

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Измерение концентраций действующих
веществ пестицидов в воздушной среде и
смывах с кожных покровов операторов**

Сборник

МУК 4.1.2813—10; 4.1.2814—10;
4.1.2846—4.1.2849—11

Издание официальное

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

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Измерение концентраций действующих веществ
пестицидов в воздушной среде и смывах
с кожных покровов операторов**

Сборник
МУК 4.1.2813—10; 4.1.2814—10;
4.1.2846—4.1.2849—11

ББК 51.21
ИЗ7

ИЗ7 Измерение концентраций действующих веществ пестицидов в воздушной среде и смывах с кожных покровов операторов: Сборник.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011.—76 с.

ISBN 978—5—7508—1066—6

1. Разработаны Федеральным научным центром гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана.
2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по санитарно-эпидемиологическому нормированию при Федеральной службе по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 28.12.2010 № 3).
3. Введены в действие с момента утверждения.
4. Введены впервые.

ББК 51.21

Редакторы Е. В. Николаева, Л. С. Кучурова
Технический редактор Е. В. Ломанова

Подписано в печать 15.09.11

Формат 60x88/16

Тираж 200 экз.

Печ. л. 4,75
Заказ 121

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

© Роспотребнадзор, 2011
© Федеральный центр гигиены и
эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011

Содержание

Измерение концентраций ципроконазола в атмосферном воздухе населенных мест методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2813—10	4
Измерение концентраций паклобутразола в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2814—10	15
Измерение концентраций С-метолахлора в атмосферном воздухе населенных мест методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2846—11	28
Измерение концентраций флуопирама в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2847—11	39
Измерение концентраций тепралоксидима в атмосферном воздухе населенных мест методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2848—11	52
Измерение концентраций просульфокарба в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2849—11	64

УТВЕРЖДАЮ

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

Г. Г. Онищенко

17 ноября 2010 г.

Дата введения: с момента утверждения

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

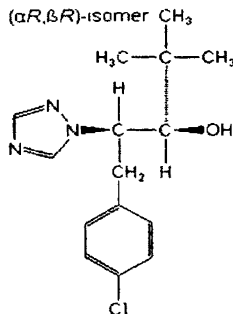
**Измерение концентраций паклобутрозола
в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов
операторов методом высокоэффективной
жидкостной хроматографии**

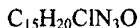
**Методические указания
МУК 4.1.2814—10**

Настоящие методические указания устанавливают метод высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов массовой концентрации паклобутрозола в диапазонах: 0,04—0,4 мг/м³ и 0,5—5,0 мкг/смыв соответственно.

Паклобутрозол

(2*RS*,3*RS*)-1-(4-хлорфенил)-4,4-диметил-2-(1*H*-1,2,4-триазол-1-ил)пентан-3-ол (IUPAC)





Мол. масса 293,5

Белое твердое вещество без запаха. Температура плавления $(164 \pm 0,5)^\circ\text{C}$. Давление паров $1,9 \cdot 10^{-3}$ мПа (при 20°C). Плотность $1,23 \text{ г/см}^3$ (при 20°C). Растворимость в органических растворителях при 20°C (в г/дм^3): ацетон – 72,4; дихлорэтан – 51,9; н-гептан – 0,199; метанол – 115; ксилол – 5,67; н-октанол – 29,4; этилацетат – 45,1. Растворимость в воде при 20°C (в мг/дм^3): 12,9 (чистая вода); 17,2 (рН 5); 24,8 (рН 7); 24,1 (рН 9). Коэффициент распределения н-октанол/вода $K_{\text{ов}} \log P = 3,11$ (23°C).

Агрегатное состояние в воздухе рабочей зоны – аэрозоль.

Краткая токсикологическая характеристика

Острая пероральная токсичность (LD_{50}) для крыс (самки) – 1 330 мг/кг; острая дермальная токсичность (LD_{50}) для кроликов > 2 000 мг/кг; острая ингаляционная токсичность (LC_{50}) для крыс > 250 мг/дм^3 (4 ч).

Область применения

Паклобутразол – системный фунгицид широкого спектра действия, относится к классу триазола.

Рекомендуемый ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) в воздухе рабочей зоны – $0,4 \text{ мг/м}^3$.

1. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью, не превышающей $\pm 25\%$, при доверительной вероятности 0,95.

2. Метод измерений

Измерения концентраций паклобутразола выполняют методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на обращенной фазе с ультрафиолетовым детектором.

Концентрирование паклобутразола из воздуха осуществляют на бумажный фильтр «синяя лента», экстракцию с фильтров выполняют ацетоном. Смыв с кожных покровов проводят этиловым спиртом.

Нижний предел измерения в анализируемом объеме пробы – 5 нг. Средняя полнота извлечения с фильтров – 93,22 %, с поверхности кожи – 83,42 %.

3. Средства измерений, вспомогательные устройства, реактивы и материалы

3.1. Средства измерений

Жидкостный хроматограф «Agilent 1200» (США) с ультрафиолетовым детектором с переменной длиной волны	Номер в Государственном реестре средств измерений 16193-06
Барометр-анероид М-67	ТУ 2504-1797—75
Весы аналитические ВЛА-200	ГОСТ 24104—2001
Колбы мерные 2-100-2, 2-500-2 и 2-1000-2	ГОСТ 1770—74
Меры массы	ГОСТ 7328—2001
Випетки градуированные 2-го класса точности вместимостью 1,0, 2,0, 5,0, 10 см ³	ГОСТ 29227—91
Пробоотборное устройство ОП 442ТЦ (ЗАО «ОПТЭК», г. Санкт-Петербург)	Номер Госреестра 18860-05
Термометр лабораторный шкальный ТЛ-2, цена деления 1 °С, пределы измерения 0—55 °С	ТУ 25-2021.003—88
Цилиндры мерные 2-го класса точности вместимостью 25, 500 и 1 000 см ³	ГОСТ 1770—74
Допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.	

3.2. Реактивы

Паклобутразол, аналитический стандарт с содержанием действующего вещества 99,7 % (CAS № 76738-62-0)	
Ацетон, осч	ГОСТ 2603—79
Ацетонитрил для хроматографии, хч	ТУ 6-09-4326—76
Вода для лабораторного анализа (деионизованная, бидистиллированная)	ГОСТ Р 52501—2005
Калий марганцово-кислый (перманганат калия), хч	ГОСТ 20490-75
Калий углекислый (карбонат калия, поташ), хч, прокаленный	ГОСТ 4221—76
Кислота ортофосфорная, хч, 85 %	ГОСТ 6552—80
Натрий углекислый	ГОСТ 83—79
Спирт этиловый (этанол) ректифицированный	ГОСТ Р 51652—2000 или ГОСТ 18300—87
Фосфор (V) оксид (фосфорный ангидрид, пентоксид фосфора), хч	ТУ 6-09-4173—85

Допускается использование реактивов иных производителей с более высокой квалификацией, не требующих выполнения п. 7.1 (очистки растворителей).

3.3. Вспомогательные устройства, материалы

Аппарат для встряхивания типа АБУ-6с	ТУ 64-1-2851—78
Баня водяная	
Бумажные фильтры «синяя лента», обеззоленные	ТУ 2642-001-05015242—07
Бязь хлопчатобумажная белая	
Воронка Бюхнера	ГОСТ 9147—80
Воронки конусные диаметром 40—45 мм	ГОСТ 25336—82
Груша резиновая	ТУ 9398-005-0576-9082—2003
Колба Бунзена	ГОСТ 25336—82
Колбы круглодонные на шлифе вместимостью 150 см ³	ГОСТ 9737—93
Линейка	ГОСТ 427—75
Мембраны микропористые капроновые ММК	ТУ 9471-002-10471723—2003
Набор для фильтрации растворителей через мембрану	
Насос водоструйный	ГОСТ 25336—82
Ножницы	ГОСТ Р 51268—99
Пинцет медицинский нержавеющей	ГОСТ 21241—89
Стаканы химические с носиком вместимостью 150 см ³	ГОСТ 25336—82
Стекловата	
Стекланные емкости вместимостью 100 см ³ с герметичной металлической крышкой	
Стекланные палочки	
Ректификационная колонна с числом теоретических тарелок не менее 30	
Ротационный вакуумный испаритель В-169 фирмы Buchi, Швейцария	
Установка для перегонки растворителей	
Фильтродержатель	
Хроматографическая колонка стальная, длиной 150 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, содержащая Eclipse XDB C18, зернением 5 мкм	
Шприц для ввода образцов для жидкостного хроматографа вместимостью 50—100 мм ³	

Допускается применение 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—76, требования по электробезопасности при работе с электроустановками по ГОСТ 12.1.019—79, а также требования, изложенные в технической документации на жидкостный хроматограф.

4.2. Помещение должно соответствовать требованиям пожаробезопасности по ГОСТ 12.1.004—91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009—83. Содержание вредных веществ в воздухе не должно превышать ПДК (ОБУВ), установленных ГН 2.2.5.1313—03 и ГН 2.2.5.2308—07. Организация обучения работников безопасности труда — по ГОСТ 12.0.004—90.

5. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений допускают специалистов, имеющих квалификацию не ниже лаборанта-исследователя, с опытом работы на жидкостном хроматографе, освоивших данную методику и подтвердивших экспериментально соответствие получаемых результатов нормативам контроля погрешности измерений по п. 13.

6. Условия измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят при температуре воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности не более 80 %;
- выполнение измерений на жидкостном хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

7. Подготовка к выполнению измерений

Выполнению измерений предшествуют следующие операции: очистка органических растворителей (при необходимости), подготовка подвижной фазы для ВЭЖХ, кондиционирование хроматографической колонки, приготовление растворов для градуировки и внесения, установление градуировочной характеристики, подготовка фильтров «синяя лента» и салфеток для отбора проб, отбор проб.

7.1. Очистка растворителей

7.1.1. Ацетон

Ацетон перегоняют над небольшим количеством перманганата калия и прокаленным карбонатом калия или подвергают ректификационной перегонке на колонне с числом теоретических тарелок не менее 30.

7.1.2. Ацетонитрил

Ацетонитрил кипятят с обратным холодильником над пентоксидом фосфора (на 1 дм³ ацетонитрила 20 г пентоксида фосфора) не менее 1 ч, после чего перегоняют, непосредственно перед употреблением ацетонитрил повторно перегоняют над прокаленным карбонатом калия (на 1 дм³ ацетонитрила 10 г карбоната калия).

7.2. Подготовка подвижной фазы для ВЭЖХ

7.2.1. *Приготовление раствора ортофосфорной кислоты с массовой долей 0,2 % (0,2 %-ый раствор).* В мерную колбу вместимостью 1 000 см³ помещают 500 см³ бидистиллированной или деионизованной воды, 2 см³ ортофосфорной кислоты, перемешивают, доводят до метки бидистиллированной или деионизованной водой и еще раз тщательно перемешивают.

7.2.2. *Приготовление подвижной фазы.* В мерную колбу вместимостью 1 000 см³ помещают 450 см³ ацетонитрила и 550 см³ 0,2 %-го раствора ортофосфорной кислоты, перемешивают, фильтруют и дегазируют.

7.3. Кондиционирование хроматографической колонки

Промывают колонку подвижной фазой (приготовленной по п. 7.2) при скорости подачи растворителя 1,0 см³/мин до установления стабильной базовой линии.

7.4. Приготовление градуировочных растворов и растворов внесения

7.4.1. *Исходный раствор паклобутразола для градуировки (концентрация 250 мкг/см³).* В мерную колбу вместимостью 100 см³ помещают 0,025 г паклобутразола, растворяют в 50—60 см³ ацетонитрила, доводят ацетонитрилом до метки, тщательно перемешивают.

Раствор хранят в морозильной камере при температуре –18 °С в течение 6 месяцев.

Растворы № 1—5 готовят объемным методом путем последовательного разбавления исходного раствора для градуировки.

7.4.2. *Раствор № 1 паклобутразола для градуировки и внесения (концентрация 25 мкг/см³).* В мерную колбу вместимостью 100 см³ помещают 10 см³ исходного раствора паклобутразола с концентрацией 250 мкг/см³ (п. 7.4.1), разбавляют ацетонитрилом до метки.

Градуировочный раствор № 1 хранят в холодильнике при температуре 4—6 °С в течение 3 месяцев.

Этот раствор используют для приготовления проб с внесением при оценке полноты извлечения действующего вещества методом «внесено-найдено».

7.4.3. Рабочие растворы № 2—5 паклобутразола для градуировки (концентрация 0,25—2,5 мкг/см³). В 4 мерные колбы вместимостью 100 см³ помещают по 1, 2, 4 и 10 см³ градуировочного раствора № 1 с концентрацией 25 мкг/см³ (п. 7.4.2), доводят до метки подвижной фазой, приготовленной по п. 7.2., тщательно перемешивают, получают рабочие растворы №№ 2—5 с концентрацией паклобутразола 0,25; 0,5; 1,0 и 2,5 мкг/см³ соответственно.

Рабочие растворы сразу после приготовления помещают в холодильник, где хранятся при температуре 4—6 °С не более 20 дней.

7.5. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади пика (мЕА · с) от концентрации паклобутразола в растворе (мкг/см³), устанавливают методом абсолютной калибровки по 4 растворам для градуировки №№ 2—5.

В инжектор хроматографа вводят по 20 мм³ каждого градуировочного раствора и анализируют в условиях хроматографирования по п. 7.5.1. Осуществляют не менее 5 параллельных измерений. Устанавливают площади пиков, на основании которых строят градуировочную зависимость.

Градуировочную характеристику проверяют перед проведением измерения по анализу одного из градуировочных растворов. Если значение площади отличается более, чем на 11 % от данных, заложенных в градуировочную характеристику, ее строят заново, используя свежеприготовленные рабочие растворы для градуировки.

7.5.1. Условия хроматографирования

Измерения выполняют при следующих режимных параметрах.

Жидкостный хроматограф с ультрафиолетовым детектором с переменной длиной волны.

Хроматографическая колонка стальная, длиной 150 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, содержащая Eclipse XDB C18, зернением 5 мкм.

Температура колонки: 25 °С.

Подвижная фаза: ацетонитрил—0,2 %-я ортофосфорная кислота (45 : 55, по объему).

Скорость потока элюента: 1,0 см³/мин.

Рабочая длина волны: 225 нм.

Объем вводимой пробы: 20 мм³.

Ориентировочное время выхода паклобутразола: 8,2—8,3 мин.

Линейный диапазон детектирования: 5—50 нг.

7.6. Подготовка фильтров для отбора проб воздуха

Диаметр бумажного фильтра «синяя лента» должен соответствовать внутреннему диаметру фильтродержателя.

Фильтры последовательно по 3 раза промывают на воронке Бюхнера этанолом, затем ацетонитрилом порциями 25—30 см³, сушат с помощью разряжения, создаваемого водоструйным насосом, затем на воздухе при комнатной температуре. До использования фильтры хранят в герметично закрытой стеклянной таре.

7.7. Подготовка салфеток для проведения смыва

7.7.1. Приготовление раствора натрия углекислого с массовой долей 5 %

Навеску ($25 \pm 0,1$) г натрия углекислого помещают в мерную колбу вместимостью 500 см³, растворяют в деионизированной воде, доводят водой до метки, перемешивают.

7.7.2. Подготовка салфеток для проведения смыва

Вырезают салфетки (лоскуты) из белой бязи размером 10 × 10 см, затем их последовательно обрабатывают 5 %-м раствором углекислого натрия (при кипячении), водой до нейтральной реакции промывных вод, 2-кратно промывают этиловым спиртом, сушат на воздухе при комнатной температуре. До использования салфетки хранят в герметично закрытой стеклянной таре.

8. Отбор и хранение проб воздуха

Отбор проб осуществляют в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005—88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» и Р 2.2.2006—05 (прилож. 9, обязательное) «Общие методические требования к организации и проведению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны», пункт 2 «Контроль соответствия максимальным ПДК». Воздух с объемным расходом 2—4 дм³/мин аспирируют через бумажный фильтр «синяя лента», помещенный в фильтродержатель.

Для измерения концентрации паклобутрозола на уровне предела обнаружения (0,04 мг/м³) необходимо отобрать 12,5 дм³ воздуха, на уровне 0,5 ОБУВ воздуха рабочей зоны – 2,5 дм³ воздуха. Срок хранения отобранных проб, помещенных в полиэтиленовые пакеты, в холодильнике при температуре 4—5 °С – 20 дней.

9. Условия проведения смыва

Смывы проводят в конце работы или после выполнения отдельных операций с открытых и закрытых спецодеждой или другими СИЗ участ-

ков тела (лоб, лицо, шея, грудь, предплечье, голень, кисти рук, включая межпальцевые промежутки).

До работы выбирают участок кожи, обрабатывают его для удаления загрязнений, фиксируют площадь (не менее 200 см²). При необходимости отбирают фоновые смывы.

Смыв выполняют способом обмыва фиксированного участка кожи этиловым спиртом, помещая 20 см³ в стеклянную емкость с металлической крышкой. Тканевой салфеткой, смоченной растворителем, с помощью пинцета (индивидуально) обмывают этот участок сверху вниз. Операцию повторяют дважды.

Срок хранения отобранных проб смывов, помещенных в герметично закрытые емкости, в морозильной камере при температуре -18 °С - 30 дней.

10. Выполнение измерений

10.1. Воздух рабочей зоны

Экспонированный фильтр переносят в химический стакан вместимостью 150 см³, заливают 20 см³ ацетона, помещают на встряхиватель на 10 мин. Растворитель сливают, фильтр еще дважды обрабатывают новыми порциями растворителя объемом 10 см³, выдерживая на встряхивателе по 10 мин.

Объединенный экстракт переносят (через воронку) в круглодонную колбу, упаривают на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 35 °С почти досуха, оставшийся растворитель отдувают потоком теплого воздуха. Остаток растворяют в 2 см³ подвижной фазы (подготовленной по п. 7.2), тщательно перемешивают и анализируют при условиях хроматографирования, указанных в п. 7.5.1.

10.2. Смывы с кожных покровов

Пробу смыва сливают (через воронку) в колбу для упаривания, с помощью пинцета извлекают салфетку, помещают в конусную химическую воронку, установленную в муфту колбы для упаривания, тщательно отжимают и промывают этиловым спиртом дважды порциями по 10 см³, предварительно ополаскивая растворителем емкость, в которой находилась проба.

Объединенный раствор упаривают в грушевидной колбе на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше 35 °С почти досуха, оставшийся растворитель отдувают потоком теплого воздуха. Остаток растворяют в 2 см³ подвижной фазы (подготовленной по п. 7.2) и анализируют при условиях хроматографирования, указанных в п. 7.5.1.

Пробу вводят в испаритель хроматографа не менее двух раз. Устанавливают площадь пика действующего вещества, с помощью градуировочного графика определяют концентрацию паклобутразола в хроматографируемом растворе.

Образцы, дающие пики, большие, чем градуировочный раствор с концентрацией $2,5 \text{ мкг/см}^3$, разбавляют подвижной фазой (не более чем в 50 раз).

11. Обработка результатов анализа

11.1. Воздух рабочей зоны

Концентрацию паклобутразола в пробе воздуха (X), мг/м^3 , рассчитывают по формуле:

$$X = C \frac{W}{V_i}, \text{ где}$$

C – концентрация паклобутразола в хроматографируемом растворе, найденная по градуировочному графику в соответствии с величиной площади хроматографического пика, мкг/см^3 ;

W – объем экстракта, подготовленного для хроматографирования, см^3 ;

V_i – объем пробы воздуха, отобранный для анализа, приведенный к стандартным условиям (давление 760 мм рт. ст. , температура $20 \text{ }^\circ\text{C}$), дм^3 .

$$V_i = \frac{R \cdot P \cdot ut}{273 + T}, \text{ где}$$

T – температура воздуха при отборе проб (на входе в аспиратор), $^\circ\text{C}$;

P – атмосферное давление при отборе пробы, мм рт. ст. ;

u – расход воздуха при отборе пробы, $\text{дм}^3/\text{мин}$;

t – длительность отбора пробы, мин ;

R – коэффициент, равный $0,386$ для воздуха рабочей зоны.

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

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

X_1, X_2 – результаты параллельных определений, мг/м^3 ;

r – значение предела повторяемости (таблица), при этом $r = 2,8\sigma$.

11.2. Смывы с кожных покровов

Концентрацию паклобутразола в пробе смыва X , мкг/смыв, рассчитывают по формуле:

$$X = C \cdot W, \text{ где}$$

C – концентрация паклобутразола в хроматографируемом растворе, найденная по градуировочному графику в соответствии с величиной площади хроматографического пика, мкг/см³;

W – объем экстракта, подготовленного для хроматографирования, см³.

Примечание. Идентификация и расчет концентрации вещества в пробах могут быть проведены с помощью компьютерной программы обработки хроматографических данных, включенной в аналитическую систему.

12. Оформление результатов измерений

Результат количественного анализа представляют в виде:

• результат анализа \bar{X} в мг/м³ или мкг/смыв (с указанием площади смыва в см²), характеристика погрешности δ , % (таблица), $P = 0,95$ или

$$\bar{X} \pm \Delta \text{ мг/м}^3 \text{ (мкг/смыв, площадь смыва, см}^2\text{)}, P = 0,95, \text{ где}$$

\bar{X} – среднее арифметическое результатов определений, признанных приемлемыми, мг/м³ (мкг/смыв);

Δ – граница абсолютной погрешности, мг/м³ (мкг/смыв);

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

δ – граница относительной погрешности методики (показатель точности по диапазону концентраций, таблица), %.

Результат измерений должен иметь тот же десятичный разряд, что и погрешность.

Если содержание вещества менее нижней границы диапазона определяемых концентраций, результат анализа представляют в виде:

*«содержание паклобутразола в пробе воздуха рабочей зоны – менее 0,04 мг/м³; в пробе смыва – менее 0,5 мкг/смыв»**.

** – 0,04 мг/м³; 0,5 мкг/смыв – пределы обнаружения при отборе 12,5 дм³ воздуха рабочей зоны; в пробе смыва (фиксированная площадь смыва, 200 см²) соответственно.*

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».

Значения характеристики погрешности, нормативов оперативного контроля точности, повторяемости, воспроизводимости

Анализируемый объект	Диапазон определяемых концентраций, мг/м ³ , мкг/смыв	Характеристика погрешности, $\pm \delta$, %, $P = 0,95$	Норматив оперативного контроля точности, K , мг/м ³ , мкг/смыв, ($P = 0,95$, $m = 2$)	Стандартное отклонение повторяемости, σ_r , мг/м ³ , мкг/смыв	Предел повторяемости, r , мг/м ³ , мкг/смыв	Предел воспроизводимости, R , мг/м ³ , мкг/смыв, ($P = 0,95$, $m = 2$)
Воздух рабочей зоны	0,04—0,4 мг/м ³	15	$0,21 \cdot \bar{X}$	$0,033 \cdot \bar{X}$	$0,09 \cdot \bar{X}$	$0,11 \cdot \bar{X}$
Смывы с кожных покровов	0,5—5,0 мкг/смыв	22	$0,22 \cdot \bar{X}$	$0,043 \cdot \bar{X}$	$0,12 \cdot \bar{X}$	$0,14 \cdot \bar{X}$

X — массовая концентрация анализируемого компонента в пробе, \bar{X} — среднее значение (мг/м³, мкг/смыв).

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.

Образцами для контроля являются реальные пробы воздушной среды и смывов с кожных покровов. Объем отобранных для контроля процедуры выполнения анализа проб воздуха и смывов с кожи должен соответствовать удвоенному объему, необходимому для проведения анализа по методике, фиксированная площадь смыва должна быть увеличена в 2 раза. После отбора проб экстракт с фильтра, а также пробу смыва делят на две равные части, первую из которых анализируют в точном соответствии с прописью методики и получают результат анализа исходной рабочей пробы — X . Во вторую часть вносят добавку анализируемого компонента (величина добавки X_0 должна соответствовать 50—150 % от содержания компонента в пробе, общая концентрация не должна превышать верхнюю границу диапазона измерения) и анализируют в точном соответствии с прописью методики, получая результат анализа рабочей пробы с добавкой — X' . Результаты анализа исходной рабочей пробы (X) и рабочей пробы с добавкой (X') получают в условиях повторяемости (один аналитик, использование одного набора мерной посуды, одной партии реактивов и т. д.).

Решение об удовлетворительности процедуры анализа принимают при выполнении условия:

$$|X' - X - X_0| \leq K, \text{ где} \quad (2)$$

$$K = 0,21 \cdot \bar{X} \quad (\text{воздушная среда});$$

$$K = 0,22 \cdot \bar{X} \quad (\text{смывы с кожи});$$

$$\bar{X} = \frac{1}{2} (X + X' - X_0), \text{ где}$$

X, X' – результаты измерений исходной рабочей пробы и пробы с добавкой соответственно ($\text{мг/м}^3, \text{мкг/смыв}$);

X_0 – величина добавки ($\text{мг/м}^3, \text{мкг/смыв}$);

K – норматив оперативного контроля точности (в соответствии с диапазоном концентраций, таблица), $\text{мг/м}^3, \text{мкг/смыв}$.

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):

$$|X_1 - X_2| \leq R, \text{ где} \quad (3)$$

$$R = 0,11 \cdot \bar{X} \quad (\text{воздушная среда});$$

$$R = 0,14 \cdot \bar{X} \quad (\text{смывы с кожи});$$

$$\bar{X} = \frac{1}{2} (X_1 + X_2), \text{ где}$$

X_1, X_2 – результаты измерений в двух разных лабораториях ($\text{мг/м}^3, \text{мкг/смыв}$);

R – предел воспроизводимости (в соответствии с диапазоном концентраций, табл.), $\text{мг/м}^3, \text{мкг/смыв}$.

Если выполняется условие (3), то воспроизводимость измерений считается удовлетворительной.

При превышении норматива контроля воспроизводимости эксперимент повторяют, при повторном превышении указанного норматива выясняют причины и по возможности их устраняют.

14. Разработчики

Юдина Т. В., Федорова Н. Е., Волкова В. Н. (ФГУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана Роспотребнадзора»).