельскохозяйственной продукции в 2011–2015 гг. и количество проведенных анализов по определению данных ДВ (N).

ДВ пестицида	N	ДВ пестицида	N	ДВ пестицида	N
2,4-Д кислота	4	крезоксим-метил	1	тиабендазол	20
2,4-дэтилгексиловый эфир	20	ленацил	5	тиенкарбазон-метил	2
абамектин	11	манкоцеб	14	тирам	1
алюминия фосфид (фосфин)	1	мезосульфурон-метил	2	тифенсульфурон-метил	24
амидосульфурон	9	мезотрион	11	трехосновный сульфат меди	6
бензовиндифлупир	5	мепикват-хлорид	6	триадименол	2
бентазон	1	метазахлор	18	трибенурон-метил	16
бета-циперметрин	16	метальдегид	6	тринексапак-этил	4
бромоксинил	2	метирам	2	тритиконазол	10
галоксифоп-р-метил	18	метрибузин	7	трифлусульфурон-метил	5
гамма-цигалотрин	3	метсульфурон-метил	8	фенамидон	1
глифосат	16	мефенпир-диэтил	7	фенмедифам	5
глуфосинат аммония	3	МЦПА	7	феноксапроп-п-этил	2
десмедифам	5	никосульфурон	30	фипронил	6
дикамба	19	паклобутразол	3	флукарбазон	2
дикват дибромид	9	пентиопирад	3	флуоксастробин	6
диметенамид-п	6	пенфлуфен	2	флуопиколид	8
диметоат	28	пенцикурон	1	флуороксибир-метилгептиловый эфир	6
дифлуфензопир	4	пиклорам	2	флуртамон	4
дифлюфеникан	12	пиримикарб	4	флуфенацет	6
изоксафлютол	2	пироксулам	2	фофоновая кислота	4
изопротурон	4	прометрин	15	квизалофоп-п-тефурил	4
имазалил	14	пропаквизафоп	12	квизалофоп-п-этил	25
имазамокс	4	пропамокарб гидрохлорид	9	хлормекватхлорид	6

<i>Продолжение таблицы 3</i>					
<b>ДВ пестицида</b>	<b>N</b>	<b>ДВ пестицида</b>	<b>N</b>	<b>ДВ пестицида</b>	<b>N</b>
йодосульфурон-метил-натрий	7	пропинеб	3	хлорпрофам	1
карбендазим	4	просульфокарб	2	циантранилипрол	6
карбоксин	1	римсульфурон	20	циклоксидим	4
карфентразон-этил	5	седаксан	2	цимоксанил	7
квинмерак	9	сулкотрион	2	циперметрин	15
клетодим	9	сульфометурон-метил	1	эмабектин бензоат	9
кломазон	11	тау-флювалинат	5	этаметсульфурон-метил	8
клопиралид	28	тербутилазин	22	этефон	10
клотианидин	5	тетраконазол	2	этофумесат	5
клофентезин	2	тефлутрин	2	-	-

### **Выводы**

Приведенные в настоящей работе данные свидетельствуют о том, что в 11,9% случаев после применения пестицидов для защиты сельскохозяйственных культур в продукции обнаруживаются остаточные количества пестицидов. Следовательно, при проведении регистрационных испытаний средств защиты растений особенно важным представляется установление сроков ожидания после последней обработки препаратами возделываемой культуры до момента уборки урожая. Соблюдение рекомендованных технологий применения пестицидных препаратов, их норм расхода, а также выдерживание сроков ожидания позволяет в значительной степени гарантировать получение урожая, безопасного для здоровья человека.

### **Список литературы**

1. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь: справочное издание / Л.В. Плешко [и др.]. – Минск, 2014.
2. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 30 июля 2010 г. № 1140 Положение о порядке государственной регистрации средств защиты растений и удобрений и ведения Государственного реестра средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, рег. № 5/32275 от 03.08.2010. – Режим доступа: [http://www.ggiskzr.by/archive/inspection\\_protection\\_plants/Pologenie\\_gos\\_reg\\_szr\\_2010\\_1.pdf](http://www.ggiskzr.by/archive/inspection_protection_plants/Pologenie_gos_reg_szr_2010_1.pdf). – Дата доступа : 24.06.2016.
3. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 27 сентября 2012 г. № 149 Гигиенические нормативы содержания действующих веществ пестицидов (средств защиты растений) в объектах окружающей среды, продовольственном сырье, пищевых продуктах / Гигиенический норматив. – Минск, 2012.
4. Search pesticide residues [Electronic resource] / EU Pesticides Database. – Mode of access : [http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu\\_pesticides\\_database/public/?event=pesticide.residue.selection&language=EN](http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu_pesticides_database/public/?event=pesticide.residue.selection&language=EN). – Date of access : 24.06.2016.
5. Методы определения остаточных количеств пестицидов в растениях, почве и воде : метод. рекомендации / П. М. Кислушко [и др.] ; под ред П. М. Кислушко ; РУП «Ин-т защиты растений». – Несвиж : Несвиж. тип. им. С. Будного, 2013. – 256 с.
6. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде : справочник / Под ред. А. А. Белоусовой, Е. М. Козиной. – М., 1992. – Т. 1. – 567 с.

7. Zayats, M.F. A novel method of determination of some pesticides in vegetable oils based on dissociation extraction followed by gas chromatography/mass spectrometry / M.F. Zayats, S.M. Leschey, M.A. Zayats // *Food Addit. Contam. : Part A*, – 2016. – Vol. 33. P. 1337–1345.

8. Заяц, М.Ф. Определение остаточных количеств гербицида Аденго в кукурузе методом диссоциативной экстракции / М.Ф. Заяц, М.А. Заяц, С.М. Лещёв, Н.В. Петрашкевич // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук.* – 2015. – № 3. – С. 27–33.

9. Заяц, М.Ф. Экстракционная пробоподготовка яблок для газохроматографического определения остаточных количеств тебуфенпирада / М.Ф. Заяц, Н.В. Петрашкевич, С.М. Лещев, М.А. Заяц // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. хім. навук.* 2010. № 3. С. 42–48.

10. Заяц, М.Ф. Экстракционная методика пробоподготовки огурцов, томатов и яблок для последующего определения остаточных количеств абамектина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / М.Ф. Заяц, Н.В. Петрашкевич, С.М. Лещев, М.А. Заяц // *Вестн. Белорус. гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География.* – 2010. – № 3. – С. 33–38.

### **SAFETY ASSESSMENT OF APPLICATION OF PESTICIDES IN BELARUS**

**M.F. Zayats, N.V. Petrashkevich, M.A. Zayats, M.M. Kivachitskaya, P.M. Kislushko**  
*RUE “Institute of Plant Protection”, Laboratory of Pesticide Dynamics, a/c Priluki, Belarus*  
*e-mail: mikhail\_zayats@tut.by*

The results of determination of 157 active ingredients (AI) of 353 pesticide formulations, that were under registration trials in Belarus in 2011-2015, are presented. The residues of 57 pesticide active ingredients were found in 22 of 41 analyzed crops in 11.9% of cases (240) of the total number of analytical determinations (2013). The residual amounts of pesticides exceeded maximum residue levels (MRL) in 0.65% of cases (13). In 4.72% of cases (95) the determined pesticide residues were not compared with MRLs due to the absence of the latter.