

УТВЕРЖДАЮ

Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации,
Первый заместитель Министра здраво-
охранения Российской Федерации

Г. Г. Онищенко

29 июня 2003 г.

Дата введения: с момента утверждения

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**Спектрофотометрическое измерение
массовых концентраций аллохола (по сумме
желчных кислот) в воздухе рабочей зоны**

**Методические указания
МУК 4.1.1615—03**

1. Область применения

Настоящие методические указания устанавливают количественный спектрофотометрический анализ воздуха рабочей зоны на содержание суммы желчных кислот в диапазоне концентраций 0,05—0,50 мг/м³.

2. Характеристика вещества

2.1. Физико-химические свойства.

В состав лекарственного препарата аллохол входят желчь сухая бычья (38 %), чеснок сушеный (19 %), листья крапивы (2,4 %), уголь активированный (11,9 %) и вспомогательные вещества (28,7 %). В желчи содержатся различные желчные кислоты – монокарбоновые гидроксикислоты, относящиеся к классу стероидов, кристаллы с температурами плавления от 140 до 250 °С. В желчи быка присутствуют в основном холевая (Т_{пл.} 199 °С) и дезоксихолевая (Т_{пл.} 177 °С) кислоты в виде щелочных солей конъюгатов указанных кислот с таурином или глицином, при этом массовая доля холевых кислот составляет не менее 30 %.

Желчные кислоты плохо растворимы в воде, растворимы в этиловом спирте.

Агрегатное состояние в воздухе – аэрозоль.

2.2. Токсикологическая характеристика.

Препарат аллохол обладает общетоксическим и гепатотропным действием.

Предельно допустимая концентрация препарата аллохола в воздухе рабочей зоны (по сумме массовых концентраций желчных кислот) — 0,1 мг/м³.

3. Погрешность измерений

Методика обеспечивает выполнение измерений массовых концентраций суммы желчных кислот в воздухе с погрешностью, не превышающей $\pm 15\%$ при доверительной вероятности 0,95.

4. Метод измерений

Измерение массовых концентраций желчных кислот (по холестерину) выполняется методом спектрофотометрии. Метод основан на взаимодействии кислот с сахарозой с образованием окрашенного в желтый цвет продукта реакции. Измерение проводят при длине волны 575 нм.

Отбор проб проводят с концентрированием на фильтр.

Нижний предел измерения содержания желчных кислот в анализируемой пробе 20 мкг.

Нижний предел измерения концентрации желчных кислот в воздухе (при отборе 1 000 дм³ воздуха) 0,05 мг/м³.

Определению не мешают крахмал, тальк, магния карбонат, титана диоксид, тропеолин.

5. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы

5.1. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы

| | |
|--|---------------------|
| Спектрофотометр СФ-46 | |
| Пробоотборное устройство ПУ-3Э | ТУ 4215-11696625—95 |
| Весы аналитические ВЛА-200 | ГОСТ 24104—88Е |
| Меры массы Г-2-2106 2 кл | ГОСТ 7328—82Е |
| Фильтр АФА-ВП-10 | ТУ 95-743—80 |
| Колбы мерные, вместимостью 50, 100 и 500 см ³ | ГОСТ 1770—74Е |
| Цилиндр мерный, вместимостью 500 см ³ | ГОСТ 1770—74Е |
| Пипетки, вместимостью 1, 2, 5 и 10 см ³ | ГОСТ 29227—91 |
| Бюксы ⁵⁰ / ₃₀ | ГОСТ 25336—82Е |
| Пробирки с пришлифованными пробками, вместимостью 10 см ³ | ГОСТ 25336—82Е |
| Кюветы с толщиной оптического слоя 50 мм | |
| Стаканчики для взвешивания | ГОСТ 25336—82Е |
| Баня водяная | ТУ 64-1-2850—76 |

Термометр
Холодильник бытовой

ГОСТ 215—73
ГОСТ 16317—87

5.2. Реактивы

| | |
|--|--------------------|
| Холевая кислота, содержание основного вещества 98 % | ТУ 6-09-10-1585—83 |
| Серная кислота концентрированная, плотность 1,84 г/см ³ | ГОСТ 4204—77 |
| Спирт этиловый, хч | ГОСТ 5963—67 |
| Сахароза | ГОСТ 5833—75 |
| Кислота уксусная ледяная | ГОСТ 61—75 |
| Вода дистиллированная | ГОСТ 6709—72 |

Допускается применение иных средств измерения, вспомогательных устройств, реактивов и материалов, обеспечивающих показатели точности, установленные для данных методических указаний.

6. Требования безопасности

6.1. При работе с реактивами соблюдают требования безопасности, установленные для работ с токсичными, едкими и легковоспламеняющимися веществами по ГОСТ 12.1.005—88.

6.2. При проведении анализов горючих и вредных веществ должны соблюдаться меры противопожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004—76.

6.3. При выполнении измерений с использованием спектрофотометра соблюдают правила электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019—79 и инструкцией по эксплуатации прибора.

6.4. Работа на спектрофотометре должна проводиться в чистом помещении, свободном от пыли, паров кислот и щелочей. Вблизи спектрофотометра не должны располагаться громоздкие изделия, создающие неудобства в работе оператора.

6.5. В процессе работы необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с химической посудой.

7. Требования к квалификации операторов

К выполнению измерений и обработке их результатов допускаются лица с высшим и средним специальным образованием, имеющие навыки работы на спектрофотометре.

8. Условия измерений

8.1. Процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят в нормальных условиях при температуре воздуха

(20 ± 5) °С, атмосферном давлении 84—106 кПа и влажности воздуха не более 80 %.

8.2. Выполнение измерений на спектрофотометре проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

9. Подготовка к выполнению измерений

9.1. Приготовление растворов

9.1.1. Приготовление стандартного раствора кислоты холевой концентрацией 100 мкг/см³. Навеску 10 мг кислоты холевой растворяют в нескольких см³ спирта этилового в мерной колбе вместимостью 100 см³ и доводят объем раствора спиртом до метки. Срок годности раствора — 10 суток при хранении в холодильнике.

9.1.2. Приготовление раствора сахарозы концентрацией 10 мг/см³. Растворяют в воде в мерной колбе вместимостью 100 см³ 1 г сахарозы и доводят объем раствора водой до метки. Раствор используют свежеприготовленным.

9.1.3. Приготовление 8 М раствора кислоты серной. В колбе вместимостью 500 см³ к 200 см³ дистиллированной воды осторожно, при постоянном перемешивании, прибавляют 213 см³ кислоты серной концентрированной и доводят водой до метки. Срок годности раствора — 1 месяц при хранении в комнатных условиях.

9.2. Подготовка прибора

Подготовку спектрофотометра проводят в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.3. Установление градуировочной характеристики

Градуировочную характеристику, выражающую зависимость величины оптической плотности раствора от массы вещества в анализируемой пробе, устанавливают по методу абсолютной градуировки с использованием серии градуировочных растворов согласно табл. 1, которые готовят путем соответствующего разбавления стандартного раствора кислоты холевой этиловым спиртом с помощью пипеток в пробирках с притертыми пробками. Растворы можно хранить при комнатной температуре в течение 7 ч, в холодильнике — в течение недели.

Для получения градуировочной зависимости по 2 см³ каждого градуировочного раствора переносят в колбу на 50 см³ с притертой пробкой, прибавляют 0,8 см³ раствора сахарозы, пробирку с раствором ставят в стакан со смесью воды со льдом, прибавляют 10 см³ 8 М раствора кислоты серной и тщательно перемешивают. Пробирку с раствором по-

мешают в водяную баню при 60 °С на 20 мин, после чего сразу же охлаждают в стакане со смесью воды со льдом, прибавляют 10 см³ кислоты уксусной ледяной и измеряют оптическую плотность на спектрофотометре в максимуме поглощения при длине волны 575 нм в кювете с толщиной слоя 50 мм. В качестве раствора сравнения используют градуировочный раствор № 1.

Проводят по 5 параллельных определений для каждого из 6 растворов и строят градуировочную зависимость величины оптической плотности от количества вещества в анализируемой пробе.

Проверку градуировочного графика проводят 1 раз в 3 месяца или в случае смены партии реактивов, оборудования или приборов.

Таблица 1

Растворы для установления градуировочной характеристики при измерении массовых концентраций желчных кислот

| № стандарт | Стандартный раствор холевой кислоты, см ³ | Спирт этиловый, см ³ | Концентрация вещества, мкг/см ³ | Содержание вещества в анализируемом объеме раствора, мкг |
|------------|--|---------------------------------|--|--|
| 1 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| 2 | 1,0 | 9,0 | 10 | 20 |
| 3 | 2,0 | 8,0 | 20 | 40 |
| 4 | 3,0 | 7,0 | 30 | 60 |
| 5 | 5,0 | 5,0 | 50 | 100 |
| 6 | 7,5 | 2,5 | 75 | 150 |
| 7 | 10 | 0 | 100 | 200 |

9.4. Отбор проб воздуха

Воздух с объемным расходом 40 дм³/мин аспирируют через фильтр АФА-ВП-10, помещенный в фильтродержатель. Для определения ½ ПДК аллохола следует отобрать 1 000 дм³ воздуха. Пробы можно хранить в течение недели.

10. Выполнение измерения

Фильтр с отобранной пробой помещают в бюкс с пришлифованной крышкой и приливают пипеткой 5 см³ этилового спирта. Периодически встряхивая, выдерживают раствор в течение 5 мин и сливают в пробирку. Степень экстракции с фильтра 95 %. Отбирают пипеткой 2 см³ экстракта и проводят фотометрические реакции аналогично тому, как и при построении градуировочного графика. Количественное определение содержания суммы свободных желчных кислот в растворе проводят по

предварительно построенному градуировочному графику, полученному с помощью растворов хлорной кислоты по отношению к раствору сравнения, используя чистый фильтр.

11. Расчет концентрации вещества

Концентрацию суммы желчных кислот в воздухе (C , мг/м³) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{a \cdot b}{b \cdot V}, \text{ где}$$

a – содержание желчных кислот в объеме пробы, взятой для анализа, мкг;

b – общий объем экстракта с фильтра, см³;

b – объем пробы, взятой для анализа, см³;

V – объем воздуха, отобранного для анализа и приведенного к стандартным условиям, дм³ (см. прилож. 1).

12. Оформление результатов анализа

Результат количественного анализа представляют в виде $(C \pm \Delta)$ мг/м³, $P = 0,95$, где Δ – характеристика погрешности, $\Delta = 0,005 + 0,15C$.

13. Контроль погрешности методики

Значения характеристики погрешности, норматива оперативного контроля точности и норматива оперативного контроля воспроизводимости приведены в табл. 2 в виде зависимости от значения массовой концентрации анализируемого компонента в пробе C .

Таблица 2

Результаты метрологической аттестации методики количественного химического анализа

| Диапазон определяемых концентраций желчных кислот, мг/м ³ | Наименование метрологической характеристики | | |
|--|--|---|--|
| | Характеристика погрешности Δ , мг/м ³ ($P = 0,95$) | Норматив оперативного контроля точности K , мг/м ³ ($P = 0,90, m = 2$) | Норматив оперативного контроля воспроизводимости D , мг/м ³ ($P = 0,95, m = 2$) |
| От 0,05 до 0,5 | 0,005 + 0,15C | 0,007 + 0,16C | 0,015 + 0,02C |

13.1. Оперативный контроль воспроизводимости

Оперативный контроль воспроизводимости выполняют в одной серии с анализом рабочих проб. Проводят отбор двух воздушных проб с использованием двух пробоотборников одновременно. Анализируют в

соответствии с прописью методики, привлекая различных исполнителей и максимально варьируя условия проведения анализа: партии реактивов, наборы мерной посуды и т. д., и получают два результата C_1 и C_2 анализов. Решение об удовлетворительной воспроизводимости принимают при выполнении условия:

$$|C_1 - C_2| \leq D, \text{ где}$$

D – норматив оперативного контроля воспроизводимости. При превышении расхождения между двумя результатами анализа норматива оперативного контроля воспроизводимости эксперимент повторяют. При повторном превышении указанного норматива выясняют причины, приводящие к неудовлетворительным результатам, и устраняют их.

Внутренний оперативный контроль воспроизводимости проводят не реже, чем 1 раз в месяц.

13.2. Оперативный контроль точности

Оперативный контроль точности выполняют в одной серии с анализом рабочих проб. Проводят отбор двух воздушных проб с использованием двух пробоотборников одновременно, затем к одной пробе делают добавку анализируемого компонента δC , нанося на фильтр дозу раствора, содержащего анализируемый компонент. Величина добавки должна соответствовать 50—150 % от содержания компонента в пробе. Результаты анализа C_1 без добавки и C_2 с добавкой получают по возможности в одинаковых условиях: одним аналитиком, с одной партией реактивов, с одним набором посуды и т. д.

Погрешность процедуры отбора проб контролируют путем проверки используемых пробоотборников. Решение об удовлетворительной погрешности принимают при выполнении условия:

$$|C_2 - C_1 - \delta C| \leq K, \text{ где}$$

K – норматив оперативного контроля точности.

14. Нормы затрат времени на анализ

Для проведения серии анализов из 6 проб при последовательном отборе проб воздуха требуется 6 ч.

Методические указания разработаны Российским государственным медицинским университетом (лаборатория токсикологии и экологии, Е. Б. Гугля).