



УДК 576.852.4:547.915

**ОРНИТИНСОДЕРЖАЩИЙ ЛИПИД ИЗ *ACTINOMYCES*
AUREOVERTICILLUS.
О ВОЗМОЖНОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ
ФОСФАТИДИЛЭТАНОЛАМИНА И ОРНИТИНОЛИПИДОВ
В КЛЕТОЧНЫХ МЕМБРАНАХ АКТИНОМИЦЕТОВ**

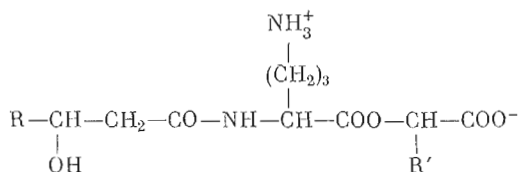
**Батраков С. Г., Придачина Н. Н., Кругляк Е. В.,
Мартякова А. В., Бергельсон Л. Д.**

*Институт биоорганической химии им. М. М. Шемякина
Академии наук СССР, Москва;*

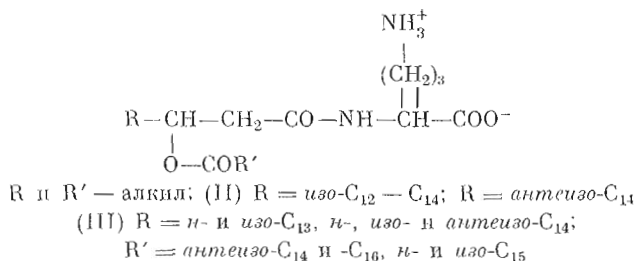
*Всесоюзный научно-исследовательский институт
микробиологических средств защиты растений
и бактериальных препаратов, Москва*

Клетки *Actinomyces aureoverticillus* 1306 в отличие от ранее исследовавшихся высших актиномицетов не содержат фосфатидилэтанолamina, а продуцируют в качестве единственного амфотерного липида 2-N-(3-L-ацилокси)аццл-L-орнитин. Предполагается, что последний синтезируется клетками как функциональный аналог мембранного фосфатидилэтанолamina.

По имеющимся в настоящее время данным [1—6], липидными компонентами высших актиномицетов являются три фосфолипида — кислые бис-фосфатидилглицерин и фосфатидилинозитманнозид и амфотерный фосфатидилэтанолamin. Были, однако, обнаружены два штамма, которые содержали фосфатидилэтанолamin лишь как минорный компонент и продуцировали в качестве доминирующего амфотерного липида бесфосфорные орнитиновые липоаминокислоты (I) и (II). Орнитинолипид (I) найден в клетках *Actinomyces* 660-15 [7, 8], где на его долю приходилось 30—35% от суммы полярных липидов. Другая липоаминокислота (II) представляет собой один из основных полярных липидов *Actinomyces globisporus* 1141 [9], ее содержание составляет 45—55% от общего количества полярных липидов.



(I) R и R' — алкил; R = *изо*-C₁₂ — C₁₄, *н*-C₁₃; R' = *изо*-C₁₃ — C₁₅



При исследовании липидного состава клеток *Actinomyces aureoverticillus* 1306 мы обнаружили, что этот актиномицет вообще не образует фосфатидилэтаноламина. Его единственным амфотерным липидом оказался орнитинолицид (III), структурно родственный вышеуказанной липоаминокислоте (II), но отличающийся от нее жирнокислотным составом. В настоящем сообщении описывается выделение и структурная характеристика орнитинолицида (III) и обсуждаются его возможные биологические функции.

Суммарные липиды *Act. aureoverticillus* 1306, экстрагированные из лиофильно высушенного мицелия смесями CHCl₃ — MeOH, хроматографировали на колонке с силикагелем. В результате получили четыре фракции (перечисляются в порядке элюирования): (А) малополярные липиды, главным образом триглицериды, с незначительной примесью 1,2- и 1,3-диглицеридов и свободных жирных кислот; (Б) бис-фосфатидилглицерин; (В) фракция, основным компонентом которой было нингидринположительное вещество, дающее отрицательный тест с реактивом на фосфолипиды [10]; (Г) фосфатидилинозитманнозид. Свободные жирные кислоты, ди- и триглицериды, бис-фосфатидилглицерин и фосфатидилинозитманнозид были очищены повторным хроматографированием на силикагеле и идентифицированы по данным ИК-спектров, ТСХ в различных системах растворителей, а также на основании результатов анализа продуктов кислотного гидролиза и щелочного дезацилирования (см. [11]). Содержание перечисленных липидных фракций в суммарных липидах и их жирнокислотный состав приведены в табл. 1.

Выделение основного компонента фракции (В) осуществляли хроматографией на ДЕАЕ-целлюлозе [12]. Индивидуальность выделенного липида была показана при помощи ТСХ в различных системах растворителей (см. «Экспериментальную часть»). Липид элюировался с ионообменника нейтральной системой растворителей, что свидетельствует о его биполярном характере [12]. ИК-спектр липида (ср. [9]) содержал полосы валентных колебаний связей N—H амидо- и аминогрупп (3320, 3150, 3055 см⁻¹), сложноэфирного карбонила (1729 см⁻¹), амидные полосы I и II (1641 и 1535 см⁻¹), полосы симметричных и антисимметричных колебаний ионизированной карбоксильной группы (1590 и 1410 см⁻¹). В условиях жесткого кислотного гидролиза липид распадался (см. схему 1) на смесь негидроксилированных жирных кислот, жирных 3-оксикислот и орнитин, которые были идентифицированы при помощи ТСХ. Жирные кислоты, кроме того, анализировали в виде метиловых эфиров методом ГЖХ-масс-спектрометрии. Полученные данные о строении и составе жирных кислот орнитинолицида представлены в табл. 1.

Таким образом, молекула липоаминокислоты из *Act. aureoverticillus* построена из остатков жирных негидроксилированных кислот, 3-оксикислот и орнитина. Вопрос о связи этих элементов структуры был решен на основании следующих данных: при щелочном метанолизе орнитинолицида в мягких условиях образовались метиловые эфиры негидроксилированных жирных кислот и нингидринположительный липофильный продукт (вероятно, (IV)). Последний после обработки раствором HCl в MeOH, а затем основанием (дауэкс-2, HO⁻) превратился в нингидрин-

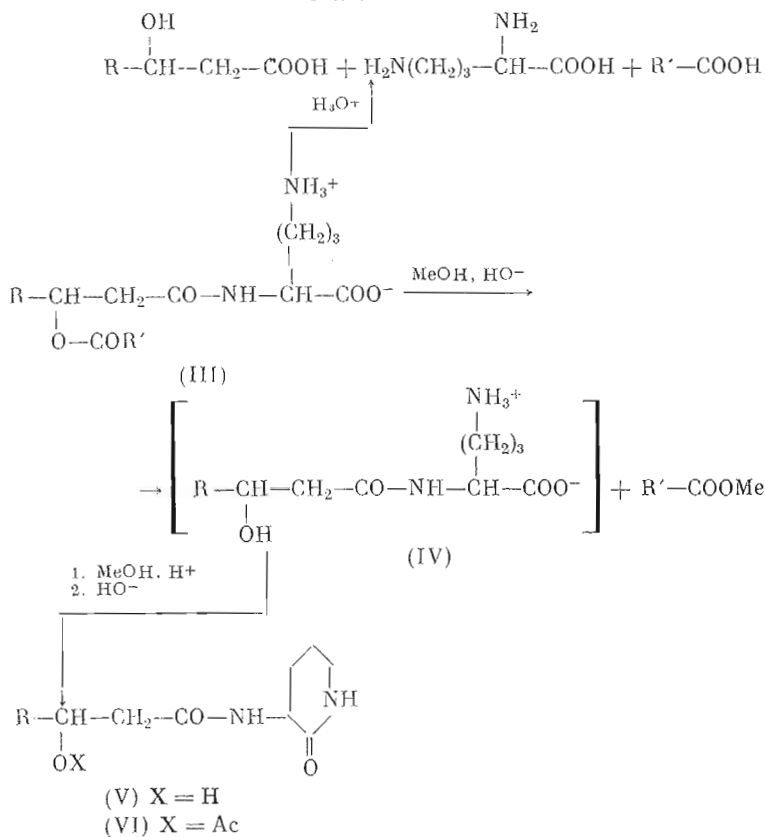
Таблица 1

Жирнокислотный состав (%) основных липидных фракций *Actinomyces anverviticillus* 1306

Фракции липидов	Содержание в сумме липидов, %	изо-C ₁₂ :0	изо-C ₁₄ :0	н-C ₁₄ :0	атмизо-C ₁₅ :0	изо-C ₁₆ :0	н-C ₁₆ :0	атмизо-C ₁₇ :0	н-C ₁₇ :0	н-C ₁₇ :1	н-C ₁₈ :1	н-C ₁₈ :2
Триглицериды	73	0,7	3,2	1,2	33,0	19,7	10,6	10,0	2,5	4,5	0,6	4,4
Диглицериды	2	0,5	1,0	Следы	41,5	26,8	7,2	16,0	2,4	1,0	Следы	Следы
Свободные жирные кислоты	1	0,7	2,5	0,6	34,6	13,8	13,7	10,0	4,4	2,3	2,1	2,5
Бис-фосфатидилглицерин	9	—	1,7	—	35,2	11,6	3,2	17,0	9,8	2,0	4,5	4,0
Фосфатидилинозитманнозид	6	Следы	2,0	Следы	42,5	23,0	12,0	17,0	—	Следы	—	—
Орнитолипид (III) *	5	—	—	—	40,8	30,2	5,8	20,4	Следы	—	Следы	—

* В составе орнитолипидов (III), кроме того, идентифицированы жирные 3-оксиспириты: изо-C₁₆:0 (22,5%), н-C₁₆:0 (12,1%), изо-C₁₇:0 (18,8%), атмизо-C₁₇:0 (41,8%), н-C₁₇:0 (4,8%).

С х е м а 1



R и R' — алкил (см. табл. 1)

отрицательное вещество, которое при помощи масс-спектрометрии было охарактеризовано как лактам (V) (схема 1). Масс-спектр лактама (V) оказался сходным с масс-спектрами аналогичных продуктов распада изучавшихся нами ранее орнитинолипидов (I) и (II) [7—9]. В спектре присутствовали интенсивные пики ионов с m/e 185, 156, 141, 115, 114, 113, 99, характерных для фрагментации под электронным ударом молекулярных ионов 3-(3-оксиацил)аминопиперидонов-2 [13]. Структуры перечисленных фрагментов (см. [13]) подтверждены масс-спектрометрией высокого разрешения (табл. 2). В области наибольших массовых чисел спектра содержались пики гомологичных молекулярных ионов с m/e 368 и 382, отвечающие лактамам (V) с остатками 3-окси- $\text{C}_{18} : 0$ - и 3-окси- $\text{C}_{17} : 0$ -кислот. Указанным пикам сопутствовали пики фрагментов, образующихся при элиминировании молекулярными ионами молекул воды (m/e 350 и 364) и Me' (m/e 353 и 367). Происхождение первых доказывается наличием в масс-спектре пиков соответствующих метастабильных ионов. Дополнительное подтверждение строения лактама (V) получено при анализе спектров ПМР как самого лактама, так и его ацетильного производного (VI); данные спектров приводятся в табл. 3.

Описанные выше результаты позволяют приписать орнитинолипиду из *Act. aureoverticillus* 1306 структуру (III), которая находится в полном соответствии с данными масс-спектрометрии нативной липоаминокислоты. В масс-спектре (рисунок; ср. [9]) присутствовали почти все характерные пики, наблюдавшиеся при масс-спектрометрии лактама (V): при m/e 364, 350, 185, 156, 141, 115, 114, 113, 99. Структура соответствующих ионов

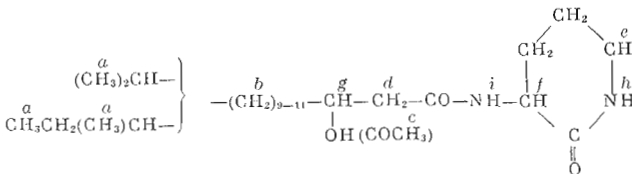
Точные значения m/e основных ионов в масс-спектрах орнитолипида (III) и лактама (V)

Измерено		Брутто-формула	Вычислено
по спектру (III)	по спектру (V) *		
99,0696	99,0692 (48)	C ₅ H ₉ NO	99,0684
113,0712	113,0710 (60)	C ₅ H ₉ N ₂ O	113,0715
114,0792	114,0789 (41)	C ₅ H ₁₀ N ₂ O	114,0793
115,0869	115,0862 (91)	C ₅ H ₁₁ N ₂ O	115,0871
141,0659	141,0661 (22)	C ₆ H ₉ N ₂ O ₂	141,0663
156,0891	156,0900 (34)	C ₇ H ₁₂ N ₂ O ₂	156,0898
167,0803		C ₈ H ₁₁ N ₂ O ₂	167,0820
181,0982		C ₉ H ₁₃ N ₂ O ₂	181,0976
185,0930	185,0932 (100)	C ₈ H ₁₃ N ₂ O ₃	185,0925
195,1137		C ₁₀ H ₁₅ N ₂ O ₂	195,1133
242,2253		C ₁₅ H ₃₀ O ₂	242,2246
254,2485		C ₁₆ H ₃₂ NO	254,2484
256,2401		C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256,2402
268,2645		C ₁₇ H ₃₄ NO	268,2640
270,2592		C ₁₇ H ₃₄ O ₂	270,2559
350,2926	350,2928 (20)	C ₂₁ H ₃₈ N ₂ O ₂	350,2933
364,3103	364,3099 (38)	C ₂₂ H ₄₀ N ₂ O ₂	364,3090
	368,2947 (25)	C ₂₁ H ₄₀ N ₂ O ₃	368,2939
	382,3103 (42)	C ₂₂ H ₄₂ N ₂ O ₃	382,3096
592,5163		C ₃₆ H ₆₈ N ₂ O ₄	592,5179
606,5337		C ₃₇ H ₇₀ N ₂ O ₄	606,5335
620,5438		C ₃₈ H ₇₂ N ₂ O ₄	620,5492
634,5628		C ₃₉ H ₇₄ N ₂ O ₄	634,5648

* В скобках указана относительная интенсивность в %.

Таблица 3

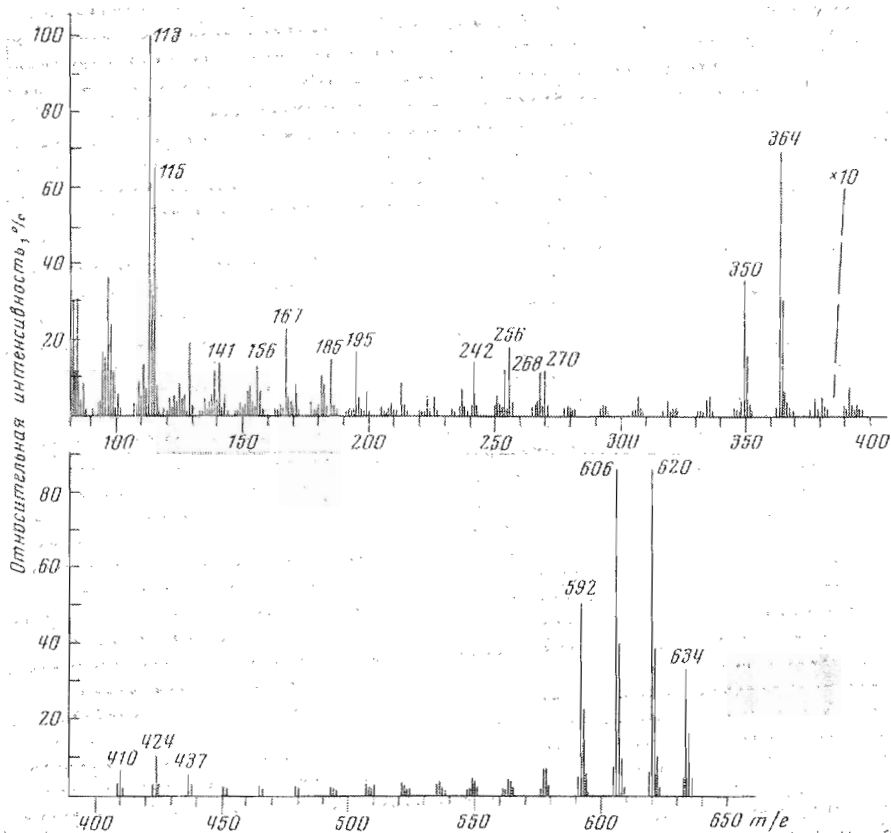
Спектры ПМР лактама (V) и его O-ацетата (VI)



Протоны	Количество Н	δ, м.д.		Характер сигнала * (J, Гц)	Протоны	Количество Н	δ, м.д.		Характер сигнала * (J, Гц)
		по спектру (V)	по спектру (VI)				по спектру (V)	по спектру (VI)	
a	6H	0,86	0,86	м	f	1H	4,27	4,29	м
b		1,26	1,26	м	g	1H	3,99	5,20	к (6)
c	3H	—	1,86	с	h	1H	5,94	5,87	м
d	2H	2,38	2,50	д (6)	i	1H	6,65	6,59	д (5)
e	2H	3,35	3,36	м					

* д — дублет, к — квинтет, м — мультиплет, с — синглет.

в обоих случаях, вероятно, одинакова. Пики молекулярных ионов в масс-спектре отсутствовали, однако в области наибольших массовых чисел спектра находились пики при m/e 592, 606, 620 и 634, которые, очевидно, отвечали продуктам диклвизации (a) по орнитолиповому остатку гомологичных молекулярных ионов (см. схему 2). Эта особенность масс-спектрометрического поведения 2-N-производных орнитина была ранее отмечена Биманом [14]. Сопоставление значений m/e ионов a с данными жирно-

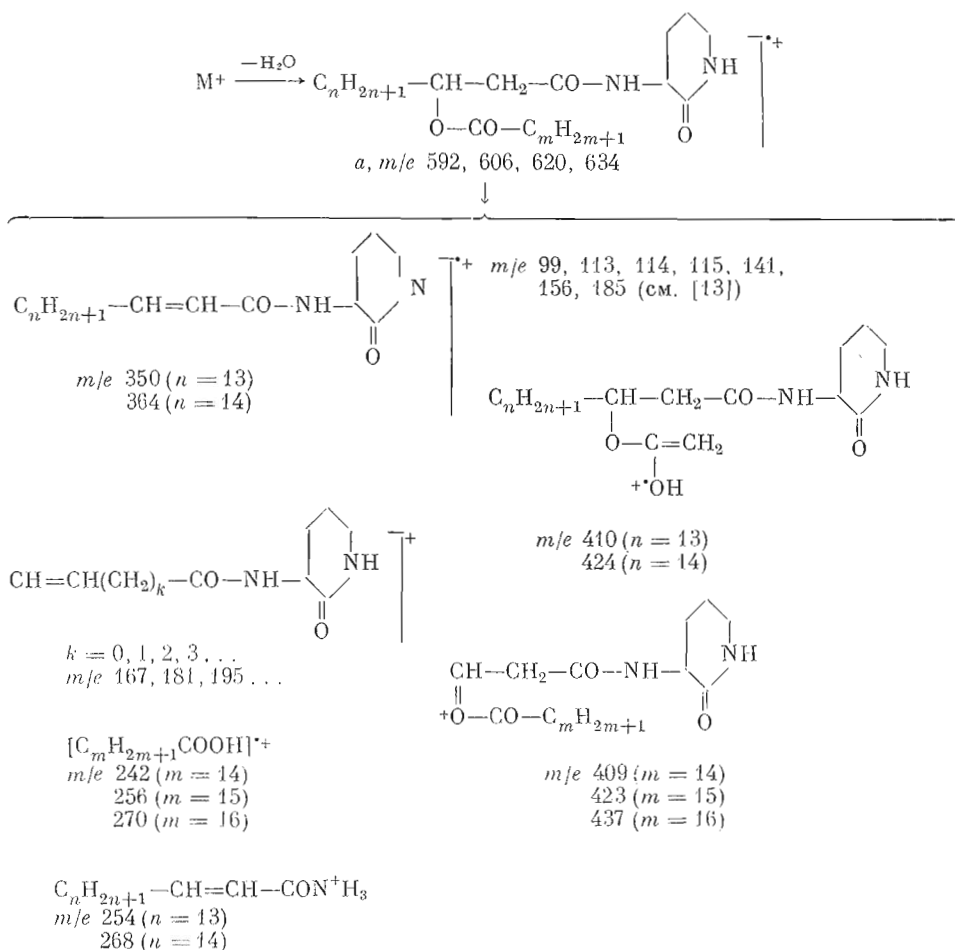


Масс-спектр орнитолипида (III) из *Act. aureoverticillus* 1306

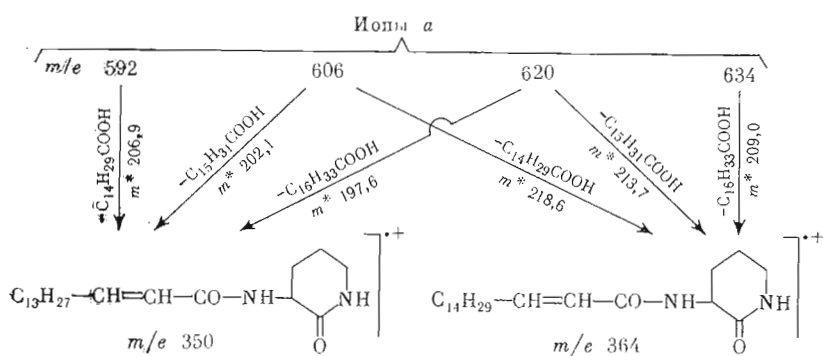
кислотного состава липоаминокислотной фракции (III) (табл. 1) показывает, что в ее составе могут находиться гомологи со всеми возможными комбинациями имеющихся жирных ацильных и оксаацильных остатков, т. е. 3-НО- $C_{16:0} - C_{15:0}$ (m/e 592), 3-НО- $C_{16:0} - C_{16:0}$ (606), 3-НО- $C_{16:0} - C_{17:0}$ (620), 3-НО- $C_{17:0} - C_{15:0}$ (606), 3-НО- $C_{17:0} - C_{16:0}$ (620), 3-НО- $C_{17:0} - C_{17:0}$ (634). Реальное существование во фракции перечисленных гомологов доказывается присутствием в масс-спектре пиков метастабильных ионов, указывающих на пути образования ионов с m/e 350 и 364 (см. схему 3). Предполагаемые структуры остальных фрагментов, представляющих интерес с точки зрения идентификации орнитолипида (III), изображены на схеме 2. Правильность отнесения рассмотренных выше основных пиков подтверждена измерением точных значений m/e соответствующих ионов (табл. 2).

Для выяснения стереохимии орнитолипида (III) мы провели сравнение оптических свойств описанного выше лактама (V) и аналогичных продуктов деградации орнитолипидов (I) и (II), для которых L -конфигурация аминокислотных остатков уже доказана [7—9]. Кривые кругового дихроизма всех трех лактамов практически совпадали и имели два максимума: положительный при 225 нм ($[\theta]_{\text{макс}} +3270^\circ$), связанный с $n \rightarrow \pi^*$ -переходом амидных карбонилы, и отрицательный — при 206 нм ($[\theta]_{\text{макс}} -7425^\circ$), принадлежащий, по-видимому, $\pi \rightarrow \pi^*$ -полосе амидных групп [15]. Следовательно, остаток орнитина и в лактаме (V) и в липоаминокислоте (III) имеет L -конфигурацию. Второму асимметрическому центру липида мы также приписали L -конфигурацию, поскольку 3-оксикислотам, образующимся при его гидролизе, соответствовала положитель-

С х е м а 2



С х е м а 3



ная кривая дисперсии оптического вращения [16]. Таким образом, биполярный липид, выделенный нами из клеток *Act. aureovorticillus* 1306, может быть охарактеризован как 2-N-(3-L-ацилокси)ацил-L-орнитин (III).

Орнитинолипиды подобного строения, т. е. типа (II) и (III), были ранее обнаружены в клетках микроорганизмов, относящихся к различным таксономическим группам: в *Thiobacillus thiooxidans* [17], *Rhodospirillum rubrum* [18], *Rhodospirillum rubrum* [19], *Pseudomonas rubescens* [20] и *Desulfovibrio gigas* [21]. Показано, что в последнем организме эта

липоаминокислота практически нацело локализована в мембранах. Так как и у *Act. globisporus* 1141 [9], и у *Act.* 660-15 [7, 8], и у *Act. aureovorticillus* 1306 (данные настоящей работы) орнитолилипиды являются единственными или доминирующими биполярными липидами, можно предположить, что и в клетках актиномицетов липиды этого типа представляют собой структурные компоненты мембран. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что в указанных актиномицетах, где фосфатидилэтанол-амин либо содержится как минорный компонент, либо полностью отсутствует, отношение суммы кислых полярных липидов (бис-фосфатидилглицерина и фосфатидилинозитманнозида) к сумме амфотерных липидов мало отличается от соответствующего отношения у 16 других исследованных нами штаммов рода *Actinomyces* (см. также литературные данные [1—6]), единственным биполярным липидом которых является фосфатидилэтанол-амин.

В 1971 г. Раузером и сотр. [22] была предложена гипотеза о взаимозаменяемости в клеточных мембранах липидов различных классов. Необходимым условием такой замены должно быть сохранение общего заряда мембраны. Поскольку фосфатидилэтанол-амин и орнитолилипиды (I), (II) и (III) по своим ионным свойствам довольно близки, есть основание предположить, что биполярные орнитолилипиды выполняют в клетках микроорганизмов функции биполярного фосфатидилэтанол-амин при определенных условиях роста, в частности при дефиците фосфата в культуральной среде (см. [23]).

Экспериментальная часть

Для хроматографии на колонках применяли силикагель марки КСК (100—150 меш) Воскресенского химкомбината, обработанный ранее описанным способом [24]. ТСХ проводили на силикагеле той же марки микрометодом Светашева и Васильковского [25]. Хроматограммы проявляли следующими системами растворителей: 1) петролейный эфир — эфир — AcOH (85 : 15 : 1); 2) петролейный эфир — эфир (9 : 1); 3) CHCl_3 — MeOH — вода (65 : 25 : 4); 4) CHCl_3 — MeOH — конц. NH_4OH (65 : 25 : 4); 5) CHCl_3 — MeOH — конц. NH_4OH (60 : 30 : 6); 6) CHCl_3 — MeOH — AcOH — вода (80 : 13 : 8 : 1). Вещества на хроматограммах обнаруживали опрыскиванием следующими реагентами: 50% H_2SO_4 с нагреванием пластинок при $\sim 200^\circ$, 0,3% раствором нингидрина в спирте с нагреванием (10—15 мин) при 100° , реагентом на фосфолипиды [10], антроновым реагентом [26] и периодатом — реактивом Шиффа [27]. Для идентификации глицеролипидов и жирных кислот применяли методы, описанные в сообщении [11].

ИК-спектры регистрировали на спектрографе UR-10 (ГДР) в KBr , спектры ПМР — на приборе XL-100 (Varian, США) в CDCl_3 при рабочей частоте 100 МГц, спектры кругового дихроизма — на спектрополяриметре Cary-60 (США), снабженном приставкой CD-6002, при 25° в MeOH . Масс-спектры измеряли на хромато-масс-спектрометре LKB 9000 (Швеция) при энергии ионизирующих электронов 70 эВ и ускоряющем напряжении 3,5 кВ. Масс-спектры высокого разрешения получали на масс-спектрометре MS-902 (Англия).

Выращивание актиномицета и получение суммарных клеточных липидов. Культуру *Act. aureovorticillus* 1306 выращивали в глубинных условиях на кукурузно-крахмальной среде [28, 29] при 28° в течение 96 ч. Мицелий отделяли центрифугированием, промывали дистиллированной водой, лиофильно высушивали и экстрагировали смесями CHCl_3 — MeOH (2 : 1 и 1 : 1), как описано ранее [24]. Остаток после упаривания экстракта растворяли в 50-кратном количестве смеси CHCl_3 — MeOH (2 : 1), раствор оставляли на сутки при 0° , выпавший осадок отфильтровывали, фильтрат промывали водой по Фолчу [30]. После упаривания нижней фазы и высу-

шивания остатка при 30°/0,02 мм (3 ч) получали сумму клеточных липидов актиномицета. Из 28 г сухих клеток получено 3,73 г (13%) суммарных липидов.

Фракционирование суммарных липидов. На колонку с 200 г силикагеля наносили 3,7 г суммы липидов в 50 мл CHCl_3 . Колонку промывали 1 л CHCl_3 , после чего вымывание продолжали смесями CHCl_3 — MeOH (20 : 1, 10 : 1, 9 : 1, 7 : 1, 5 : 1, 3 : 1, 2 : 1 и 1 : 1 по 700 мл) и затем 500 мл MeOH . Собирали элюаты объемом 15 мл, которые анализировали при помощи ТСХ в системах растворителей 1 и 3. Хлороформная фракция (А) (2,86 г) содержала ди- и триглицериды и свободные жирные кислоты; смесями CHCl_3 — MeOH (9 : 1 и 7 : 1) элюировалась фракция (Б) бисфосфатидилглицерина (330 мг), теми же растворителями в соотношении 3 : 1 и 2 : 1 вымывали фракцию (В) (185 мг) и при элюировании смесью CHCl_3 — MeOH (1 : 1) получали фракцию (Г) фосфатидилинозитманнозида (222 мг). Фракцию (А) повторно хроматографировали на колонке с 75 г силикагеля по методике, описанной в сообщении [11]. Получили 2,7 г триглицеридов, 75 мг диглицеридов и 37 мг свободных жирных кислот в хроматографически индивидуальном состоянии.

Выделение орнитинолипида (III). Раствор фракции (В) в 15 мл смеси CHCl_3 — MeOH (9 : 1) наносили на колонку (20 × 2 см) с DEAE-целлюлозой (Reanal, Венгрия) в AsO^- -форме [12]. Колонку промывали 400 мл той же смеси растворителей, после чего 400 мл смеси CHCl_3 — MeOH (7 : 3) элюировали 140 мг хроматографически индивидуального орнитинолипида (III); R_f 0,45 (в системе 3), 0,35 (4), 0,75 (5), 0,1 (6).

Кислотный гидролиз орнитинолипида (III). Смесь 8 мг липида (III) и 0,5 мл 6 н. соляной кислоты нагревали 24 ч в запаянной ампуле при 105°. По охлаждении смесь разбавляли 2 мл воды и экстрагировали CHCl_3 (3 × 2 мл). Объединенный экстракт промывали 1 мл воды и упаривали. В остатке при помощи ТСХ в системах растворителей 1 и 4 обнаружили негидроксилированные жирные кислоты и жирные 3-оксикислоты; в качестве стандарта использовали пальмитиновую и 3-оксистеариновую кислоты. Смесь кислот обрабатывали раствором CH_2N_2 в эфире, реакционную смесь упаривали, остаток наносили в 0,5 мл CHCl_3 на пластинку (9 × 18 см) для препаративной ТСХ. Хроматограмму проявляли в системе растворителей 2, высушивали на воздухе 15 мин и опрыскивали 0,3% раствором морина в спирте. В УФ-свете наблюдались две зоны веществ: с R_f 0,8 и 0,15. Из верхней зоны CHCl_3 элюировали метиловые эфиры негидроксилированных жирных кислот, из нижней смесью CHCl_3 — MeOH (10 : 1) вымывали метиловые эфиры 3-оксикислот. Обе фракции анализировали методом ГЖХ-масс-спектрометрии (см. табл. 1).

Объединенные водные фазы гидролизата упаривали досуха, остаток растворяли в воде, раствор упаривали. Указанную операцию повторяли 3 раза. Полученное в остатке вещество идентифицировали как орнитин при помощи ТСХ с заведомым образцом на целлюлозе (Avicel, Merck, ФРГ) в системах растворителей: фенол—вода (75 : 25), фенол—вода (775 : 225) + 1% конц. NH_4OH , *n*-пропанол—конц. NH_4OH (7 : 3).

Щелочной метанолиз орнитинолипида (III). Раствор 25 мг орнитинолипида (III) в 1 мл смеси CHCl_3 — MeOH (1 : 1) обрабатывали при 20° 0,5 мл 0,3 М раствора КОН в MeOH . Смесь нагревали 1 ч при 40°, по охлаждении нейтрализовали дауэксом-50 (H^+) и упаривали. Остаток растворяли в 1 мл 3% раствора HCl в MeOH и оставляли на 16 ч при 20°, после чего раствор нейтрализовали дауэксом-2 (HO^-) и упаривали. Остаток наносили в 1 мл CHCl_3 на колонку с 5 г силикагеля; 20 мл CHCl_3 элюировали метиловые эфиры негидроксилированных жирных кислот, затем 20 мл смеси CHCl_3 — MeOH (20 : 1) вымывали 14 мг лактама (V); R_f 0,50 (в системе CHCl_3 — MeOH , 20 : 1), 0,25 (CHCl_3 — Me_2CO , 4 : 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Kataoka T., Nojima S. (1967) *Biochim. et biophys. acta*, **144**, 681—683.
2. Lanéeille M.-A., Asselineau J., Castelnovo G. (1968) *Ann. Inst. Pasteur*, **114**, 305—312.
3. Kimura A., Kawanami J., Otsuka H. (1967) *J. Biochim.*, **62**, 384—385.
4. Kimura A., Kawanami J., Otsuka H. (1967) *Agr. and Biol. Chem.*, **31**, 1434—1440.
5. Батраков С. Г., Корницкая Е. Я., Саркисян Ш. Т., Бергельсон Л. Д. (1977) *Изв. АН СССР. Сер. биол.*, № 2, 226—234.
6. Pommier M. T., Michel G. (1973) *Biochem. Syst.*, **1**, 3—12.
7. Батраков С. Г., Пилипенко Т. В., Бергельсон Л. Д. (1971) *Докл. АН СССР*, **200**, 226—228.
8. Батраков С. Г., Пилипенко Т. В., Бергельсон Л. Д. (1972) *Химия природных соед.*, 145—153.
9. Батраков С. Г., Шуб М. М., Розынов Б. В., Бергельсон Л. Д. (1974) *Химия природных соед.*, 3—10.
10. Vaskovsky V. E., Kostetsky E. Y. (1968) *J. Lipid Res.*, **9**, 396.
11. Батраков С. Г., Паносян А. Г., Конова И. В., Бергельсон Л. Д. (1976) *Изв. АН СССР. Сер. биол.*, 678—687.
12. Rouser G., Kritchevsky G., Heller D., Lieber E. (1963) *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, **40**, 425—454.
13. Clarke D. R., Waight E. S. (1971) *J. Chem. Soc. (C)*, 3743—3748.
14. Viemann K., Seibl J., Gapp F. (1961) *J. Amer. Chem. Soc.*, **83**, 3795—3804.
15. Граббе П. (1974) *Применение хироптических методов в химии*, с. 86—87, «Мир», М.
16. Клайн У., Скоупс П. (1970) *Дисперсия оптического вращения и круговой дихроизм в органической химии*, с. 195, «Мир», М.
17. Knoche H. W., Shively J. M. (1972) *J. Biol. Chem.*, **247**, 170—178.
18. Gorchein A. (1973) *Biochim. et biophys. acta*, **306**, 137—141.
19. Brooks J. L., Benson A. A. (1972) *Arch. Biochem. and Biophys.*, **152**, 347—355.
20. Wilkinson S. G. (1972) *Biochim. et biophys. acta*, **270**, 1—17.
21. Makula R. A., Finnerty W. R. (1975) *J. Bacteriol.*, **123**, 523—529.
22. Rouser G., Yamamoto A., Kritchevsky G. (1971) *Arch. Intern. Med.*, **127**, 1105—1121.
23. Minnikin D. E., Abdolrahimzadeh H. (1974) *FEBS Lett.*, **43**, 257—260.
24. Batrakov S. G., Panosyan A. G., Konova I. V., Bergelson L. D. (1974) *Biochim. et biophys. acta*, **337**, 29—40.
25. Svetashev V. I., Vaskovsky V. E. (1972) *J. Chromatogr.*, **67**, 376—378.
26. Eichberg J. J., Whittaker V. P., Dawson R. M. C. (1964) *Biochem. J.*, **92**, 91—100.
27. Shaw N. (1968) *Biochim. et biophys. acta*, **164**, 435—436.
28. Красильников Н. А., Леонов М. И., Кореняко А. И., Гаврилова О. А., Хохлова Ю. М., Артамонова О. И., Улезло И. В., Никитина М. И. (1962) *Микробиология*, **31**, 595—600.
29. Хохлова Ю. М., Пучинна А. В., Артамонова О. И. (1964) *Биохимия*, **29**, 841—845.
30. Folch J., Lees M., Sloan-Stanley G. A. (1957) *J. Biol. Chem.*, **226**, 497—509.

Поступила в редакцию
25.XI.1976

**THE ORNITHINE CONTAINING LIPID FROM
ACTINOMYCES AUREOVERTICILLUS.
ON POSSIBLE EXCHANGEABILITY OF PHOSPHATIDYLETHANOLAMINE AND
ORNITHINOLIPIDS IN THE CELL MEMBRANES OF ACTINOMYCETES**

BATRAKOV S. G., PRIDACHINA N. N., KRUGLYAK E. B.,
MARTYAKOVA A. V., BERGELSON L. D.

*M. M. Shemyakin Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of
Sciences of the USSR, Moscow; All-Union Research Institute
of Microbiological Means of Plant Protection and Bacterial
Preparations, Moscow*

In contrast to actinomycetes so far examined, the *Actinomyces aureovorticillus* 1306 mycelium contains no phosphatidylethanolamine but produces 2-N-(3-L-acyloxy)-acyl-L-ornithine as the only amphoteric lipid. This lipoamino-acid is assumed to be synthesized by cells as a functional analog of membrane phosphatidylethanolamine.