

УДК 631.417:621.384.8

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ МИКОЛОВЫХ КИСЛОТ В ПОЧВЕННЫХ ЭКСТРАКТАХ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ

И. М. ЛУКАШЕНКО, Г. Г. ГУТИЕВ, Е. С. БРОДСКИЙ, Р. А. ХМЕЛЬНИЦКИЙ

(Кафедра физической и коллоидной химии)

Органическое вещество почвы наряду со специфическими гумусовыми соединениями содержит неспецифические компоненты, представленные липидами, свободными аминокислотами, углеводородами, фенолами и др. [1, 9]. Неспецифические компоненты могут быть как материалом для образования гумусовых кислот, так и продуктом их распада [3]. Особый интерес представляет связь этих соединений с деятельностью почвенных микроорганизмов [4].

Целью настоящей работы было изучение неспецифических компонентов органического вещества различных типов почв, экстрагируемых органическими растворителями. Исследовались образцы четырех типов почв из разных почвенно-климатических зон: чернозема типичного из Курского черноземного заповедника, темно-каштановой из заповедника Аскания-Нова, дерново-подзолистой глеевой и перегнойной грунтово-глеевой из стационара кафедры почвоведения Белый Раст Московской области. Характеристика образцов представлена в табл. 1. Образцы отобраны в августе 1977 г.

Образцы почв экстрагировали гексаном в аппарате Сокслета в течение 24 ч, растворитель отгоняли в вакууме на роторном испарителе. Экстрагированные из почв продукты после упаривания представляли собой светло-желтые аморфные вещества с резким специфическим запахом. Выход и характеристики полученных экстрактов приведены в табл. 2. Элементный состав экстрактов определяли на СНН-анализаторе «Хьюлетт-Паккард». Наибольшим был выход экстрактов из дерново-подзолистой глеевой и перегнойной грунтово-глеевой почв. В таких почвах, как отмечается в литературе [7], относительное содержание липидов более высокое благодаря пониженной активности микроорганизмов при кислой реакции среды. Дерново-подзолистая глеевая и перегнойная грунтово-глеевая почвы характеризуются сравнительно большим относительным содержанием углерода в экстрагируемой части. Экстракты из перегнойной грунтово-глеевой почвы содержат наибольшее количество кислото-

Масс-спектры получали на масс-спектрометре МХ 1309 при прямом вводе пробы в ионный источник при энергии ионизирующих электронов 70 эВ, температуре источника ионов 200° и испарения образца 200°. На рис. 1 в качестве примера приведен масс-спектр экстракта из темно-каштановой почвы. Масс-спектры экстрактов остальных почв аналогичны. В масс-спектре (рис. 1) выделяются три характерные группы пиков в области высоких (620—900), средних (200—550) и низких (до 150) масс ионов. Наличие четко выделенных групп ионов с сильно различающимися массами свидетельствует о присутствии в молекулах длинных радикалов, отщепляющихся при фрагментации. Наиболее интенсивные пики соответствуют кислородсодержащим ионам с одним, двумя и тремя атомами кислорода. Ионы в области низких масс характерны для алифатических сложных эфиров ( $m/e$  74, 88 и т. д., 73, 87, 60, 61 и др.). Интенсивность пиков ионов в области высоких массовых чисел значительно больше, чем молекулярных ионов подобных сложных эфиров [5].

Исследуемые масс-спектры наиболее близки масс-спектрам эфиров так называемых миколовых кислот [8].

Миколовые кислоты представляют собой высокомолекулярные  $\beta$ -оксикислоты с длин-

Т а б л и ц а 1  
Характеристики исследуемых почв

Почва	Горизонт и глубина, см	pH <sub>водн</sub>	Гумус, %
Темно-каштановая	A <sub>1</sub> , 6—20	7,3	3,4
Чернозем типичный	A <sub>1</sub> , 7—20	6,3	8,7
Дерново-подзолистая глеевая	A <sub>1</sub> , 7—23	4,9	6,8
Перегнойная грунтово-глеевая	A <sub>0</sub> , 10—30	5,1	24,2



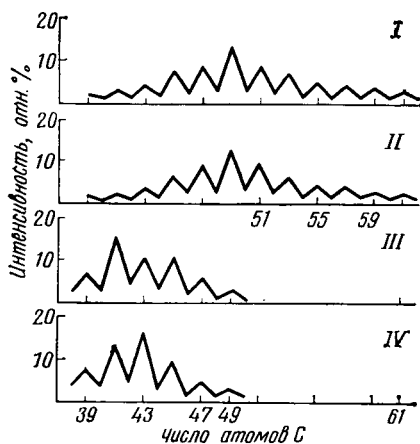


Рис. 2. Молекулярно-массовое распределение миколовых кислот из четырех типов почв.

I — темно-каштановая; II — чернозем типичный; III — дерново-подзолистая глеевая; IV — перегнойная грунтово-глеевая.

мов С в молекулах этих соединений в экстракте из темно-каштановой почвы и чернозема находится в пределах 39—61 с максимумом, приходящимся на 49 атомов С в молекуле, для других почв — в пределах 37—49 атомов С с максимумом, приходящимся на 41—45 атомов С (рис. 2). Таксономическое отнесение миколовых кислот к различным родам бактерий проводится по их гомологическим рядам [6]. Известны три категории таких кислот: коринномиколовые ( $C_{28}$ — $C_{40}$ ), характерные главным образом для представителей рода *Corinobacterium*; нocardомиколовые ( $C_{40}$ — $C_{60}$ ) — для рода *Nocardia*; микобактериальные ( $C_{60}$ — $C_{90}$ ) — для рода *Micobacteria* [2]. Эфиры миколовых кислот в исследованных почвенных экстрактах, содержащие 40—60 атомов С в молекуле, скорее всего являются эфирами нocardомиколовых кислот.

Таким образом, методом масс-спектрометрии в гексановых экстрактах различных почв удалось идентифицировать диэфиры миколовых кислот с характерным для каждой почвы молекулярно-массовым распределением.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. М., Изд-во АН СССР, 1963. — 2. Лебедева Ж. Д., Волкова И. М., Рубан Е. Л. Липиды и липазы микобактерий и близких к ним микроорганизмов. — Изв. АН СССР, сер. биол., 1976, № 2, с. 221—228. — 3. Орлов Д. С. Гумусовые кислоты почв. МГУ, 1974. — 4. Теплер Е. З. Микроорганизмы рода *Nocardia* и разложение гумуса. М., «Наука», 1976. — 5. Хмельницкий Р. А., Полякова А. А. Масс-спек-

трометрия в органической химии. Л., «Химия», 1972. — 6. Das B. C., Lederer E. — Topics in Organic Mass Spectrometry. New York, Wiley-Interscience, 1970, p. 255—325. — 7. Fustoc-Matton E., Jamly P., Joby G., Iacguenn R. — Soil Organic Matter Studing. Viena, 1977, vol. 2, p. 225. — 8. Minnikin D. E., Goodfellow M. — The Biology of The Nocardiae. Academic Press, London, 1976, p. 160—219. — 9. Stevenson E. J. — J. Amer. Oil Chem. Soc., 1966, vol. 43, N 4, p. 203—210.

Статья поступила 23 апреля 1979 г.

## SUMMARY

Hexane extracts isolated from different types of soils were studied. Physico-chemical characteristics of the extracts have been obtained, and their amounts have been determined.

It has been found that most of the extracts are methyl diethers of mycolic acids. The distribution of diethers of mycolic acids by their molecular masses has been determined for the soils investigated. Mycolic acids are referred to nocardomycolic ones which are typical for *Nocardia* genus.