

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Определение остаточных количеств
тиаклоприда в корнеплодах моркови,
в ботве и корнеплодах столовой свеклы
методом высокоэффективной
жидкостной хроматографии**

Методические указания
МУК 4.1.3416—17

Издание официальное

**Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека**

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Определение остаточных количеств
тиаклоприда в корнеплодах моркови,
в ботве и корнеплодах столовой свеклы
методом высокоэффективной
жидкостной хроматографии**

**Методические указания
МУК 4.1.3416—17**

ББК 51.23
О-62

О-62 **Определение остаточных количеств тиаклоприда в корнеплодах моркови, в ботве и корнеплодах столовой свеклы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: Методические указания.**—М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017.—22 с.

ISBN 978—5—7508—1573—9

1. Разработаны Российским государственным аграрным университетом – МСХА им. К. А. Тимирязева, Учебно-научный консультационный центр «Агроэкология пестицидов и агрохимикатов» Минсельхоза России (А. В. Довгилевич, Е. В. Довгилевич, Н. В. Устименко, А. С. Поликарпов, Е. Н. Тестова).

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 22 декабря 2016 г. № 2).

3. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой 14 февраля 2017 г.

4. Введены впервые.

ББК 51.23

ISBN 978—5—7508—1573—9

© Роспотребнадзор, 2017

УТВЕРЖДАЮ

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

А. Ю. Попова

14 февраля 2017 г.

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Определение остаточных количеств тиаклоприда
в корнеплодах моркови, в ботве и корнеплодах
столовой свеклы методом высокоэффективной
жидкостной хроматографии**

**Методические указания
МУК 4.1.3416—17**

Свидетельство о метрологической аттестации МВИ № РОСС RU.0001.310430/0256.31.03.2016 от 31.03.2016.

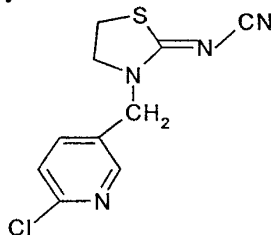
Настоящие методические указания устанавливают порядок применения метода высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения уровня остаточных количеств тиаклоприда в корнеплодах моркови в диапазоне 0,02—0,2 мг/кг, в ботве столовой свеклы в диапазоне 0,1—1,0 мг/кг; в корнеплодах столовой свеклы в диапазоне 0,01—0,1 мг/кг.

Методические указания носят рекомендательный характер.

Тиаклоприд

(Z)-3-(6-хлор-3-пиридилметил)-1,3-тиазолидин-2-илиденцианамид.

Структурная формула:



Молекулярная масса: 252,7.

Эмпирическая формула: $C_{10}H_9ClN_4S$.

Цвет, запах: кристаллическое вещество желтоватого цвета без запаха.

Температура плавления: 136 °С.

Давление паров: $3,0 \times 10^{-7}$ МПа (при 20 °С).

Коэффициент распределения октанол-вода: $K_{ow} \log P = 1,26$ (при 22 °С).

Растворимость в воде: 185 мг/дм³ (при 20 °С).

Растворимость в органических растворителях (г/дм³, при 20 °С): ацетон – 64, ацетонитрил – более 52, дихлорметан – 160, n-гексан – менее 0,1, диметилсульфоксид – 150.

Вещество устойчиво к гидролизу при рН от 5 до 9 (при 25 °С) и относительно стабильно на свету – ДТ₅₀ составляет более 100 дней.

Тиаклоприд относительно слабо передвигается по почвенному профилю и достаточно быстро разрушается в почве в аэробных условиях (ДТ₅₀ = 7—21 день).

Краткая токсикологическая характеристика. Тиаклоприд относится к умеренно опасным по острой оральной (ЛД₅₀ для крыс 396—836 мг/кг), к мало опасным по дермальной токсичности (ЛД₅₀ для крыс более 2 000 мг/кг), к опасным веществам по ингаляционной токсичности (ЛК₅₀ для крыс (4 часа) от 1 223 до 2 535 мг/м³). Не вызывает раздражения слизистых оболочек глаз и кожи у кроликов. Тиаклоприд практически нетоксичен для пчел, птиц, дождевых червей и водорослей.

Область применения. Тиаклоприд – инсектицид нервно-паралитического действия, эффективно уничтожает тлю, цветоеда, минеров, трипсов, плодоядку, колорадского жука на хлопчатнике, табаке, картофеле, рисе, овощных культурах, цитрусовых, косточковых и семечковых плодовых в течение вегетационного периода. Применяется в России в качестве инсектицида для обработки яблоневых садов при норме расхода до 200 г д.в./га и одно- и двукратной обработке за сезон.

В России установлены следующие гигиенические нормативы: ДСД – 0,01 мг/кг массы человека; ПДК в воде водоемов – 0,004 мг/дм³; ОДК в почве – 0,07 мг/кг; ОБУВ в воздухе рабочей зоны – 0,4 мг/м³; в атмосферном воздухе – 0,002 мг/м³; МДУ в продукции (мг/кг): виноград, картофель – 0,02; плодовые (семечковые) – 0,7; рапс (семена) – 0,5; рапс (масло) – 0,3.

МДУ тиаклоприда (в импортируемой продукции, мг/кг): сахарная свекла – 0,02; свекла – 0,05; морковь – 0,05.

1. Погрешность измерений

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 табл. 1 для соответствующих диапазонов концентраций.

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

Таблица 1

Метрологические параметры для тиаклоприда

| Анализируемый объект | Диапазон определяемых концентраций, мг/кг | Показатель точности (граница относительной погрешности), $\pm \delta$, % $P = 0,95$ | Стандартное отклонение повторяемости, σ_p , % | Предел повторяемости, r , % | Предел воспроизводимости, R , % |
|----------------------------|---|--|--|-------------------------------|-----------------------------------|
| Корнеплоды моркови | 0,02—0,1 вкл. | 50 | 3 | 8 | 12 |
| | 0,1—0,2 вкл. | 25 | 4 | 11 | 16 |
| Ботва столовой свеклы | 0,1—1,0 вкл. | 25 | 3 | 8 | 11 |
| Корнеплоды столовой свеклы | 0,01—0,1 вкл. | 50 | 3 | 9 | 13 |

Таблица 2

Полнота извлечения вещества, стандартное отклонение, доверительный интервал среднего результата для тиаклоприда

| Анализируемый объект | Метрологические параметры, $P = 0,95$, $n = 20$ | | | | |
|----------------------------|--|---|--------------------------------|---------------------------------|---|
| | предел обнаружения, мг/кг | диапазон определяемых концентраций, мг/кг | полнота извлечения вещества, % | стандартное отклонение, S , % | доверительный интервал среднего результата, \pm , % |
| Корнеплоды моркови | 0,02 | 0,02—0,2 | 81,37 | 4,31 | 1,64 |
| Ботва столовой свеклы | 0,1 | 0,1—1,0 | 83,12 | 3,26 | 1,27 |
| Корнеплоды столовой свеклы | 0,01 | 0,01—0,1 | 83,51 | 2,87 | 1,12 |

2. Метод измерений

Метод основан на определении тиаклоприда методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием ультрафиолетового детектора после его экстракции из образцов органическим растворителем, очистки экстракта перераспределением между двумя несмешивающимися фазами, на колонках с окисью алюминия и на концентрирующих патронах № 1.

Идентификация вещества проводится по времени удерживания, а количественное определение – методом абсолютной калибровки.

В предлагаемых условиях анализа метод специфичен. Специфичность обеспечивается подбором состава подвижной фазы и выбором колонок различной полярности.

3. Средства измерений, реактивы, вспомогательные устройства и материалы

3.1. Средства измерений

- Весы аналитические класса точности специальный (I) с наибольшим пределом взвешивания до 110 г и дискретностью 0,0001 г ГОСТ Р 53228—08
- Весы лабораторные общего назначения класса точности – средний (III) с наибольшим пределом взвешивания до 400 г и пределом допустимой погрешности $\pm 0,5$ г ГОСТ Р 53228—08
- Колбы мерные на 10, 50, 100 и 1 000 см³ ГОСТ 1770—74
- Микрошприц объемом 100 мм³ со шкалой деления 0,001 см³ и погрешностью менее 1 % от номинального объема
- Пипетки мерные на 1,0; 2,0; 5,0 см³ ГОСТ 29227—91
- Хроматографическая система, включающая:
- хроматограф жидкостный, снабженный термостатом для колонок с диапазоном температур от 15 до 80 °С, с ультрафиолетовым детектором с изменяемой длиной волны и чувствительностью не ниже 0,010 единиц адсорбции на шкалу;
 - компьютерное программное обеспечение, контролирующее работу всего прибора, обеспечивающее сбор и хранение всех хроматограмм в процессе проведения хроматографического анализа, обеспечивающее обработку

результатов измерений, вывод и расчет хроматограмм и количественный анализ
 Цилиндры мерные на 10, 25, 50, 100 и 500 см³ ГОСТ 1770—74

Примечание. Допускается использование средств измерений с аналогичными или лучшими характеристиками.

3.2. Реактивы

| | |
|--|-------------------------|
| Тиаклоприд, аналитический стандарт с содержанием действующего вещества не менее 99,0 % | CAS 111988-49-9 |
| Алюминий окись для хроматографии, ч | ТУ 6-09-3916—75 |
| Ацетон, осч | ТУ 6-09-3513—86 |
| Ацетонитрил, осч, УФ-200 нм | ТУ 6-09-2167—84 |
| Вода дистиллированная и (или) бидистиллированная (вода дистиллированная, перегнанная повторно в стеклянной емкости) | ГОСТ 6709—72 |
| Гелий, очищенный | ТУ-51-940—80 |
| n-Гексан, хч | ТУ 6-09-3818—89 |
| Калий марганцовокислый, чда | ГОСТ 20490—75 |
| Кальций хлористый, ч | ТУ 6-09-4711—81 |
| Кислота уксусная, ледяная | ГОСТ 61—75 |
| Концентрирующие патроны для твердофазной экстракции с гидрофильным слабокислым сорбентом с постоянной активностью с размером частиц 63—200 мкм (С) (объем — 1 см ³ , масса сорбента — 0,6 г) (патрон № 1) | ТУ 4215-002-05451931—94 |
| Метилен хлористый, хч | ТУ 6-09-2662—77 |
| Натрий серноокислый, безводный, хч | ГОСТ 4166—76 |
| Натрий углекислый, кислый, хч | ГОСТ 4201—79 |
| Натрий хлористый, хч | ГОСТ 4233—77 |

Примечание. Допускается использование реактивов с аналогичными или лучшими характеристиками.

3.3. Вспомогательные устройства и материалы

| | |
|---|---------------|
| Алонж прямой с отводом для вакуума для работы с концентрирующими патронами | ГОСТ 25336—82 |
| Аппарат для встряхивания проб с возвратно-поступательным направлением колебаний, с максимальной загрузкой 10 кг, с амплитудой колебаний 30 мм и скоростью от 10 до 300 колебаний в минуту | |

МУК 4.1.3416—17

Банки полипропиленовые с крышками для экстракции вместимостью 250 см³

Ванна ультразвуковая с потребляемой мощностью 140 Вт, рабочей частотой 50 Гц, рабочим объемом 4,5 дм³

Вата медицинская гигроскопическая хлопковая нестерильная

ГОСТ 5556—81

Воронки делительные на 250 см³

ГОСТ 25336—82

Воронки лабораторные, стеклянные

ГОСТ 25336—82

Испаритель ротационный вакуумный с ручным подъемником, с диагональным конденсором и объемом испарительной колбы от 50 до 3 000 см³, с изменяемой скоростью вращения штока испарителя от 5 до 240 об./мин, с водяной баней с антикоррозионным покрытием объемом 5 дм³ и с диапазоном температур от 20 до 100 °С

Колбы конические плоскодонные на 100, 250 и 1 000 см³

ГОСТ 25336—82

Колбы круглодонные со шлифом (концентраторы) на 100, 250 см³ и 4 000 см³ТС

ТУ 92-891.029—91

Колонка хроматографическая стальная длиной 150 мм, с внутренним диаметром 3,9 мм, зернением 5 мкм, заполненная сорбентом с привитыми полярными группами С18

Насос диафрагменный, химически стойкий на 100 %, с мощностью электропривода 245 Вт, предельным вакуумом 100 мбар/абс., с избыточным давлением 1 бар и скоростью откачки 34 дм³/мин

Предколонка хроматографическая стальная, длиной 12,5 мм, внутренним диаметром 2,1 мм, зернением 5 мкм, заполненная сорбентом с привитыми полярными группами С8

Стаканы стеклянные, термостойкие объемом 100—500 см³

ГОСТ 25336—82

Установка для перегонки растворителей с круглодонной колбой объемом 4 000 см³ и приемной конической колбой объемом 1 000 см³

Фильтры обезоленные нейтральные, быстро фильтрующие диаметром 11 см, зольность одного фильтра 0,00072 г

ТУ-6-09-1678—86

Шприц инъекционный многократного применения объемом 10 см³

ГОСТ 22967—90

Примечание. Допускается применение 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 ГОСТу 12.1.007—76, требования электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ Р 12.1.019—09, а также требования, изложенные в технической документации на жидкостной хроматограф.

4.2. Помещение должно соответствовать требованиям пожаробезопасности по ГОСТу 12.1.004—91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТу 12.4.009—83. 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 ГОСТу 12.0.004—91.

5. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются специалисты, имеющие опыт работы в химической лаборатории, прошедшие обучение и владеющие техникой проведения анализа, освоившие метод анализа в процессе тренировки и уложившиеся в нормативы контроля при проведении процедуры контроля погрешности анализа.

6. Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

– процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят при температуре воздуха (20 ± 5) °С, относительной влажности не более 80 % и нормальном атмосферном давлении;

– выполнение измерений на жидкостном хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

7. Подготовка к выполнению определений

Выполнению измерений предшествуют следующие операции: очистка растворителей (при необходимости), приготовление растворов,

кондиционирование хроматографической колонки, подготовка концентрирующих патронов № 1 и колонки с окисью алюминия для очистки экстракта, проверка хроматографического поведения вещества на концентрирующих патронах № 1 и колонке с окисью алюминия, установленные градуировочной характеристики.

7.1. Подготовка органических растворителей

7.1.1. Очистка ацетонитрила

Ацетонитрил, содержащий воду, предварительно осушают, добавляя в него гранулированный безводный хлористый кальций из расчета не менее 100 г/дм³. Выдерживают его над осушителем в течение 5—6 часов. Затем ацетонитрил сливают с осушителя в круглодонную колбу со шлифом объемом 4 000 см³ аппарата для перегонки растворителей.

Ацетонитрил перегоняют при температуре 81,5 °С, а фракции, отогнанные при температуре ниже и выше 81,5 °С, отбрасывают.

7.1.2. Очистка ацетона

Ацетон помещают в круглодонную колбу со шлифом объемом 4 000 см³ от аппарата для перегонки растворителей, добавляют к нему марганцовокислый калий из расчета 1 г/дм³.

Ацетон перегоняют при температуре 56,2 °С, а фракции, отогнанные при температуре ниже и выше 56,2 °С, отбрасывают.

7.1.3. Приготовление бидистиллированной воды

Дистиллированную воду помещают в круглодонную колбу со шлифом объемом 4 000 см³ от аппарата для перегонки растворителей, добавляют к ней марганцовокислый калий из расчета 1 г/дм³ и кипятят в течение 6 часов.

Собирают фракции, отогнанные при температуре 100,0 °С, а фракции, отогнанные при температуре ниже и выше 100,0 °С, отбрасывают.

7.1.4. Очистка хлористого метилена

Хлористый метилен промывают равным объемом 5%-го раствора натрия углекислого (безводного), осушают, добавляя в него гранулированный безводный хлористый кальций из расчета не менее 100 г/дм³. Выдерживают его над осушителем в течение 12—24 часов. Затем хлористый метилен сливают с осушителя в круглодонную колбу со шлифом объемом 4 000 см³ аппарата для перегонки растворителей. Хлористый метилен перегоняют при температуре 40,0 °С, а фракции, отогнанные при температуре ниже и выше 40,0 °С, отбрасывают.

7.1.5. Очистка гексана

Гексан, содержащий воду, предварительно осушают, добавляя в него гранулированный безводный хлористый кальций из расчета не менее 100 г/дм³. Выдерживают его над осушителем в течение 5—6 часов. Затем гексан сливают с осушителя в круглодонную колбу со шлифом объемом 4 000 см³ аппарата для перегонки растворителей.

Гексан перегоняют при температуре 68,7 °С, а фракции, отогнанные при температуре ниже и выше 68,7 °С, отбрасывают.

7.2. Приготовление растворов для проведения анализа

7.2.1. Приготовление подвижной фазы для ВЭЖХ

Для приготовления подвижной фазы используют свежеперегнанный ацетонитрил, бидистиллированную воду и ледяную уксусную кислоту.

В плоскодонную колбу объемом 1 000 см³ помещают 350 см³ ацетонитрила, 600 см³ бидистиллированной воды и 1 см³ уксусной кислоты. Смесь тщательно перемешивают, пропускают через нее газообразный гелий со скоростью 20 см³/мин в течение 5 минут, после чего помещают в ультразвуковую ванну для удаления растворенных газов на 1 минуту.

7.2.2. Приготовление градуировочных растворов

7.2.2.1. *Стандартный раствор № 1 с концентрацией тиаклоприда 1,0 мг/см³*. Взвешивают 50 мг тиаклоприда в мерной колбе объемом 50 см³. Навеску растворяют в ацетонитриле и доводят объем до метки ацетонитрилом. Полученный стандартный раствор № 1 используется для приготовления стандартных растворов для хроматографического исследования и установления градуировочной характеристики. Стандартный раствор № 1 хранится в холодильнике в течение 6 месяцев.

7.2.2.2. *Стандартный раствор № 2 с концентрацией тиаклоприда 10,0 мкг/см³*. Из стандартного раствора № 1 отбирают пипеткой 1 см³, помещают в мерную колбу объемом 100 см³ и доводят объем до метки ацетонитрилом. Стандартный раствор № 2 используется для внесения в контрольные образцы и для приготовления стандартных растворов для установления градуировочной характеристики. Стандартный раствор № 2 хранится в холодильнике не более 30 суток.

7.2.2.3. *Стандартный раствор № 3 с концентрацией тиаклоприда 1,0 мкг/см³*. Из стандартного раствора № 2 отбирают пипеткой 5 см³, помещают в мерную колбу объемом 50 см³ и доводят объем до метки смесью ацетонитрила с водой в соотношении 1 : 1. Стандартный раствор № 3 используется для установления градуировочной характеристики и хранится в холодильнике не более 30 суток.

7.2.2.4. *Стандартный раствор № 4 с концентрацией тиаклоприда 0,5 мкг/см³*. Из стандартного раствора № 3 отбирают пипеткой 5 см³, помещают в мерную колбу объемом 10 см³ и доводят объем до метки смесью ацетонитрила с водой в соотношении 1 : 1. Стандартный раствор № 4 используется для установления градуировочной характеристики и хранится в холодильнике не более 30 суток.

7.2.2.5. *Стандартный раствор № 5 с концентрацией тиаклоприда 0,2 мкг/см³*. Из стандартного раствора № 3 отбирают пипеткой 2 см³, помещают в мерную колбу объемом 10 см³ и доводят объем до метки смесью ацетонитрила с водой в соотношении 1 : 1. Стандартный раствор № 5 используется для установления градуировочной характеристики и хранится в холодильнике не более 30 суток.

7.2.2.6. *Стандартный раствор № 6 с концентрацией тиаклоприда 0,1 мкг/см³*. Из стандартного раствора № 3 отбирают пипеткой 1 см³, помещают в мерную колбу объемом 10 см³ и доводят объем до метки смесью ацетонитрила с водой в соотношении 1 : 1. Стандартный раствор № 6 используется для установления градуировочной характеристики и хранится в холодильнике не более 30 суток.

7.2.2.7. *Стандартные растворы с концентрацией тиаклоприда 5,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,4 и 0,2 мкг/см³ для внесения в контрольные образцы*. Методом последовательного разведения ацетонитрилом готовят растворы, содержащие по 5,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,4 и 0,2 мкг/см³ и используют эти растворы с целью внесения в контрольные образцы. Стандартные растворы для внесения в контрольные образцы хранятся в холодильнике не более 30 суток.

7.3. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади (высоты) пика от концентрации тиаклоприда в растворе (мкг/см³), устанавливают методом абсолютной калибровки по 4 растворам для градуировки с концентрацией 1,0; 0,5; 0,2 и 0,1 мкг/см³.

В инжектор хроматографа вводят по 5 мм³ каждого градуировочного раствора и анализируют в условиях хроматографирования по п. 9.4. Осуществляют не менее 5 параллельных измерений.

7.4. Подготовка колонки с окисью алюминия для очистки экстракта и проверка хроматографического поведения тиаклоприда на ней

7.4.1. Проверка хроматографического поведения тиаклоприда на колонке с окисью алюминия

В пластиковую или стеклянную колонку диаметром 15 мм помещают 3 г окиси алюминия с зернением 40/250 меш и, аккуратно постукивая по стенкам колонки, формируют слой адсорбента. Непосредственно перед использованием колонку промывают 10 см³ ацетонитрила.

7.4.2. Проверка хроматографического поведения тиаклоприда на колонке с окисью алюминия

В концентратор объемом 100 см³ вносят 1 см³ стандартного раствора тиаклоприда в ацетонитриле с концентрацией 1,0 мкг/см³ и выпаривают его досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С. Сухой остаток растворяют в 10 см³ ацетонитрила, тщательно обмывают стенки концентратора и наносят на подготовленную колонку. Элюат собирают в концентратор и выпаривают досуха при температуре не выше 30 °С.

Исходную колбу обмывают еще двумя порциями ацетонитрила объемом 10 см³ каждая и последовательно вносят их на колонку. Каждую порцию собирают отдельно в концентратор объемом 100 см³ и выпаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С.

Сухой остаток каждой фракции растворяют в 2 см³ смеси ацетонитрила с водой в соотношении 1 : 1 и 20 мм³ пробы вводят в хроматограф.

Определяют фракции, содержащие тиаклоприд, полноту смывания с колонки и необходимый объем элюата.

Изучение поведения тиаклоприда на колонке проводят каждый раз при отработке методики или поступлении новой партии окиси алюминия.

7.5. Подготовка концентрирующих патронов № 1 для очистки экстрактов и проверка хроматографического поведения тиаклоприда на них

7.5.1. Подготовка концентрирующих патронов № 1 для очистки экстракта

Все процедуры происходят с использованием вакуума, скорость потока растворов через патрон не должна превышать 5 см³/мин (1—2 кап./с).

Патрон № 1 устанавливают на алонж с отводом для вакуума, сверху в патрон вставляют шприц с разъемом типа Люер объемом не менее 10 см³ (используют как емкость для элюентов).

Кондиционирование: концентрирующий патрон промывают 5 см³ смеси гексана с ацетоном в соотношении 4 : 1, затем 10 см³ гексана. Элюаты отбрасывают.

Нельзя допускать высыхания поверхности патрона.

7.5.2. Проверка хроматографического поведения тиаклоприда на концентрирующих патронах № 1

Из стандартного раствора тиаклоприда в ацетонитриле, содержащего 1 мкг/см³, отбирают 1 см³, помещают в концентратор объемом 100 см³ и выпаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С. Сухой остаток растворяют в 1 см³ ацетона, тщательно обмывая стенки концентратора, прибавляют 9 см³ гексана, перемешивают и вносят на подготовленный патрон. Элюат собирают в концентратор, выпаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С.

Исходный концентратор обмывают последовательно 10 см³ смеси гексана с ацетоном в соотношении 9 : 1, 10 см³ смеси гексана с ацетоном в соотношении 4 : 1 и двумя порциями по 10 см³ каждой смеси гексана с ацетоном в соотношении 7 : 3. Элюат после прохождения каждой порции элюентов собирают в отдельные концентраторы объемом по 100 см³, выпаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С.

Сухой остаток каждой фракции растворяют в 2 см³ смеси ацетонитрила с водой в соотношении 1 : 1 и 20 мм³ пробы вводят в хроматограф.

Определяют фракции, содержащие тиаклоприд, полноту смывания с патрона и необходимый объем элюата.

Изучение поведения тиаклоприда на концентрирующих патронах № 1 проводят каждый раз при отработке методики или поступлении новой партии патронов.

7.7. Подготовка и кондиционирование колонки для жидкостной хроматографии

Хроматографическую колонку с предколонкой устанавливают в термостате хроматографа и стабилизируют при температуре 30 °С и скорости потока подвижной фазы 1,0 см³/мин 3—4 часа.

8. Отбор проб и хранение

Отбор проб производится в соответствии с «Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов», № 2051—79 от 21.08.79, а также в соответствии с ГОСТом 32284—13 «Морковь столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. ТУ», ГОСТ Р ИСО 6497—11 «Корма для животных. Отбор проб», ГОСТом 1722—85 «Свекла столовая свежая, заготавливаемая и поставляемая. Технические условия».

Пробы ботвы столовой свеклы, а также корнеплодов столовой свеклы и моркови хранят в холодильнике в полиэтиленовых пакетах при температуре 0—4 °С в течение суток. Для длительного хранения пробы замораживают и хранят в морозильной камере при температуре –18 °С.

9. Выполнение определения

9.1. Ботва столовой свеклы

9.1.1. Экстракция

Образец измельченной ботвы столовой свеклы массой 5 г помещают в полипропиленовую банку для экстракции объемом 250 см³, прибавляют 50 см³ ацетонитрила и помещают на 5 минут в ультразвуковую ванну, а затем на 5 минут на аппарат для встряхивания проб. Экстракт фильтруют в концентратор объемом 250 см³ через фильтр низкой плотности. Экстракцию повторяют еще два раза, используя по 50 см³ ацетонитрила и помещая на 5 минут в ультразвуковую ванну, а затем на 5 минут на аппарат для встряхивания проб. Экстракты объединяют в концентраторе объемом 250 см³ и выпаривают досуха при температуре не выше 30 °С.

9.1.2. Очистка экстракта перераспределением в системе несмешивающихся растворителей

К сухому остатку в концентраторе, полученному по п. 9.1.1, прибавляют 5 см³ ацетонитрила, обмывают стенки концентратора, затем прибавляют 100 см³ дистиллированной воды, 5 г хлорида натрия, перемешивают и переносят в делительную воронку объемом 250 см³. Тиаклоприд экстрагируют тремя порциями хлористого метилена объемом по 30 см³, встряхивая делительную воронку каждый раз по 2 минуты. После полного разделения фаз в делительной воронке нижний слой (хлористый метилен) собирают в концентратор объемом 250 см³ через слой

безводного сульфата натрия и выпаривают досуха при температуре не выше 30 °С.

9.1.3. Очистка экстракта на колонке с окисью алюминия

Сухой остаток, полученный по п. 9.1.2, растворяют в 10 см³ ацетонитрила, тщательно обмывают стенки концентратора, наносят на подготовленную колонку, элюат собирают в концентратор. Исходную колбу обмывают 10 см³ ацетонитрила и вносят на колонку. Элюаты объединяют и выпаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С.

9.1.4. Очистка экстракта на концентрирующих патронах № 1

Сухой остаток, полученный по п. 9.1.3, растворяют в 1 см³ ацетона, тщательно обмывая стенки концентратора, прибавляют 9 см³ гексана, перемешивают и вносят на подготовленный патрон. Элюат отбрасывают. Исходный концентратор обмывают последовательно 10 см³ смеси гексана с ацетоном в соотношении 9 : 1 и 10 см³ смеси гексана с ацетоном в соотношении 4 : 1, элюаты также отбрасывают.

Тиаклоприд элюируют с патрона № 1 10 см³ смеси гексана с ацетоном в соотношении 7 : 3, элюат собирают в концентратор объемом 100 см³ и выпаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С.

Сухой остаток растворяют в 5 см³ смеси ацетонитрила с водой в соотношении 1 : 1 и 20 мм³ пробы вводят в хроматограф.

9.2. Корнеплоды столовой свеклы

9.2.1. Экстракция

Образец измельченных корнеплодов столовой свеклы массой 20 г помещают в полипропиленовую банку для экстракции объемом 250 см³, прибавляют 50 см³ ацетонитрила и помещают на 5 минут в ультразвуковую ванну, а затем на 5 минут на аппарат для встряхивания проб. Экстракт фильтруют в концентратор объемом 250 см³ через фильтр низкой плотности. Экстракцию повторяют еще два раза, используя по 50 см³ ацетонитрила и помещая на 5 минут в ультразвуковую ванну, а затем на 5 минут на аппарат для встряхивания проб. Экстракты объединяют в концентраторе объемом 250 см³ и выпаривают досуха при температуре не выше 30 °С.

Далее проводят очистку экстракта по п. 9.1.2 «Очистка экстракта перераспределением в системе несмешивающихся растворителей» и п. 9.1.3 «Очистка экстракта на колонке с окисью алюминия».

После очистки элюат упаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С, сухой остаток растворяют в 2 см³ смеси ацетонитрила с водой 1 : 1 и 20 мм³ пробы вводят в хроматограф.

9.3. Корнеплоды моркови

9.3.1. Экстракция

Образец измельченных корнеплодов моркови массой 10 г помещают в полипропиленовую банку для экстракции объемом 250 см³, прибавляют 50 см³ ацетонитрила и помещают на 5 минут в ультразвуковую ванну, а затем на 5 минут на аппарат для встряхивания проб. Экстракт фильтруют в концентратор объемом 250 см³ через фильтр низкой плотности. Экстракцию повторяют еще два раза, используя по 50 см³ ацетонитрила и помещая на 5 минут в ультразвуковую ванну, а затем на 5 минут на аппарат для встряхивания проб. Экстракты объединяют в концентраторе объемом 250 см³ и выпаривают досуха при температуре не выше 30 °С.

Далее проводят очистку экстракта по п. 9.1.2 «Очистка экстракта перераспределением в системе несмешивающихся растворителей», п. 9.1.3 «Очистка экстракта на колонке с окисью алюминия и п. 9.1.4 «Очистка экстракта на концентрирующих патронах № 1».

После очистки элюат упаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 30 °С, сухой остаток растворяют в 2 см³ смеси ацетонитрила с водой 1 : 1 и 20 мм³ пробы вводят в хроматограф.

9.4. Условия хроматографирования

Хроматографическая система, включающая:

– хроматограф жидкостный, снабженный термостатом для колонок с диапазоном температур от 15 до 80 °С, с ультрафиолетовым детектором с изменяемой длиной волны и чувствительностью не ниже 0,010 единиц адсорбции на шкалу;

– компьютерное программное обеспечение, контролирующее работу всего прибора, обеспечивающее сбор и хранение всех хроматограмм в процессе проведения хроматографического анализа, обеспечивающее обработку результатов измерений, вывод и расчет хроматограмм и количественный анализ.

Колонка хроматографическая стальная длиной 250 мм с внутренним диаметром 4,6 мм, зернением 5 мкм, заполненная сорбентом с привитыми полярными группами C18.

Предколонка хроматографическая стальная длиной 20 мм, внутренним диаметром 3,9 мм, зернением 5 мкм, заполненная сорбентом с привитыми полярными группами C18.

Температура колонки: 30 °С.

Подвижная фаза: ацетонитрил–вода–уксусная кислота в соотношении 350 : 600 : 1.

Скорость потока подвижной фазы – 1,0 см³/мин.

Длина волны: 244 нм.

Объем вводимой пробы: 20 мм³.

Линейный диапазон детектирования сохраняется в пределах 2—20 нг.

Образцы, дающие пики большие, чем стандартный раствор тиаклоприда с концентрацией 1,0 мкг/см³, соответственно разбавляют.

10. Обработка результатов

Для обработки результатов хроматографического анализа используется компьютерное программное обеспечение химического анализа, которое входит в хроматографическую систему.

Альтернативная обработка результатов.

Содержание тиаклоприда в пробе рассчитывают по формуле, без учета полноты извлечения вещества из проб:

$$X = \frac{S_{np} \cdot A \cdot V}{100 \cdot S_{см} \cdot m} \cdot P, \text{ где}$$

X – содержание тиаклоприда в пробе, мг/кг;

$S_{см}$ – высота (площадь) пика стандарта, мм;

S_{np} – высота (площадь) пика образца, мм;

A – концентрация стандартного раствора, мкг/см³;

V – объем экстракта, подготовленного для хроматографирования, см³;

m – масса анализируемого образца, г (см³);

P – содержание тиаклоприда 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:

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

X_1, X_2 – результаты параллельных определений, мг/кг;

r – значение предела повторяемости (табл. 1), при этом $r = 2,8 \times \sigma_r$.

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;

Δ – граница абсолютной погрешности, мг/кг:

$$\Delta = \frac{\delta \cdot \bar{X}}{100}, \text{ где}$$

δ – граница относительной погрешности методики (показатель точности в соответствии с диапазоном концентраций, табл. 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, а также контроль стабильности градуировочной характеристики осуществляется в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1-6—02 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений».

13.1. Контроль стабильности градуировочной характеристики.

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

Контроль стабильности градуировочной характеристики для тиаклоприда проводят при смене основного градуировочного раствора № 1 каждые 6 месяцев, при смене основных градуировочных растворов № 2, 3, 4, 5 и 6 – каждый месяц, а также в начале и по окончании каждой серии анализов.

При контроле стабильности градуировочной характеристики проводят измерения не менее трех образцов концентраций для градуировки, содержание тиаклоприда в которых должно охватывать весь диапазон концентраций от 0,1 до 1,0 мкг/см³.

Градуировочная характеристика считается стабильной, если для каждого из используемого для контроля градуировочного раствора сохраняется соотношение:

$$A = \frac{(X - C) \cdot 100}{C} \leq 3,59, \text{ где}$$

X – концентрация тиаклоприда контрольного измерения, мкг/см³;

C – известная концентрация градуировочного раствора тиаклоприда в смеси ацетонитрила с водой, взятая для контроля стабильности градуировочной характеристики, мкг/см³;

3,59 – погрешность градуировочной характеристики, %.

Если величина расхождения (A) превышает 3,59 %, делают вывод о невозможности применения градуировочной характеристики для дальнейших измерений. В этом случае выясняют и устраняют причины не стабильности градуировочной характеристики и повторяют контроль ее стабильности с использованием других градуировочных растворов тиаклоприда, предусмотренных МВИ. При повторном обнаружении не стабильности градуировочной характеристики определяют ее заново согласно п. 7.3.

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

Величина добавки C_0 должна удовлетворять условию:

$$C_0 = \Delta_{a,\bar{X}} + \Delta_{a,\bar{X}'}, \text{ где}$$

$\pm \Delta_{a,\bar{X}}$, ($\pm \Delta_{a,\bar{X}'}$) – 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:

$$\Delta_a = \pm 0,84 \Delta, \text{ где}$$

Δ – граница абсолютной погрешности, мг/кг:

$$\Delta = \frac{\delta \cdot \bar{X}}{100}, \text{ где}$$

δ – граница относительной погрешности методики (показатель точности в соответствии с диапазоном концентраций, табл. 1), %.

Результат контроля процедуры K_x рассчитывают по формуле:

$$K_x = \bar{X}' - \bar{X} - C_0, \text{ где}$$

\bar{X}' , \bar{X} , C_0 – среднее арифметическое результатов параллельных определений (признанных приемлемыми по п. 11), содержания компо-

нента в образце с добавкой, испытуемом образце и концентрация добавки соответственно, мг/кг.

Норматив контроля K рассчитывают по формуле:

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

Проводят сопоставление результата контроля процедуры (K_k) с нормативом контроля (K).

Если результат контроля процедуры удовлетворяет условию:

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

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):

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

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

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

**Полнота извлечения тиаклоприда из корнеплодов моркови,
из ботвы и корнеплодов столовой свеклы
(5 повторностей для каждой концентрации, $P = 0,95$)**

| Среда | Внесено тиаклоприда, мг/кг | Обнаружено тиаклоприда, мг/кг | Полнота извлечения, % |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| Корнеплоды моркови | 0,02 | 0,0155 ± 0,0006 | 77,5 |
| | 0,04 | 0,0326 ± 0,0006 | 81,5 |
| | 0,10 | 0,0851 ± 0,0028 | 85,1 |
| | 0,20 | 0,1628 ± 0,0082 | 81,4 |
| Ботва столовой свеклы | 0,10 | 0,0846 ± 0,0010 | 84,6 |
| | 0,20 | 0,1695 ± 0,0061 | 84,8 |
| | 0,50 | 0,3981 ± 0,0122 | 79,6 |
| | 1,00 | 0,8355 ± 0,0210 | 83,6 |
| Корнеплоды столовой свеклы | 0,01 | 0,0083 ± 0,0001 | 83,2 |
| | 0,02 | 0,0163 ± 0,0007 | 81,4 |
| | 0,05 | 0,0424 ± 0,0009 | 84,8 |
| | 0,10 | 0,0846 ± 0,0035 | 84,6 |

**Определение остаточных количеств тиаклоприда
в корнеплодах моркови, в ботве и корнеплодах столовой свеклы
методом высокоэффективной жидкостной хроматографии**

**Методические указания
МУК 4.1.3416—17**

Ответственный за выпуск Н. В. Карташева

Редактор Л. С. Кучурова
Компьютерная верстка Е. В. Ломановой

Подписано в печать 05.10.17

Формат 60x88/16

Тираж 125 экз.

Печ. л. 1,5
Заказ 70

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделением издательского обеспечения отдела научно-методического обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а
Реализация печатных изданий, тел./факс: 8 (495) 952-50-89