

Экология некоторых микроскопических грибов-продуцентов антибиотиков

Е. С. КУЛИК-ЛИСИНА, Р. А. МАКСИМОВА

(Москва, СССР)

Работы о распространении микроорганизмов в природе и их географической изменчивости приобретают в последние годы большое значение. В литературе имеются сведения о приуроченности видов, групп видов или физиологических форм грибов и бактерий к различным географическим районам и климатическим зонам.

Например, было обнаружено существование экотипов *Bacillus mycoides*, закономерно сменяющих друг друга по мере продвижения с Севера на Юг (Мишустин 1947). Установлено распространение представителей различных секций рода *Penicillium* в широтном направлении (Сизова 1953) и др. Наряду с данными о географическом распространении разных видов грибов имеются сведения о различных физиологических особенностях штаммов одного и того же вида гриба, выделенных из различных географических районов (Курсанов, Шкляр 1938).

Однако, больше сведений по этим вопросам можно обнаружить в работах фитопатологов, чем в исследованиях по почвенной микологии.

В частности, очень слабо освещен вопрос о морфологических особенностях почвенных грибов выделенных из почв различных географических зон.

В последнее время расширяются исследования в области распространения в природе микроорганизмов-продуцентов антибиотиков (Беккер 1963) и изучения проблем взаимоотношения морфологических и антибиотических свойств продуцентов.

Настоящая работа заключается в изучении морфологических и антибиотических свойств штаммов широко распространенных видов микроскопических грибов *Penicillium chrysogenum* Thom, *P. notatum*

Westl., *P. janthinellum* Biourge, *Aspergillus fumigatus* Fres., *Trichothecium roseum* Link — продуцентов антибиотиков пенициллина, янтинеллина, фумагиллина и трихотецина, выделенных из различных почв и растительных остатков, в разных географических районах территории Советского Союза.

Материалом для исследования послужила коллекция штаммов грибов, выделенных в течение ряда лет при изучении микофлоры почв Средней Азии, Забайкалья, Подмосковья, района Кандалакшского залива Белого моря, Памира, Тянь-Шаня, Алтая. Морфологические признаки описывались по схеме принятой в монографии Рейпера и Тома (1949) антибиотические свойства изучались при глубинном выращивании грибов по угнетению роста следующих тест-организмов: *Staphylococcus aureus* 209 (пенициллин), *Neurospora sitophila* (янтинеллин, трихотецин, противогрибной агент), бактериофаг, лизирующий *Staphylococcus albus* 1623 (фумагиллин), *Escherichia coli* (нотатин).

Таблица 1

Характеристика антибиотических свойств бархатистых и пушистых форм *Aspergillus fumigatus* Fres.

Форма	Число штаммов	% активных штаммов по отношению к:			
		бактериофагу	<i>Staphylococcus aureus</i> 209	<i>Escherichia coli</i>	<i>Neurospora sitophila</i>
бархатистые	44	92	90	4.1	90
пушистые	43	3	47	4.0	100

Изучалось распространение штаммов продуцентов фумагиллина *Aspergillus fumigatus* Fres., выделенных из почв равнин Средней Азии и горных почв Тянь-Шаня и Алтая. Среди них были обнаружены две морфологические формы: пушистая, с сильно развитым белым стерильным мицелием и относительно слабой споруляцией в отдельных секторах колонии и бархатистая, для которой типичным является наличие плоской оливковотемнозеленой колонии, интенсивно спорулирующей. Окраска конидий этих двух форм малахитово-зеленая. Микроскопические данные (размер и форма конидий) для обеих форм идентичны. Пушистая разновидность чаще встречается в сероземах степей Средней Азии — в Ташкентской области и Ферганской долине. Бархатистая форма распространена в горных почвах Тянь-Шаня и Алтая. Среди штаммов бархатистой разновидности преобладали формы продуцирующие фумагиллин, подавляющий бактериофаг. Штаммы пушистой разновидности оказались менее актив-

ными в отношении бактериофага. Как видно (табл. 1), им чаще свойственно наличие противогрибкового действия (все штаммы подавляли рост гриба *Neurospora sitophila*).

Антибиотическая активность, которая связана с образованием токсического антибиотика типа глиотоксина, свойственна штаммам пушистой разновидности в меньшей степени.

Было проведено исследование экологии штаммов *Penicillium janthinellum* Biourge — продуцента нового антибиотика янтинеллина. Штаммы выделялись из ризосферы семейств высших растений двух групп: 1) *Leguminosae*, имеющих симбиотические отношения с клубеньковыми бактериями и грибами, *Gramineae*, имеющих симбиотические отношения с грибами рода *Fusarium*, 2) растений семейств *Cruciferae* и *Solanaceae*, симбиотические отношения которых с микроорганизмами почвы четко не определены.

Таблица 2

Количество штаммов *Penicillium janthinellum* Biourge обладающих противогрибковой активностью в %

Семейство высших растений	<i>Leguminosae</i>	<i>Gramineae</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Cruciferae</i>
Количество активных штаммов в отношении <i>Neurospora sitophila</i> в %	85,4	50	32,5	53,5

Было установлено, что в различных географических районах в ризосфере растений семейства *Leguminosae* накапливаются грибы рода *Penicillium* подсекции *Asymmetrica-Divarcata*, подавляющее большинство которых составляют штаммы вида *Penicillium janthinellum*, продуцента янтинеллина.

Отмечено (табл. 2) наибольшее число активных форм этого вида грибов в ризосфере сем. *Leguminosae*. Такая особенность, вероятно, обусловлена спецификой состава микофлоры ризосферы бобовых, которая определяется их симбиотическими отношениями с клубеньковыми бактериями и грибами. В дальнейшем было установлено, что янтинеллин оказывает подавляющее избирательное действие в отношении некоторых фитопатогенных грибов — возбудителей болезней растений этого семейства. Среди продуцентов янтинеллина встречаются штаммы, продуцирующие антибиотик гризеофульвин, а также вещества, стимулирующие рост высших растений разных семейств. Наиболее продуктивные штаммы веществ, стимулирующих рост растений, чаще встречаются среди хорошо спорулирующих

форм вида *Penicillium janthinellum*, в то время как янтинеллин образуется, в основном, штаммами из группы слабо спорулирующих форм, либо совершенно аспорогенных.

По нашим наблюдениям штаммы *P. janthinellum*, выделенные из почв северных районов (берег Белого моря) продуцируют, в основном, янтинеллин, а штаммы, выделенные из почв более южных районов — гризеофульвин.

Определенный интерес представляют данные по экологии штаммов широко распространенных видов *P. chrysogenum* и *P. notatum*, являющихся продуцентами пенициллина. Проведенные нами исследования по изучению морфологического строения их органов спороношения, пигментообразования и антибиотических свойств, обнаружили наличие ряда экотипов, приуроченных к определенным районам местообитания. В процессе изучения морфологии штаммов пришлось произвести даже проверку идентичности их с видами *P. chrysogenum* и *P. notatum*.

Таблица 3

Морфологические особенности и антибиотические свойства штаммов *Penicillium chrysogenum* Thom. выделенных из различных условий обитания

Местообитание штаммов	Высота над уровнем моря в м.	Число штаммов	% конидиеносцев различного типа				% штаммов, обладающих антибиотическими свойствами по отношению к:			
			Симметричные	Асимметричные	Ветвистые	С наличием коремий	<i>Staphylococcus aureus</i> 209	<i>Staphylococcus aureus</i> 269 <i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> 209 <i>Neurospora sitophila</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> 209 <i>Escherichia coli</i> <i>Neurospora sitophila</i>
Восточный Памир	3860	11	8	56	39	2	91	0	27,2	0
Алайский хребет	3000	20	11,1	54,6	34,3	4	90	0	15,4	0
Тянь-Шань	2200									
	3200	6	9,8	53,2	37	0	100	0	50	0
Коканд, берег р. Сыр-Дарьи	200—300	24	25	53,3	21,6	0	100	9,3	12,5	4,5
Подмосковье	200	16	26,4	60	13,6	0	100	6,0	19,5	0

В числе изученных имелись формы несколько отклоняющиеся от типичных признаков этих видов. Наблюдались различия в степени ветвления конидиеносцев. Было обнаружено, что у равнинных форм преобладают среди отклоняющихся от типичных ассиметричных конидиеносцев кисточки симметричного строения; формы с ветвистыми конидиеносцами встречались в почвах районов Алайского хребта и Восточного Памира. Повидимому, у *P. chrysogenum*, *P. notatum* можно отметить два экотипа — равнинный и высокогорный. Сопоставляя морфологические особенности этих форм с антибиотическими свойствами, удалось показать, что способность к пенициллинообразованию присуща всем штаммам вида *Penicillium chrysogenum-notatum* в целом. Из числа всех изученных штаммов только у четырех не была обнаружена способность к образованию пенициллина. При этом выяснилось, что все они относятся к числу выделенных из почв высокогорий и наиболее отклоняющихся от морфологии, типичной для данного вида формы с коремиеподобной структурой конидиеносцев. Равнинные формы обладают более широким набором антибиотических веществ, помимо подавления грамположительных бактерий у большинства форм наблюдалась способность к угнетению грамотрицательных бактерий (нотатин) и *Neurospora sitophila*. Среди высокогорных штаммов таких форм было меньше (табл. 3).

Таким образом морфологическое различие равнинного и высокогорного экотипов сопровождается и физиологическим различием, которое выражается в пониженной способности к антибиотикообразованию у высокогорных штаммов. Помимо этих основных морфологических типов географической изменчивости в пределах данного вида, имеются местные формы с более глубоко идущей изменчивостью. Эти формы, образующие коремии и частично утратившие способность образовывать пенициллин, обнаружены в почвах высокогорий Памир-Алая.

Несколько в стороне от микроскопических грибов — продуцентов антибиотиков — типичных обитателей почвы, стоит гриб вида *Trichothecium roseum*, который чаще встречается на растительных и животных остатках. Способность продуцировать противогрибковый антибиотик трихотецин широко распространена среди штаммов этого вида. Однако наиболее активные формы наблюдаются среди форм, ведущих паразитический образ жизни.

И так, у изученных нами видов *Aspergillus fumigatus*, *Penicillium notatum*, *P. chrysogenum*, *P. janthinellum* продуцентов антибиотиков фумагиллина, пенициллина, янтинеллина можно установить существование определенных экотипов, характеризующихся определенным морфологическим строением, которым соответствуют

определенные антибиотические свойства. Часто изменчивость выходит даже за пределы установленных видовых признаков, что наблюдалось нами в случае изменчивости *Penicillium chrysogenum-notatum*. Существенным фактором в становлении определенных морфологических и физиологических особенностей микроорганизмов является специфика влияния корневых выделений растений некоторых семейств на ризосферную микрофлору, что особенно четко было выявлено при изучении экологии штаммов продуцентов янтинеллина. Существование морфологических различий и различий в антибиотических свойствах среди указанных видов грибов, повидимому, зависит от условий обитания данных видов, что в некоторой степени может подтверждать правильность представления о приспособительном значении антибиотиков.

ЛИТЕРАТУРА

- Мишустин Е. Н., 1947, Эколого-географическая изменчивость почвенных бактерий, Изд-во АН СССР.
- Сизова Т. П., 1953, Географическая зональность в распространении пенициллов и эволюция в пределах этого рода. Бюлл. МОИП, отд. биологии УШ, вып. I.
- Курсанов Л. И. и Шкляр Т. Н., 1938, Сравнительное изучение микрофлоры московских и батумских почв. Бюлл. МОИП, сер. биол. 47 (3).
- Беккер З. Э., 1963, Физиология грибов и их практическое использование. Изд. МГУ, Москва.
- Raper K. B., Thom C. A., 1949, A manual of the *Penicillia*, Baltimore.

Ekologia niektórych gatunków grzybów mikroskopowych wytwarzających antybiotyki

Streszczenie

Autorki, badając mikroflorę w różnych okęgach ZSRR, wyizolowały grzyby wytwarzające antybiotyki; poznały ich morfologię, występowanie w glebach różnych typów, powiązania z systemem korzeniowym roślin z różnych rodzin oraz ich zdolności do wytwarzania antybiotyków. Stwierdziły istnienie korelacji pomiędzy budową morfologiczną i siedliskiem szczepów poszczególnych gatunków a zdolnością do wytwarzania antybiotyków.