

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАТОРЫ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ  
КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ  
В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ,  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ СЫРЬЕ  
И ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Сборник методических указаний

МУК 4.1.2162—4.1.2176—07

Издание официальное

**ББК 51.21**  
**О37**

**О37**      **Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: Сборник методических указаний.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009 — 221с.**

1. Сборник подготовлен Федеральным научным центром гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана (академик РАМН, проф. В. Н. Ракитский, проф. Т. В. Юдина); при участии специалистов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Разработчики методов указаны в каждом из них.

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемическому нормированию при Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

3. Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, академиком РАМН Г. Г. Онищенко.

4. Введены впервые.

**ББК 51.21**

Формат 60x88/16

Тираж 100 экз.

Печ. л. 14

Тиражировано отделом издательского обеспечения  
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора  
117105, Москва, Варшавское ш., 19а  
Отделение реализации, тел./факс 952-50-89

## Содержание

1. Определение остаточных количеств 2,4-Д в масле кукурузы методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2162-07.....	4
2. Определение остаточных количеств галоксифопа-р-метила и галоксифопа-р в воде, галоксифопа-р в почве, зеленой массе растений, клубнях картофеля, корнеплодах сахарной, кормовой и столовой свеклы, семенах и масле льна, рапса, сои, подсолнечника методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2163-07.....	17
3. Определение остаточных количеств дифеноконазола в картофеле, моркови и томатах методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2164-07.....	42
4. Определение остаточных количеств зета-циперметрина в семенах рапса, масле рапса (горчицы) методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2165-07.....	56
5. Определение остаточных количеств ипродиона в огурцах и томатах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2166-07.....	69
6. Определение остаточных количеств каптана и фолпета в воде, почве, каптана в яблоках, фолпета в клубнях картофеля и винограде методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2167-07.....	83
7. Определение остаточных количеств клопиралида в капусте, семенах и масле рапса методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2168-07.....	99
8. Определение остаточных количеств метамитрона в ботве и корнеплодах столовой и кормовой свеклы методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2169-07.....	113
9. Определение остаточных количеств прометрина в семенах корнандра методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2170-07.....	125
10. Определение остаточных количеств римсульфурана в клубнях картофеля методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2171-07.....	138
11. Определение остаточных количеств тау-флувалината в зерне и соломе зерновых культур, в ягодах и соке винограда, зеленой массе пастбищных трав, семенах и масле рапса, сои методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2172-07.....	147
12. Определение остаточных количеств тиаметоксама в луке, ягодах и соке винограда методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2173-07.....	163
13. Определение остаточных количеств фамоксадона в плодах томатов, ягодах винограда, зеленой массе, семенах и масле подсолнечника методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2174-07.....	178
14. Определение остаточных количеств цимоксанила в томатах, винограде, зеленой массе, семенах и масле подсолнечника методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2175-07.....	198
15. Измерение концентраций 2,4 Д этилгексилового эфира в атмосферном воздухе населенных мест методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2176-07.....	212

УТВЕРЖДАЮ

Главный государственный санитарный врач  
Российской Федерации,  
Руководитель Федеральной службы  
по надзору в сфере защиты прав  
потребителей и благополучия человека



Г. Онищенко

« 17 » февраля 2007 г.  
Дата введения: с 1 мая 2007 г.

#### 4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ, ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ЗЕТА-ЦИПЕРМЕТРИНА В СЕМЕНАХ РАПСА, МАСЛЕ РАПСА (ГОРЧИЦЫ) МЕТОДОМ КАПИЛЛЯРНОЙ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

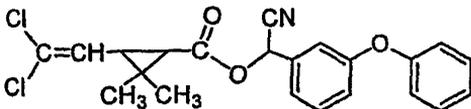
#### Методические указания МУК 4.1.2165 -07

Настоящие методические указания устанавливают метод газожидкостной хроматографии для определения массовой концентрации Зета-циперметрина в семенах и масле рапса (горчицы) в диапазоне 0,05 – 0,5 мг/кг.

Зета-циперметрин – действующее вещество препарата Фьюри, ВЭ, 100 г/л фирмы ФМС (США).

Название действующего вещества по ИСО: Зета-циперметрин.

Название по ИЮПАК: Смесь стереоизомеров (S)- $\alpha$ -циано-3- феноксипензил 3-(2,2-дихлорвинил)-2,2-диметилциклопропанкарбоксилата в соотношении (S):(1RS,3SR) изомерической пары к (S):(1RS,3RS) изомерической паре 45 – 55 до 55 - 45



Эмпирическая формула:  $C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$ .

Молекулярная масса: 416,3.

Агрегатное состояние: вязкая жидкость.

Цвет, запах: темно коричневая со слабым запахом.

Давление насыщенного пара  $2,5 \times 10^{-4}$  мПа.

Растворимость: в воде:  $0,045 \text{ мг/дм}^3$  ( $25^\circ\text{C}$ ), растворим в большинстве органических растворителей – ацетоне, хлороформе, циклогексане и др.

Стойкость: Стабилен при  $50^\circ\text{C}$  в течение одного года. В водных растворах происходит фотолитическое разложение:  $DT_{50}$  20,2-36,1 дня (рН 7).  $DT_{50}$  в воде при рН 5 составляет 508-769 дней, при рН 7 – 188-635 дней, при рН 9 – 2,9 дня.

Краткая токсикологическая характеристика: Зета-циперметрин относится к опасным веществам по острой пероральной ( $LD_{50}$  (крысы)  $105,8 \text{ мг/кг}$ ), к умеренно опасным веществам по ингаляционной ( $LC_{50}$  (4 часа) для самок крыс  $2500 \text{ мг/м}^3$  воздуха), и к мало опасным веществам по накожной ( $LD_{50}$  для кроликов  $> 2000 \text{ мг/кг}$ ) токсичности.

В России установлены следующие гигиенические нормативы:

ДСД -  $0,01 \text{ мг/кг/сутки}$ ;

МДУ в рапсе (семена) –  $0,1 \text{ мг/кг}$ , в масле сои –  $0,1 \text{ мг/кг}$ .

Область применения. Зета-циперметрин – контактно-кишечный инсектицид широкого спектра действия из группы синтетических пиретроидов. Применяется против рапсового цветоеда на рапсе и горчице.

Производится фирмой ФМС в виде водной эмульсии с содержанием действующего вещества  $100 \text{ г/л}$ .

Зарегистрирован в России под торговым названием Фьюри, ВЭ,  $100 \text{ г/л}$  для борьбы с рапсовым цветоедом в посевах рапса и горчицы. Норма расхода препарата  $0,1 \text{ л/га}$ .

## 1. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА.

При соблюдении всех регламентированных условий проведения анализа в точном соответствии с данной методикой погрешность (и ее составляющие) результатов измерений при доверительной вероятности  $P = 0,95$  не превышает значений, приведенных в Таблице 1 для соответствующих диапазонов концентраций.

Полнота извлечения вещества, стандартное отклонение, доверительные интервалы среднего результата для полного диапазона концентраций ( $n = 20$ ) приведены в Таблице 2.

Таблица 1.

Метрологические параметры для Зета-циперметрина (сумма изомеров по четырем характерным пикам)

Анализируемый объект	Диапазон определяемых концентраций мг/кг	Показатель точности (граница относительной погрешности), $\pm\delta$ , % $P=0,95$	Стандартное отклонение повторяемости, $\sigma$ , %	Предел повторяемости, $r$ , %	Предел воспроизводимости, $R$ , %
Семена рапса	более 0,1 до 0,5	25	3	9	11
	от 0,05 до 0,1 вкл.	50	2	6	7
Масло рапса	более 0,1 до 0,5	25	4	11	13
	от 0,05 до 0,1 вкл.	50	4	11	13

Таблица 2.

Полнота извлечения вещества, стандартное отклонение, доверительный интервал среднего результата для Зета-циперметрина (сумма изомеров по четырем характерным пикам)

Анализируемый объект	Метрологические параметры, $P = 0,95$ , $n = 20$				
	Предел обнаружения, мг/кг	Диапазон определяемых концентраций, мг/кг	Среднее значение определения, %	Стандартное отклонение, $S$ , %	Доверительный интервал среднего результата, $\pm$ , %
Семена рапса	0,05	0,05 – 0,5	84,2	3,3	$\pm 1,3$
Масло рапса	0,05	0,05 – 0,5	86,0	4,3	$\pm 1,7$

## 2. МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ.

Метод основан на определении Зета-циперметрина методом газожидкостной хроматографии с использованием детектора по захвату электронов после его экстракции из семян и масла рапса (горчицы) ацетонитрилом, очистки экстракта перераспределением между двумя несмешивающимися растворителями, на концентрирующих патронах Диапак С16 и колонке с Флоризилом.

Идентификация проводится по времени удерживания четырех характерных пиков. Количественное определение – методом абсолютной калибровки по сумме четырех характерных пиков.

В предлагаемых условиях анализа метод специфичен. Избирательность обеспечивается путем подбора капиллярной колонки и условий программирования температуры.

### 3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, РЕАКТИВЫ, ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И МАТЕРИАЛЫ.

#### 3.1. Средства измерений.

Весы аналитические ВЛА-200, ГОСТ 34104-80Е или аналогичные.

Весы лабораторные общего назначения с наибольшим пределом взвешивания до 500 г и пределом допустимой погрешности  $\pm 0,038$  г, ГОСТ 19491-74.

Колбы мерные на 25, 50, 100 см<sup>3</sup>, ГОСТ 1770-74.

Микрошприц на 10 мм<sup>3</sup>, ТУ 2.833.106.

Пипетки мерные на 1,0; 2,0; 5,0 см<sup>3</sup>, ГОСТ 20292-74.

Хроматограф газовый «Кристалл 2000м» с детектором по захвату электронов (ЭЗД) с пределом детектирования по Линдану  $4 \times 10^{-14}$  г/см<sup>3</sup> и приспособлениями для капиллярной колонки.

Цилиндры мерные на 10, 25 и 50 см<sup>3</sup>, ГОСТ 1770-74.

Допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.

#### 3.2. Реактивы.

Аналитический стандарт Зета-циперметрин с содержанием 95,1% абсолютного д.в. (фирма ФМС).

Азот особой чистоты, ГОСТ 9293-74.

Ацетон х.ч., ТУ 6-09-3513-86.

Ацетонитрил, ТУ 6-09-3534-87.

Вода дистиллированная, ГОСТ 7602-72.

Гексан, ч., ТУ 6-09-3375-78.

Гелий, очищенный марки "А", ТУ 51-940-80.

Натрий серноокислый, безводный, х.ч., ГОСТ 4166-76.

Натрия гидрокарбонат, х.ч., ГОСТ 4201-89.

Натрия хлорид, х.ч., ГОСТ 4233-77.

Патроны концентрирующие: Диапак С16 (0,6 г), фирма БиоХимМак, МГУ, ТУ 4215-002-05451931-94.

Флоризил для колоночной хроматографии с размером частиц 60 – 80 меш, фирма «Мерк».

Этиловый эфир уксусной кислоты, ч.д.а., ГОСТ 22300-76.

Стандартный раствор Зета-циперметрина в гексане – 1 мг/мл (хранить в холодильнике, срок годности 120 суток).

Допускается использование реактивов иных производителей с аналогичной или более высокой квалификацией.

### 3.3. Вспомогательные устройства, материалы.

Алонж прямой с отводом для вакуума (для работы с концентрирующими патронами Диапак).

Аппарат для встряхивания проб АБУ-1, ТУ 64-1-1081-73.

Ванна ультразвуковая "Серьга", ТУ 3.836.008.

Вials с тефлоновыми прокладками, Aldrich, cat. № Z27,702-9

Воронки делительные на 250 см<sup>3</sup>, ГОСТ 10054-75.

Воронки химические для фильтрования, стеклянные, ГОСТ 8613-75.

Испаритель ротационный Rota vapor R110 Buchi или ИР-1М, ТУ 25-11-917-74 с водяной баней.

Колбы конические плоскодонные на 100 и 250 см<sup>3</sup>, КПШ-100, КПШ-250, ГОСТ 10394-72.

Колонка хроматографическая капиллярная кварцевая НР-1, 100% метилсиликон, длина 30 м, внутренний диаметр 0,25 мм, толщина пленки 0,25 мкм, фирмы Жюлетт Паккард.

Колонки хроматографические, стеклянные или пластиковые, длина 150 - 250 мм, диаметр 15 мм.

Концентраторы грушевидные (конические) 250 см<sup>3</sup>, ГОСТ 10394-72.

Мельница лабораторная электрическая, ТУ 46-22-236-84, или аналогичная.

Насос вакуумный диафрагменный FT.19 фирмы KNF Neu Laborort.

Стаканы стеклянные на 100 см<sup>3</sup>, ГОСТ 6236-72.

Фильтры бумажные "Красная лента", ТУ 6-09-1678-86.

Допускается применение хроматографических колонок и другого оборудования с аналогичными или лучшими техническими характеристиками.

## 4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

4.1. При выполнении измерений необходимо соблюдать требования техники безопасности при работе с химическими реактивами по ГОСТ 12.1.007, требования электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019, а также требования, изложенные в технической документации на газовый хроматограф.

4.2. Помещение должно соответствовать требованиям пожаробезопасности по гост 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009. Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать норм, установленных ГН 2.2.5.1313-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Организация обучения работников безопасности труда по ГОСТ 12.0.004.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ.

К выполнению измерений допускают специалистов, имеющих квалификацию не ниже лаборанта-исследователя, с опытом работы на газовом хроматографе.

К проведению пробоподготовки допускают оператора с квалификацией «лаборант», имеющего опыт работы в химической лаборатории.

## 6. УСЛОВИЯ ИЗМЕРЕНИЙ.

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

-процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят при температуре воздуха  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  и относительной влажности не более 80%.

-выполнение измерений на газовом хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

## 7. ПОДГОТОВКА К ОПРЕДЕЛЕНИЮ.

### *7.1. Подготовка колонок и патронов для очистки экстракта.*

*7.1.1. Подготовка патрона Диапак С16, для очистки проб семян и масла рапса (горчицы).*

Патроны промывают  $10 \text{ см}^3$  ацетонитрила.

*7.1.2. Проверка хроматографического поведения Зета-циперметрина на патронах Диапак С16.*

В концентратор вносят  $1 \text{ см}^3$  стандартного раствора Зета-циперметрина в гексане с концентрацией  $1,0 \text{ мкг/см}^3$ , выпаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше  $35^\circ\text{C}$ . Добавляют в концентратор  $5 \text{ см}^3$  ацетонитрила, омывают стенки концентратора, приливают  $5 \text{ см}^3$  воды, тщательно перемешивают и наносят на патрон, подготовленный, как описано в разделе 7.1.1., пропуская со скоростью не более  $2 \text{ см}^3/\text{мин}$ , не допуская высыхания поверхности патрона, элюат отбрасывают. Промывают патрон  $10 \text{ см}^3$  смеси ацетонитрил:вода в соотношении 1:1, элюат отбрасывают. Элюируют Зета-циперметрин, пропуская через патрон 3-4 порции смеси ацетонитрил:вода в соотношении 4:1 по  $5 \text{ см}^3$  каждая, и собирая их в отдельные концентраторы емкостью  $100 \text{ см}^3$ . Собранные фракции выпаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре  $30^\circ\text{C}$ . Сухой остаток в концентраторе растворяют в  $1 \text{ см}^3$  гексана, отбирают аликвоту  $1 \text{ мм}^3$  и вводят в хроматограф. После введения проб в хроматограф рассчитывают содержание вещества в элюате, определяют полноту смыва с патрона и необходимый объем элюата.

### *7.1.3. Подготовка колонки, заполненной Флоризилом для очистки экстракта.*

На дно пластиковой хроматографической колонки (высота 15 см, диаметр 1,5 см) помещают пробочку из стекловаты и заполняют колонку Флоризилом на высоту 10 см. На слой Флоризила насыпают слой безводного сернокислого натрия толщиной 1,0 см. Перед нанесением пробы колонку промывают 15 см<sup>3</sup> ацетона и 15 см<sup>3</sup> гексана. Колонка готова к работе.

### *7.1.4. Проверка хроматографического поведения Зета-циперметрина на колонках с Флоризилом.*

При отработке методики или поступлении новой партии Флоризила проводят изучение поведения Зета-циперметрина на колонке. В концентратор вносят 1 см<sup>3</sup> стандартного раствора Зета-циперметрина в гексане с концентрацией 1,0 мкг/см<sup>3</sup> и выпаривают его досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30<sup>0</sup>С, добавляют 5 см<sup>3</sup> гексана, растворяют содержимое концентратора и наносят на колонку, подготовленную, как описано в разделе 7.1.3. Затем наносят на колонку 20 см<sup>3</sup> гексана, элюат отбрасывают.

Зета-циперметрин элюируют с колонки последовательно 5-ю порциями объёмом 5 см<sup>3</sup> каждая смеси гексана с ацетоном в соотношении 4:1. Каждую порцию собирают отдельно в концентраторы и выпаривают досуха при температуре не выше 30<sup>0</sup>С.

Сухой остаток каждой фракции растворяют в 1 см<sup>3</sup> гексана и 1 мм<sup>3</sup> пробы вводят в хроматограф.

Рассчитывают содержание вещества в элюате, определяют полноту смывания с колонки и необходимый объём элюата.

## *7.2. Приготовление рабочих растворов*

### *7.2.1. Приготовление 0,5% водного раствора гидрокарбоната натрия.*

В стакан на 500 см<sup>3</sup> помещают 5 г гидрокарбоната натрия. Доливают около 200 см<sup>3</sup> воды и растворяют осадок, выдерживая колбу на ультразвуковой ванне и помешивая стеклянной палочкой. Раствор переливают в мерную колбу объёмом 1 дм<sup>3</sup>. При необходимости процедуру повторяют. Раствор в колбе доводят водой до метки.

### *7.2.2. Приготовление стандартных растворов.*

100 мг Зета-циперметрина (аналитического стандарта) вносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, растворяют навеску в гексане и доводят объём до метки гексаном (стандартный раствор № 1, концентрация 1 мг/см<sup>3</sup>). Раствор хранится в холодильнике не более 120 суток.

Методом последовательного разбавления исходного раствора №1 гексаном готовят стандартный раствор №2 с концентрацией 10,0 мкг/см<sup>3</sup>, который может храниться в холодильнике не более 30 суток.

Из раствора № 2 методом последовательного разбавления гексаном в мерных колбах готовят рабочие растворы Зета-циперметрина с концентрацией 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 мкг/см<sup>3</sup>, которые используют для построения калибровочного графика и внесения в пробу при обработке метода.

### **7.3. Установление градуировочной характеристики.**

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади (высоты) пика от концентрации Зета-циперметрина в растворе (мкг/см<sup>3</sup>), устанавливают методом абсолютной калибровки по 4-м растворам для градуировки с концентрацией 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 мкг/см<sup>3</sup>. На график наносят сумму четырех характерных пиков.

В испаритель хроматографа вводят по 1 мм<sup>3</sup> каждого градуировочного раствора и анализируют в условиях хроматографирования по п. 9.3. Осуществляют не менее 3-х параллельных измерений.

## **8. ОТБОР ПРОБ И ХРАНЕНИЕ.**

Отбор проб производится в соответствии с "Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов" (№ 2051-79 от 21.08.79), а также в соответствии с ГОСТ 10852-86 «Семена масличные. Правила приемки и методы отбора проб», ГОСТ 8988-77 «Масло рапсовое. ТУ».

Пробы масла рапса (горчицы) хранят в плотно закрытой стеклянной или полиэтиленовой таре в холодильнике при температуре 0- 4°С.

Пробы семян рапса (горчицы) подсушивают до стандартной влажности и хранят в бумажных или тканевых мешочках в сухом, хорошо проветриваемом шкафу, недоступном для грызунов.

## **9. ПРОВЕДЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ.**

### **9.1. Семена рапса (горчицы).**

#### **9.1.1. Экстракция.**

Навеску измельченных семян 10 г помещают в полипропиленовую банку объемом 250 см<sup>3</sup>, добавляют 50 см<sup>3</sup> ацетонитрила и помещают в ультразвуковую ванну на 10 минут. По окончании экстракции экстракт фильтруют в колбу емкостью 250 см<sup>3</sup> через воронку с бумажным фильтром. Повторяют экстракцию еще дважды, используя по 50 см<sup>3</sup> ацетонитрила, помещая смесь в ультразвуковую ванну соответственно на 10 и 5 минут. Экстракты объединяют.

### *9.1.2. Очистка экстракта перераспределением в системе несмешивающихся растворителей*

Экстракт, полученный по разделу 9.1.1., переносят в делительную воронку. Добавляют 30 см<sup>3</sup> гексана, интенсивно встряхивают смесь в течение 1-2 мин. После разделения слоёв нижний ацетонитрильный слой сливают в концентратор емкостью 250 см<sup>3</sup>, а верхний гексановый отбрасывают. Ацетонитрильную фракцию возвращают в делительную воронку. Очистку повторяют еще раз, используя для этого 30 см<sup>3</sup> гексана. Экстракты объединяют.

Объединённый экстракт выпаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре водяной бани не выше 35°C до капель масла.

Остаток в концентраторе разводят в 5 см<sup>3</sup> ацетона, ополаскивают стенки концентратора, добавляют 100 см<sup>3</sup> 0,5% раствора гидрокарбоната натрия, 5 г хлористого натрия и переносят водную фазу в делительную воронку.

Добавляют 30 см<sup>3</sup> эфира и интенсивно встряхивают смесь в течение 1-2 мин. После разделения слоёв нижний водный слой сливают в концентратор, а верхний эфирный собирают в чистый концентратор емкостью 250 см<sup>3</sup>, пропуская через слой безводного сульфата натрия. Повторяют экстракцию еще два раза с тем же объемом эфира. Объединенный экстракт выпаривают до капель масла на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 25-30°C.

### *9.1.3. Очистка экстракта на патроне Диапак С16.*

Остаток в концентраторе, полученный по разделу 9.1.2., растворяют в 5 см<sup>3</sup> ацетонитрила, омывают стенки концентратора, приливают 5 см<sup>3</sup> воды, тщательно перемешивают и наносят на патрон, заранее подготовленный, как указано в разделе 7.1.1., элюат отбрасывают. Промывают патрон 10 см<sup>3</sup> смеси ацетонитрил:вода в соотношении 1:1, элюат отбрасывают. Далее элюируют Зета-циперметрин 10 см<sup>3</sup> смеси ацетонитрил:вода в соотношении 4:1, собирая элюент в концентратор емкостью 100 см<sup>3</sup>, и выпаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 35°C.

### *9.1.4. Очистка экстракта на колонке с Флоризилом.*

Сухой остаток в концентраторе, полученный по разделу 9.1.3., растворяют в 5 см<sup>3</sup> гексана, омывая стенки концентратора, и наносят на заранее подготовленную, как указано в разделе 7.1.3., колонку с Флоризилом, элюат отбрасывают. Колонку промывают 20 см<sup>3</sup> гексана, элюат отбрасывают. Пропускают через колонку 20 см<sup>3</sup> смеси гексан:ацетон в соотношении 4:1, элюат собирают в концентратор емкостью 100 см<sup>3</sup>. Содержимое концентратора выпаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 30°C.

Сухой остаток в концентраторе растворяют в 5 см<sup>3</sup> гексана и 1 мм<sup>3</sup> вводят в хроматограф.

### 9.2. Масло рапса (горчицы).

Навеску масла 10 г растворяют в 50 см<sup>3</sup> гексана и переносят в делительную воронку. Добавляют в делительную воронку 50 см<sup>3</sup> ацетонитрила и встряхивают смесь в течение 2 минут. После полного разделения слоев нижний (ацетонитрильный) слой собирают в концентратор 250 см<sup>3</sup>. Повторяют экстракцию еще дважды, используя по 50 см<sup>3</sup> ацетонитрила, встряхивая смесь каждый раз по 2 минут.

Далее проводят очистку экстракта, как указано в разделе 9.1.2.

### 9.3. Условия хроматографирования.

Высокоэффективный газовый хроматограф «Кристалл 2000м» с детектором по захвату электронов (ЭЗД) с пределом детектирования по Линдану  $4 \times 10^{-14}$  г/см<sup>3</sup> и приспособлениями для капиллярной колонки.

Колонка хроматографическая капиллярная кварцевая НР-1, Methyl Siloxane, длина 30 м, внутренний диаметр 0,25 мм, толщина пленки 0,25 мкм.

Температура детектора – 320<sup>o</sup>С, испарителя – 260<sup>o</sup>С, программированный нагрев колонки с 220<sup>o</sup>С (выдержка 1 мин) по 10 град/мин до 260<sup>o</sup>С (выдержка 10 мин).

Газ 1: тип регулятора расхода газа РРГ 11, режим нормальный, скорость 20 см/с, давление 101,8 кПа.

Газ 2 (гелий) – 30 мл/мин: расход 0,5 см<sup>3</sup>/мин, сброс 1:60.

Газ 3 (азот, поддув детектора) – 45 см<sup>3</sup>/мин.

Абсолютное время удерживания характерных пиков Зета-Циперметрина:

Зета-Циперметрина 1 – 11,12 мин  $\pm$  2%;

Зета-Циперметрина 2 – 11,25 мин  $\pm$  2%;

Зета-Циперметрина 3 – 11,39 мин  $\pm$  2%;

Зета-Циперметрина 4 – 11,45 мин  $\pm$  2%.

Линейность детектирования сохраняется в пределах – 0,1 - 1,0 нг.

Каждую анализируемую пробу вводят в хроматограф 3 раза и вычисляют среднюю сумму площадей характерных пиков Зета-Циперметрина.

Образцы дающие пики больше, чем стандартный раствор с концентрацией Зета-Циперметрина 1,0 мкг/см<sup>3</sup> соответственно разбавляют.

Количественное определение Зета-Циперметрина проводят методом абсолютной калибровки путем сравнения с хроматограммами стандартных растворов Зета-Циперметрина с концентрацией 0,1 – 1,0 мкг/см<sup>3</sup>.

## 10. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА.

Для обработки результатов хроматографического анализа используется программа сбора и обработки хроматографической информации «Хроматэк Аналитик», версия 1.20.

Альтернативная обработка результатов.

Содержание Зета-циперметрина рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{Spr \cdot A \cdot V}{Sct \cdot m \cdot 100} \times P$$

- где X - содержание Зета-циперметрина в пробе, мг/кг;  
Sct – сумма площадей (высот) пиков стандарта, мВ;  
Spr – сумма площадей (высот) пиков образца, мВ;  
A - концентрация стандартного раствора, мкг/см<sup>3</sup>;  
V - объем экстракта, подготовленного для хроматографирования, см<sup>3</sup>;  
m - масса анализируемого образца, г;  
P – содержание Зета-циперметрина в аналитическом стандарте, %.

## 11. ПРОВЕРКА ПРИЕМЛЕМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ОПРЕДЕЛЕНИЙ.

За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, расхождение между которыми не превышает предела повторяемости (1):

$$\frac{2 \cdot |X_1 - X_2| \cdot 100}{(X_1 + X_2)} \leq r \quad (1)$$

где X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>- результаты параллельных определений, мг/кг;

r- значение предела повторяемости (таблица 1), при этом r = 2.8 σ.

**При невыполнении условия (1) выясняют причины превышения предела**

повторяемости, устраняют их и вновь выполняют анализ.

## 12. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.

Результат анализа представляют в виде:

$(\bar{X} \pm \Delta)$  мг/кг при вероятности P= 0.95,

где  $\bar{X}$ - среднее арифметическое результатов определений, признанных приемлемыми, мг/кг;

$\Delta$  - граница абсолютной погрешности, мг/кг;

$$\Delta = \delta \cdot \bar{X} / 100,$$

$\delta$  - граница относительной погрешности методики (показатель точности в соответствии с диапазоном концентраций, таблица 1), %.

В случае, если содержание компонента менее нижней границы диапазона определяемых концентраций, результат анализа представляют в виде:

«содержание вещества в пробе менее 0,01 мг/кг»\*

\* - 0.01 мг/кг - предел обнаружения.

### 13. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.

Оперативный контроль погрешности и воспроизводимости измерений осуществляется в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1-6-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

13.1. Стабильность результатов измерений контролируют перед проведением измерений, анализируя один из градуировочных растворов.

13.2. Плановый внутрилабораторный оперативный контроль процедуры выполнения анализа проводится методом добавок.

Величина добавки  $C_d$  должна удовлетворять условию:

$$C_d = \Delta_{\bar{X}} + \Delta_{\bar{X}'},$$

где,  $\pm \Delta_{\bar{X}}$  ( $\pm \Delta_{\bar{X}'}$ ) – характеристика погрешности (абсолютная погрешность) результатов анализа, соответствующая содержанию компонента в испытуемом образце (расчетному значению содержания компонента в образце с добавкой соответственно) мг/кг,

при этом:

$$\Delta_{\bar{X}} = \pm 0,84 \Delta,$$

где  $\Delta$  - граница абсолютной погрешности, мг/кг;

$$\Delta = \delta \cdot \bar{X} / 100,$$

$\delta$  - граница относительной погрешности методики (показатель точности в соответствии с диапазоном концентраций, таблица 1), %.

Результат контроля процедуры  $K_k$  рассчитывают по формуле:

$$K_k = \bar{X}' - \bar{X} - C_d,$$

где  $\bar{X}$ ,  $X$ ,  $S_d$  среднее арифметическое результатов параллельных определений (признанных приемлемыми по п. 11), содержания компонента в образце с добавкой, испытуемом образце и концентрация добавки, соответственно, мг/кг;

Норматив контроля  $K$  рассчитывают по формуле:

$$K = \sqrt{\Delta_{n, \bar{X}}^2 + \Delta_{n, X}^2}$$

Проводят сопоставление результата контроля процедуры ( $K_d$ ) с нормативом контроля ( $K$ ).

Если результат контроля процедуры удовлетворяет условию:

$$|K_d| \leq K, \quad (2)$$

процедуру анализа признают удовлетворительной.

При невыполнении условия (2) процедуру контроля повторяют. При повторном невыполнении условия (2) выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и принимают меры по их устранению.

13.3. Проверка приемлемости результатов измерений, полученных в условиях воспроизводимости:

Расхождение между результатами измерений, выполненных в двух разных лабораториях, не должно превышать предела воспроизводимости ( $R$ )

$$\frac{2 \cdot |X_1 - X_2| \cdot 100}{(X_1 + X_2)} \leq R \quad (3)$$

где  $X_1, X_2$  – результаты измерений в двух разных лабораториях, мг/кг;

$R$  – предел воспроизводимости ( в соответствии с диапазоном концентраций, таблица 1), %.

#### 14. РАЗРАБОТЧИКИ

Калинин В.А., профессор, канд. с-х. наук, Калинина Т.С., ст.н.сотр., канд. с-х. наук, Рыбакова О.И., науч. сотр., Третьякова О.А., инженер.

ФГОУ ВПО Российский Государственный Аграрный Университет –МСХА имени К.А. Тимирязева.

Учебно-научный консультационный центр «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов». 127550, Москва, Тимирязевская ул., д. 53/1. Телефон: (495) 976-37-68, факс: (495) 976- 43-26.

Калинин  
Калинина  
Рыбакова  
68