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

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Методические указания по методам контроля

Сборник
МУК 4.1.2593—10; 4.1.2595—10; 4.1.2673—10; 4.1.2674—10; 4.1.2680—2682—10; 4.1.2685—10; 4.1.2686—10; 4.1.2688—10; 4.1.2689—10; 4.1.2691—10

gost.e-ecolog.ru

ББК 51.21
М54

М54 Методические указания по методам контроля: Сборник.— М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.—179 с.

ББК 51.21

© Роспотребнадзор, 2010
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010

Содержание

Определение остаточных количеств Флурохлоридона в почве, семенах и масле подсолнечника методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2593—10 4

Определение остаточных количеств имидаклоприда в томатном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2595—10 21

Определение остаточных количеств дитианона в ботве и клубнях картофеля методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2673—10 35

Определение остаточных количеств бифентрина в семенах и масле рапса методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2674—10 47

Определение остаточных количеств метазахлора в капусте методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2680—10 59

Определение остаточных количеств пиклорама в семенах и масле рапса методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2681—10 71

Определение остаточных количеств тетраконазола в ботве и корнеплодах сахарной свеклы методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2682—10 87

Измерение концентраций топрамезона в воздухе рабочей зоны и смывах с кожных покровов операторов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2685—10 101

Определение остаточных количеств Бета-цифлутрина в ботве и корнеплодах сахарной свеклы методом капиллярной газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.2686—10.....115

Определение остаточных количеств азоксистробина в зеленой массе, семенах и масле рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2688—10.....135

Определение остаточных количеств диметоморфа в ягодах винограда и виноградном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2689—10.....149

Определение остаточных количеств ацетамиприда в семенах и масле рапса методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.2691—10 163

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Определение остаточных количеств диметоморфа в ягодах винограда и виноградном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

МУК 4.1.2689—10

ББК 51.21
О60

О60 **Определение** остаточных количеств диметоморфа в ягодах винограда и виноградном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: Методические указания.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.—14 с.

1. Разработаны сотрудниками Всероссийского НИИ защиты растений (В. И. Долженко, И. А. Цибульская, И. К. Журкович, Н. В. Луговкина, Н. Г. Ковров).

2. Рекомендованы к утверждению Комиссией по санитарно-эпидемиологическому нормированию Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (протокол от 10.06.2010 г. № 1).

3. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 2 августа 2010 г.

4. Введены в действие с 1 октября 2010 г.

5. Введены впервые.

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
Г. Г. Онищенко
02 августа 2010 г.
Дата введения: 1 октября 2010 г.

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

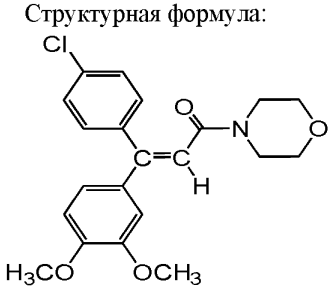
Определение остаточных количеств диметоморфа в ягодах винограда и виноградном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии

Методические указания МУК 4.1.2689—10

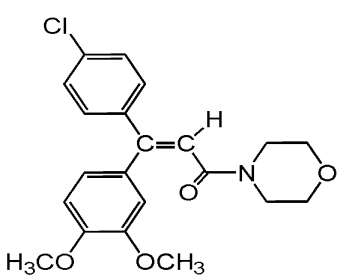
Настоящие методические указания устанавливают метод высокоэффективной жидкостной хроматографии для определения в ягодах и соке винограда массовой концентрации диметоморфа в диапазоне концентраций 0,01—0,1 мг/кг.

Действующее вещество: Диметоморф.

Структурная формула:



(E)-



(Z)-

Мол. масса: 387,9

Брутто формула: $C_{21}H_{22}ClNO_4$

(*E,Z*)-4-[3-(4-хлорофенил)-3-(3,4-диметоксифенил)акрилоил]морфолин (IUPAC)

(*E,Z*)-4-[3-(4-хлорофенил)-3-(3,4-диметоксифенил)-1-оксо-2-пропенил]морфолин (CAS)

Смесь изомеров представляет собой бесцветные кристаллы с температурой плавления 125,2—149,2 °С. (Е)-изомер имеет температуру плавления 136,8—138,3 °С, давлением паров 9,7 х 10^{-4} мПа (25 °С). (Z)-изомер имеет температуру плавления 166,3—168,5 °С, давлением паров 1,0 х 10^{-3} мПа (25 °С).

Коэффициент распределения в системе н-октанол-вода K_{ow} lgP = 2,63 для (Е)-изомера; 2,73 для (Z)-изомера (20 °С). Растворимость в воде 81,1 (pH 5), 49,2 (pH 7), 41,8 (pH 9) (мг/дм^3, 20 °С).

Растворимость в органических растворителях (мг/дм^3, 20 °С): н-гексан – 0,11; толуол – 49,5; дихлорметан – 461; метанол – 39; ацетон – 100; этилацетат – 48,3.

Гидролитически и термически стабилен в нормальных условиях. (Е)- и (Z)-изомер переходят друг в друга на свету.

Краткая токсикологическая характеристика: LD_{50} для крыс 3500—4300, мышей 3700—5000 мг/кг. Острая кожная активность для крыс LD_{50} > 5000 мг/кг. Не ирритант для кожи и глаз (кролики). Ингаляционная активность LC_{50} > 4,2 мг/дм^3. LD_{50} для пчёл > 100 мкг/особь.

Область применения: локальный системный фунгицид, ингибитор образования клеточной стенки грибного оомицета, ингибитор роста и спороношения грибов.

Гигиенические нормативы: ВМДУ диметоморфа в винограде 0,5 мг/кг.

1. Метрологическая характеристика метода

При соблюдении всех регламентированных условий проведения анализа в точном соответствии с данной методикой погрешность (и ее составляющие) результатов измерений при доверительной вероятности Р = 0,95 не превышает значений, приведенных в таблице 1, для соответствующих диапазонов концентраций.

Таблица 1

Метрологические параметры

Объект анализа	Диапазон определяемых концентраций, мг/кг ($мг/дм^3$)	Норматив точности (границы относительной погрешности), ± δ, %	Показатель повторяемости (относительное среднеквадратическое отклонение повторяемости), σ_r, %	Предел повторяемости, r, %	Предел воспроизводимости, R, %
Ягоды винограда	0,01—0,10	≤ 50	6	16,6	28
Виноградный сок	0,01—0,10	≤ 50	7	19,4	28

Таблица 2

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

Анализируемый объект	Предел обнаружения, мг/кг	Диапазон определяемых концентраций, мг/кг	Среднее значение определения, %	Стандартное отклонение, S, %	Доверительный интервал среднего результата, ± %
Ягоды винограда	0,01	0,01—0,10	88,7	7,5	15
Виноградный сок	0,01	0,01—0,10	84,8	7,7	15,5

2. Метод измерения

Методика основана на определении диметоморфа методом ВЭЖХ с использованием УФ детектора после его извлечения из образцов ацетонитрилом в присутствии ацетатного буфера, насыщенного сульфатом магния, и обеспечивающего разделение водной и органической фаз, и очистки ацетонитрильного экстракта силикагелем с помощью дисперсионной твердофазной экстракции при одновременном удалении воды безводным сульфатом магния.

Идентификация диметоморфа проводится по времени удерживания, количественное определение – методом абсолютной калибровки.

Избирательность метода обеспечивается сочетанием условий подготовки проб и хроматографирования.

3. Средства измерений, реактивы, вспомогательные устройства и материалы

3.1. Средства измерения

Жидкостный хроматограф «ACQUITY» фирмы «Waters» с быстросканирующим УФ детектором, снабженном дегазатором, автоматическим пробоотборником и термостатом колонки	
Весы аналитические ВЛА-200	ГОСТ 24104—2001
Весы технические ВЛКТ-500	ГОСТ 24104—80
Колбы мерные на 10, 25, 50, 100 $см^3$	ГОСТ 23932—90
Микродозаторы Ленпипет переменного объема от 200 до 1000 мм3 и от 1 до 5 $см^3$	
Пипетки градуированные	ГОСТ 29227—91
Цилиндры мерные на 50 и 100 $см^3$	ГОСТ 23932—90

Допускается использование средств измерения с аналогичными или лучшими характеристиками.

3.2. Реактивы и материалы

Ацетонитрил для ВЭЖХ, «В-230НМ» или хч	ТУ 6-09-3534—87
Вода бидистиллированная, деионизированная	ГОСТ 6709—79
Диметоморф с содержанием основного компонента 99,7 % (Shell Research Limited)	
Кислота ортофосфорная, хч	ГОСТ 6552—80
Кислота уксусная, ледяная	ГОСТ 61—69
Магний сернокислый безводный, хч	ГОСТ 4523—67
Натрий уксуснокислый, ч	ГОСТ 199—68
Силикагель, Merck 1.09385.1000	
Подвижная фаза для ВЭЖХ: смесь ацетонитрила и 0,005 М H_3PO_4 в соотношении 50 : 50	

Допускается использование реактивов квалификацией не ниже указанных.

3.3. Вспомогательные устройства и материалы

Аналитическая колонка ACQUITY UPLC BEH C18 (100 x 2,1) мм, 1,7 мкм (Waters)	
Аппарат для встряхивания	
Воронки лабораторные В-75-110	ГОСТ 25 336—82
Бидистиллятор	

Концентрирующие патроны Диапак С16 (БиоХимМак)	
Пробирки с притёртыми пробками на 10, 20 $см^3$	ГОСТ 25336—82
Фильтры бумажные «красная лента»	ТУ 6.091678—86
Центрифуга ОПн-8УХЛ4.2	ТУ 5.375-4261—76
Шприц медицинский с разъемом Льюера,	ГОСТ 22090

Допускается использование другого вспомогательного оборудования с техническими характеристиками не хуже указанных.

4. Требования безопасности

4.1. При проведении работы необходимо соблюдать требования техники безопасности, установленные для работ с токсичными, едкими, легковоспламеняющимися веществами (ГОСТ 12.1.005, ГОСТ 12.1.007). Организация обучения работников безопасности труда по ГОСТ 12.0.004.

При выполнении измерений с использованием жидкостного хроматографа и работе с электроустановками соблюдать правила электробезопасности в соответствии с ГОСТ 12.1.019—79 и инструкциями по эксплуатации приборов.

4.2. Помещение лаборатории должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией, соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004—91 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».

5. Требования к квалификации операторов

Измерения в соответствии с настоящей методикой может выполнять специалист-химик, имеющий опыт работы методом высокоэффективной жидкостной хроматографии, ознакомленный с руководством по эксплуатации хроматографа, освоивший данную методику и подтвердивший экспериментально соответствие получаемых результатов нормативам контроля погрешности измерений по п. 13.

6. Условия измерений

При выполнении измерений выполняют 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 определению

7.1. Кондиционирование колонки

Перед началом анализа колонку (Acquity BEH C18) кондиционируют в потоке подвижной фазы (0,1—0,2 $см^3$/мин) до стабилизации нулевой линии.

7.2. Приготовление растворов

7.2.1. 0,005 М раствор ортофосфорной кислоты: 0,5 ± 0,01 г 98 % ортофосфорной кислоты помещают в мерную колбу объемом 1 $дм^3$, растворяют в бидистиллированной воде и доводят объем до метки.

7.2.2. Для приготовления подвижной фазы смешивают ацетонитрил с 0,005 М раствором ортофосфорной кислоты в соотношении 50 : 50 по объёму, используя мерные цилиндры.

7.3. Приготовление основного и градуировочных растворов

7.3.1. Основной раствор с концентрацией 0,5 мг/$см^3$: точную навеску диметоморфа (50 ± 0,5 мг), переносят в мерную колбу на 100 $см^3$, растворяют в ацетонитриле и доводят объем ацетонитрилом до метки).

Градуировочные растворы с концентрациями 0,01, 0,02, 0,05 и 0,1 мкг/$см^3$ готовят методом последовательного разбавления по объему, используя раствор подвижной фазы (смесь ацетонитрила и 0,005 М ортофосфорной кислоты в соотношении 50 : 50).

7.3.2. Раствор № 1 с концентрацией 0,1 мкг/$см^3$: в мерную колбу на 100 $см^3$ пипеткой вносят 1 $см^3$ основного раствора и доводят до метки раствором подвижной фазы (5 мкг/$см^3$). Затем 10 $см^3$ полученного раствора пипеткой переносят в мерную колбу на 100 $см^3$ и вновь доводят до метки раствором подвижной фазы (0,5 мкг/$см^3$). После этого в мерную колбу на 100 $см^3$ вносят 20 $см^3$ полученного после второго разбавления раствора и доводят до метки раствором подвижной фазы (0,1 мгк/$см^3$).

7.3.3. Раствор № 2 с концентрацией 0,05 мкг/$см^3$: в мерную колбу на 100 $см^3$ вносят пипеткой 50 $см^3$ раствора № 1 и доводят до метки раствором подвижной фазы.

7.3.4. Раствор № 3 с концентрацией 0,02 мкг/см^3: в мерную колбу на 100 см^3 вносят пипеткой 40 см^3 раствора № 2 и доводят до метки раствором подвижной фазы.

7.3.5. Раствор № 4 с концентрацией 0,01 мкг/см^3: в мерную колбу на 100 см^3 вносят пипеткой 20 см^3 раствора № 2 и доводят до метки раствором подвижной фазы.

Основной раствор можно хранить в холодильнике при температуре 0—4 °С в течение 1 месяца, градуировочные растворы – в течение суток.

При изучении полноты определения диметоморфа в яходах винограда и виноградном соке используют ацетонитрильные растворы вещества. Например, раствор внесения с концентрацией диметоморфа 0,1 мкг/см^3 готовят из основного раствора с концентрацией 0,5 мг/см^3 методом последовательного разбавления по объему ацетонитрилом аналогично п. 7.3.2.

7.4. Построение градуировочного графика

Для установления градуировочной характеристики (площадь пика – концентрация диметоморфа в растворе) в хроматограф вводят по 10 мм^3 градуировочных растворов (не менее 3-х параллельных измерений для каждой концентрации, не менее 4-х точек по диапазону измеряемых концентраций). Затем измеряют площади пиков и строят график зависимости среднего значения площади пика от концентрации диметоморфа в градуировочном растворе.

Методом наименьших квадратов рассчитывают градуировочный коэффициент (K) в уравнении линейной регрессии:

$$C = KS, \text{ где}$$

S – площадь пика градуировочного раствора. Градуировку признают удовлетворительной, если значение коэффициента линейной корреляции оказывается не хуже 0,99.

Градуировочную характеристику необходимо проверять при замене реактивов, хроматографической колонки или элементов хроматографической системы, а также при отрицательном результате контроля градуировочного коэффициента.

Градуировочную зависимость признают стабильной при выполнении следующего условия:

$$\frac{|C - C_к|}{C} \cdot 100 \le \lambda_{контр.}, \text{ где}$$

С – аттестованное значение массовой концентрации диметоморфа в градуировочном растворе,

$С_к$ – результат контрольного измерения массовой концентрации диметоморфа в градуировочном растворе,

$\lambda_{контр.}$ – норматив контроля градуировочного коэфициента, %. ($\lambda_{контр.}$= 10 % при Р = 0,95).

8. Отбор проб и хранение

Отбор проб винограда производят в соответствии с ГОСТ 25896—83 «Виноград свежий столовый. Технические условия». Пробы ягод винограда хранят до анализа в морозильной камере при температуре не выше –18 °С в течение 6 месяцев. Пробы виноградного сока хранят в холодильнике при температуре 0—4 °С в течение недели.

9 Проведение определения

9.1. Определение диметоморфа в виноградном соке

Перед проведением анализа пробу отфильтрованного через бумажный фильтр виноградного сока объёмом 10 ± 0,05 $см^3$ пропускают через концентрирующий патрон Диапак С16. Фильтрат отбрасывают. Диметоморф элюируют 10 $см^3$ смеси ацетонитрила и воды в соотношении 4 : 1. Элюат собирают, переносят в тефлоновую центрифужную пробирку и дальнейшую обработку проводят по п. 9.2.

10.2 Определение диметоморфа в ягодах винограда

Гомогенизированные пробы ягод винограда массой 10 ± 0,1 г помещают в тефлоновую центрифужную пробирку вместимостью 50 $см^3$, прибавляют 2 $см^3$ воды, 8 $см^3$ ацетонитрила, 0,1 $см^3$ ледяной уксусной кислоты, 4 г безводного сульфата магния и 1 г уксуснокислого натрия. Пробирку плотно закрывают пробкой, встряхивают на аппарате в течение 15 минут и центрифугируют при скорости 8000 об/мин в течение 10 минут. Измеряют объем супернатанта и количественно переносят его в другую тефлновую центрифужную пробирку. Прибавляют силикагель и безводный сульфат магния из расчета 50 мг силикагеля и 150 мг сульфата магния на 1 $см^3$ супернатанта. Пробирку плотно закрывают пробкой, встряхивают на аппарате в течение 15 минут и центрифугируют при скорости 8000 об/мин в течение 10 минут. Количественно отбирают с помощью шприца верхний ацетонитрильный слой, переносят его в мерную колбу вместимостью 10 $см^3$ и доводят объем до метки 0,005 М фосфорной кислотой. 10 $мм^3$ полученного раствора вводят в хроматограф.

10.3. Условия хроматографирования

Ультраэффективный жидкостной хроматограф «ACQUITY» фирмы Waters с быстросканирующим УФ детектором, снабженный дегазатором, автоматическим пробоотборником и термостатом колонки. Аналитическая колонка ACQUITY UPLC BEH C18 (2,1 x 100) мм, 1,7 мкм (Waters). Температура колонки 30 ± 1°С. Подвижная фаза: смесь ацетонитрила и 0,005 М ортофосфорной кислоты в соотношении 50 : 50. Скорость потока элюента: 0,2 см^3/мин. Рабочая длина волны УФ-детектора 245 нм. Объем вводимой пробы 10 мм^3.

Время удерживания *E*-диметоморфа 3,2 ± 0,1 мин.

Время удерживания *Z*-диметоморфа 4,5 ± 0,1 мин.

Линейный диапазон детектирования сохраняется в интервале концентраций 0,01—0,1 мкг/см^3.

10. Обработка результатов анализа

Количественное определение проводят методом абсолютной градуировки, содержание диметоморфа в ягодах винограда и виноградном соке (*X*, мг/кг) вычисляют по формуле:

$$X\frac{(S_1^x + S_2^x)\cdot K\cdot V}{P}\cdot f\text{, где}$$

$(S_1^x + S_2^x)$ – сумма площадей пиков изомеров диметоморфа в анализируемой пробе, мм^2 (AU);

K – градуировочный коэффициент, найденный на стадии построения градуировочной зависимости (мкг/см^3 : мм^2);

V – объём пробы, подготовленной для хроматографического анализа, см^3;

P – навеска анализируемого образца, г, для виноградного сока – объём в см^3;

f – коэффициент извлечения диметоморфа = 100/полноту определения (приведенную в табл. 2, например, для ягод винограда 100/88,7 = 1,13).

Содержание остаточных количеств диметоморфа в анализируемом образце вычисляют как среднее из 2-х параллельных определений.

Образцы, дающие пики большие, чем стандартный раствор диметоморфа 0,1 мкг/см^3, разбавляют подвижной фазой для ВЭЖХ.

11. Оценка приемлемости результатов параллельных определений

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

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

X_1, X_2 – результаты параллельных определений, мг/кг;

r – значение предела повторяемости ($r = 2{,}8\sigma_r$).

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

12. Оформление результатов

Результат анализа представляют в виде:

$$(\overline{X} \pm \Delta) \text{ мг/кг при вероятности } P = 0{,}95,$$

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

Δ – граница абсолютной погрешности, мг/кг;

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

δ – граница относительной погрешности методики (показатель точности в соответствии с диапазоном концентраций), %.

В случае, если содержание компонента менее нижней границы диапазона определяемых концентраций, результат анализа представляют в виде:

«содержание вещества в пробе «менее нижней границы определения» (например: менее 0,01 мг/кг*, где *–0,01 мг/кг – предел обнаружения диметоморфа в винограде).

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 внутри-лабораторный оперативный контроль процедуры выполнения анализа проводится с применением метода добавок.

Величина добавки $C_д$ должна удовлетворять условию:

$$C_д = \Delta_{л,X} + \Delta_{л,X'},$$

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

$$\Delta_л = \pm 0{,}84\Delta$$

где Δ – граница абсолютной погрешности, мг/кг:

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

δ – граница относительной погрешности методики (показатель точности в соответствии с диапазоном концентраций), %.

Результат контроля процедуры $К_к$ рассчитывают по формуле:

$$К_к = X' - X - C_д,$$

где X', X, $C_д$ – 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 К рассчитывают по формуле:

$$K = \sqrt{\Delta^2_{л,X'} + \Delta^2_{л,X}}\ , \qquad (1)$$

Проводят сопоставление результата контроля процедуры ($К_к$) с нормативом контроля (К). Если результат контроля процедуры удовлетворяет условию

$$\left|K_к\right| \le K, \qquad (2)$$

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 к 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):

$$\frac{2 \cdot |X_1 - X_2| \cdot 100}{(X_1 + X_2)} \le R \text{, где} \qquad (3)$$

X1, X2 – результаты измерений в двух разных лабораториях, мг/кг;

R – предел воспроизводимости (в соответствии с диапазоном концентраций), %.

15. Разработчики

Долженко В. И., Цибульская И. А., Журкович И. К., Луговкина Н. В., Ковров Н. Г. (ГНУ Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург).

gost.e-ecolog.ru