

Фотометрическое измерение концентраций глюкозооксидазы в воздухе рабочей зоны

Государственная система санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Фотометрическое измерение концентраций глюкозооксидазы в воздухе рабочей зоны

МУК 4.1.0.358-96

Минздрав России

Москва - 1999

1. Методические указания разработаны с целью обеспечения контроля соответствия фактических концентраций вредных веществ их предельно допустимым концентрациям (ПДК) и ориентировочно безопасным уровням воздействия (ОБУВ) - санитарно-гигиеническим нормативам и являются обязательными при осуществлении санитарного контроля.

2. Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны (выпуск 32) утверждены и. о. Председателя Госкомсанэпиднадзора России - заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 8 июня 1996 г.

3. Введены впервые.

4. Включенные в данный выпуск методики контроля разработаны и подготовлены в соответствии с требованиями ГОСТа 12.1.005-88 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования», ГОСТа 12.1.016-79 ССБТ «Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ», ГОСТа Р 1.5-92 п. 7.3, ГОСТа 8.101-90 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений». Методические указания одобрены комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию Госкомсанэпиднадзора России и Проблемной комиссией «Научные основы гигиены труда и профпатологии».

Методические указания по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны (выпуск 32) предназначены для центров Госсанэпиднадзора, санитарных лабораторий промышленных предприятий при осуществлении контроля за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны, а также заинтересованных министерств и ведомств.

Ответственный исполнитель: Г.А. Дьякова

Исполнители: Г.А. Дьякова, Л.Г. Макеева, Е.М. Малинина, С.М. Попова, Н.С. Горячев, М.И. Аржанова, Т.В. Рязанцева, Е.Н. Грицун.

УТВЕРЖДЕНО

И. о. Председателя Госкомсанэпиднадзора
России - заместителем Главного
государственного санитарного врача
Российской Федерации

Г.Г. Онищенко

8 июня 1996 г.

МУК 4.1.0.358-96

Дата введения: с момента утверждения

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Фотометрическое измерение концентраций глюкозооксидазы в воздухе рабочей зоны

Ферментный препарат глюкозооксидазы

(К. Ф. 1.1.3.4. б, а-глюкоза: О 2-оксидо-редуктаза) М. м. 154000

Глюкозооксидаза представляет собой желтый кристаллический порошок. Оптимальные условия проявления ферментативной активности. Т - 30 - 35 °С; рН - 5,8 - 6,0. Хорошо растворим в воде.

В воздухе находится в виде аэрозоля.

Является малоопасным веществом, обладает умеренным кумулятивным и слабым раздражающим действием.

ПДК в воздухе - 2,0 мг/м³.

Характеристика метода

Метод основан на реакции взаимодействия остаточных количеств пероксида водорода (после воздействия фермента на глюкозу) с молибдатом аммония и последующим фотометрическим измерением окрашенного продукта реакции при длине волны $\lambda = 415$ нм. Отбор проб проводят с концентрированием на фильтр.

Нижний предел измерения в анализируемом объеме - 0,5 мкг.

Нижний предел измерения в воздухе - 0,2 мг/м³ (при отборе 2,5 л воздуха).

Диапазон измеряемых концентраций от 0,2 до 20 мг/м³.

Измерению мешают: неорганические вещества, содержащие фосфор, а также азид, гидросиламин, цианистый водород.

Суммарная погрешность измерения не превышает $\pm 10\%$.

Время выполнения измерения, включая отбор проб - 50 мин.

Приборы, аппаратура, посуда

Фотоэлектроколориметр или спектрофотометр

Весы лабораторные аналитические

Фильтры «синяя лента»

Фильтродержатели ТУ 95-72-05-77

Аспирационное устройство

Пробирки, вместимостью 15 мл, с пришлифованной пробкой ГОСТ 10515-75

Пипетки, вместимостью 1, 2 и 5 мл ГОСТ 20292-74

Колбы мерные, вместимостью 50 и 100 мл ГОСТ 1770-74

Цилиндр измерительный, вместимостью 10 мл ГОСТ 23932-79

Бюксы ГОСТ 7148-70

Секундомер

Реактивы, растворы, материалы

Стандартный раствор глюкозооксидазы. 10 мг каждого стандартного образца препарата с различной активностью растворяют в 100 мл дистиллированной воды. При отсутствии набора стандартов глюкозооксидазы различной активности стандартные растворы соответствующей активности готовят из раствора фермента в 1000 единиц активности, разводя этот раствор в 200; 40; 20; 10; 5; 2,5; 2,0 раза. Для анализа берут по 0,1 мл каждого раствора, что соответствует 0,5; 2,5; 5,0; 10; 20; 40 и 50 ед. активности.

Натрий-ацетатный буферный раствор готовят смешиванием 0,5 мл 1 н уксусной кислоты и 9,5 мл ацетата натрия - 1 г в 100 мл.

Вода дистиллированная ГОСТ 6709-72

Глюкоза, 33 %-ный раствор ГОСТ 6038-51

Кислота серная, 10 н раствор ГОСТ 4204-77

Молибдат аммония, 0,02 М раствор ГОСТ 3765-78

Фильтры «синяя лента» ТУ 6-09-1678-77

Отбор проб воздуха

Воздух с объемным расходом 1 л/мин аспирируют через фильтр «синяя лента», закрепленный в фильтродержателе. Для измерения 1/2 ПДК достаточно отобрать 2,5 л воздуха.

Пробы могут сохраняться в течение 7 дней в холодильнике.

Подготовка к измерению

Градуировочные растворы (устойчивы 2 часа) готовят согласно таблице.

Таблица

Шкала градуировочных растворов

Номер стандарта	Стандартный* раствор глюкозооксидазы, мл	Ацетатный буферный раствор, мл	Раствор глюкозы 33 %-ный, мл	Содержание глюкозооксидазы, мкг
1	0	5,0	1,0	0
2	0,1 (0,5 ед.)	4,9	1,0	0,5
3	0,1 (2,5 ед.)	4,9	1,0	2,5
4	0,1 (5,0 ед.)	4,9	1,0	5,0
5	0,1 (10 ед.)	4,9	1,0	10
6	0,1 (20 ед.)	4,9	1,0	20
7	0,1 (40 ед.)	4,9	1,0	40
8	0,1 (50 ед.)	4,9	1,0	50

* Приготовление стандартных растворов см. разд. Реактивы, растворы, материалы.

Для построения градуировочного графика исходные растворы смешивают и прогревают 1 мин при 30 °С, затем добавляют 1 мл 33 %-ного раствора глюкозы и инкубируют 3 - 5 мин при 30 °С (рН 5,8). Реакцию останавливают внесением 1,0 мл 10 н серной кислоты, затем добавляют 1,0 мл 0,02 М раствора молибдата аммония. После каждого добавления растворы перемешивают. Через 20 мин измеряют оптическую плотность на фотоэлектроколориметре при длине волны 415 нм. Измерение оптической плотности растворов проводят в кюветах с толщиной поглощающего слоя 10 мм по отношению к раствору сравнения не содержащего глюкозооксидазу.

Строят градуировочный график: на ось ординат наносят значения оптических плотностей градуировочных растворов, на ось абсцисс - соответствующие им концентрации препарата (в мкг) с известной активностью.

Проверку градуировочного графика проводят 1 раз в месяц или в случае использования новой партии реактивов.

Проведение измерения

Фильтр с отобранной пробой переносят в бюкс, заливают 5 мл дистиллированной воды и оставляют на 10 мин, периодически перемешивая. Отжимают фильтр стеклянной палочкой, фильтрат переносят в пробирку, доводят объем до 5 мл.

Полученный раствор прогревают при 30 °С в течение 1 мин. Затем добавляют 1 мл 33 %-ного раствора глюкозы и инкубируют 3 - 5 мин при 30 °С (рН 5,8). Останавливают реакцию внесением 1,0 мл 10 н серной кислоты. Затем добавляют 1,0 мл 0,02 М раствора молибдата аммония. После каждого добавления реактива следует хорошо перемешать смесь. Через 20 мин измеряют оптическую плотность полученного анализируемого раствора, по сравнению с контрольным раствором, которым является вытяжка с чистого фильтра, обработанная одновременно и аналогично пробе.

Количественное определение концентрации глюкозооксидазы в анализируемой пробе проводят по предварительно построенному градуировочному графику.

При определении активности глюкозооксидазы в присутствии каталазы, последнюю инактивируют. Для этого к 4,5 см³ испытуемого комплексного ферментного раствора, содержащего не более 50 ед/см³ каталазы, прибавляют 0,5 см³ 1 н раствора муравьиной кислоты (в конечной концентрации 0,1 н) и определяют активность глюкозооксидазы описанным выше методом.

Расчет концентрации

Концентрацию вещества (С) в воздухе (мг/м³) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{a}{V}, \text{ где}$$

a - содержание глюкозооксидазы в анализируемом объеме пробы, мкг;

V - объем воздуха, отобранного для анализа и приведенного к стандартным условиям, л (см. приложение 1).

Методические указания разработаны Киевским госуниверситетом, Украина.

Приложение 1

Приведение объема воздуха к стандартным условиям (температура 20 °С и давление 760 мм рт. ст.) проводят по формуле:

$$V_{20} = \frac{V_t(273 + 20) \cdot P}{(273 + t) \cdot 101,33}, \text{ где}$$

V_t - объем воздуха, отобранный для анализа, л;

P - барометрическое давление, кПа (101,33 кПа = 760 мм рт. ст.);

t - температура воздуха в месте отбора пробы, °С.

Для удобства расчета V₂₀ следует пользоваться таблицей коэффициентов (приложение 2). Для приведения воздуха к стандартным условиям надо умножить V_t на соответствующий коэффициент.

Приложение 2

Коэффициенты для приведения объема воздуха к стандартным условиям

°С	Давление P, кПа/мм рт. ст.									
	97,33/730	97,86/734	98,4/738	98,93/742	99,46/746	100/750	100,53/754	101,06/758	101,33/760	101,86/764
-30	1,1582	1,1646	1,1709	1,1772	1,1836	1,1899	1,1963	1,2026	1,2038	1,2122
-26	1,1393	1,1456	1,1519	1,1581	1,1644	1,1705	1,1768	1,1831	1,1862	1,1925
-22	1,1212	1,1274	1,1336	1,1396	1,1458	1,1519	1,1581	1,1643	1,1673	1,1735
-18	1,1036	1,1097	1,1158	1,1218	1,1278	1,1338	1,1399	1,1460	1,1490	1,1551
-14	1,0866	1,0926	1,0986	1,1045	1,1105	1,1164	1,1224	1,1284	1,1313	1,1373
-10	1,0701	1,0760	1,0819	1,0877	1,0936	1,0994	1,1053	1,1112	1,1141	1,1200
-6	1,0540	1,0599	1,0657	1,0714	1,0772	1,0829	1,0887	1,0945	1,0974	1,1032
-2	1,0385	1,0442	1,0499	1,0556	1,0613	1,0669	1,0726	1,0784	1,0812	1,0869
0	1,0309	1,0366	1,0423	1,0477	1,0535	1,0591	1,0648	1,0705	1,0733	1,0789
+2	1,0234	1,0291	1,0347	1,0402	1,0459	1,0514	1,0571	1,0627	1,0655	1,0712
+6	1,0087	1,0143	1,0198	1,0253	1,0309	1,0363	1,0419	1,0475	1,0502	1,0557
+10	0,9944	0,9999	1,0054	1,0108	1,0162	1,0216	1,0272	1,0326	1,0353	1,0407
+14	0,9806	0,9860	0,9914	0,9967	1,0027	1,0074	1,0128	1,0183	1,0209	1,0263
+18	0,9671	0,9725	0,9778	0,9830	0,9884	0,9936	0,9989	1,0043	1,0069	1,0122
+20	0,9605	0,9658	0,9711	0,9763	0,9816	0,9868	0,9921	0,9974	1,0000	1,0053
+22	0,9539	0,9592	0,9645	0,9696	0,9749	0,9800	0,9853	0,9906	0,9932	0,9985
+24	0,9475	0,9527	0,9579	0,9631	0,9683	0,9735	0,9787	0,9839	0,9865	0,9917
+26	0,9412	0,9464	0,9516	0,9566	0,9618	0,9669	0,9721	0,9773	0,9799	0,9851
+28	0,9349	0,9401	0,9453	0,9503	0,9555	0,9605	0,9657	0,9708	0,9734	0,9785
+30	0,9288	0,9339	0,9391	0,9440	0,9432	0,9542	0,9594	0,9645	0,9670	0,9723
+34	0,9167	0,9218	0,9268	0,9318	0,9368	0,9418	0,9468	0,9519	0,9544	0,9595
+38	0,9049	0,9099	0,9149	0,9199	0,9248	0,9297	0,9347	0,9397	0,9421	0,9471

Приложение 3

Вещества, определяемые по ранее утвержденным методическим указаниям по измерению концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Определяемое вещество	Ссылка на источник
Аммония полифосфат	Методические указания на фотометрическое определение аммиака в воздухе, в. 1 - 5. - М., 1981. - С. 58
Алюминия сульфат	Методические указания на фотометрическое определение алюминия, окиси алюминия и

Алюминия сульфат	алюмоникелевого катализатора в воздухе, в. 1 - 5. - М., 1981. - С. 3
2,5-бифенилилендиацетат	Методические указания на гравиметрическое определение пыли в воздухе рабочей зоны и в системах вентиляционных установок, в. 1 - 5. - М., 1981. - С. 235
Виндидат	Методические указания по измерению концентраций сульфата калия, калийной магнезии и хлорида калия в воздухе рабочей зоны методом пламенной фотометрии, в. 22. - М., 1988. - С. 182
Диэтилентриамин	Методические указания по фотометрическому измерению концентраций третичных жирных аминов и аминспиртов в воздухе рабочей зоны, в. 19. - М., 1984. - С. 137
Дубитель хромовый	Методические указания на фотометрическое определение окиси хрома в воздухе рабочей зоны, в. 14. - М., 1979. - С. 108
Дуниты	Методические указания на гравиметрическое определение пыли в воздухе рабочей зоны и в системах вентиляционных установок, в. 1 - 5, - М., 1981, - С. 235
Кобазол	Методические указания по фотометрическому определению кобальта, в. 1 - 5. - М., 1981. - С. 14
Кремния карбид	Методические указания на гравиметрическое определение пыли в воздухе рабочей зоны и в системах вентиляционных установок, в. 1 - 5. - М., 1981. - С. 235
Полибутилентерефталат	Методические указания на гравиметрическое определение пыли в воздухе рабочей зоны и в системах вентиляционных установок, в. 1 - 5. - М., 1981. - С. 235
Полимер кубовых остатков ректификации стирола (термополимер «КОРС»)	Методические указания на гравиметрическое определение пыли в воздухе рабочей зоны и в системах вентиляционных установок, в. 1 - 5. - М., 1981. - С. 235
В-фенилэтиламидхлоруксусная кислота (контроль по бензолу)	Методические указания по газохроматографическому измерению ацетона, дихлорметана, дихлорэтана, трихлорэтилена, бензола в воздухе рабочей зоны, в. 9. - М., 1986. - С. 23
Фториды редкоземельных металлов	Методические указания по ионометрическому измерению концентраций солей фтористоводородной кислоты, в. 21. - М., 1986. - С. 269
Хлопковая мука	Методические указания по фотометрическому определению БВК в воздухе рабочей зоны, в. 18. - М., 1983. - С. 139
Целлюлоза микрокристаллическая	Методические указания на гравиметрическое определение пыли в воздухе рабочей зоны и в системах вентиляционных установок, в. 1 - 5. - М., 1981. - С. 235

Приложение 4

Рис. 1

Ловушка-концентратор. Общий вид

Рис. 2

Ловушка-концентратор