

УТВЕРЖДАЮ

Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации,
Первый заместитель Министра
здравоохранения Российской Федерации
Г. Г. Онищенко

24 июня 2003 г.

Дата введения: 30 июня 2003 г.

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Измерения концентраций тирама
в воздухе рабочей зоны
и атмосферном воздухе населенных мест
методом газожидкостной хроматографии**

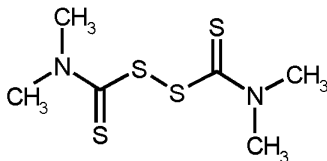
**Методические указания
МУК 4.1.1418—03**

Вводная часть

Настоящие методические указания устанавливают метод газожидкостной хроматографии для определения в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе массовой концентрации тирама в диапазонах 0,05—0,75 мг/м³ (воздух рабочей зоны); 0,0008—0,0120 мг/м³ (атмосферный воздух).

Тирам – действующее вещество препарата ВИТАРОС, ВСК (198 г/л тирама + 198 г/л карбоксина), фирма производитель Август, Россия.

Тетраметилтиурам дисульфид (IUPAC)



C₆H₁₂N₂S₄

Мол. масса 240,4.

Бесцветное кристаллическое вещество.

Температура плавления 155—156 °С.

Давление паров при 25 °С: 2,3 мПа.

Растворимость в органических растворителях при 20—25 °С (г/дм³): хлороформ – 230; дихлорметан – 170; толуол – 18; ацетон – 80; этанол – менее 10; изопропанол – 0,7; ацетонитрил; гексан – 0,04.

Растворимость в воде при комнатной температуре – 18 мг/дм³.

Коэффициент распределения н-октанол – вода: $K_{ow} \log P = 1,73$.

Разрушается в кислой среде.

Агрегатное состояние в воздухе – аэрозоль и пары.

Область применения препарата Тирам рекомендуется к применению в качестве фунгицида для протравливания семян пшеницы и ячменя.

Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны – 0,5 мг/м³, ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) в атмосферном воздухе – 0,001 мг/м³.

1. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью (δ), не превышающей ± 25 %, при доверительной вероятности 0,95.

2. Метод измерения

Метод основан на газохроматографическом (ГЖХ) измерении концентраций сероуглерода в равновесной паровой фазе, образующегося в результате кислотного гидролиза пробы, помещенной в герметически закрытый сосуд при температуре 80 °С, с учетом его фоновых значений.

Концентрирование тирама из воздуха осуществляют на фильтры из пенополиуретана, экстракцию с фильтра проводят раствором бикарбоната натрия.

Нижний предел измерения в хроматографируемом объеме пробы – 0,5 мкг.

Определению не мешают компоненты препаративной формы, а также пестициды других групп.

3. Средства измерений, вспомогательные устройства, реактивы и материалы

3.1. Средства измерений

Газовый хроматограф «Цвет-800» (Россия)	
с детектором электронного захвата (ДЭЗ)	ГОСТ 26703
(ДПР) с пределом детектирования	
по линдану 4×10^{-14} г/см ³	
Весы аналитические ВЛА-200	ГОСТ 24104

Пробоотборное устройство ОП-442ТЦ (ЗАО «ОПТЭК», г. Санкт-Петербург)	
или аспирационное устройство ЭА-1	ТУ 25-11-1414—78
Барометр-анероид М-67	ТУ 2504-1797—75
Термометр лабораторный шкальный ТЛ-2, цена деления 1 °С, пределы измерения 0—55 °С	ТУ 215-73Е
Мерные колбы, вместимостью 100 и 1 000 см ³	ГОСТ 1770
Пипетки градуированные 2-го класса точности вместимостью 0,1; 0,2; 1; 2, 5 и 10 см ³	ГОСТ 29227
Цилиндры мерные 2-го класса точности, вместимостью 50 и 100 см ³	ГОСТ 1770
Шприц медицинский, вместимостью 1 и 5 см ³	ГОСТ 22090

Допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.

3.2. Реактивы

Тиам с содержанием действующего вещества 99,3 % (ВНИИХСЗР)	
Азот газообразный, оч из баллона	ГОСТ 9293
Ацетон, чда	ГОСТ 2603
Вода бидистиллированная или деионизированная	ГОСТ 6709
н-Гексан, ч	ТУ 6-09-3375—78
Кислота соляная (хлороводородная), хч	ГОСТ 3118
Натрий углекислый кислый (гидрокарбонат), хч	ГОСТ 4201
Натрия гидроксид (едкий натр), хч	ГОСТ 4328
Олово двухлористое, 2-водное	ГОСТ 36
Хроматон N-AW-DMCS с 5 % Апиэзона L (0,16—0,20 мм)	
Этиловый спирт, ректификованный	ГОСТ Р 51652

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

3.3. Вспомогательные устройства

Баня водяная	
Воронки химические конусные, диаметром 34—40 мм	ГОСТ 25336
Колонка стеклянная для газовой хроматографии длиной 2 м, внутренним диаметром 3 мм	

Насос водоструйный
Пенополиуретан пористый ППУ
Термостат суховоздушный
Флаконы стеклянные, вместимостью
250 см³ с эластичной пробкой и крышкой
с отверстием
Груша резиновая
Стеклянные палочки

ГОСТ 10696
ТУ 2254-153-04691277—95

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

4. Требования безопасности

4.1. При работе с реактивами соблюдают требования безопасности, установленные для работ с токсичными, едкими, легковоспламеняющимися веществами по ГОСТ 12.1005.

4.2. При выполнении измерений с использованием газового хроматографа соблюдают правила электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019 и инструкцией по эксплуатации прибора.

5. Требования к квалификации операторов

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

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 газовом хроматографе проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

7. Подготовка к выполнению измерений

Перед выполнением измерений проводят приготовление растворов, кондиционирование хроматографической колонки, установление градуировочной характеристики, отбор проб.

7.1. Приготовление 0,1 N раствора гидроксида натрия

В мерную колбу вместимостью 250 см³ помещают 1 г едкого натра, растворяют в 100—150 см³ дистиллированной воды, доводят водой до метки, тщательно перемешивают.

7.2. Приготовление 2 %-го раствора бикарбоната натрия

В мерную колбу вместимостью 1 000 см³ помещают 20 г бикарбоната натрия, растворяют в 500—600 см³ дистиллированной воды, доводят водой до метки, тщательно перемешивают.

7.3. Приготовление 1,5 %-го раствора двухлористого олова

В мерную колбу вместимостью 1 000 см³ помещают навеску двухлористого олова массой 15 г, растворяют ее в 100 см³ концентрированной соляной кислоты при нагревании на водяной бане. Раствор охлаждают и доводят водой до метки.

7.4. Приготовление градуировочных растворов

7.4.1. Исходный раствор тирама для градуировки (концентрация 100 мкг/см³). В мерную колбу вместимостью 100 см³ помещают 0,01 г тирама, растворяют в 50—70 см³ 0,1 N гидроксида натрия, доводят до метки этим же растворителем, тщательно перемешивают. Раствор используют в течение рабочего дня.

Рабочие градуировочные растворы тирама готовят объемным методом путем последовательного разбавления исходного стандартного раствора.

7.4.2. Растворы № 1—5 тирама для градуировки (концентрация 0,5—7,5 мкг/см³). В 5 мерных колб вместимостью 100 см³ помещают по 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 и 7,5 см³ исходного стандартного раствора с концентрацией 100 мкг/см³ (п. 7.4.1), доводят до метки 0,1 N раствором гидроксида натрия, тщательно перемешивают, получают рабочие растворы № 1—5 с концентрацией тирама по 0,5; 1,0; 2,5; 5,0 и 7,5 мкг/см³, соответственно. Растворы готовят непосредственно перед работой.

7.5. Отбор проб

7.5.1. Воздух рабочей зоны

Отбор проб воздуха проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.005—88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».

Воздух со скоростью 2—5 дм³/мин с помощью электроасpirатора протягивают через фильтр из пенополиуретана, закрепленный в филь-

родержателе. Для измерения концентрации тирама на уровне $\frac{1}{2}$ ПДК воздуха рабочей зоны необходимо отобрать 10 дм³ воздуха.

7.5.2. Атмосферный воздух

Отбор проб воздуха проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.4.02—81 «ОПА. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ в воздухе населенных мест».

Воздух со скоростью 5 дм³/мин с помощью электроасpirатора протягивают через фильтр из пенополиуретана, закрепленный в фильтродержателе.

Для измерения концентрации тирама на уровне 0,8 ОБУВ атмосферного воздуха необходимо отобрать 125 дм³ воздуха.

Срок хранения отобранных проб, помещенных в полиэтиленовые пакеты, в холодильной камере при 4 °С – 5 дней.

7.6. Кондиционирование хроматографической колонки

Готовую насадку (Хроматон N-AW-DMCS с 15 % Аписезона L) засыпают в стеклянную колонку, предварительно промытую последовательно этиловым спиртом, ацетоном и гексаном, уплотняют под вакуумом, колонку устанавливают в термостате хроматографа, не подсоединяя к детектору, и стабилизируют в токе азота при температуре 250 °С в течение 10—12 ч.

7.7. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость площади или высоты хроматографического пика (отн. единицы, мм) от содержания тирама в хроматографируемом объеме паровой фазы (мкг), устанавливают методом абсолютной калибровки по 5 растворам для градуировки № 1—5.

В 5 флаконов вместимостью 250 см³ помещают по 1 см³ стандартного раствора тирама № 1—5, вносят по 50 см³ 2 %-го раствора бикарбоната натрия (п. 7.2) и 1,5 %-го раствора хлористого олова (п. 7.3). Флаконы закрывают герметичными крышками с самоуплотняющимися эластичными прокладками и помещают на 1 ч в термостат при 80 °С. Затем, не вынимая пробы из термостата, отбирают нагретым до 60 °С шприцем 1 см³ парогазовой фазы, вводят в испаритель хроматографа и анализируют в условиях хроматографирования по п. 7.7.1. Осуществляют не менее 3-х параллельных измерений.

7.7.1. Условия хроматографического анализа

Измерения выполняют при следующих режимных параметрах.

Хроматограф газовый «Цвет-800», с детектором постоянной скорости рекомбинации ионов.

Неподвижная фаза – Хроматон N-AW-DMCS (0,16—0,20 мм) с 15 % Аписезона L.

Колонка стеклянная, длиной 2 м, внутренним диаметром 3 мм.

Рабочая шкала электрометра 64×10^{10} ом.

Температура термостата колонки – 60 °С;

детектора – 150 °С;

испарителя – 120 °С.

Скорость газа-носителя (азот) – 40 см³/мин.

Объем вводимой пробы – 1 см³ (анализ воздуха рабочей зоны);

5 см³ (анализ атмосферного воздуха).

Ориентировочное время удерживания сероуглерода – 45 с.

Линейный диапазон детектирования 0,5—7,5 мкг.

Градуировочный график проверяют ежедневно по анализу 2-х стандартных растворов различной концентрации. Если получаемые результаты отличаются более, чем на 10 % от данных, заложенных в градуировочную характеристику, ее строят заново, используя свежеприготовленные рабочие стандартные растворы.

8. Выполнение измерений

Фильтр с отобранной пробой переносят в химический стакан вместимостью 100 см³, заливают 25 см³ 2 %-го раствора бикарбоната натрия (п. 7.2), помещают на встряхиватель на 5 мин. Раствор сливают, фильтр еще дважды обрабатывают новыми порциями 2 %-го раствора бикарбоната натрия объемом 15 см³.

Объединенный экстракт переносят во флакон вместимостью 250 см³, вносят 50 см³ 1,5 %-го раствора хлористого олова (п. 7.3). Флаконы закрывают герметичными крышками с самоуплотняющимися эластичными термостат при 80 °С. Затем, не вынимая пробы из термостата, отбирают с помощью шприца, нагретого до 60 °С, парогазовую фазу в объеме 1 см³ (при анализе воздуха рабочей зоны), 5 см³ (при анализе атмосферного воздуха), вводят в испаритель хроматографа и анализируют в условиях хроматографирования по п. 7.7.1. Пробу вводят в инжектор хроматографа не менее двух раз. Устанавливают площадь (высоту) пика, с помощью градуировочного графика определяют содержание тирама в хроматографируемом растворе.

Перед анализом опытной пробы проводят хроматографирование холстой (контрольной) пробы – экстракта неэкспонированного фильтра.

9. Обработка результатов измерений

Массовую концентрацию тирама в пробе воздуха X , мг/м³, рассчитывают по формуле:

$$X = C \cdot \frac{W}{V_{20}}, \text{ где}$$

C – содержание тирама в хроматографируемом объеме паровой фазы, найденное по градуировочному графику в соответствии с величиной площади (высоты) хроматографического пика, мкг;

W – хроматографируемый объем воздуха, см³;

V_{20} – объем пробы воздуха, отобранного для анализа, приведенного к стандартным (давление 760 мм рт.ст., температура 20 °С) или нормальным условиям (давление 760 мм рт.ст., температура 0 °С), дм³.

$$V_{20} = 0,386 \cdot P \cdot \frac{ut}{273 + T},$$

$$V_0 = 0,357 \cdot P \cdot \frac{ut}{273 + T}, \text{ где}$$

T – температура воздуха при отборе пробы (на входе в аспиратор), °С;

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

u – расход воздуха при отборе пробы, дм³/мин;

t – длительность отбора пробы, мин.

Примечание. Идентификация и расчет концентрации тирама в пробах могут быть проведены с помощью программ обработки хроматографических данных с применением компьютера, включенного в аналитическую систему.

10. Оформление результатов измерений

За результат анализа (\bar{X}) принимается среднее арифметическое результатов двух параллельных определений X_1 и X_2 ($\bar{X} = (X_1 + X_2)/2$), расхождение между которыми не превышает значений норматива оперативного контроля сходимости (d): $|X_1 - X_2| \leq d$.

$$d = d_{\text{отн.}} \cdot \frac{\bar{X}}{100}, \text{ г/м}^3, \text{ где}$$

d – норматив оперативного контроля сходимости, мг/м³;

$d_{\text{отн.}}$ – норматив оперативного контроля сходимости, % (равен 10 %).

При превышении норматива оперативного контроля сходимости измерения повторяют. При повторном превышении норматива d выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и устраняют их.

Результат количественного анализа представляют в виде:

- результат анализа \bar{X} (мг/м³), характеристика погрешности δ , %, $P = 0,95$ или

$$\bar{X} \pm \Delta \text{ мг/м}^3, P = 0,95, \quad \text{где}$$

$$\Delta = \frac{\delta \cdot \bar{X}}{100}, \text{ мг/м}^3$$

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

11. Контроль погрешности измерений

Оперативный контроль погрешности и воспроизводимости измерений осуществляется в соответствии с рекомендациями МИ 2335—95. «ГСИ. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа».

12. Разработчики

Юдина Т. В., Федорова Н. Е., Волчек С. И. (Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, г. Мытищи Московской обл.).