

**Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации**

**Государственная комиссия
по химическим средствам борьбы
с вредителями, болезнями растений и сорняками**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МИКРОКОЛИЧЕСТВ
ПЕСТИЦИДОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ,
КОРМАХ И ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ**

**Сборник № 21
Часть 1-ая**

**МОСКВА
ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ,
ПРОПАГАНДЫ И РЕКЛАМЫ
1994 г.**

Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации

Государственная комиссия
по химическим средствам борьбы
с вредителями, болезнями растений и сорняками

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ МИКРОКОЛИЧЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ В
ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ, КОРМАХ И ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ

Сборник № 21
Часть 1-ая

МОСКВА
ЦЕНТР НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ,
ПРОПАГАНДЫ И РЕКЛАМЫ
1994 г.

**Государственная комиссия по химическим средствам борьбы с
вредителями, болезнями растений и сорняками**

Редакционная коллегия:

Новикова К.Ф. — начальник сектора ННХСЗР; Калинин В.А. — к.с.н., профессор, зав. кафедрой ТСХА; Гиренко Д.Б. — к.х.н., зав. аналитической лабораторией УНР ВНИИГИНТОКС; Борисов Г.С. — зав. КТЛ РРСТАЗР; Устинова Т.Н. — ведущий специалист КТЛ РРСТАЗР.

Настоящие методические указания предназначены для санитарно-эпидемиологических станций и научно-исследовательских учреждений Минздрава РФ, а также ветеринарных, агрохимических, контрольно-токсикологических лабораторий Минсельхоза РФ и лабораторий других ведомств, занимающихся определением остаточных количеств пестицидов, регуляторов роста растений и биопрепаратов в продуктах питания, кормах и внешней среде.

Методические указания апробированы и рекомендованы в качестве официальных Группой экспертов при Госхимкомиссии по химическим средствам борьбы с вредителями, болезнями растений и сорняками.

Ответственный за выпуск — Орехов Д.А., заместитель председателя
Госхимкомиссии —
тел. 207-63-90

Сборник подготовлен к изданию Российской республиканской станцией
защиты растений "Главхимзащиты" МСХ РФ
г.Раменское Московской обл., ул.Нефтегазосъемки 11/41 тел. (246) 3-09-52

ОГЛАВЛЕНИЕ

Хлорорганические пестициды

стр.

1. Методические указания по групповой идентификации хлорорганических пестицидов и их метаболитов в биоматериале, продуктах питания и объектах окружающей среды методом адсорбционной высокоэффективной жидкостной хроматографией.

29 июля 1991г. № 6129-91.....9..

2. Временные методические указания по определению модауна в эфирных маслах методом газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г. № 6109-91.....18..

Фосфорорганические пестициды

3. Методические указания по определению бициклада в растительном материале хроматографией в тонком слое.

29 июля 1991г. № 6113-91.....26...

4. Временные методические указания по определению офтанола-Т (по изо-фенфосу) в воде, почве, зерне и семенах сахарной свеклы.

29 июля 1991г. № 6105-91.....31...

5. Временные методические указания по определению метаболитов ФОП, производных тио- и дитиофосфорных кислот в биоматериале методом тонкослойной и газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г. № 6072-91.....36....

6. Методические указания по определению метаболитов фосамида в биологических средах методом тонкослойной хроматографией.

29 июля 1991г. № 6133-91.....48....

7. Методические указания по определению этримфоса в зерновых культурах методом газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г. № 6129-91.....57....

8. Методические указания по газохроматографическому определению остаточных количеств этамона в столовой и сахарной свекле, зеленой массе

растений и почве.

29 июля 1991г, № 6094-91.....62.....

9. Методические указания по определению эфала (этилфосфата алюминия и фосфористой кислоты) в растительных культурах, продуктах их переработки, воде, почве методом газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6132-91.....70...

Пиретроиды

10. Временные методические указания по определению изатрина в растительном материале методом тонкослойной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6070-91,.....85.....

11. Временные методические указания по определению пиретроидов (перметрина, циперметрина, фенвалерата и декаметрина) в молоке и мясе методом газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г. N 6093-91.....91....

12. Временные методические указания по определению сумм-*о* в биологическом материале методом газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6101-91.....103.....

Гетероциклические соединения

13. Временные методические указания по определению остаточных количеств азовита в зерне злаковых, зеленой массе растений, сахарной свекле, яблоках, почве и воде газожидкостной и тонкослойной хроматографией.

29 июля 1991г, N 5371-91.....110.....

14. Методические указания по определению байфидана в зерновых и лекарственных культурах, воде и почве методами газожидкостной и тонкослойной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6131-91.....123.....

15. Методические указания по определению бутизана С в воде и почве ме-

тодом газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6139-91.....131....

16. Временные методические указания по хроматографическому определению ивина и его метаболита, 2,6-лутидина в воде, овощах (картофель, огурцы, томаты).

29 июля 1991г, N 6079-91.....136.....

17. Временные методические указания по хроматографическому определению ивина в биологическом материале.

29 июля 1991г, N 6078-91.....143.....

18. Временные методические указания по определению остаточных количеств ивина и его комплексов в воде методом тонкослойной хроматографии.

29 июля 1991г. N 6077-91.....149.....

19. Временные методические указания по определению кентавра в воде методом хроматографии в тонком слое.

29 июля 1991г, N 6100-91.....155....

20. Временные методические указания по определению лантаграна в эфирных маслах методом тонкослойной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6111-91.....162.....

21. Временные методические указания по определению рейсера в эфирных маслах лаванды и мяты методом газожидкостной хроматографии

29 июля 1991 г, N 6074-91.....168.....

22. Методические указания по определению топаза в сельскохозяйственных культурах газожидкостной и тонкослойной хроматографией.

8 июня 1989г, N 5009-89.....174....

23. Временные методические указания по определению харавли в воде методом хроматографии в тонком слое.

29 июля 1991г, N 6102-91.....182...

24. Временные методические указания по определению экспромта в воде методом хроматографии в тонком слое.

29 июля 1991г, N 6107-91.....191...

25. Методические указания по определению аллицина в почве, зерне зерновых культур методами газожидкостной и тонкослойной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6273-91.....199...

Нитрофенолы и их производные

26. Методические указания по определению акрекса и диносеба в крови и моче тонкослойной хроматографией.

4 октября 1988г, N 4707-88.....210...

27. Методические указания по определению трефлана в зеленой массе и зерне зерновых культур методом газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6125-91.....215..

Производные мочевины и карбаминовой кислоты

28. Временные методические указания по определению остаточных количеств диметилена в яблоках тонкослойной хроматографией.

29 июля 1991г, N 6075-91.....222..

29. Временные методические указания по определению остаточных количеств картолина-2 в зерне ячменя, пшеницы и других злаков, гречихи, бобах сои, сухих кормовых травах, почве и воде тонкослойной хроматографией.

29 июля 1991г. N 6097-91.....228.

30. Методические указания по определению картолина-2 в биосубстратах методом тонкослойной хроматографией.

29 июля 1991г, N 6115-91.....240.

Алканкарбоновые кислоты и их производные

31. Методические указания по ускоренному определению 2,4-Д и ТХА в биоматериале (органы и ткани мелких наземных и почвенных животных) методом газожидкостной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6128-91.....247..

32. Методические указания по определению 2,4-Д в воде методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии.

29 июля 1991г. N 6127-91.....253..

Прочие пестициды

33. Временные методические указания по определению набу в эфирных маслах методом тонкослойной хроматографии.

29 июля 1991г, N 6110-91.....260..

34. Временные методические указания по определению остаточных количеств нафталявого ангидрида в зерне кукурузы, льна и воде тонкослойной хроматографией.

29 июля 1991 г, N 6096-91.....265...

Методические указания по измерению концентраций пестицидов и полупродуктов их получения в воздухе рабочей зоны

1. Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций бутизана в воздухе рабочей зоны.

29 июля 1991г, N 6138-91.....272....

2. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций виджила в воздухе рабочей зоны.

26 февраля 1991г, N 5325-91.....276....

3. Методические указания по хроматографическому измерению концентраций глиина в воздухе рабочей зоны.

29 июля 1991г, N 6134-91.....281.....

4. Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций грамекса в воздухе рабочей зоны.

29 июля 1991г. N 6082-91.....285.....

5. Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций гранстара в воздухе рабочей зоны.

29 июля 1991г, N 6090-91.....289....

6. Методические указания по измерению концентраций оксиме дикамбы в воздухе рабочей зоны тонкослойной хроматографией.
29 июля 1991г, N 6117-91.....295.....
7. Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций дикната и адипа в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, N 6154-91.....300.....
8. Методические указания по измерению концентраций C_7 - C_9 - эфиров 2,4-ДМ; 2,4-Д и 2,4,5 - ТП- кислот в воздухе рабочей зоны методом тонкослойной хроматографии.
29 июля 1991г, N 6119-91.....308.....
9. Временные методические указания по измерению концентраций дуала в воздухе рабочей зоны методом фотометрии, тонкослойной и газожидкостной хроматографии.
29 июля 1991 г, N 6086-91.....314.....
- 10 Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций кентавра в воздухе рабочей зоны
29 июля 1991 г, N 6085-91.....323.....
- 11.Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций лондакса в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, N 6104-91.....329.....
- 12.Методические указания по хроматографическому измерению концентраций 4-нитро-о-ксилола и 3-нитро-о-ксилола в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, N 6116-91.....334.....
- 13.Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций омайта в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, N 6269-91.....339.....
- 14.Временные методические указания по газохроматографическому измерению концентраций офтанола-Т (по изофенфосу) в воздухе рабочей зоны
29 июля 1991г, N 6087-91.....344.....

- 15.Методические указания по хроматографическому измерению концентраций 4-родан-2-нитроанилина в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, N 6118-91.....349.....
- 16.Временные методические указания по измерению коонцентраций тиадиа-зола в воздухе рабочей зоны методом тонкослойной хроматографии
29 июля 1991г, N 6084-91.....354.....
- 17.Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций тотрила в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, N 6089-91.....358.....
- 18.Временные методические указания по измерению концентраций фолликура в воздухе рабочей зоны методом тонкослойной хроматографии
29 июля 1991г, N 6112-91.....362.....
- 19.Временные методические указания по газохроматографическому измерению концентраций физилада в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, N 6088-91.....369.....
- 20.Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций харелли в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, № 6071-91.373.....
- 21.Временные методические указания по измерению концентраций экспромта в воздухе методом газожидкостной хроматографии
29 июля 1991г, № 6081-91.....378.....
- 22.Временные методические указания по хроматографическому измерению концентраций эллипса в воздухе рабочей зоны.
29 июля 1991г, № 6083-91.....383.....
- 23.Методические указания по измерению концентраций эфала в воздухе рабочей зоны фотометрическим и газохроматографическим методом.
29 июля 1991г, № 6120-91.....387.....

ХЛОРООРГАНИЧЕСКИЕ ПЕСТИЦИДЫ

Утверждено Министерством
здравоохранения СССР
" 29 " июля 1991 г
№ 6102-91

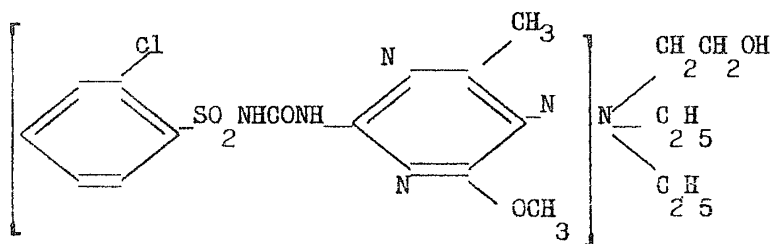
ВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ
ХАРЕЛЛИ В ВОДЕ МЕТОДОМ ХРОМАТОГРАФИИ В ТОНКОМ СЛОЕ

1. Краткая характеристика препарата

Харелли - смесь препаратов "хардин" (12,5% по мочеvine) и "элимпс" (11,69% по мочеvine) в соотношении 2:1 (весовые).

Действующее вещество хардина - комплекс диэтилэтаноламина и N-(2-хлор-бензол-сульфонил)-N-(6-метокси-4-метил-1,3,5-триазин-2-ил) мочевины (хлорсульфурина).

Структурная формула:



Эмпирическая формула: $\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{ClN}_5\text{O}_4\text{S.C}_6\text{H}_{15}\text{NO}$

Молекулярная масса: 474,5

Хардин-препарат, представляющий собой раствор действующего вещества в смеси вода-триэтиленгликоль (1:1, вес %) с добавкой 0,4% ОП-10. Содержание комплекса в растворе $16,5 \pm 0,5\%$ (вес). Плотность препарата при 20° 1115-1125 мг/м³, Т кип. - 100°C , хорошо растворим в воде, в полярных растворителях коагулируется, с неполярным не смешивается, нелетуч, в водных растворах устойчив в течение года, при разбавлении водой на свету при pH 5-7 и 20°C разлагается.

ОБУВ в воздухе - 5 мг/м³

Разработчики: Д. Б. Гиренко, А. М. Шмигидина, Н. И. Рева, ВНИИГИНТОКС, г. Киев

Хлорсульфурон - белое кристаллическое вещество.

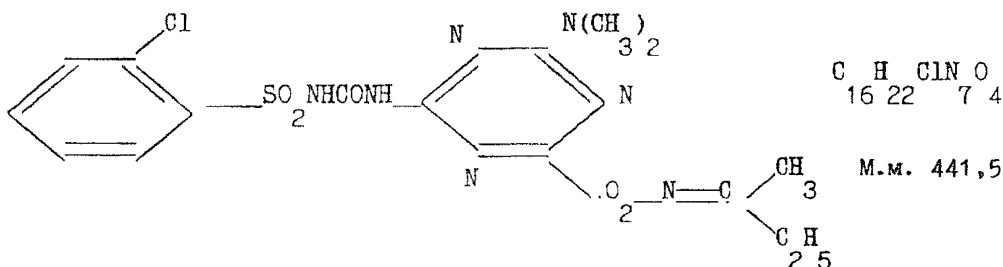
Эмпирическая формула $C_{12}H_{12}ClN_5O_4S$

Молекулярная масса 357,78, Тпл 174-178°C Растворимость в толуоле -0,3%, метаноле-1,8%, ацетоне 7,0%.

Препарат выпускается в виде аминных солей (диметиламинная, изопропиламинная, моноэтаноламинная). Степень чистоты - 96-98%.

Действующее вещество эллипса-N-(о-хлорфенилсульфонил)-N-(4-диметиламино-6-(а-метил)-пропиладениминоокси-1,3,5-триазин-2-ил)мочевина.

Структурная формула:



Синонимы: эллипс, хлорсульфоксиметил. Химически чистое соединение - белое кристаллическое вещество, твердое без запаха. Тпл. -173°C. Плохо растворим в воде, этиловом спирте, ацетоне, хлороформе, хорошо в диметилсульфоксиде. Степень чистоты-96,67%.

Препарат "харалли" представляет собой светложелтую прозрачную жидкость со слабым аммиачным запахом, плотность -1,14 г/см³, растворим в воде.

ДОК, ПДК, МДУ харалли в настоящее время не установлены.

2. Методика определения

2.1. Основные положения

2.1.1. Принципы метода

Метод основан на извлечении хардина и эллипса (действующие вещества

пестицида "кардид") из подкисленной пробы воды хлороформом, концентрировании экстракта и хроматографировании его аликвоты в тонком слое пластин "Силуфол". В качестве подвижной фазы могут быть использованы: бензол-ацетон в соотношении 4:1 (об/об); гексан-ацетон в соотношении 1:1 (об/об).

Для обнаружения зон локализации препаратов на хроматограммах используют смесь растворов бромфенолового синего и азотнокислого серебра с последующей обработкой хроматограмм лимонной (или уксусной) кислотой. Количественное определение препаратов проводят сравнением интенсивности окраски и площади пятен пробы и стандарта.

2.1.2. Метрологическая характеристика метода

Диапазон определяемых концентраций 0,005-0,602 мг/л

Предел обнаружения-0,5 мкг

Размах варьирования: кардин-80,0-100,0%

эллипс-80,0-100,0%

Среднее значение определения стандартных количеств:

кардин-90%

эллипс-92%

Стандартное отклонение среднего :

кардин-0,6

эллипс-0,8

Относительное стандартное отклонение среднего:

кардин-0,05

эллипс-0,05

2.1.3. Избирательность метода

Метод специфичен: другие соединения этого класса (круг, грамекс) в указанных условиях хроматографирования определению не мешают.

Таблица

Величины R_f производных мочевины на пластинках "Силуфол"

Соединение	Подвижный растворитель	
	бензол-ацетон (4:1)	гексан-ацетон (1:1)
Круг		
Круг	0,37	0,53
Эллипс	0,43	0,63
Хардин	0,33	0,35
Градекс	0,28	0,41

2.2. Реактивы и материалы

Хардин (хлорсульфурон), крист., (ВНИИХСЗР) 96-98%.

Эллипс (ВНИИХСЗР) 96,67%.

Хлороформ, хч., ГОСТ 20015-74.

Ацетон, чда, ГОСТ 2603-79.

Бензол, хч., ГОСТ 5955-81.

Гексан, хч., ТУ 6-09-3375-78.

Этиловый спирт, 96%-ный, ТУ 6-09-1910-77.

Кислота хлористоводородная, ч., ГОСТ 3118-77, водный раствор (1:1).

Кислота уксусная, хч., ГОСТ 18290-72, 5%-ный водный раствор.

Кислота лимонная, хч., ГОСТ 3652-74, 2%-ный водный раствор.

Аммиак водный, чда, ГОСТ 3760-79.

Серебро азотнокислое, чда, ГОСТ 1277-81.

Бромфеноловый синий, чда, ТУ 6-09-3710-83.

Натрий сернокислый безводный, чда, ГОСТ 4166-76.

Вода дистиллированная, ГОСТ 7602-72.

Пластины "Силуфол" (Kavalier, ЧССР) .

Вата гигроскопическая.

2.3. Приборы, посуда

Весы аналитические, ВЛА-200М.

Испаритель ротационный ИР-1М, ТУ 25-11-917-76.

Баня водяная, ТУ 64-1-2850-76.

Вакуумный водоструйный насос, ГОСТ 10396-75.

Колбы грушевидные, ГОСТ 25336-82, вместимостью 50-100 мл.

Колбы мерные, цилиндры, мензурки, пробирки, ГОСТ 1770-74.

Колбы конические плоскодонные, ГОСТ 25336-82.

Воронки химические, диаметр 56 мм, ГОСТ 25336-82.

Воронки делительные, ГОСТ 25336-82, вместимостью 250 мл, 1 л.

Пипетки, ГОСТ 20292-74, на 1; 5; 10 мл.

Микропипетки, ГОСТ 20292-82, на 0,1; 0,2 мл.

Пульверизатор стеклянный, ГОСТ 25336-82.

Скальпель.

Камера для хроматографирования, ГОСТ 25336-82.

Камера для опрыскивания, ТУ 25-11-430-70.

2.4. Подготовка к определению

2.4.1. Приготовление стандартного, рабочих растворов хардина, эллипса

Стандартные растворы пестицидов концентрации 100 мкг/мл

готовят растворением соответствующей навески препарата в ацетоне

(или этиловом спирте) в мерной колбе на 100 мл. Раствор хранят в холодильнике. Годен к употреблению в течение 30 дней.

Рабочие растворы пестицидов концентрации 2,5; 5,0; 10,0; 20,0 мкг/мл готовят в градуированных пробирках вместимостью 10 мл соответствующим разбавлением ацетоном стандартных растворов. Хранят рабочие растворы хардина, эллипса в холодильнике. Годны к употреблению в течение 3-5 дней.

2.4.2. Проявляющий реактив-бромфеноловый реагент

Смесь растворов бромфенолового синего (БФС) и азотнокислого серебра. Готовят два раствора: 1. 0,5% водно-ацетоновый раствор азотнокислого серебра. 2. 10 мл 0,05%-ного раствора бромфенолового синего в ацетоне. Раствор 2 разбавляют раствором 1 до объема 100 мл. Хранят проявляющий реактив в темном прохладном месте. Годен к употреблению в течение 3-5 дней. После обработки хроматограмм бромфеноловым реагентом освещают фон обработкой пластин 2%-ным водным раствором лимонной кислоты или 5%-ным водным раствором уксусной кислоты.

2.4.3. Подготовка пластин "Силуфол"

Пластинку "Силуфол" помещают в хроматографическую камеру, содержащую смесь растворителей ацетон-25%-ный аммиак в соотношении 7:3 (об/об). Глубина погружения пластинки в растворитель составляет 0,5 см. После подъема фронта растворителя до верхнего края пластинки ее вынимают из камеры и выдерживают на воздухе до испарения растворителей. После этого пластинка готова к употреблению. Хранят подготовленные пластинки в эксикаторе.

2.5. Отбор проб

Отбор проб производится в соответствии с "Унифицированными правилами отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов

окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов" (МЗ СССР, ГСЗУ, Москва, 1980, № 2061-79 от 21.08.1979 г). Отобранные пробы хранить в стеклянной таре в защищенном от света месте не более 1-3 суток.

2.6. Проведение определения

2.6.1. Экстракция и очистка

На одно определение берут из анализируемого образца две пробы воды по 500 мл.

500 мл воды помещают в делительную воронку вместимостью 1 л, подкисляют до pH 2 разбавленной (1:1) дистиллированной водой - хлористоводородной кислотой (берут около 1 мл раствора кислоты) и экстрагируют препарат дважды свежими 10-15 мл хлороформа, каждый раз встряхивая содержимое воронки в течение 2-3 мин. Экстракты двух проб объединяют (получают по 40-60 мл) в делительной воронке вместимостью 250 мл, промывают 10-15 мл дистиллированной воды, подкисленной до pH 6 разбавленной хлористоводородной кислотой, и фильтруют через слой (около 7-10 г) безводного сульфата натрия в химической воронке в грушевидную колбу. Растворитель отгоняют до объема около 1 мл на ротационном испарителе при температуре 55-60°C. Остаток растворителя удаляют продуванием воздуха.

2.6.2. Хроматографирование

Сухой остаток в колбе растворяют в 1 мл ацетона (или этанола), закрывают колбу герметично пробкой, перемешивают содержимое и 0,2 мл полученного раствора наносят микропипеткой на подготовленную пластинку "Силуфол". Рядом с пробой наносят по 0,2 мл каждого рабочего раствора пестицида, что соответствует содержанию в пятне 0,5; 1,0; 2,0;

4,0 мкг каждого препарата (растворы хардина и эллипса одинаковой концентрации наносят в одну точку).

Пластинку помещают в хроматографическую камеру, куда за 10-15 минут до хроматографирования наливают один из подвижных растворителей, указанных в таблице, в таком количестве, чтобы глубина погружения пластинки в растворитель составила 0,5 см. После подъема фронта растворителя от линии старта на высоту 10 см хроматографирование прекращают. Пластинку выдерживают в вытяжном шкафу до испарения растворителей и обрабатывают бромфеноловым реагентом, затем раствором лимонной (или уксусной) кислоты. О наличии харелли свидетельствует проявление на хроматограмме серо-синего пятна хардина либо пятен хардина и эллипса (в зависимости от содержания харелли в пробе). Величины R_F хардина, эллипса приведены в таблице.

2.7. Обработка результатов анализа

Количественная оценка хардина, эллипса, являющихся действующими веществами харелли, проводится путем сравнения площадей и интенсивности окраски пятен пробы и рабочих растворов пестицидов.

Содержание каждого пестицида в анализируемой пробе рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{A \times V}{V_1 \times P}, \text{ где}$$

X - содержание хардина, эллипса в исследуемой пробе, мг/л;

A - количество хардина, эллипса, найденное путем сравнения со стандартами, мкг;

V - объем пробы, мл;

V_1 - объем аликвоты, отобранной для хроматографирования, мл
при нанесении всей пробы $V = V_1$;

P - объем исследуемой пробы, мл.

3. Требования безопасности

Соблюдать все необходимые требования безопасности при работе
в химических лабораториях.