

Государственное  
санитарно-эпидемиологическое  
нормирование  
Российской Федерации

---

4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ  
КОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ  
В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ,  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ  
СЫРЬЕ И ОБЪЕКТАХ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Сборник методических указаний  
**МУК 4.1.1025—1026—01**  
**МУК 4.1.1130—1152—02**  
**МУК 4.1.1154—1165—02**

**Выпуск 1**

---

МОСКВА  
2004

#### **4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ**

## **Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды**

**Сборник методических указаний**

**МУК 4.1.1025—1026—01;  
МУК 4.1.1130—02—4.1.1152—02;  
МУК 4.1.1154—02—4.1.1165—02**

**Выпуск 1**

**ББК 51.23**

**О60**

**О60      Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах окружающей среды: Сборник методических указаний.—М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.—352 с.**

**ISBN 5—7508—0491—7**

1. Сборник подготовлен: Федеральным научным центром гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана (чл.-корр. РАМН, проф. В. Н. Ракитский, проф. Т. В. Юдина); Московской сельскохозяйственной академией им. К. А. Тимирязева (проф. В. А. Калинин, к. хим. н. Довгилевич А. В.); Всероссийским НИИ фитопатологии (А. М. Макеев и др.); Всероссийским НИИ защиты растений (В. И. Долженко и др.); Санкт-Петербургским НИИ лесного хозяйства (Маслаков С. Е., Л. В. Григорьева и др.), при участии Департамента госсанэпиднадзора Минздрава России (А. П. Веселов).

2. Методические указания рекомендованы к утверждению Комиссией по государственному санитарно-эпидемиологическому нормированию при Минздраве России.

3. Утверждены и введены в действие Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, академиком РАМН Г. Г. Онищенко.

4. Введены впервые.

**ББК 51.23**

**ISBN 5—7508—0491—7**

**© Минздрав России, 2004**

**© Федеральный центр госсанэпиднадзора  
Минздрава России, 2004**

## Содержание

Измерение концентраций Ципродинила в воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1025—01 .....	5
Определение остаточных количеств Ципродинила в воде, почве, яблоках, грушеах и косточковых методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1026—01 .....	13
Определение остаточных количеств Ацетамиприда в воде, почве, огурцах, томатах, клубнях и ботве картофеля, зерне и соломе пшеницы и в кормовом разнотравье методом высокоеффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1130—02 .....	22
Измерение концентрации Ацетамиприда в воздухе рабочей зоны методом высокоеффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1131—02 .....	36
Определение остаточных количеств 2,4-Д в воде, зерне, соломе зерновых культур и зерне кукурузы методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1132—02 .....	42
Определение остаточных количеств этилгексилового эфира 2,4-Д в воде методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1133—02 .....	52
Измерение концентраций этилгексилового эфира 2,4-Д в воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1134—02 .....	57
Определение остаточных количеств карфентразон-этила в воде и его метаболита карфентразона в воде, почве, зерне и соломе зерновых колосовых культур методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1135—02 .....	64
Измерение концентраций карфентразон-этила методом газожидкостной хроматографии в воздухе рабочей зоны: МУК 4.1.1136—02 .....	76
Определение остаточных количеств Квизалофоп-П-тефурила по его основному метаболиту квизалофоп-свободной кислоте в воде, почве, в семенах и масле льна, сои, подсолнечника и в соломке льна методом газожидкостной хроматографии МУК 4.1.1137—02 .....	82
Определение остаточных количеств Квизалофоп-П-тефурила и его метаболитов в клубнях картофеля, ботве и корнеплодах сахарной и столовой свеклы, моркови и лука методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1138—02 .....	100
Измерение концентраций Квизалофоп-П-тефурила в воздухе рабочей зоны методом высокоеффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1139—02 .....	111
Определение остаточных количеств Люфенуриона в воде, почве, яблоках и клубнях картофеля методом высокоеффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1140—02 .....	118
Измерение концентраций Люфенуриона в воздухе рабочей зоны методом высокоеффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1141—02 .....	128
Определение остаточных количеств Тиаметоксама и его метаболита (ЦГА 322704) в воде, почве, картофеле, зерне и соломе зерновых колосовых культур, яблоках, огурцах, томатах, перце, баклажанах, горохе и сахарной свекле методом высокоеффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1142—02 .....	134
Измерение концентраций Тиаметоксама методом высокоеффективной жидкостной хроматографии в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе: МУК 4.1.1143—02 .....	148
Определение остаточных количеств Трифлусульфурон-метила в воде, почве, ботве и корнеплодах сахарной свеклы методом высокоеффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1144—02 .....	155
Измерение концентраций Трифлусульфурон-метила в воздухе рабочей зоны методом высокоеффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1145—02 .....	166

Определение остаточных количеств Фамоксадона в воде, почве, клубнях картофеля, зеленой массе, соломе и зерне зерновых колосовых культур методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1146—02.....	174
Измерение концентраций Фамоксадона (ДРХ-JE 874) в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии МУК 4.1.1147—02 .....	186
Определение остаточных количеств Флудиоксонила в воде, почве, зеленой массе растений, клубнях картофеля, зерне и соломе хлебных злаков, зерне кукурузы, семенах и масле подсолнечника методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1148—02 .....	194
Определение остаточных количеств Цимоксанила в воде, почве, зеленой массе растений, клубнях картофеля, ягодах винограда, плодах огурца хроматографическими методами: МУК 4.1.1149—02 .....	212
Измерение концентраций Цимоксанила методом тонкослойной хроматографии в воздухе рабочей зоны: МУК 4.1.1150—02 .....	225
Определение остаточных количеств Циперметрина в шампиньонах методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1151—02 .....	232
Измерение концентраций Этоксилата изодецилового спирта (ТРЕНДА 90) в воздухе рабочей зоны спектрофотометрическим методом: МУК 4.1.1152—02.....	238
Газохроматографическое измерение массовой концентрации Ацетохлора в атмосферном воздухе: МУК 4.1.1154—02.....	244
Измерение концентраций Ацифлуорфена в воздухе рабочей зоны хроматографическими методами: МУК 4.1.1155—02 .....	254
Измерение концентраций бенсульфурон-метила в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест методами газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1156—02 .....	267
Измерение концентрации бета-цифлутрина в воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1157—02 .....	275
Измерение концентрации Бромоксинил октаноата в воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1158—02 .....	282
Измерение концентраций Бромуконазола в воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1159—02 .....	289
Измерение концентраций Диметипина в воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1160—02 .....	296
Измерение массовой концентрации Карбендазима в воздухе рабочей зоны методами газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1161—02 .....	303
Измерение массовой концентрации Карбофурана в воздухе рабочей зоны методом высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1162—02.....	316
Измерение концентраций Метосулама в воздухе рабочей зоны методом газожидкостной хроматографии: МУК 4.1.1163—02 .....	326
Измерение концентраций Прохлораза в воздухе рабочей зоны методами газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографии: МУК 4.1.1164—02 .....	334
Измерение массовой концентрации тетраконазола методом газожидкостной хроматографии в воздухе рабочей зоны: МУК 4.1.1165—02.....	343

УТВЕРЖДАЮ

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

Г. Г. Онищенко

Дата введения: 1 января 2003 г.

#### 4.1. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ. ХИМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

### Измерение концентраций Цимоксанила в воздухе рабочей зоны методом тонкослойной хроматографии

#### Методические указания МУК 4.1.1150—02

##### 1. Вводная часть

Фирма-производитель: Дюпон, США.

Торговое название: Курзат, Танос.

Название действующего вещества по ИСО: Цимоксанил.

Название действующего вещества по IUPAC: 1-(2-циано-2-мето-  
ксиминоацетил)-3-этилмочевина.



$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_3$

М. м. 198,2

Химически чистый Цимоксанил представляет собой бесцветное  
кристаллическое вещество.

Давление паров: 0,15 мПа при 20 °C.

Температура плавления: 160—161 °C.

Коэффициент распределения н-октанол — вода  $\log P$ : 0,59 (pH 5);  
0,67 (pH 7).

Растворимость в воде составляет 890 мг/л. Растворимость в орга-  
нических растворителях (г/л): ацетон — 62,4; ацетонитрил — 57, бензол —  
2, гексан — 1,85, диметилформамид — 185, метанол — 22,9, метилен хло-  
рид — 133, н-октанол — 1,43 толуол — 5,29, хлороформ — 103, этилацетат —  
28.

Цимоксанил стабилен в интервале pH 2—5, в щелочных растворах быстро гидролизуется (DT<sub>50</sub> —149 дн. при pH 5, 34 ч при pH 7 и 31 мин при pH 9). В воде водоемов период полураспада составляет 1,8 дней.

В почве Цимоксанил быстро разрушается под действием микроорганизмов. В тепличных условиях период полураспада составляет около трех дней, в полевых условиях от 7 до 14 дней. Миграция по почвенно-му профилю слабая.

В растениях соединение быстро разрушается до нетоксичных метаболитов. Остатки Цимоксанила в клубнях картофеля не обнаруживаются. В ягодах винограда, по данным фирмы Дюпон, остатки составляли ниже 0,2 мг/кг при обработке за несколько дней до уборки.

#### *Краткая гигиеническая характеристика*

Цимоксанил относится к умеренно опасным соединениям по острой (LD<sub>50</sub> для крыс — 960 мг/кг), малоопасным по дермальной токсичности (LD<sub>50</sub> для крыс — более 2 000 мг/кг) и умеренно опасным по ингаляционной (ЛК<sub>50</sub> (4 часа) — 5 060 мг/м<sup>3</sup>) токсичности, не вызывает раздражения глаз и слабо раздражает кожу.

В РФ установлены следующие гигиенические нормативы:

ОБУВ в воздухе рабочей зоны — 1,0 мг/м<sup>3</sup>;

ОБУВ в атмосферном воздухе при применении — 0,003 мг/м<sup>3</sup>;

Цимоксанил — контактный фунгицид с местным системным эффектом, обладающий защитным и лечащим действием. Высокоактивен против грибов, вызывающих фитофтороз и пероноспороз, не действует на возбудителей настоящей мучнистой росы. Длительность защитного действия составляет 4—6 дней, поэтому рекомендуется его использование в смеси с другими фунгицидами системного и защитного контактного действия.

Зарегистрирован в России под названием Танос (DPX-КР 481), диспергируемые в воде гранулы, 50 % (25 % Фамоксадона + 25 % Цимоксанила) на картофеле с нормой расхода 0,6 кг/га, трехкратная обработка за сезон.

## 2. Методика определения остаточных количеств Цимоксанила в воздухе рабочей зоны

### 2.1. Основные положения

#### 2.1.1. Принцип метода

Метод основан на хроматографическом выделении Цимоксанила в тонком слое сорбента с последующим проявлением хроматограмм после хлорирования, о-толидиновым реагентом.

Отбор проб осуществляется концентрированием на фильтрах АФА-ХА-20. Количественное определение проводится методом визуального сравнения величин пятен стандарта и пробы.

#### 2.1.2. Избирательность метода

В предлагаемых условиях метод специфичен в присутствии компонентов препартивной формы, а также пестицидов, применяемых в интенсивной технологии выращивания овощных культур, картофеля и винограда (хлор- и фосфорогранические пестициды, пиретроиды, триазолы и дитиокарбаматы).

#### 2.1.3. Метрологическая характеристика метода ( $P = 0,95$ )

Число параллельных определений – 6.

Предел обнаружения Цимоксанила в хроматографическом объеме – 0,6 нг.

Предел обнаружения в пробе воздуха – 0,05 мг/м<sup>3</sup> (при отборе 200 л воздуха).

Диапазон определяемых концентраций – 0,05—0,3 мг/м<sup>3</sup>.

Среднее значение определения – 91,8 %.

Стандартное отклонение (S) – 2,63 %.

Относительное стандартное отклонение (DS) – 1,07 %.

Доверительный интервал среднего – 2,75 %

Суммарная погрешность измерения  $\pm 25$  %.

Низший предел измерения Цимоксанила 0,2 мкг в хроматографируемой пробе.

Время выполнения измерения, включая отбор пробы воздуха, около одного часа.

### 2.2. Реактивы, растворы, материалы и оборудование

#### 2.2.1. Реактивы, материалы и растворы

Ацетон, чда

ГОСТ 2603—79

Гексан, чда

ТУ 6-09-3375—78

Калия иодид, ч	ГОСТ 4232—74
Калия перманганат, ч	ГОСТ 20490—75
Кислота уксусная ледяная, ч	ГОСТ 18270—72
Кислота хлороводородная, концентрированная, ч	ГОСТ 3118—77
Спирт этиловый, ректиф., 96 %	ГОСТ 5963—67
о-Толидин, ч	ТУ 6-09-2232—75
Хлороформ, чда	ГОСТ 20015—74
Цимоксанил с содержанием д. в. 99,4%	

### *2.3. Приборы и оборудование*

Бюксы с крышкой, вместимость 30 мл	ГОСТ 25336—82
Испаритель ротационный вакуумный, ИР-1М или аналогичный с набором колб	ТУ 25-11-917—76 ГОСТ 9737—70
Камера хроматографическая с пришлифован- ной крышкой или аналогичная	ГОСТ 25 336—82
Колбы мерные, вместимостью 100 мл	ГОСТ 1770—74 Е
Лампа УФ света, медицинская или аналогичная	МНУ 42-1618-61
Микропипетки на 0,1 мл	ГОСТ 20292—74
Микрошприц на 100 мкл или аналогичный	ГОСТ 20292—74
Пипетки с делениями на 10 и 1 мл	ГОСТ 20292—74
Пластиинки хроматографические	
Силуфол 254, Хемапол, Чехия	
Пробирки градуированные на шлифах, вместимостью 10 мл	ГОСТ 1770—74
Пульверизаторы стеклянные	ГОСТ 25336—82
Устройство аспирационное или аналогичное	ТУ 64-1862—77
Фильтродержатель	
Фильтры АФА-ХА-20	
Чашки Петри	ГОСТ 25336—82
Эксикатор	ГОСТ 25336—82

### *2.4. Отбор проб*

Воздух с объемным расходом 10 л/мин аспирируют через фильтр АФА-ХА-20, помещенный в фильтродержатель. Для измерения

0,5 ОБУВ следует отобрать 200 л воздуха. Срок хранения отобранных проб не более 7 дней.

## ***2.5. Подготовка к определению***

### ***2.5.1. Приготовление стандартных растворов***

Стандартный раствор № 1 готовят растворением 10 мг Цимоксанила в ацетоне в мерной колбе вместимостью 100 мл. Для приготовления стандартного раствора № 2 из раствора № 1 пипеткой отбирают 10 мл, переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл и доводят до метки гексаном. Стандартные растворы №№ 1 и 2 стабильны при хранении в холодильнике в течение 6 месяцев.

### ***2.5.2. Приготовление проявляющего реагента***

Растворяют 0,16 г о-толидина в 30 мл ледяной уксусной кислоты, доводят до 500 мл дистиллированной водой и прибавляют 1 г иодида калия. Раствор хранят в темной склянке.

### ***2.5.3. Подготовка хроматографической камеры***

Хроматографическую камеру за один час до начала хроматографирования заполняют смесью подвижных растворителей гексан–ацетон (3 : 2) или хлороформом. Объем подвижного растворителя в камере должен по высоте находиться не выше, чем на 0,7—1,0 см от уровня дна камеры.

### ***2.5.4. Подготовка камеры для хлорирования***

Камеру для хлорирования готовят следующим образом: на дно эксикатора помещают чашку Петри с 5 г перманганата калия, а затем к ее содержимому осторожно приливают 15 мл концентрированной соляной кислоты. Эксикатор закрывают пришлифованной крышкой. Камера может быть использована через 5—10 мин.

## ***2.6. Описание определения***

Фильтр из патрона с помощью пинцета и стеклянной палочки переносятся в стеклянный бюкс вместимостью 30 мл и заливают 10 мл этилового спирта. Фильтр несколько раз отжимают стеклянной палочкой в растворителе, а затем растворитель переносят в грушевидную колбу вместимостью 50 мл, отжимая капли растворителя с фильтра стеклянной палочкой. Эту процедуру повторяют еще два раза. Из объеменного спиртового раствора с помощью ротационного вакуумного испарителя полностью отгоняют растворитель. К сухому остатку пипеткой добавляют 5 мл гексана. Колбочку закрывают пробкой на шлифе и

ее стенки тщательно обмывают растворителем. Аликовтную часть раствора (100 мкг) с помощью микрошприца на 100 мкл или микропипетки на 0,1 мл наносят на хроматографическую пластинку Силуфол 254 Справа и слева таким же образом наносят серию градиуровочных растворов Цимоксанила с содержанием 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 1,0 мкг. Градиуровочные растворы готовят в мерных пробирках с пробками на шлифе вместимостью 10 мл, согласно табл. 1.

Таблица  
Шкала стандартов

	Номер стандарта							
	1	2	3	4	5	...	9	
Внесено стандартного раствора Цимоксанила 10 мкг/мл, мл	2	3	4	5	6	...	10	
Добавлено гексана, мл	8	7	6	5	4	...	0	
Концентрация Цимоксанила в полученном растворе, мкг/мл	2	3	4	5	6	...	10	
Содержание Цимоксанила в хроматографируемый пробе, мкг	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	...	1,0	

Хроматограммы развивают в системе гексан–акетон (3 : 2) или в хлороформе. После развития хроматограммы высушенную пластинку помещают под Уф лампу на 10 мин, а затем на 10 мин в свежеприготовленную хлорирующую камеру. После удаления избытка хлора пластинку обрабатывают из пульверизатора проявляющим реагентом. Цимоксанил проявляется на хроматограммах темными пятнами на белом фоне с  $R_f$   $0,66 \pm 0,02$  в первой системе подвижных растворителей и  $0,21 \pm 0,05$  в хлороформе. Линейный диапазон определения 0,2—1,0 мкг. Пятна стабильны в течение 5—8 мин.

Количественное измерение содержания Цимоксанила в пробе проводят путем сравнения интенсивности окраски и площади пятен пробы и того стандарта, площадь и интенсивность окраски которого наиболее близка площади и интенсивности окраски рабочей пробы.

### 2.7. Обработка результатов анализа и расчет концентрации

Концентрацию Цимоксанила в воздухе  $C$  (мг/м<sup>3</sup>) вычисляют по формуле:

$$C = \frac{AV}{V_0 V_1}, \text{ где}$$

$A$  – содержание Цимоксанила, найденное в хроматографируемой пробе, мкг;

$V$  – общий объем экстракта пробы, мл;

$V_1$  – объем пробы, взятой для хроматографирования, мл;

$V_0$  – объем воздуха, отобранного для анализа и приведенного к стандартным условиям, л.

**Примечание.** Для расширения диапазона измерения концентрации Цимоксанила в воздухе, при его большой концентрации, можно в грушевидную колбочку пипеткой добавлять большее, замеренное количество гексана или, наоборот, после концентрирования, добавлять в грушевидную колбочку пипеткой меньшее количество гексана.

### 3. Требования техники безопасности

Помещение, в котором проводится определение Цимоксанила, обязательно должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

Работу с образцами, стандартами и растворителями следует проводить в вытяжном шкафу с использованием индивидуальных средств защиты.

Необходимо соблюдать общепринятые правила безопасности при работе с органическими растворителями, токсичными веществами, электронагревательными приборами и сжатыми газами.

### 4. Разработчики

Ф. Р. Мельцер, К. Ф. Новикова, НИИХСЗР, г. Москва.

**Определение остаточных количеств пестицидов в пищевых  
продуктах, сельскохозяйственном сырье и объектах  
окружающей среды**

**Сборник методических указаний  
Выпуск 1**

Редакторы Акопова Н. Е., Кожока Н. В., Кучурова Л. С., Максакова Е. И.  
Технические редакторы Климова Г. И., Ломанова Е. В.

Подписано в печать 29.01.04

Формат 60x88/16

Печ. л. 22.0

Тираж 1500 экз.

Заказ 6417

Министерство здравоохранения Российской Федерации  
101431, Москва, Рахмановский пер., д. 3

Оригинал-макет подготовлен к печати Издательским отделом  
Федерального центра гигиенического контроля Минздрава России  
125167, Москва, проезд Аэропорта, 11  
Отделение реализации, тел. 198-61-01

Отпечатано в филиале Государственного ордена Октябрьской Революции  
ордена Трудового Красного Знамени Московского предприятия  
«Первая Образцовая типография» Министерства Российской Федерации  
по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций  
113114, Москва, Шлюзовая наб., 10, тел.: 235-20-30