

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ФИТОНЦИДОВ**

**С.В. Баженова, М.А. Некрасова**

*Экологический факультет, Российский университет дружбы народов,  
Подольское ш., 8/5, 113093, Москва, Россия*

В статье рассматривается двустадийная методика определения химического состава фитонцидов с использованием хромато-масс-спектрометрического анализа. Определение компонентного состава фитонцидов проводилось в клеточном соке растений и в пробе воздуха вблизи кроны. Результатом исследования являются хроматограммы химических веществ исследуемых растений.

Известно, что растения содержат в своём составе и выделяют в окружающую среду химические вещества, названные фитонцидами (Дрябкина, Думова, 1957; Иванченко, 1984). Растительные фитонциды оказывают различные воздействия на микрофлору воздуха. Такое различие определяется наличием разных функционально-активных групп в составных компонентах фитонцидов (Каза-ринова и др., 1997). Поэтому определение химического состава фитонцидов является актуальной задачей на современном этапе развития науки.

На практике исследование химического состава фитонцидов является сложной задачей. Затруднения в определении качественного состава этих соединений возникают ввиду того, что молекулы фитонцидов представляют сложные структуры, образованные органическими веществами различных химических классов (Айзенман, Смирнов, 1984; Бондаренко, 1981; Гродзинский, 1981).

Для снижения таких погрешностей нами предложена комплексная методика определения химического состава фитонцидов. Данная методика предусматривает определение фитонцидов, содержащихся в наземных частях растений (клеточный сок) и непосредственно выделяющихся в воздушную среду (вытяжка из воздуха).

Исследование состава растительных фитонцидов мы предлагаем провести с помощью хромато-масс-спектрометрии. Хромато-масс-спектрометрия представляет собой физико-химический метод, позволяющий анализировать сложные смеси органических веществ (Золотов и др., 1996).

Проведение хромато-масс-спектрометрии предусматривает введение пробы, содержащей газовую фракцию, в масс-спектрометр, в котором производится разделение газов (ионов) по их массам вследствие воздействия отклоняющего поля.

Для проведения отбора пробы нами предлагается взять растение, фитонцидный состав которого необходимо определить. Устанавливаются два идентичных бокса, которые позволяют изолировать неконтролируемое воздействие физических, химических и биологических факторов среды, тем самым, повышая точность эксперимента. В один из боксов помещается анализируемое растение, другой бокс оставляют пустым для сравнения (контрольный бокс). Растение выдерживается в боксе не менее двух суток при неизменной температуре, влажности и давлении. Так как максимальное количество выделяющихся фитонцидов в воздушную среду зафиксировано в период с 11 до 14 часов, то экспериментальный процесс охватывает два полных цикла максимального выделения фитонцидов.

Отбор проб осуществляется по двум ступеням. Первая ступень, включает отбор пробы из клеточного сока, что позволяет определить химический состав фитонцидов, содержащихся непосредственно в растении, и вторая — вытяжка из воздуха, для определения фитонцидов, мигрирующих в окружающую среду из исследуемого растения.

Отобранные пробы переводятся на сорбент и помещаются в хромато-масс-спектрометр. В масс-спектрометре, вследствие соударения быстро движущихся электронов, испускаемых катодом, с молекулами анализируемого вещества образуются положительные ионы. Ионизация обеспечивается за счёт выбивания электронов с орбит нейтральных молекул, содержащихся в пробе. Возникающие положительные ионы удаляются из зоны ионизации, ускоряются электрическим полем и фокусируются в пучок. Пучок ионов направляется в систему магнитной сепарации, где производится разделение ионов по величине отношения массы иона к его заряду. Разделённые ионы проходят приёмник, усилитель и регистрируются на детекторе. На выходе ионы дают масс-спектры, включающие линейный спектр обнаруженных в пробе веществ.

Для изучения химического состава растительных фитонцидов нами были предложены следующие растения: Каланхоэ Блосфельда (*Kalanchoe blossfeldiana*), Аукуба Японская (*Aucuba japonica variegata*) и Мирт Обыкновенный (*Myrtus communis*).

В результате проведённого нами хромато-масс-спектрометрического анализа был получен ряд масс-спектров по изучаемым растениям. Из масс-спектров посредством компьютерной обработки нами подготовлены соответствующие хроматограммы, по которым впоследствии была произведена идентификация соединений смеси (рис. 1, 2, 3, 4). Так, нами было обнаружено, что в растениях преобладают соединения, принадлежащие следующим химическим классам: альдегиды, диеновые углеводороды, непредельные углеводороды (алкены, алкины) и непредельные кислоты, одно- и многоатомные спирты. Также нами обнаружены специфические вещества и соединения, характерные, только для данного вида растений. Так, для мирта это —  $\alpha$ -пинен, вербенен,  $\gamma$ -терпинен, лимонен, линалоол, геранил ацетат, миртанил ацетат и некоторые другие вещества; для аукубы — миртенил ацетат, 3-пентанон, 1-гидрокси-3-пентин и др.; для каланхоэ — 1,2,6-гексатриол, деканаль, нонановая кислота. Также выявлен ряд соединений, повторяющихся в исследованных растениях: каланхоэ и аукуба содержат бензойную кислоту, 2-гексеналь, циклогексанол, бензойную кислоту; аукуба и мирт — альфа-кариофиллен; мирт и каланхоэ — спинацен; бегония и мирт — 2-этил фуран, спинацен; бегония и каланхоэ — 2-гексеналь, 2,4-гексадиеналь, бензойную кислоту, нонановую кислоту, тетрадекановую, пентадекановую, 9-гексадеценовую, пальмитиновую кислоты, спинацен. Кроме того, оба растения и Каланхоэ и Аукуба содержат бензойную кислоту и 2-гексеналь, что указывает на схожие биологические свойства этих растений. Представленные хроматограммы свидетельствуют о различии полученных веществ в зависимости от семейства исследуемых растений.

Анализ химических соединений, содержащихся в воздушной фракции, проводился нами с учётом веществ, выделившихся в воздушную среду помещения всеми исследуемыми нами растениями. Сравнение веществ на выходе из хроматографа производилось с контрольной пробой.

В результате исследования вытяжки из растительной массы было выявлено, что фитонциды, выделяющиеся в окружающую среду, имеют малые концентрации. Эти концентрации варьируют в диапазоне от 0,00011 мг/м<sup>3</sup> до 0,016 мг/м<sup>3</sup>. В окружающую среду в минимальном количестве выделяется 6,10-диметил-5,9-ундекадиен-2-он, а также деканаль (Каланхоэ), ацетофенон, октаналь. В большом количестве выделяются этилацетат (14,49%), бензол (35,13%), гексеналь (16,47%),

нонан (9,22%). Помимо указанных выше соединений в воздушную среду из растений переходят следующие химические соединения: бутилацетат, изопропилбензол, 1,8-цинеол.

Полученные в ходе эксперимента данные свидетельствуют о том, что не все химические вещества, содержащиеся в клеточном соке, выделяются в окружающую среду или выделяются в малых количествах, которые не были зафиксированы прибором. Предполагается, что большая часть веществ задерживается листовой поверхностью, и лишь незначительная часть веществ переходит в воздушную среду.

Таким образом, предложенная нами методика позволяет не только проводить разделение веществ в анализируемой пробе, но и определять структуру и химический состав компонентов пробы. Также её использование предусматривает учет и сравнение веществ клеточного сока и химических соединений, мигрирующих в воздушную среду.

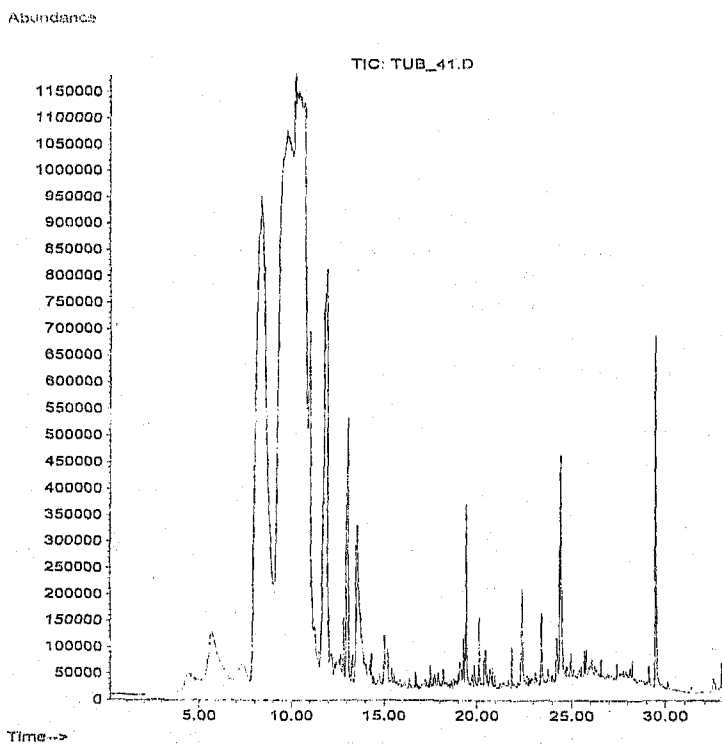


Рис. 1. Хроматограмма по полному ионному току, полученная при анализе паровой фазы пробы «Каланхоэ»

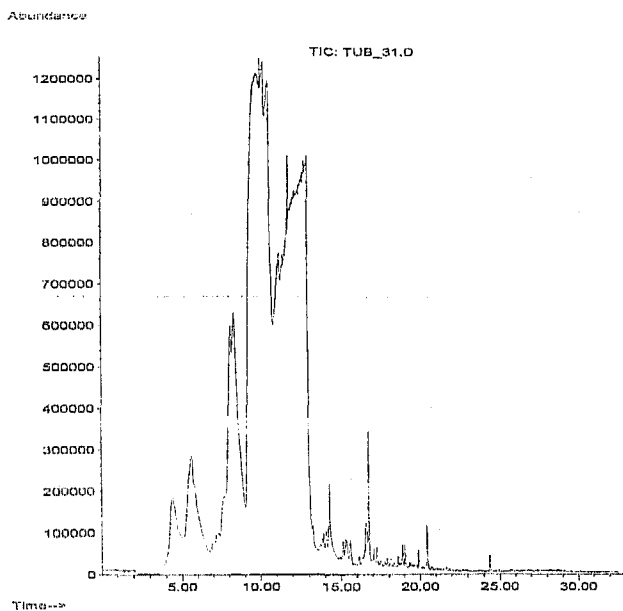


Рис. 2. Хроматограмма по полному ионному току, полученная при анализе паровой фазы пробы «Аукуба»

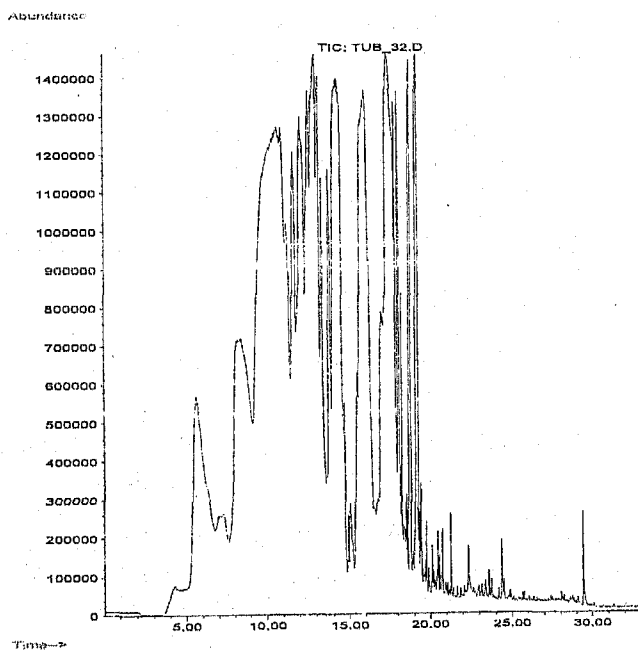


Рис. 3. Хроматограмма по полному ионному току, полученная при анализе паровой фазы пробы «Мирт»

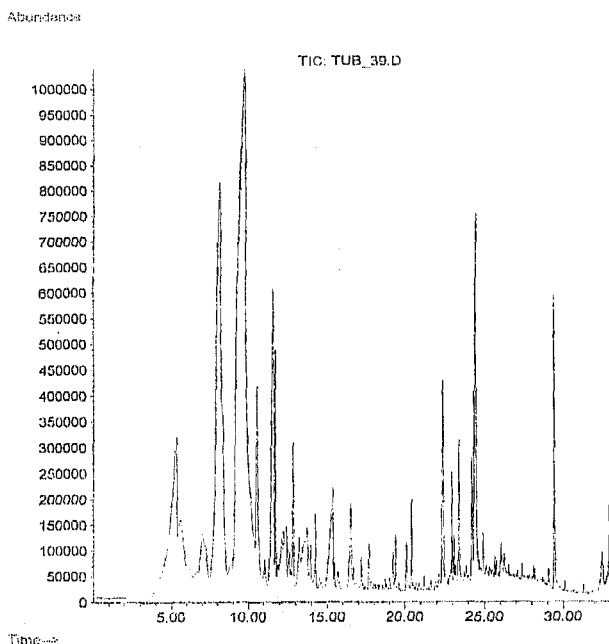


Рис. 4 Хроматограмма по полному ионному току, полученная при анализе паровой фазы пробы «Бегония»

## ЛИТЕРАТУРА

- Айзенман Б.Е., Смирнов В.В. Фитонциды и антибиотики высших растений - Киев, 1984.
- Бондаренко А.С. Высшие растения — продуценты антибиотиков // Материалы VIII Совещ. «Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины». - Киев, 1981. - С. 204-210.
- Гродзинский А.М. Фитодизайн и фитонциды // Матер. VIII Совещ. «Фитонциды. Роль в биогеоценозах, значение для медицины». - Киев, 1981. - С. 97-100.
- Дрябкина Б.С., Думова А.М. Об изучении фитонцидного действия живых растений // Фитонциды, их роль в природе. - М., 1957. - С. 22-31.
- Золотов Ю.А., Дорохова Е.Н., Фадеева В.И. Основы аналитической химии. Кн.2. - М., 1996. - 461 с.
- Иванченко В.А. Растения и работоспособность. - М., 1984.
- Казаринова Н.В., Цыбуля Н.В., Казначеева Л.Ф. и др. Использование интерьерных растений для санации воздуха в закрытых помещениях (медицинский фитодизайн) // Информационное письмо - Новосибирск, 1997.

## PHYSICAL AND CHEMICAL DETERMINATING METHODS OF FITONCIDES CHEMICAL CONTENTS

S.V. Bazhenova, M.A. Nekrasova

Ecological Faculty, Russian Peoples' Friendship University,  
Podolskoye shosse, 8/5, 113093, Moscow, Russia

In article a two-stage technique of fitoncides contents determination with taking chromatomass-spectrometrical analysis is considered. The determination of component contents was carried out from plants' liquid and air sample. The results of research are chromatogramms of studing plants chemical substances.