

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование  
Российской Федерации

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАТОРЫ

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

Сборник методических указаний

МУК 4.1.2076—4.1.2088—06

Издание официальное

Москва, 2009

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАТОРЫ

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

Сборник методических указаний

МУК 4.1.2076—4.1.2088—06

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 — 188с.

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. 11,75

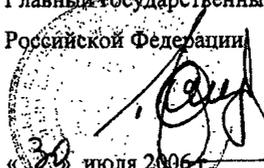
Тиражировано отделом издательского обеспечения  
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора  
117105, Москва, Варшавское ш., 19а  
Отделение реализации, тел./факс 952-50-89

## Содержание

|  |     |
|--|-----|
| 1. Методические указания по определению остаточных количеств глифосинат аммония и его метаболита в зерне гороха газохроматографическим методом. МУК 4.1.2076-06.....   | 4   |
| 2. Методические указания по измерению концентраций дикамбы в атмосферном воздухе населенных мест методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2077-06.....  | 22  |
| 3. Методические указания по определению остаточных количеств квинклорака в зерне риса методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2078-06.....   | 35  |
| 4. Методические указания по определению остаточных количеств квинклорака в зерне риса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2079-06.....   | 49  |
| 5. Методические указания по определению остаточных количеств лиофсурона в томатах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2080-06.....   | 62  |
| 6. Методические указания по определению остаточных количеств метамитрона в воде, почве, ботве и корнеплодах сахарной, столовой и кормовой свеклы методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2081-06.....  | 72  |
| 7. Методические указания по определению остаточных количеств Трибенурон-метила в семенах и масле подсолнечника методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2082-06.....  | 87  |
| 8. Методические указания по определению остаточных количеств тиаметоксама в семенах и масле подсолнечника методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2083-06.....   | 106 |
| 9. Методические указания по определению остаточных количеств тебуконазола в семенах, масле и зеленой массе рапса методом капиллярной газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2084-06.....  | 120 |
| 10. Методические указания по измерению концентраций тринексапак-этила в воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2085-06.....  | 132 |
| 11. Методические указания по определению остаточных количеств тринексапак-этила и его основного метаболита тринексапаку-кислоты в воде, тринексапак-этила по метаболиту тринексапаку-кислоте в почве, зерне и соломе зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.2086-06..... | 142 |
| 12. Методические указания по определению остаточных количеств Альфа-циперметрина в семенах и масле рапса методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2087-06.....  | 162 |
| 13. Методические указания по измерению концентраций эсфенвалерата в атмосферном воздухе населенных мест методом газожидкостной хроматографии. МУК 4.1.2088-06.....   | 176 |

УТВЕРЖДАЮ

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



Г.Г. Онищенко

Дата введения 30 июля 2006 г.

#### 4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

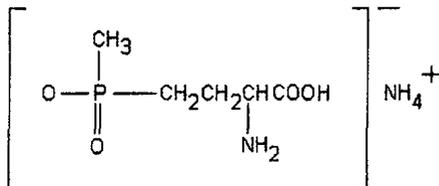
### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОСТАТОЧНЫХ КОЛИЧЕСТВ ГЛЮФОСИНАТ АММОНИЯ И ЕГО МЕТАБОЛИТА В ЗЕРНЕ ГОРОХА ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

МУК 4.1.<sup>2006</sup>-06

Настоящие методические указания устанавливают метод газожидкостной хроматографии для определения массовой концентрации глюфосинат аммония и его метаболита 3-метилфосфино-пропионовой кислоты в зерне гороха в диапазоне 0,2 – 2,0 мг/кг.

**Глюфосинат аммоний** – действующее вещество десиканта Баста, ВР (150 г/л), фирма производитель Байер КропСайенс (Германия).

Аммоний DL-гомоаланин-4-ил-(метил)-фосфинат (I) (ИЮПАК)



$\text{C}_5\text{H}_{15}\text{N}_2\text{O}_4\text{P}$

Мол. масса: 198,2

Бесцветный кристаллический порошок со слабым специфическим запахом. Температура плавления: 215 °С. Давление паров при 20 °С: < 0,1 мПа. Коэффициент распределения н-октанол/вода:  $K_{ow} \log P < 0,1$ . Растворимость (г/л) при 20°С: вода-1370, ацетон-0,16, этанол-0,65; этилацетат-0,14, толуол-0,14, гексан-0,2.

Вещество стабильно при нормальных условиях хранения, не гидролизуетсся в умеренно кислых и щелочных средах.

Достаточно быстро разрушается в воде и почве:  $DT_{50}$  в воде = 2-30 дней,  $DT_{50}$  в почве = 3-20 дней.

#### *Краткая токсикологическая характеристика*

Острая пероральная токсичность ( $LD_{50}$ ) для крыс - 1620-2000 мг/кг; острая ингаляционная токсичность ( $LC_{50}$ ) для крыс - 1,26-2,9 мг/м<sup>3</sup> воздуха. Глюфосинат аммоний не вызывает раздражения кожи.  $LC_{50}$  для рыб 710 мг/дм<sup>3</sup> (96 час.).

Глюфосинат аммоний не обладает тератогенным, канцерогенным и мутагенным действием. Он нетоксичен для водорослей, дафний, дождевых червей, пчел, птиц и диких животных.

Гигиенические нормативы для глюфосинат аммония в России: ОДК в почве - 0,1 мг/кг; ОДУ в воде - 0,01 мг/дм<sup>3</sup>; ОБУВ в воздухе рабочей зоны - 0,04 мг/м<sup>3</sup>; МДУ для плодовых, ягодных и citrusовых культур, винограда, моркови и картофеля - 0,2 мг/кг, для подсолнечника, гречихи, проса, рапса, льна, зернобобовых, хлебных злаков и растительных масел - 0,4 мг/кг.

#### *Область применения препарата*

Глюфосинат аммоний (I) - неселективный контактный гербицид с ограниченной системностью, передвигающийся только внутри обработанных листьев. В процессе поступления в растение вещество диссоциирует и в клетках присутствует только глюфосинат свободная кислота (II). Гербицид используется для уничтожения однолетних и многолетних широколистных и злаковых сорняков в парах, посадках плодовых и citrusовых культур, ягодных кустарниках и виноградниках путем направленного опрыскивания в период активного роста сорных растений, а также на овощных культурах при довсходовом применении препарата. Глюфосинат аммоний применяется также для десикации ботвы картофеля, подсолнечника, клещевины, люцерны и сеникации яровой пшеницы.

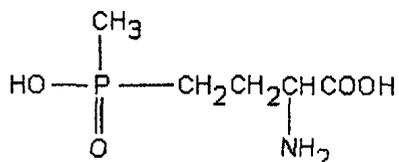
Проходит перерегистрацию в России и странах СНГ под торговым названием Баста, ВР (150 г/л) в качестве десиканта на посевах гороха при норме расхода

препарата до 2,0 л/га и однократной обработке в фазе побурения 70-75% бобов 5-6 нижних ярусов.

Глюфосинат аммоний в воде и растениях подвергается разрушению, в результате чего образуется 3-метилфосфино-пропионовая кислота (III).

Глюфосинат свободная кислота

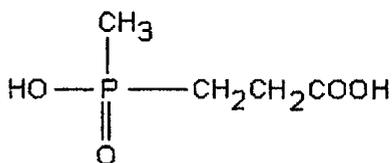
DL - гомоаланин-4-ил-(метил)-фосфиновая кислота (II) (ИЮПАК)



Мол. масса: 181,1

Метаболит глюфосинат аммония

3 - метилфосфино-пропионовая кислота (III) (ИЮПАК)



Мол. масса: 152,1

### 1. Метрологические характеристики 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.

Таблица 1

## Метрологические параметры

| Определяемое вещество             | Диапазон определяемых концентраций мг/кг | Показатель точности (граница относительной погрешности), $\pm\delta$ , %<br>$P=0,95$ | Стандартное отклонение повторяемости $\sigma_r$ , % | Предел повторяемости, $r$ , % | Предел воспроизводимости, $R$ , % |
|-----------------------------------|--|--|---|-------------------------------|-----------------------------------|
| Глюфосинат аммоний                | от 0,2 до 2,0                            | 25   | 5,1   | 14,3                          | 22,1                              |
| 3-метилфосфинопропионовая кислота | от 0,2 до 2,0                            | 25   | 5,4   | 15,1                          | 23,4                              |

Полнота извлечения вещества, стандартное отклонение, доверительный интервал среднего результата для полного диапазона концентраций ( $n=20$ ) приведены в таблице 2

Таблица 2

Полнота извлечения вещества, стандартное отклонение, доверительный интервал среднего результата для  $n=20$ ,  $P = 0,95$

| Определяемое вещество             | 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, % |
| <b>Зерно</b>                      |  |   |                                 |                                 |   |
| Глюфосинат аммоний                | 0,2  | 0,2 - 2,0                                 | 83,9                            | 4,4                             | $\pm 4,7$                                     |
| 3-метилфосфинопропионовая кислота | 0,2  | 0,2 - 2,0                                 | 83,3                            | 5,3                             | $\pm 5,6$                                     |

## 2. Метод измерения

Методика основана на определении веществ с помощью газожидкостной хроматографии (ГЖХ) с термоионным детектором (ТИД) на фосфорсодержащие вещества. Контроль глюфосинат аммония и его метаболита 3-метилфосфинопропионовой кислоты в образцах зерна гороха осуществляется по

содержанию веществ после экстракции их из анализируемого образца водой и очистки экстрактов на анионообменной смоле Дауэкс-1х8, дериватизации веществ с помощью триметилортоацетата в кислой среде и последующей очистки полученных производных на колонках с силикагелем и оксидом алюминия. В результате дериватизации глюфосинат аммоний превращается в метил-4-(метоксиметил)фосфинил-2-ацетамидобутират (IV), а метаболит - в метил-3-(метоксиметил)фосфинилпропионат (V).

Количественное определение проводится методом абсолютной калибровки.

### 3. Средства измерений, вспомогательные устройства,

#### реактивы и материалы

##### 3.1. Средства измерений

|  |                                |
|--|--------------------------------|
| Газовый хроматограф «Кристалл 2000М» с ТИД<br>(СКБ «Хроматэк», Россия)   | Номер госреестра<br>№ 14516-95 |
| Весы аналитические ВЛА-200   | ГОСТ 24104                     |
| Весы лабораторные общего назначения с наибольшим<br>пределом взвешивания до 500 г и пределом допустимой<br>погрешности +/- 0,036 г | ГОСТ 7328                      |
| Колбы мерные вместимостью 2-100-2, 2-1000-2  | ГОСТ 1770                      |
| Меры массы   | ГОСТ 7328                      |
| Пипетки градуированные 2-го класса точности<br>вместимостью 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 см <sup>3</sup>                                    | ГОСТ 29227                     |
| Пробирки градуированные с шлифованной пробкой<br>вместимостью 5 и 10 см <sup>3</sup>   | ГОСТ 1770                      |
| Цилиндры мерные 2-го класса точности<br>вместимостью 25, 50, 100, 500 и 1000 см <sup>3</sup>                                       | ГОСТ 1770                      |

Допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.

##### 3.2. Реактивы

Глюфосинат аммоний (I), аналитический стандарт с содержанием д.в. 99,2% (Байер, Германия)

Глюфосинат свободная кислота (II), аналитический стандарт с содержанием д.в. 99,9% (Байер, Германия)

3-метилфосфино-пропионовая кислота (III), аналитический стандарт с содержанием д.в. 97,9% (Байер, Германия)

Метил-4-(метоксиметил)фосфино-2-ацетамидобутират (IV), аналитический стандарт с содержанием д.в. 98,9% (Байер, Германия)

Метил-3-(метоксиметил)фосфино-пропионат (V), аналитический стандарт с содержанием д.в. 98,8% (Байер, Германия)

|  |                   |
|--|-------------------|
| Аммиак водный (28-30% NH <sub>3</sub> ), чда | ГОСТ 3760         |
| Вода деионизованная                          | ГОСТ 7602         |
| Кислота муравьиная (98%), хч                 | ГОСТ 5848         |
| Кислота уксусная, ледяная, хч                | ГОСТ 61-75        |
| Метилацетат, ч                               | ТУ 6-09-09-300-87 |
| Натрия гидроксид, хч                         | ГОСТ 4328         |
| Натрия сульфат, безводный, хч                | ГОСТ 4166         |
| Спирт метиловый, хч                          | ГОСТ 6995         |
| Толуол, хч                                   | ГОСТ 5789         |

Триметилортоацетат (98%) /Мерк, Германия/

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

### **3.3. Вспомогательные устройства, материалы**

|  |                 |
|--|-----------------|
| Азот газообразный (баллон), осч  | ГОСТ 9293       |
| Аппарат для встряхивания типа АБУ-6с   | ТУ 64-1-2851-78 |
| Анионообменная смола Дауэкс 1х8 (СГ-форма, 50-100 меш) /Супелко, США/                |                 |
| Ванна ультразвуковая, модель D-50, фирма Branson Instr. Co. (США)<br>или аналогичная |                 |
| Воронка Бюхнера  | ГОСТ 0147       |
| Воронки конусные диаметром 30-37 и 60 см   | ГОСТ 25336      |
| Генератор водорода, модель SPE, фирма General Electric (США)<br>или аналогичный      |                 |
| Дефлегматор елочный  | ГОСТ 9737       |
| Иономер ЭВ-74 или аналогичный  | ГОСТ 22261      |
| Колба Бунзена  | ГОСТ 5614       |
| Колбы плоскодонные вместимостью 250 см <sup>3</sup>                                  | ГОСТ 9737       |
| Колбы круглодонные на шлифе вместимостью 100, 250 см <sup>3</sup>                    | ГОСТ 9737       |
| Колонка хроматографическая стеклянная, длиной 25 см,<br>внутренним диаметром 8-10 мм |                 |
| Компрессор (СКБ "Хроматэк", Россия)  | № 3456          |

|   |                 |
|---|-----------------|
| Мельница электрическая лабораторная   | ТУ 46-22-236    |
| Насос водоструйный вакуумный  | ГОСТ 10696      |
| Оксид алюминия 90 (0,063-0,2 мм), нейтральный, для колоночной хроматографии I степени активности (Мерк, Германия) |                 |
| Плитка электрическая  |                 |
| Ротационный вакуумный испаритель ИР-1М или ротационный вакуумный испаритель В-169 фирмы Buchi (Швейцария)         | ТУ 25-11-917-74 |
| Силикагель 60 (0,063-0,2 мм) для колоночной хроматографии I степени активности (Мерк, Германия)                   |                 |
| Стаканы химические вместимостью 100, 500 см <sup>3</sup>  | ГОСТ 25336      |
| Стекловата  |                 |
| Фильтры бумажные "красная лента", обеззоленные или фильтры из хроматографической бумаги Ватман 3ММ                | ТУ 6-09-2678-77 |
| Холодильник водяной обратный  | ГОСТ 9737       |
| Центрифуга  | МРТУ 42-219     |
| Шприц для ввода образцов для газового хроматографа вместимостью 10 мм <sup>3</sup> (Hamilton, США)                |                 |

Допускается применение другого оборудования с аналогичными или лучшими 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 выполнению измерений**

Измерениям предшествуют следующие операции: очистка органических растворителей (при необходимости), приготовление растворов и анионообменной смолы, кондиционирование хроматографической колонки, установление градуировочной характеристики, подготовка колонок с анионообменной смолой и силикагелем.

#### **7.1. Очистка органических растворителей**

##### *7.1.1. Очистка n-гексана*

Растворитель последовательно промывают порциями концентрированной серной кислоты до прекращения окрашивания последней в желтый цвет, затем водой до нейтральной реакции промывных вод, перегоняют над поташом.

##### *7.1.2. Очистка метилацетата*

Метилацетат промывают последовательно 5%-ным водным раствором карбоната натрия, насыщенным раствором хлористого кальция, сушат над безводным карбонатом калия, перегоняют.

##### *7.1.3. Очистка силикагеля*

Силикагель встряхивают с двойным объемом очищенного ацетона и затем фильтруют на воронке Бюхнера через бумажный фильтр. Силикагель на фильтре промывают 1,5 объемом ацетона и затем высушивают при температуре  $130^{\circ}\text{C}$  в течение 5 часов.

#### **7.2. Приготовление 10%-ного раствора муравьиной кислоты**

В мерную колбу вместимостью  $1000\text{ см}^3$  помещают  $200\text{--}300\text{ см}^3$  деионизованной воды, добавляют  $100\text{ см}^3$  98%-ной муравьиной кислоты, перемешивают, доводят водой до метки, тщательно перемешивают.

#### **7.3. Приготовление 1 М раствора гидроксида натрия**

*Handwritten signature*

40 г NaOH переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup>, добавляют 500-600 см<sup>3</sup> деионизованной воды, перемешивают до полного растворения осадка, охлаждают раствор до комнатной температуры, доводят водой до метки, вновь перемешивают.

#### **7.4. Подготовка 0,015 М раствора водного аммиака**

В мерную колбу вместимостью 1000 см<sup>3</sup> помещают 10 см<sup>3</sup> водного аммиака (содержит 28-30% NH<sub>3</sub>), добавляют 500 см<sup>3</sup> деионизованной воды, перемешивают и доводят водой до метки.

#### **7.5. Подготовка анионообменной смолы и колонки**

В химический стакан вместимостью 2000 см<sup>3</sup> помещают 100 г анионообменной смолы Дауэкс 1x8 (Cl-форма), приливают 1000 см<sup>3</sup> 1М раствора гидроксида натрия и суспензию перемешивают в течение 2-х мин. Через 30 мин. суспензию фильтруют на воронке Бюхнера через бумажный фильтр. Смолу на фильтре промывают деионизованной водой до тех пор, пока pH фильтрата не снизится до 5,5-7. Обычно для приготовления 100 г смолы расходуют 3-5 дм<sup>3</sup> деионизованной воды.

В нижнюю часть стеклянной колонки (1,2x25 см) помещают тампон из стекловаты и в колонку (при открытом кране) медленно выливают суспензию смолы в воде таким образом, чтобы высота сорбента составила 12 см. Колонку промывают 30 см<sup>3</sup> деионизованной воды со скоростью 1-2 капли в секунду, после чего она готова к работе.

#### **7.6. Подготовка колонки с оксидом алюминия**

Нижнюю часть стеклянной колонки длиной 25 см, внутренним диаметром 10-12 мм уплотняют тампоном из стекловаты, медленно выливают в колонку (при открытом кране) суспензию 10 г оксида алюминия I степени активности в 15 см<sup>3</sup> метилацетата. Дают растворителю стечь до верхнего края сорбента и помещают на него слой безводного сульфата натрия высотой 1 см. Колонку промывают 15 см<sup>3</sup> метилацетата со скоростью 1-2 капли в сек. После этого колонка готова к работе.

#### **7.7. Подготовка колонки с силикагелем**

В нижнюю часть стеклянной колонки длиной 25 см и внутренним диаметром 10-12 мм помещают тампон из стекловаты и в колонку (при открытом кране) медленно выливают суспензию 5 г силикагеля I степени активности в 10 см<sup>3</sup> метилацетата. Дают растворителю стечь до верхнего края сорбента и помещают на него слой безводного сульфата натрия высотой 1 см. Колонку промывают 10 см<sup>3</sup> метилацетата со скоростью 1-2 капли в сек., после чего она готова к работе.

## **7.8. Проверка хроматографического поведения глюфосинат аммония и его метаболита на колонке с силикагелем**

В круглодонную колбу вместимостью 10 см<sup>3</sup> помещают по 0,5 см<sup>3</sup> градуировочных растворов № 1 дериватов глюфосинат аммония и метаболита с концентрацией 10 мкг/см<sup>3</sup> в метилацетате (п. 7.10.2), раствор упаривают досуха, остаток растворяют в 3 см<sup>3</sup> метилацетата. Раствор наносят на колонку, подготовленную по п.7.7. Промывают колонку 30 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (95:5, по объему) со скоростью 1-2 капли в сек., элюат отбрасывают. Затем колонку последовательно промывают 30 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (9:1, по объему) и 40 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (8:2, по объему). Фракционно (по 10 см<sup>3</sup>) отбирают элюат, упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре 40<sup>0</sup>С до объема 0,5-1 см<sup>3</sup>. Раствор переносят в градуированную пробирку вместимостью 5 см<sup>3</sup>, колбу промывают 1 см<sup>3</sup> метилацетата, который также переносят в пробирку. Доводят метилацетатом объем в пробирке до 4 см<sup>3</sup> и анализируют на содержание дериватов по п. 9.5. Первые три фракции, содержащие дериват метаболита, анализируют по п. 9.5.2., а последующие четыре, содержащие дериват глюфосинат аммония, по п. 9.5.1.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** При использовании новой партии сорбента или растворителей проводится проверка хроматографического поведения дериватов глюфосинат аммония и его метаболита на колонке.

## **7.9. Подготовка и кондиционирование хроматографической колонки**

Готовую насадку (3% FFAP на Хромосорбе W/HP) засыпают в стеклянную колонку, уплотняют под вакуумом, колонку устанавливают в термостат хроматографа, не подсоединяя к детектору, и стабилизируют в токе азота при температуре 250 <sup>0</sup>С в течение 8-10 часов.

## **7.10. Приготовление градуировочных растворов**

**7.10.1. Исходные растворы дериватов глюфосинат аммония и его метаболита (3-метилфосфино-пропионовая кислота) для градуировки (концентрация 1 мг/см<sup>3</sup> в пересчете на эквивалент глюфосинат свободной кислоты).** В мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> помещают 139 мг метил-4-(метоксиметил)фосфинил-2-ацетамидобутирата (IV, дериват глюфосинат аммония) или 100 мг метил-3-(метоксиметил)фосфинилпропионата (V, дериват метаболита), растворяют в 40-50 см<sup>3</sup> метанола, доводят метанолом до метки, тщательно перемешивают.

Растворы хранят в морозильной камере при температуре не выше -18<sup>0</sup>С в течение 3-х месяцев.

7.9.2. Растворы дериватов глюфосинат аммония и его метаболита № 1 для градуировки (концентрация  $10 \text{ мкг/см}^3$  в пересчете на эквивалент глюфосинат свободной кислоты). В мерную колбу вместимостью  $100 \text{ см}^3$  помещают  $1 \text{ см}^3$  исходного раствора деривата глюфосинат аммония (или деривата метаболита) с концентрацией  $1 \text{ мг/см}^3$  (п.7.9.1.), разбавляют метилацетатом до метки.

Градуировочные растворы № 1 хранят в морозильной камере при температуре не выше  $-18^\circ\text{C}$  в течение месяца.

7.9.3. Рабочие растворы №№ 2-5 дериватов глюфосинат аммония и его метаболита для градуировки (концентрация  $0,1 - 1,0 \text{ мкг/см}^3$  в пересчете на эквивалент глюфосинат свободная кислота). В 4 мерные колбы вместимостью  $100 \text{ см}^3$  помещают по  $1,0, 2,0, 5,0$  и  $10,0 \text{ см}^3$  градуировочного раствора № 1 деривата глюфосинат аммония (или деривата метаболита) с концентрацией  $10 \text{ мкг/см}^3$  (п.7.9.2.), доводят до метки метилацетатом, тщательно перемешивают, получают рабочие растворы №№ 2-5 с концентрацией глюфосинат аммония (или метаболита)  $0,1, 0,2, 0,5$  и  $1,0 \text{ мкг/см}^3$ , соответственно.

Растворы готовят непосредственно перед употреблением.

#### **7.11. Установление градуировочной характеристики**

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади пика ( $\text{мВ} \cdot \text{сек}$ ) от концентрации глюфосинат аммония (или его метаболита) в растворе ( $\text{мкг/см}^3$ ), устанавливают методом абсолютной калибровки по 4-м растворам для градуировки.

#### **7.12. Приготовление растворов для фортификации**

Отвешивают  $109 \text{ мг}$  глюфосинат аммония в мерную колбу вместимостью  $100 \text{ мл}$ , добавляют  $60-70 \text{ см}^3$   $0,015 \text{ М}$  раствора водного аммиака, перемешивают до полного растворения вещества и доводят объем этим же растворителем до метки. Концентрация глюфосинат аммония в растворе (А) составляет  $1 \text{ мг/см}^3$  в пересчете на эквивалент глюфосинат свободная кислота. Раствор А хранят в холодильнике не более месяца.

Отвешивают  $84 \text{ мг}$  3-метилфосфино-пропионовой кислоты в мерную колбу вместимостью  $100 \text{ см}^3$ , добавляют  $60-70 \text{ см}^3$   $0,015 \text{ М}$  раствора водного аммиака, перемешивают до полного растворения вещества и доводят объем этим же растворителем до метки. Концентрация метаболита в растворе (В) составляет  $1 \text{ мг/см}^3$  в пересчете на эквивалент глюфосинат свободная кислота. Раствор В хранят в холодильнике не более месяца.

Переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> по 1 см<sup>3</sup> растворов А и В и доливают 0,015 М раствор водного аммиака до метки, перемешивают. Концентрация глюфосинат аммония и его метаболита в растворе (С) составляет 10 мкг/см<sup>3</sup> в пересчете на эквивалент глюфосинат свободная кислота. Раствор хранят в холодильнике не более месяца.

Раствор С используют для приготовления проб зерна гороха с внесением при оценке полноты извлечения глюфосинат аммония и его метаболита из исследуемых образцов.

### **8. Отбор и хранение проб**

Отбор проб производится в соответствии с "Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов" (N 2051-79 от 21.08.79 г.) и правилами, определенными ГОСТом 10852-86 «Семена масличные. Правила приемки и методы отбора проб». Отобранные пробы зерна гороха досушивают до стандартной влажности и хранят в матерчатых или бумажных мешочках при температуре 4<sup>0</sup>С. Перед анализом семена измельчают на кофемолке.

### **9. Выполнение определения**

#### ***9.1. Экстракция глюфосинат аммония и метаболита***

Навеску (10 г) измельченного материала помещают в коническую колбу вместимостью 250 см<sup>3</sup>, добавляют 100 см<sup>3</sup> деионизованной воды и суспензию перемешивают в течение 30 минут на аппарате для встряхивания. Суспензию фильтруют под вакуумом на воронке Бюхнера через бумажный фильтр. Остаток на фильтре промывают 50 см<sup>3</sup> деионизованной воды. Объединенный фильтрат переносят в мерный цилиндр вместимостью 250 см<sup>3</sup> и доводят деионизованной водой до объема 200 см<sup>3</sup>. Отбирают аликвоту раствора (100 мл), эквивалентную 5 г растительного материала, в центрифужные пробирки и центрифугируют при 10000 г в течение 15 минут. Надосадочную жидкость используют для дальнейшей очистки по п. 9.2.

#### ***9.2. Очистка экстракта на колонке с анионообменной смолой***

Аликвоту водного экстракта (из п.9.1.) вносят в подготовленную колонку с анионообменной смолой (п.7.5.) и раствор пропускают со скоростью 1-2 капли в секунду. Промывают колонку 50 см<sup>3</sup> деионизованной воды и затем элюируют глюфосинат аммоний и его метаболит 80 см<sup>3</sup> 10%-ной муравьиной кислоты с указанной выше скоростью. Элюат упаривают досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре 55<sup>0</sup>С в грушевидной колбе вместимостью 250 см<sup>3</sup>. К остатку приливают 10 см<sup>3</sup> деионизованной воды и раствор упаривают досуха.

### 9.3. Дериватизация

К сухому остатку (из п. 9.2.) приливают 3 см<sup>3</sup> ледяной уксусной кислоты, перемешивают и колбу помещают в ультразвуковую ванну на 1 мин. Затем в колбу добавляют 12 см<sup>3</sup> триметилортоацетата и несколько стеклянных кипелок и снова помещают в ультразвуковую ванну на 1 мин. Реакционную смесь кипятят с обратным холодильником в течение 4,5 часов на электроплитке. К охлажденной реакционной смеси трижды добавляют по 15 см<sup>3</sup> толуола и каждый раз упаривают содержимое на ротационном вакуумном испарителе при температуре 40<sup>0</sup>С до объема 1-2 см<sup>3</sup>. Дальнейшую очистку дериватов проводят по пп. 9.4. и 9.5.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При проведении дериватизации посуда и реактивы должны быть сухими.

#### 9.4. Очистка на колонке с оксидом алюминия

К раствору дериватов глюфосинат аммония и метаболита в круглодонной колбе, полученного по п.9.3., добавляют 2 см<sup>3</sup> метилацетата и раствор переносят на колонку с оксидом алюминия, подготовленную п. 7.6. Колбу обмывают дважды порциями по 2 см<sup>3</sup> метилацетата, которые также наносят на колонку. Промывают колонку 30 см<sup>3</sup> метилацетата со скоростью 1-2 капли в сек., элюат отбрасывают. Дериваты глюфосинат аммония и метаболита элюируют с колонки 50 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (9:1, по объему), собирая элюат непосредственно в круглодонную колбу. Раствор упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре не выше 40<sup>0</sup>С до объема 0,5-1 см<sup>3</sup>.

#### 9.5. Очистка на колонке с силикагелем

К раствору дериватов глюфосинат аммония и метаболита в круглодонной колбе, полученного по п.9.4., добавляют 2 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (95:5, по объему) и раствор переносят на колонку с силикагелем, подготовленную по п.7.7. Колбу обмывают дважды порциями по 2 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (95:5, по объему), которые также наносят на колонку. Промывают колонку 30 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (95:5, по объему) со скоростью 1-2 капли в сек., элюат отбрасывают. Дериваты метаболита и глюфосинат аммония элюируют с колонки последовательно соответственно 30 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (9:1, по объему) и 40 см<sup>3</sup> смеси метилацетат-метанол (8:2, по объему), собирая элюаты непосредственно в круглодонные колбы вместимостью 100 см<sup>3</sup>. Растворы упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре 40<sup>0</sup>С до объема 0,5-1 см<sup>3</sup>. Растворы переносят в градуированные пробирки вместимостью 10 см, колбы обмывают трижды порциями по

2 см<sup>3</sup> метилацетата, которые также переносят в пробирки. Доводят метилацетатом объем в пробирках до 10 см<sup>3</sup> и анализируют на содержание дериватов глюфосинат аммония и метаболита по пп. 9.6.1. и 9.6.2.

### **9.6. Условия хроматографирования**

#### **9.6.1. Анализ глюфосинат аммония**

Газовый хроматограф "Кристалл 2000М" с термоионным детектором на фосфорсодержащие вещества с пределом детектирования (по фосфору в метафосе) не выше  $2,82 \times 10^{-14}$  г/куб.см

Колонка стеклянная, спиральная 1000 x 3 мм; неподвижная фаза 3% FFAP на Хромосорбе W/HP (0,12-0,15 мм)

Температура колонки – 230<sup>0</sup>С, инжектора - 230 <sup>0</sup>С, детектора 300 <sup>0</sup>С

Скорость потока газа-носителя (азот) - 30 мл/мин

Расход водорода – 12,5 мл/мин

Расход воздуха - 200 мл/мин

Объем вводимой пробы - 2 мкл

Время удерживания метил-4-(метоксиметил)фосфинил-2-ацетамидобутирата: 2 мин.  
50 сек.

Линейный диапазон детектирования – 0,2-2 нг

Каждую анализируемую пробу вводят в хроматограф 3 раза и вычисляют среднюю площадь пика.

Образцы, дающие пики большие, чем стандартный раствор с концентрацией 1,0 мкг/см<sup>3</sup>, разбавляют метилацетатом.

#### **9.6.2. Анализ 3-метилфосфино-пропионовой кислоты**

Газовый хроматограф "Кристалл 2000М" с термоионным детектором на фосфорсодержащие вещества с пределом детектирования (по фосфору в метафосе) не выше  $2,82 \times 10^{-14}$  г/куб.см

Колонка стеклянная, спиральная 1000 x 3 мм; неподвижная фаза 3% FFAP на Хромосорбе W/HP (0,12-0,15 мм)

Температура колонки – 178<sup>0</sup>С, инжектора - 230 <sup>0</sup>С, детектора 300 <sup>0</sup>С

Скорость потока газа-носителя (азот) - 30 мл/мин

Расход водорода – 12,5 мл/мин

Расход воздуха - 200 мл/мин

Объем вводимой пробы - 2 мкл

Время удерживания метил-3-(метоксиметил)фосфинилпропионата: 2 мин. 10 сек.

Линейный диапазон детектирования – 0,2-2 нг.

Каждую анализируемую пробу вводят в хроматограф 3 раза и вычисляют среднюю площадь пика.

Образцы, дающие пики большие, чем стандартный раствор с концентрацией 1,0 мкг/см<sup>3</sup>, разбавляют метилацетатом.

#### 10. Обработка результатов анализа

Содержание глюфосинат аммония (в пересчете на эквивалент глюфосинат свободная кислота) рассчитывают методом абсолютной калибровки по формуле:

$$X = \frac{N_1 \times A \times V}{N_0 \times m}, \text{ где}$$

X - содержание глюфосинат аммония в пробе, мг/кг;

N<sub>1</sub> - площадь пика образца, мВ\*с;

N<sub>0</sub> - площадь пика стандарта, мВ\*с;

A - концентрация стандартного раствора деривата глюфосинат аммония (в пересчете на эквивалент глюфосинат свободная кислота), мкг/см<sup>3</sup>;

V - объем экстракта, подготовленного для хроматографирования, см<sup>3</sup>;

m - масса анализируемого образца, г (для зерна - 5 г)

Содержание 3-метилфосфино-пропионовой кислоты (в пересчете на эквивалент глюфосинат свободная кислота) рассчитывают методом абсолютной калибровки по формуле:

$$X = \frac{N_1 \times A \times V}{N_0 \times m}, \text{ где}$$

X - содержание 3-метилфосфино-пропионовой кислоты в пробе, мг/кг;

N<sub>1</sub> - площадь пика образца, мВ\*с;

N<sub>0</sub> - площадь пика стандарта, мВ\*с;

A - концентрация стандартного раствора деривата метаболита (в пересчете на эквивалент глюфосинат свободная кислота), мкг/см<sup>3</sup>;

V - объем экстракта, подготовленного для хроматографирования, см<sup>3</sup>;

m - масса анализируемого образца, г (для зерна - 5 г)

## 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  $X_1, X_2$ - результаты параллельных определений, мг/кг;

$r$ - значение предела повторяемости (таблица 1), при этом  $r = 2.8\sigma_T$ .

При невыполнении условия (1) выясняют причины превышения предела повторяемости, устраняют их и вновь выполняют анализ.

## 12. Оформление результатов

Результат анализа представляют в виде:

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

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

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

$$\Delta = \delta \cdot X / 100,$$

$\delta$ - 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 нижней границы определения»  
менее 0.2 мг/кг \**

*\* - 0.2 мг/кг - предел обнаружения глюфосинат аммония и метаболита.*

## 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 с применением метода добавок.

Величина добавки  $C_d$  должна удовлетворять условию:

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

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

$$\Delta_n = \pm 0,84 \Delta,$$

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

$$\Delta = \delta * X / 100,$$

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

Норматив контроля  $K$  рассчитывают по формуле

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

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 ( $R$ )

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

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

Дубовая Л.В., научн. сотр.; Макеев А.М., зав. лаб., канд. биол. наук.

ВНИИ фитопатологии, 143050 Московская обл., п/о Большие Вяземы, тел. 592-92-20

Подпись руки Дубовой Л.В. и Макеева А.М. заверяю

Зав. канцелярией ВНИИФ

(Банюлис Г.Г.)

