

# БУЛЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИНЦЕ А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

# ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР



СЕРИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ  
И ХИМИЧЕСКИХ НАУК

6  
1973

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ШТИНЦА“ • КИШИНЕВ • 1973



# БУДЕТИНУЛ

АКАДЕМИЕЙ ДЕ ШТИНЦЕ А РСС МОЛДОВЕНЕШТЬ

# ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

ВЫПУСК 6  
ИЗДАНИЕ  
1973



СЕРИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ  
И ХИМИЧЕСКИХ НАУК

6  
1973



## БОТАНИКА

С. Н. ЛАЗУ, В. А. КИРТОКА

### ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОМАССЫ В ДУБРАВАХ ИЗ ДУБА СКАЛЬНОГО В МОЛДАВИИ

При изучении биологической продуктивности растительного сообщества определенное значение имеет исследование вертикальной структуры фитомассы, способствующее выявлению характера взаимосвязей между его компонентами, а также между ними и окружающей средой.

В вертикальном распределении фитомассы Бяллович [2] выделяет биогеоценотические горизонты, под которыми он понимает вертикально обособленные и по вертикали далее нерасчленимые структурные части биогеоценозов. За последние годы этому вопросу в геоботанической литературе уделяется большое внимание [1, 6, 12, 13, 16, 17].

При изучении биологической продуктивности лесных растительных сообществ центральной Молдавии была сделана попытка выявить вертикальное распределение фитомассы надземной части фитоценозов свежей грабовой дубравы из дуба черешчатого и субаридной гырнецовой дубравы из дуба пушистого [12, 13].

В настоящей работе приводятся результаты анализа вертикальной структуры фитоценозов свежей липово-ясеневой и сухой скумпиевой дубрав из дуба скального — типов леса, широко распространенных в Кодрах [10, 11].

Биомассу древостоя определяли в 1967 г. методом среднего модельного дерева [14, 16, 17]\*. Каждую модель анализировали по двухметровым секциям ствола. Массу подроста древесных пород и подлеска учитывали на 9 пробных площадках размером 4×4 м [4, 9]. Массу травяного покрова определяли 3—4 раза за сезон на 15—25 площадках (1 м<sup>2</sup>) с 1967 по 1969 г. [3, 7].

#### Свежая липово-ясеневая дубрава из дуба скального

Учет биологической продуктивности произведен в фитоценозе ассоциации *Tilieto — Fraxineto — Quercetum (petraeae) caricosum*, расположенном к востоку от с. Иванча Оргеевского района на ровном водораздельном плато. Почвообразующая порода — лёссовидный суглинок. Почва серая лесная. Возраст древостоя порослевого происхождения — 50 лет. Сомкнутость крон — 0,9. Класс бонитета — II. Состав древостоя 8Дс 1Яс 1Лв + Г. Второй ярус несомкнут и представлен деревьями клена полевого, к. остролистного, березки и, редко,

\* Было взято по 3 модельных дерева дуба скального и по одному сопутствующим породам.

#### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Академики АН МССР А. А. Спасский (главный редактор), Ю. С. Ляликов (зам. главного редактора), А. Е. Коварский, М. Ф. Ярошенко, члены-корреспонденты АН МССР Т. С. Гейдеман (зам. главного редактора), В. В. Арасимович, кандидаты биологических наук Н. С. Балаур (ответственный секретарь), В. И. Сабельникова

Центральная научная  
БИБЛИОТЕКА  
Академии наук Киргизской ССР

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК МОЛДАВСКОЙ ССР

Серия биологических и химических наук,  
№ 6, 1973 г.

Редактор Н. И. Карякина  
Художественный редактор В. А. Чупин  
Технический редактор Л. А. Мокрицкая  
Корректор Н. В. Казак

Сдано в набор 22/IX 1973 г. Подписано к печати 14/XII 1973 г. АБ05973. Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага тип. № 1. Печ. л. 6+2 вкл. Усл. печ. л. 8,75. Уч.-изд. л. 8,31.

Тираж 670. Цена 45 коп. Заказ 687.

Издательство «Штиинца»,  
Кишинев, 277028, ул. Академическая, 3.

Типография издательства «Штиинца»,  
Кишинев, 277004, ул. Берзарина, 10.



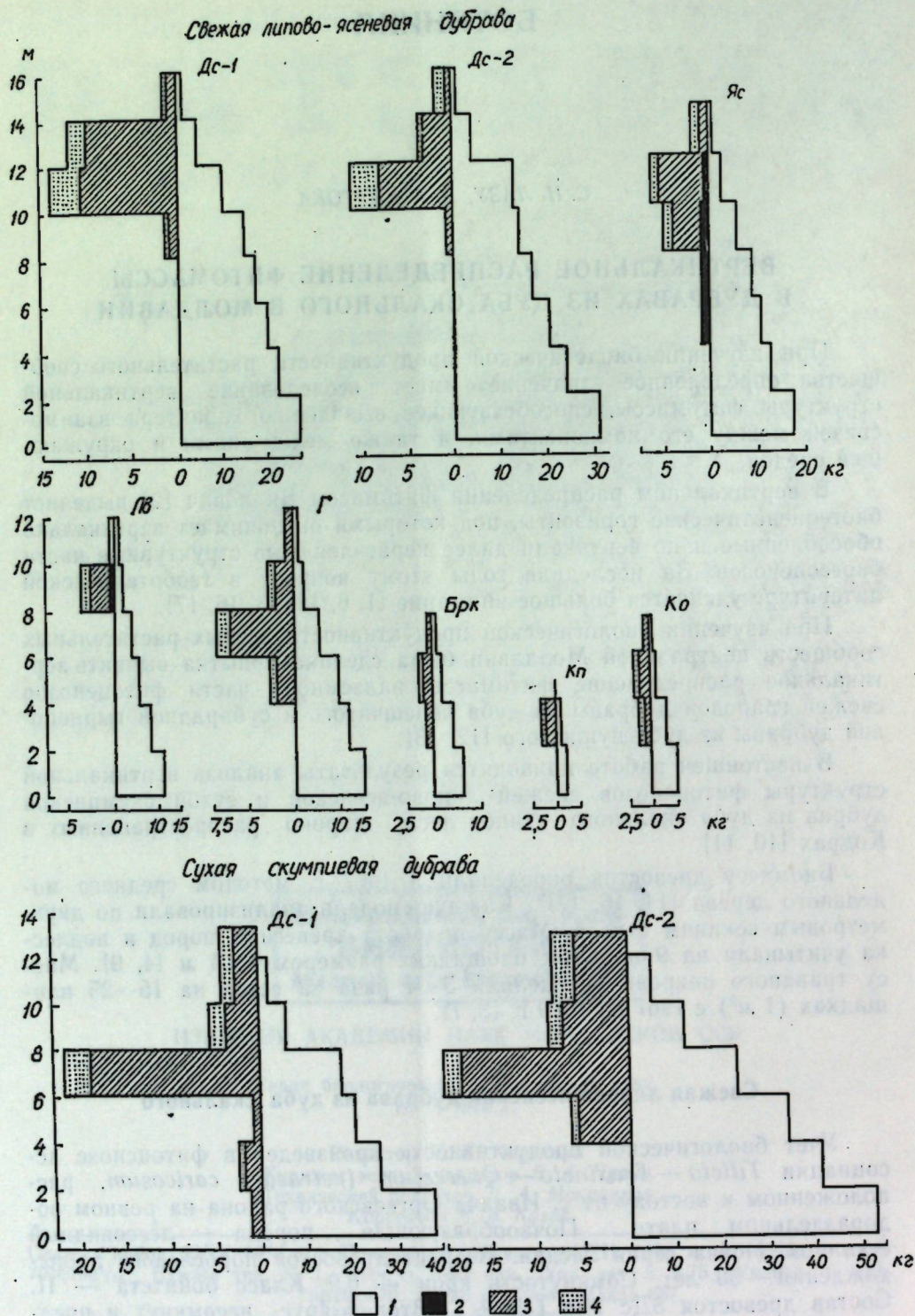


Рис. 1. Профильная диаграмма распределения фитомассы модельных деревьев (кг абсолютно сухого веса)  
1 — древесина ствола; 2 — отмершие сучья и ветви; 3 — древесина ветвей; 4 — листья и однолетние побеги

вяза. Сумма проекций крон деревьев, как и в других свежих типах дубрав [5], превышает размеры пробной площади.

Подлесок и подрост древесных пород образует третий ярус сообщества с сомкнутостью 0,2—0,3. В травяном покрове преобладают осоки: *Carex brevicollis* DC. и *C. pilosa* Scop. Максимум покрытия (не более 50%) приходится на июнь [8, 9, 10].

Дуб скальный Дс-1. Высота 16 м. Крона начинается с высоты 10 м, то есть с VI секции (рис. 1). Протяженность кроны по вертикали 6 м, что составляет 1/3 высоты ствола. Нижняя часть ствола очищена от ветвей и сучьев. Основная масса кроны сосредоточена в VI и VII секциях на высоте 10—14 м. На площади 1 га (в пересчете) размещается 1310 деревьев дуба. Такое же распределение фитомассы наблюдается и у дуба скального Дс-2 (рис. 1).

Анализ процентного соотношения между биомассой акцепторных и аккумулятивных фракций в кроне по двухметровым секциям ствола у всех анализированных моделей дуба выявляет два биогоризонта кроневои ассимиляции и один биогоризонт стволовои аккумуляции (табл. 1).

Таблица 1

Вертикальное распределение фитомассы в надземной части сообщества свежей липово-ясеневой дубравы (% от общей фитомассы каждой секции в кроне)

Секция	Дуб скальный		Ясень обыкновенный		Липа войлочная		Клен остролистый		Граб		Берека		Клен полевой	
	Дс-1		Дс-2		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
	а*	б	а	б										
VIII	32,9	67,1	64,8	35,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
VII	17,4	82,6	16,3	83,7	49,6	50,4	—	—	—	—	—	—	—	—
VI	24,0	76,0	32,5	67,5	14,6	85,4	52,3	47,7	—	—	15,7	84,3	—	—
V	33,9	66,1	2,8	97,2	27,7	72,3	26,3	73,7	—	—	27,0	73,0	—	—
IV	—	—	—	—	—	—	18,2	81,8	38,1	61,9	19,1	80,9	100	0,0
III	—	—	—	—	—	—	—	—	37,1	62,9	26,0	74,0	23,1	76,9
II	—	—	—	—	—	—	—	—	36,5	63,5	23,1	76,9	22,3	77,7
I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\*а — масса листьев и однолетних побегов, б — масса ветвей

Ясень обыкновенный. Высота 14,2 м. Крона начинается с высоты 8 м, то есть с V секции (рис. 1). В III—IV секциях наблюдаются отмершие сучья и ветви. Основная масса кроны сосредоточена в V—VI секциях, что по вертикали соответствует уровню наибольшей массы в кроне дуба скального. На площади 1 га размещается 243 дерева. В кроне ясеня можно выделить два биогоризонта ассимиляции и один нижерасположенный биогоризонт стволовои аккумуляции (табл. 1).

Липа войлочная. На 1 га площади леса приходится 187 деревьев липы. Крона начинается с высоты 8 м, то есть с V секции, где расположена основная ее масса и занимает две секции (V и VI), соответствуя по уровню высоты и концентрации фитомассы ясеню и дубу (рис. 1). Липа войлочная в отличие от дуба скального и ясеня обыкновенного имеет маломощную крону, образуя по одному биогоризонту ассимиляции и стволовои аккумуляции.

Таким образом, кроны дуба, ясеня и липы образуют полог мощностью 8 м (с V до VIII секций), что равно почти половине общей высоты фитоценоза.



Второй полог в связи с большой сомкнутостью крон деревьев первого яруса развит слабо и в основном представлен отдельными деревьями граба, береки, клена полевого и к. остролистного.

Граб достигает 12,3 м высоты. На 1 га леса приходится 13 деревьев. Крона граба начинается с третьей секции на высоте 4 м. Основная масса кроны расположена в четвертой секции. По сравнению с грабом, растущим в грабовой дубраве из дуба черешчатого [12], крона его в липово-ясеневой дубраве развита слабее. Кроны остальных древесных пород — береки, клена полевого и к. остролистного — расположены на высоте второй и третьей секций (рис. 1). Таким образом, второй несомкнутый полог древостоя начинается со второй и продолжается до шестой секций. Мощность его — 10 м.

На основании процентного соотношения акцепторных и аккумулятивных фракций по двухметровым секциям ствола и анализа профильных диаграмм каждой древесной породы в целом выделены следующие биогоризонты:

$\Phi^1 D_1$  — биогоризонт фотосинтеза с активным балансом крон дуба (VII—VIII секции), ясеня (VI—VII секции) и липы (V—VI секции), улавливающий основную часть поступающей световой энергии. Мощность его по радиали 8 м. Масса листьев и однолетних побегов составляет 26,8% от общей массы фотосинтезирующих фракций сообщества\*\* (табл. 2). В урожайные годы здесь сосредоточена основная масса соцветий и плодов.

Таблица 2

Вертикальное распределение фитомассы надземной части сообщества свежей липово-ясеневой дубравы (т/га абсолютно сухого вещества)

Биогоризонт	Протяженность, м	Нефотосинтезирующая масса				Фотосинтезирующая масса			Всего
		ствол	ветви 1-го порядка	ветви остальных	итого	одно-летние побеги	листья	итого	
$\Phi^1 D_1$	8	4,222	6,799	1,782	12,803	0,325	2,352	2,677	15,480
$\Phi^2 D_1$	4	45,284	14,027	5,385	64,696	0,692	5,745	6,437	71,133
АкД <sub>1</sub>	8	100,815	0,018	—	100,833	0,002	0,009	0,011	100,844
Итого		150,321	20,844	7,167	178,332	1,019	8,106	9,125	187,457
$\Phi^3 D_2$	8	0,708	0,199	0,096	1,003	0,009	0,100	0,109	1,112
АкД <sub>2</sub>	2	0,597	—	—	0,597	—	—	—	0,597
Итого		1,305	0,199	0,096	1,600	0,009	0,100	0,109	1,709
$\Phi^4$ Пдр.	4	0,998	—	0,279	1,277	0,040	0,202	0,242	1,519
$\Phi^5$ Пдл.	4	—	—	0,445	0,445	0,010	0,037	0,048	0,493
Итого		0,998	—	0,724	1,722	0,050	0,240	0,290	2,012
$\Phi^6$ Тп	0,4	—	—	—	—	—	0,312	0,312	0,312
Всего		152,624	21,043	7,987	181,654	1,078	8,758	9,836	191,490

$\Phi^2 D_1$  — биогоризонт фотосинтеза с пассивным балансом, охватывает теневую часть крон дуба (V—VI секции), ясеня (V секция) и липы (IV секция). Мощность его по радиали 6 м. Здесь сосредоточены теневые листья, развивающиеся на боковых ветвях и побегах. Фитомасса ассимиляционных органов составляет 65,7%. Как правило, соцветий и плодов нет. В нижней части биогоризонта наблюдаются сухие и начинающие усыхать ветви.

\*  $\Phi$  — биогоризонты фотосинтеза; Ак — биогоризонты аккумуляции; Д — древостой; Пдр — подрост; Пдл — подлесок; Тп — травяной покров.

\*\* Везде % указан от общей фотосинтезирующей массы сообщества.

АкД<sub>1</sub> — биогоризонт стволовой аккумуляции мощностью 8 м. Преобладают процессы аккумуляции пластических веществ, вырабатываемых в биогоризонтах фотосинтеза  $\Phi^1 D_1$  и  $\Phi^2 D_1$ .

$\Phi^3 D_2$  — биогоризонт фотосинтеза деревьев второго яруса с пассивным балансом. Масса его незначительна и составляет 1,1%. Биогоризонт распределен со II до V секций. Мощность — 8 м. Он соответствует биогоризонту  $\Phi^3 D_2$  в грабовой дубраве из дуба черешчатого [12] и биогоризонту  $\Phi^2 D_2$  в гырнецовой дубраве из дуба пушистого [13] и развивается в условиях недостаточного освещения.

АкД<sub>2</sub> — биогоризонт стволовой аккумуляции пластических веществ, вырабатываемых в биогоризонте фотосинтеза  $\Phi^3 D_2$ , мощностью — 2 м.

$\Phi^4$ Пдр. — биогоризонт фотосинтеза подростка древесных пород мощностью 4 м. Представлен в основном подростом граба, липы и дуба скального. В целом этот биогоризонт составляет 2,3%.

$\Phi^5$ Пдл. — биогоризонт фотосинтеза подлеска мощностью 4 м. Основную массу производит кизил. Фитомасса данного биогоризонта составляет 0,4%.

$\Phi^6$ Тп — биогоризонт фотосинтеза травяного покрова мощностью 40 см. Его фитомасса составляет 3,6%.

В целом в надземной части свежей липово-ясеневой дубравы из дуба скального выявлено шесть биогоризонтов фотосинтеза и два стволовой аккумуляции.

#### Сухая скумпиевая дубрава из дуба скального

Пробная площадь в сухой скумпиевой дубраве из дуба скального была заложена на водораздельной возвышенности, между реками Бык и Ищновец, в квартале 21 Кожушьянского лесничества Страшенского мехлесхоза между селами Кожушна и Скорены, в фитоценозе ассоциации *Quercetum (petraeae) colinosum*. Почвообразующая порода — супесь. Почва серая лесная. Возраст древостоя порослевого происхождения — 50 лет. Сомкнутость — 0,7. Класс бонитета III. Состав древостоя 10 Дс + Кп + Брк. Средняя высота 13 м. Во втором ярусе единично встречается клен полевой и берека. Сумма проекций крон деревьев на 253,8 м<sup>2</sup> меньше самой пробной площади [11].

В третьем ярусе преобладает скумпия, местами кизил. Сомкнутость подлеска — 0,6.

В травяном покрове преобладают злаки. Покров варьирует от 5 до 80% и зависит от густоты подростка и подлеска [11].

Дуб скальный Дс-1. Высота ствола 13,3 м. Основная масса кроны сосредоточена на высоте 6—10 м, в IV—V секциях. Отдельные ветви растут и ниже, начиная с I секции на высоте 1,5 м. Протяженность кроны по вертикали около 8 м (рис. 1).

Дуб скальный Дс-2. Высота 13 м. Крона начинается с третьей секции. Протяженность кроны по вертикали 9 м (рис. 1). На 1 га площади леса в сухой скумпиевой дубраве приходится 820 деревьев дуба скального.

При анализе процентного соотношения акцепторных и аккумулятивных фракций и профильных диаграмм фитомассы по двухметровым секциям ствола у дуба скального было выявлено два биогоризонта ассимиляции и один стволовой аккумуляции (табл. 3).



Модельные деревья дуба скального в сухой скумпиевой дубраве по высоте ствола меньше, а по протяженности крон больше, чем дуба скального в свежей липово-ясеновой дубраве.

Таблица 3

Вертикальное распределение фитомассы в надземной части сообщества сухой скумпиевой дубравы (% от общей фитомассы каждой секции в кроне)

Секция	Дуб скальный				Берека		Клен полевой	
	Дс-1		Дс-2		а	б	а	б
	а*	б	а	б				
VI	38,7	61,3	31,8	68,2	—	—	—	—
V	21,6	78,4	18,4	81,6	—	—	—	—
IV	12,8	87,2	11,4	88,6	30,0	70,0	25,0	75,0
III	33,4	66,6	12,7	87,3	10,9	89,1	50,0	50,0
II	30,8	69,2	—	—	10,3	89,7	50,0	50,0
I	85,7	14,3	—	—	—	—	50,0	50,0

\*а — масса листьев и однолетних побегов, б — масса ветвей

Таблица 4

Вертикальное распределение фитомассы в надземной части фитоценоза сухой скумпиевой дубравы (т/га абсолютно сухого вещества)

Биогоризонт	Протя- жен- ность, м	Нефотосинтезирующая масса				Фотосинтезирующая масса			Всего
		ствол	ветви 1-го порядка	ветви осталь- ные	итого	одно- летние побеги	листья	итого	
Ф <sup>1</sup> Д <sub>1</sub>	7	27,306	15,662	7,052	50,020	0,902	3,772	4,674	54,694
Ф <sup>2</sup> Д <sub>1</sub>	2	23,370	1,968	0,328	25,666	0,057	0,328	0,385	26,051
АкД <sub>1</sub>	4	64,698	0,328	0,246	65,272	0,049	0,164	0,213	65,485
Итого		115,374	17,958	7,626	140,958	1,008	4,264	5,272	146,230
Ф <sup>3</sup> Д <sub>2</sub>	2	0,252	0,059	0,030	0,341	0,014	0,020	0,034	0,375
АкД <sub>2</sub>	2	0,218	0,001	0,001	0,220	—	0,001	0,001	0,221
Итого		0,470	0,060	0,031	0,561	0,014	0,021	0,035	0,596
Ф <sup>4</sup> Пдр.	4	1,516	—	0,398	1,914	0,044	0,186	0,230	2,144
Ф <sup>5</sup> Пдл.	4	—	—	0,940	0,940	0,034	0,169	0,203	1,143
Итого		1,516	—	1,338	2,854	0,078	0,355	0,433	3,287
Ф <sup>6</sup> Тп	0,6	—	—	—	—	—	0,480	0,480	0,480
Всего		117,360	18,018	8,995	144,373	1,100	5,120	6,220	150,593

Берека. Высота 7 м. На 1 га площади леса — 7 деревьев.

Клен полевой. Высота 9 м. На 1 га — 13 деревьев. Деревья этого яруса не образуют сомкнутого второго полога. Высота стволов, протяженность и мощность крон больше, а кроны расположены ниже чем у этих же видов в свежей липово-ясеновой дубраве.

В целом на основании процентного соотношения акцепторных и аккумулятивных фракций и анализа профильных диаграмм выделены следующие биогоризонты:

Ф<sup>1</sup>Д<sub>1</sub> — биогоризонт фотосинтеза с активным балансом крон дуба (IV—VI секции), улавливающий основную часть поступающей в сообщество световой энергии. Мощность его по радиали 7 м (табл. 4). В урожайные годы здесь сосредоточена основная масса соцветий и пло-

дов. Масса листьев и однолетних побегов составляет 73,6% от общей фотосинтезирующей массы фитоценоза.

Ф<sup>2</sup>Д<sub>1</sub> — биогоризонт фотосинтеза с пассивным балансом, который охватывает нижние части кроны (III секцию) дуба скального. Данный

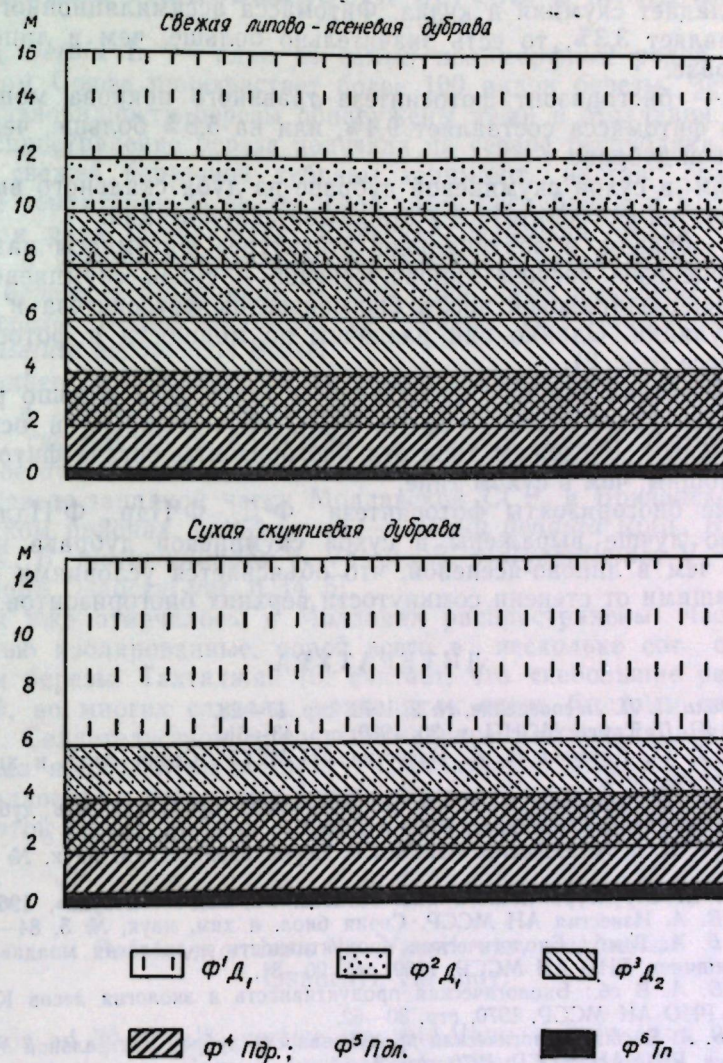


Рис. 2. Вертикальное распределение биогоризонтов фотосинтеза в сообществах из дуба скального

биогоризонт фотосинтеза расположен в теневой части кроны. Мощность его по радиали 2 м. Ассимиляционная масса составляет 6,4%.

АкД<sub>1</sub> — биогоризонт стволовой аккумуляции мощностью 4 м. (I—II секции). Здесь в основном происходит аккумуляция пластических веществ.

Ф<sup>3</sup>Д<sub>2</sub> — биогоризонт фотосинтеза деревьев второго яруса. Мощность — 4 м, масса — 0,4%. Этот биогоризонт, как и в гырнецовой дубраве [13], играет незначительную роль в процессе ассимиляции.

АкД<sub>2</sub> — биогоризонт стволовой аккумуляции мощностью 2 м. Его аккумулятивная роль незначительна.



Ф<sup>4</sup>Пдр. — биогоризонт фотосинтеза подростов древесных пород, мощностью около 4 м. Фитомасса листьев и однолетних побегов составляют — 3,6%, то есть больше, чем у аналогичного биогоризонта в липово-ясеневой дубраве, и представлена в основном дубом скальным.

Ф<sup>5</sup>Пдл. — биогоризонт фотосинтеза подлеска мощностью 4 м. В нем преобладает скумпия и кизил. Фитомасса ассимиляционного аппарата составляет 3,3%, то есть значительно больше, чем в липово-ясеневой дубраве.

Ф<sup>6</sup>Тп — биогоризонт фотосинтеза травяного покрова мощностью 60 см. Его фитомасса составляет 9,4%, или на 5,8% больше, чем в липово-ясеневой дубраве.

В целом в сухой скумпиевой дубраве из дуба скального выявлено 6 биогоризонтов фотосинтеза и 2 стволовой аккумуляции.

Таким образом, в вертикальной структуре фитомассы надземной части фитоценозов свежей липово-ясеневой и сухой скумпиевой дубрав выявлено одинаковое число биогоризонтов фотосинтеза и стволовой аккумуляции. Однако они различны по мощности и фотосинтезирующей массе (рис. 2).

В сообществах каждого из названных типов леса хорошо развиты биогоризонты фотосинтеза Ф<sup>1</sup>Д<sub>1</sub> и Ф<sup>2</sup>Д<sub>1</sub>, образованные в основном дубом скальным. В свежем типе эти биогоризонты богаче фитомассой, но менее мощны, чем в сухом типе.

Нижние биогоризонты фотосинтеза Ф<sup>3</sup>Д<sub>2</sub>, Ф<sup>4</sup>Пдр., Ф<sup>5</sup>Пдл., Ф<sup>6</sup>Тп значительно лучше выражены в сухой скумпиевой дубраве из дуба скального, чем в липово-ясеневой, что объясняется условиями освещенности, зависящими от степени сомкнутости верхних биогоризонтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Берущицивили Н. Л. Лесоведение, № 2, 1972, стр. 17—28.
2. Бялович Ю. П. Труды МОИП, т. 30, 1960, стр. 43—61.
3. Гейдеман Т. С., Киртока В. А. Известия АН МССР. Серия биол. и хим. наук, № 2, 85—86, 1970.
4. Гейдеман Т. С., Лазу С. Н. В сб.: Биологическая продуктивность дубрав центральной Молдавии. Кишинев, РИО АН МССР, 1970, стр. 22—33.
5. Гейдеман Т. С. и др. Известия АН МССР. Серия биол. и хим. наук, № 1, 3—11, 1972.
6. Дылис Н. В. Структура лесного биогеоценоза. М., изд-во «Наука», 1969.
7. Киртока В. А. Известия АН МССР. Серия биол. и хим. наук, № 5, 84—86, 1970.
8. Киртока В. А. В сб.: Биологическая продуктивность и экология молдавских дубрав. Кишинев, РИО АН МССР, 1969, стр. 20—31.
9. Киртока В. А. В сб.: Биологическая продуктивность и экология лесов Кодр. Кишинев, РИО АН МССР, 1970, стр. 30—62.
10. Киртока В. А. В сб.: Биологическая продуктивность дубрав центральной Молдавии. Кишинев, РИО АН МССР, 1970, стр. 3—14.
11. Киртока В. А. Известия АН МССР. Серия биол. и хим. наук, № 5, 3—11, 1971.
12. Лазу С. Н. Известия АН МССР. Серия биол. и хим. наук, № 5, 17—24, 1971.
13. Лазу С. Н. Известия АН МССР. Серия биол. и хим. наук, № 3, 3—9, 1973.
14. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах. Л., изд-во «Наука», 1968.
15. Сочава В. Б., Липатова В. В., Горшкова А. А. Бот. журнал, № 4, 1962.
16. Уткин А. И., Бязров Л. Г. и др. Бюллетень МОИП, № 1, 1969, стр. 85—100.
17. Уткин А. И., Дылис Н. В. Бюллетень МОИП, № 6, 1966, стр. 79—91.

В. М. ОСАДЧИЙ

#### НОВЫЕ РАЗНОВИДНОСТИ БЕРЕЗЫ В МОЛДАВИИ

Род *Betula* L. — один из самых полиморфных родов. Только в Советском Союзе произрастает более 100 видов березы. Четыре вида и две разновидности березы обнаружены нами в Молдавии. Наибольшее распространение береза получила на севере республики, где сообщества свежей березовой дубравы занимают иногда сравнительно большие территории. В центральной части республики, в Кодрах, представители рода очень редки; известна березовая роща близ села Редены, о которой писал еще Андреев [1], считая ее «южным форпостом березы в Молдавии». В этой роще нами выявлены следующие виды березы: *Betula microlepis* Yg. Vassil. var. *moldavica* Osadczyi var. n., *Betula oycoviensis* Besser.

Позднее нам удалось найти еще одно местонахождение березы в Кодрах, в Лозовском лесничестве, в заповеднике «Кодры» (квартал 42), где растет *B. microlepis* Yg. Vassil. Здесь участие березы в древостое отмечено на площади менее одного гектара.

В северо-западной части Молдавской ССР, в Бричанском и Дондюшанском районах, встречаются — *Betula pendula* Roth., *B. oycoviensis* Bess., *B. platyphylloides* V. Vassil., *B. platyphylloides* V. Vassil. var. *microphylla* Osadczyi var. n. [4, 5].

Как уже отмечалось, в Молдавии распространены частично или полностью изолированные, порой всего в несколько сот особей, популяции березы. Тахтаджян [6] считает, что «небольшие размеры популяций, во многих случаях, приводят к очень быстрым темпам эволюции». Свидетельством ярко выраженного межпопуляционного полиморфизма является, по-видимому, сравнительно большое число видов, разновидностей и гибридных форм березы в Молдавии.

В этой статье дается описание новых для науки разновидностей березы.

*Betula microlepis* Yg. Vassil. var. *moldavica*  
Osadczyi, var. nov.

Arbor ad 30 m. alt., cortice griseo-flavo, deinde apud basem atrato, sed non rimoso. Ramuli hornolini laeviter pubescentes, fulvi, verruculis convexis, resinosis et lenticellis ellepticis flavis, dispersis muniti. Gemmae oblongo-ovoideae, pilis albidis, brevibus tecti. Folia 3,7—5,5 cm lg., 3,3—4,6 cm lt., basi rotundata, cuneata, interdum subcordata, bidentata, 5—7-costata. Amenta fertilia cylindrica, 2—5 cm lg., 0,8 cm, in diam. Bracteeae 3,7 mm lt., 4,3 mm lg.; lobi laterales lati, patuli, marginibus incurvatis, longiciliatis, brevi-pilosi; lobus medius ligulaceus lobis lateralibus brevioribus, basi brevius et angustus 1,8—2,0 mm lg. Nuculus ellipticus, superne pilis brevibus tectus, 1,8—2,3 mm lg., 1,2—1,5 mm lt. Alae aequales vel vix nuculis angustiores; incisura decliviora circum stigmata adest.

Typus: MSSR, distr. Kalaraschchskiyi, silva Redenskaja, Betuleta 380 m supra mare. 26/5 1972, leg. V. M. Osadczyi. Yn herbario Horti Botanici Ac. Sc. MSSR (Kischinev) conservatur.



Affinitas: A *Betula microlepis* Yg. Vassil. cui affinis cortice flavo, glitidine minore valde differta, atque affinis *Betula Krylovii* G. Kryl.

*Betula microlepis* Yg. Vassil var. *moldavica*  
Osadczyi, var. nov.

Дерево до 30 м высоты с серовато-желтой корой, к старости у основания темнеющей, но не растрескивающейся. Веточки текущего года слегка опушенные, светло-коричневые с выпуклыми смолистыми железками и разбросанными овальными желтыми чечевичками. Ветви двух-трехлетние темно-вишневые, покрытые шелушащимся эпидермисом и редкими светло-желтыми чечевичками. Почки удлинено-яйцевидные, покрытые белыми короткими ресничками. Листья 3,7—5,5 см длины, 3,3—4,6 см ширины, широкоромбические, с округлым, клиновидным, иногда почти сердцевидным основанием, двоякозубчатые, с 5—7 парами боковых жилок. Женские сережки цилиндрические 2,5 см длины и 0,8 см в диаметре. Прицветные чешуи 3,7 мм ширины, 4,3 мм длины; боковые лопасти широкие, отогнутые книзу, их края загнуты внутрь, длиннореснитчатые, по остальной поверхности коротковолосистые; средняя лопасть языковидная, короче боковых, основание короткое, узкое 1,8—2 мм длины. Орешек овальный, у основания рылец опушенный, 1,8—2,3 мм длины, 1,2—1,5 мм ширины. Крылышки равны или немного уже орешка, образуют пологую вырезку вокруг рылец.

Тип. МССР, Каларашский район. Реденская лесная дача, кварталы 31, 38, 39. Березовая роща. Высота над ур. моря 380 м. 26 мая 1972 г. В. М. Осадчий. Хранится в гербарии Ботанического сада АН МССР (Кишинев).

Сродство: Вид, близкий к березе мелкочешуйчатой, благодаря наличию желтой коры, мощному росту, обнаруживает родство и с березой Крылова, произрастающей в Сибири.

Исследованные экземпляры: МССР, Каларашский район. Реденская лесная дача, кварталы 31, 38, 39. Березовая роща, высота над уровнем моря 380 м. 26 мая 1972 г. В. М. Осадчий. Село Бахмут Каларашского района, березовая роща. 9 июля 1957 г. Пылинкина. Реденский лесхоз, квартал 48. Березовая роща. 24 июля 1952 г. Г. П. Симонов. Село Бахмут Каларашского района, березовая роща. 5 июля 1957 г. Перебийнос.

Гибриды: *B. microlepis* var. *moldavica* × *B. oycoviesis*. Для этих гибридов характерно промежуточное число пар боковых жилок, выраженная асимметрия сторон листовой пластинки, ярко проявляющаяся двойная зубчатость.

*B. oycoviensis* × *B. microlepis* var. *moldavica*.

Лист более вытянут, чаще с 6—7 парами боковых жилок, заметно тоньше, чем у березы, выделенной нами, как *B. microlepis* var. *moldavica*.

*Betula platyphylloides* Yg. Vassil. var. *microphylla*  
Osadczyi var. nov.

Arbor ad 22 m alt., cortice albo-griseolo. Ramuli hornotini lucidocerasini; glandulis resinosis dense muniti, epidermide albido ramentaceo tecti. Ramuli bi-triennes badii, glandulis sparsis, lenticellis magnis,

ovoideis, flavis tecti. Gemmae breves, late-ovoideae, marginibus squamarum ciliatis. Folia late ovoidea, 3—3,9 cm lg., 3—3,6 cm lt., basi truncata vel cordata, acun-bidentata, 5—7-costata, nuda. Petioli 1—1,5 cm lg., glandulis resinosis et pilis sparsis tecti. Amenta fertilia cylindrica 2,5—2,8 cm lg., 0,8 cm in diametro. Bracteeae 3,2—3,8 mm lg., 3,5—3,8 mm lt., lobi laterales patuli vel leveter recurvati, leti pubescentes. Nuculi ovoidei, 2 mm lg., 1,1 mm lt., superne pilis brevibus, lucidis tecti, alis nuculis 1,5—2-plo latioribus et longioribus.

Typus. MССР, distr. Briczanscyi, locus Rossoschany. Betuleta. 6/6 1972 leg. V. M. Osadczyi. In Herbario Horti Botanici Ac. Sc. MССР (Kischinev) conservatur.

Affinitas. A *Betula platyphylloides* V. Vassil., folis duplo minoribus, stomatibus pluribus et demensionibus eorum minoribus et cellulis epidermidis parvis distincte differt.

*Betula platyphylloides* Yg. Vassil. var. *microphylla*  
Osadczyi var. nov.

Дерево до 22 м высоты с серовато-белой корой. Веточки текущего года светло-вишневые, густо усеянные смолистыми железками, покрытые белым налетом шелушащегося эпидермиса. Ветви двух-трехлетние, темно-каштановые, менее железистые, покрытые редкими крупными яйцевидными желтыми чечевичками. Почки короткие, широкояйцевидные, с реснитчатыми по краям чешуйками. Листья широкояйцевидные 3—3,9 см длины, 3—3,6 см ширины, с вогнутым или усеченным основанием, двоякоострозубчатые, с 5—7 парами рельефных боковых жилок, неопушенные. Черешки 1—1,5 см длины, покрытые смолистыми железками и редкими волосками. Женские сережки цилиндрические 2,5—2,8 см длины, 0,8 см в диаметре. Прицветные чешуи 3,2—3,8 мм длины, 3,5—3,8 мм ширины, боковые лопасти распростерты или слегка отогнутые книзу, широкие, опушенные. Орешки яйцевидные, 2 мм длины, 1,1 мм ширины, у рылец покрытые короткими светлыми волосками. Крылышки в 1,5—2 раза шире и заметно выше орешка.

Тип. МССР, Бричанский район, урочище Россосшаны. Свежая березовая дубрава, квартал I. 6 июня 1972 г. В. М. Осадчий. Хранится в гербарии Ботанического сада АН МССР (Кишинев).

Сродство. Ксерофилизировавшаяся в процессе эволюции форма березы плосколистновидной, характеризуется вдвое меньшей листовой пластинкой, большим числом устьиц, их меньшими размерами, мелкими плотно прижатыми клетками эпидермиса листа, что свидетельствует о лучшем приспособлении к ариднему климату Молдавии.

Примечание. Эта разновидность березы предпочитает открытые места, чаще растет на опушках.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. Н. Деревья и кустарники Молдавии, вып. 1. М., 1957, стр. 118—120.
2. Васильев В. Н. Труды института экологии растений и животных. Уральский филиал АН СССР, 1969, стр. 63—65, 97—98.
3. Васильев И. В. Ботанические материалы гербария Бот. института им. В. Л. Комарова АН СССР, т. 21, 1961, стр. 94—100.



4. Гейдеман Т. С., Осадчий В. М. Известия АН МССР, Серия биол. и хим. наук. Кишинев, изд-во «Штиинца», № 1, 3—8, 1972.
5. Осадчий В. М. Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, № 8, 48, 1973.
6. Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений. М., изд-во «Наука», 1966, стр. 110.
7. Флора СССР, т. 5, М. — Л., 1936.

В. В. БУЖОРЯНУ

### ЭЛЕКТРОННО-МИКРОСКОПИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КЛЕТОК ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ ЗОНЫ АПЕКСА ВЕГЕТАТИВНОГО ПОБЕГА ПИХТЫ БЕЛОЙ

Апикальные меристемы давно стали объектом изучения тонкой структуры клеток эмбриональных тканей. Однако имеющиеся в литературе сведения в большинстве случаев отражают общую субмикроскопическую организацию меристемы корня и стеблевого апекса растений. Мало работ по отдельным цитологическим зонам и участкам апекса побега.

В настоящей статье приводятся данные электронно-микроскопических исследований клеток периферической зоны апекса побега пихты белой.

#### Материал и методика

Материалом для исследования служили конусы нарастания вегетативных побегов пихты белой (*Abies alba*), произрастающей в Ботаническом саду Академии наук Молдавской ССР. Светомикроскопические анализы проводили на постоянных препаратах, приготовленных по общепринятой методике [6]. Срезы окрашивали гематоксилином по Делафилдью. Исследовали в биологическом микроскопе МБИ-3.

Для электронно-микроскопических исследований использовали два варианта фиксации: 1) апексы фиксировали в 4%-ном растворе глutarового альдегида на фосфатном буфере в течение 12 часов. Постфиксацию проводили 2%-ным раствором осмиевой кислоты в течение двух часов; 2) объекты фиксировали в 2%-ном растворе перманганата калия с фосфатным буфером в течение двух часов. Оба варианта фиксации выполнялись при температуре 4—6°C. Обезвоживали этиловым спиртом и ацетоном. Заливали в эпоксидные смолы Аралдит и Эпон-812. Ультратонкие срезы готовили на ультрамикротоме и контрастировали уранилацетатом и цитратом свинца. Просматривали в электронных микроскопах Tesla 513A, JEM 7A.

#### Результаты исследований и их обсуждение

Зона периферической ткани или фланговой меристемы расположена ниже апикальной зоны и образует наружное кольцо апекса (рис. 1). У пихты белой она состоит из четырех—шести рядов клеток, которые выделяются среди других зон своими мелкими размерами и густым содержанием протопласта. Считается, что периферическая зона апекса растений является и наиболее активной. На первых этапах органогене-

за (II—V) на ее долю приходится до 50—60% всех митозов [7]. Клетки периферической зоны богаты рибонуклеиновой кислотой [10, 16]. Эта высокомеристематическая зона образует листовые примордии, кору, прокамбий.

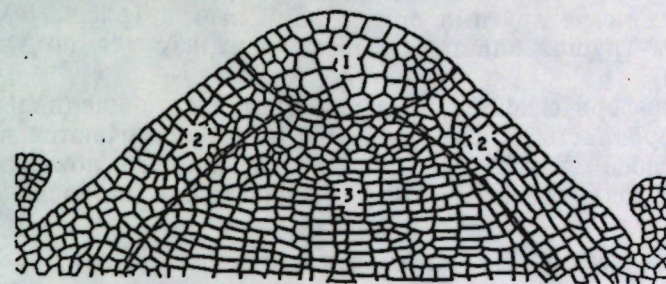


Рис. 1. Схема цитологической зональности апекса побега пихты белой:

1 — центральная зона, 2 — периферическая зона, 3 — медулярная зона

Клетки этой зоны имеют пектоцеллюлозную оболочку. Слоистость оболочки, характерная для дифференцированных клеток, очень слабо выражена или совсем отсутствует [2, 3, 4]. В отдельных местах оболочки наблюдаются углубления, которые составляют первичные поровые поля (рис. 2, а), характерные для меристематических клеток, не образующих вторичные оболочки [9, 21]. В разных клетках поровые поля распределены по-разному и даже в одной клетке они находятся на различных расстояниях друг от друга. Количество поровых полей и плазмодесм варьирует.

Выявлено также, что для клеток периферической зоны характерно наличие первичной оболочки незначительной толщины. Это можно рассматривать как результат частных делений, наблюдаемых в этой зоне, что способствует сохранению клеток на одном уровне развития и препятствует их дифференциации.

Плазмалемма плотно прилегает к клеточной стенке и лишь в отдельных участках (рис. 2, б) образует выросты различной формы и величины в сторону цитоплазмы.

Ядро представляет собой овальное или слегка прижатое с боков образование (рис. 2, в), которое занимает центральное положение в цитоплазме.

Часто форма ядра соответствует форме клетки. В многогранных клетках ядро округлое, а в удлинённых клетках ядро принимает продолговатую форму. В клетках поверхностных слоев ядра более мелкие, чем в клетках остальных трех-четырех рядов. В ядерной оболочке наблюдается небольшое количество пор. Внутри ядра встречаются одно-, два, а иногда и три округлых или овальных ядрышка. По сравнению с ядром они имеют более плотную консистенцию. Основная масса ядрышка выглядит гранулированной. Как правило, ядрышки располагаются на периферии ядра. Хроматин распределен неравномерно. Так, в клетках внутренних рядов глыбки хроматина более зернистые и распределены по краю ядра непосредственно под оболочкой. Для ядер клеток наружного слоя характерно наличие большого количества конденсированного хроматина (рис. 2, г). Согласно данным ряда авторов [8, 5], такая организация хроматина в ядре свидетельствует о больших



потенциальных возможностях клеток к делению. Существующие хромомеры являются элементами будущих хромосом.

Форма пластид разнообразна (рис. 2, в, 3, а). Наряду со сферической и овальной формой встречаются многие пластиды продолговатой конфигурации. В основном пластиды распределены вокруг ядра, как бы чередуясь с другими органеллами клетки (рис. 2, в). Изредка наблюдаются группы пластид, которые локализируются по углам клетки (рис. 3, а).

Для периферической зоны характерны следующие виды пластид: 1) амилохлоропласты, которые больше всего встречаются в клетках наружных слоев апекса, 2) амилопласты, которые локализованы во внутренних слоях апекса и 3) пропластиды, встречающиеся по всей зоне.

Пластиды всех видов синтезируют крахмал (рис. 2, в, 3, а). Количество крахмала и размеры его гранул неодинаковы. Чаще всего в пластидах встречаются по 1—2 крахмальных зерна. В отдельных случаях крахмальные зерна окружены мембраной.

Некоторые исследователи [2, 3] рассматривают крахмал в пластидах как запасной строительный материал, который частично расходуется по мере развития и роста клетки. Процесс формирования крахмала зависит от многих факторов. Одним из них является существующая взаимосвязь между крахмалообразующими ферментами с одной стороны и присутствием и состоянием аминокислот с другой [20]. Наблюдаемые контакты между эндоплазматическим ретикулумом и пластидами рассматривается как временное состояние, которое обеспечивает накопление белков и нуклеиновых кислот [18].

Таким образом, в пределах зоны наблюдается разнообразие в организации и функции пластид. Джифорд и Стюарт [15] указывают, что разнообразие в развитии пластид зависит от расположения несущих их клеток в апексе.

Митохондрии находятся на более раннем этапе своего развития (рис. 3, а). В них содержится большое количество матрикса и малое число крист. В основном они имеют на срезах сферическую форму, а изредка могут быть овальными или продолговатыми. В клетках периферической зоны часть митохондрий сосредоточена вокруг ядра. Однако большая часть располагается по углам клетки. Часто они образуют группы из 6—9 органоидов или локализируются вблизи вакуолей и клеточной оболочки.

Степень развития эндоплазматической сети (ЭС) в различных клетках периферической зоны варьирует (рис. 3, в, г). В одних клетках имеется больше фрагментов ЭС, в других меньше. Как правило, часть тяжелой ЭС проходит параллельно клеточной оболочке, образуя в отдельных местах небольшие зигзаги и петли, которые могут соприкасаться с плазмалеммой. На срезах хорошо видно, что элементы эндоплазматической сети располагаются беспорядочно в цитоплазме. Иногда в петлях, образуемых ЭС, могут оказаться отдельные органеллы. Наблюдалось также контактирование между элементами ЭС и другими органоидами клетки. Такая топография ЭС и выявленные временные или постоянные ассоциации элементов ЭС с другими органеллами клетки (ядерной оболочкой, пластидами, везикулярными структурами), по-видимому, связаны с функциями ЭС, которые в основном сводятся к участию в белковом синтезе и во внутриклеточном транспорте веществ к месту их утилизации, аккумуляции или трансформации [13, 22].

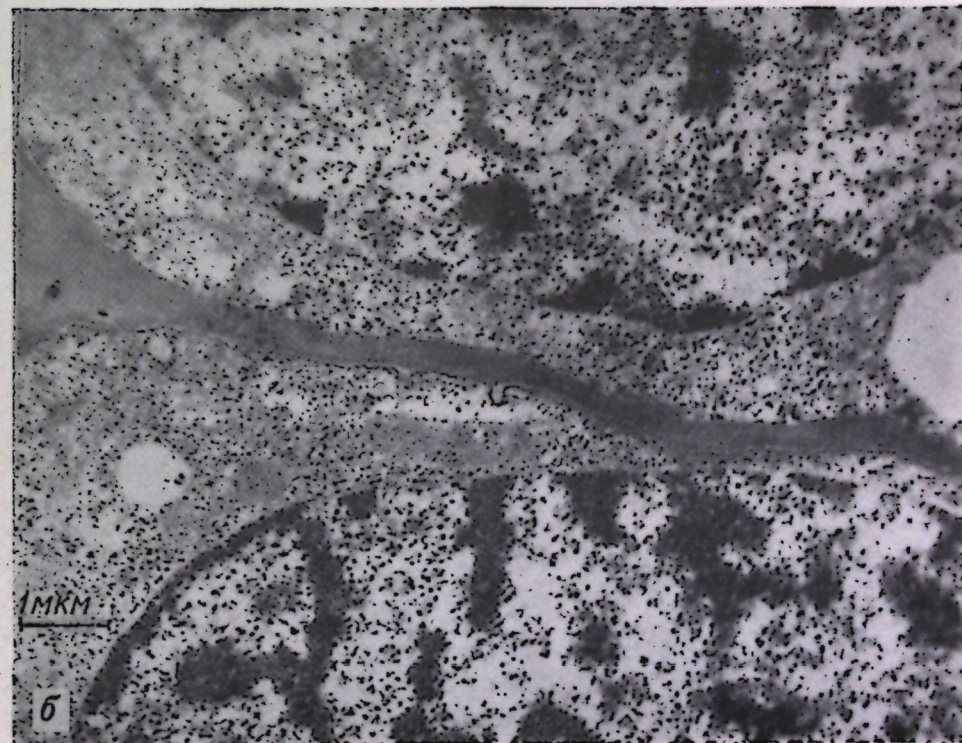
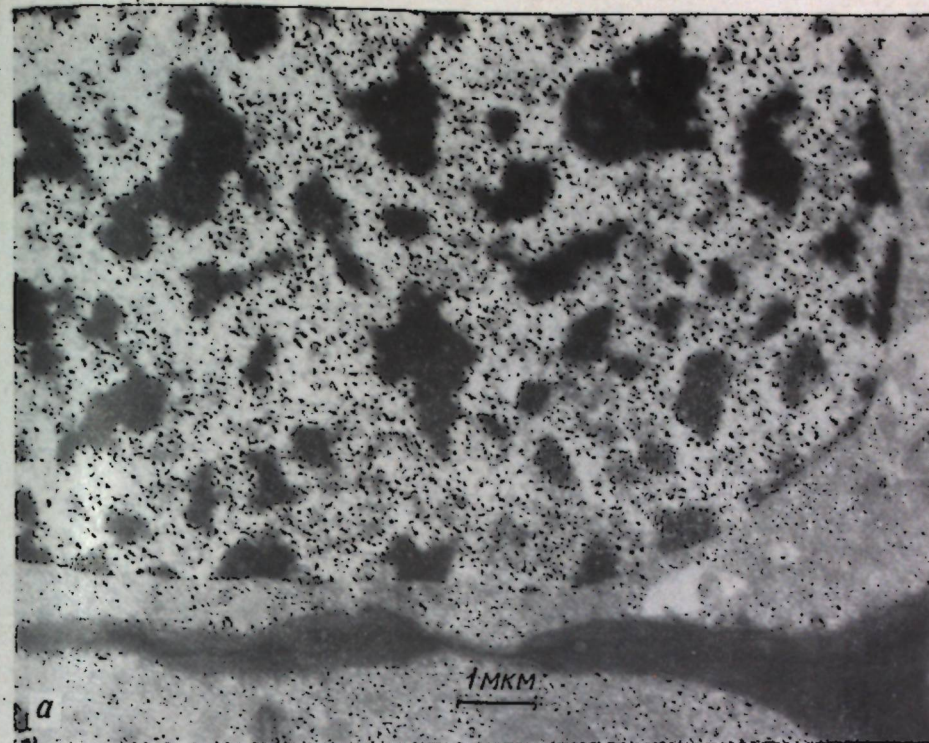


Рис. 2. Фрагменты клеток из различных участков периферической зоны:

а — пора в первичной оболочке клетки; б — выросты плазмалеммы в сторону цитоплазмы; в — клетка из наружного ряда периферической зоны; г — фрагмент ядра с уплотненными участками хроматина



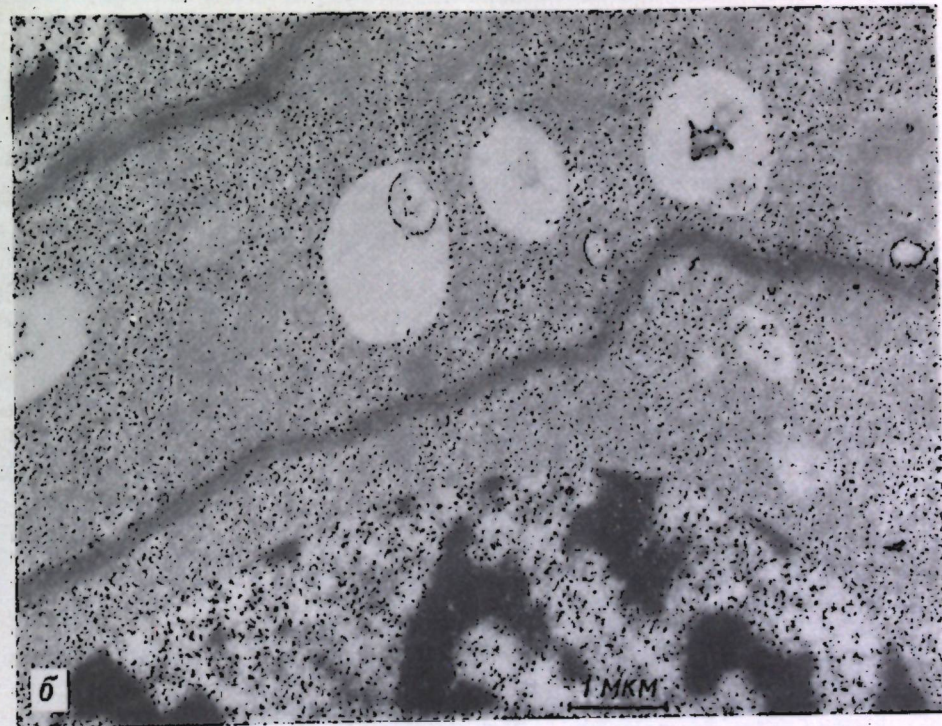
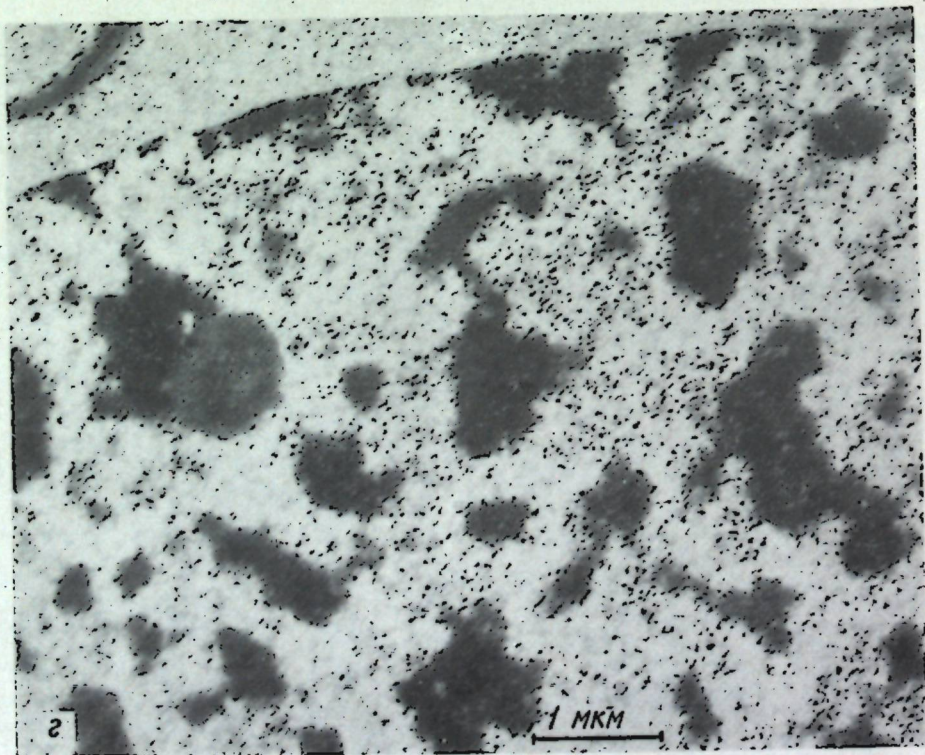
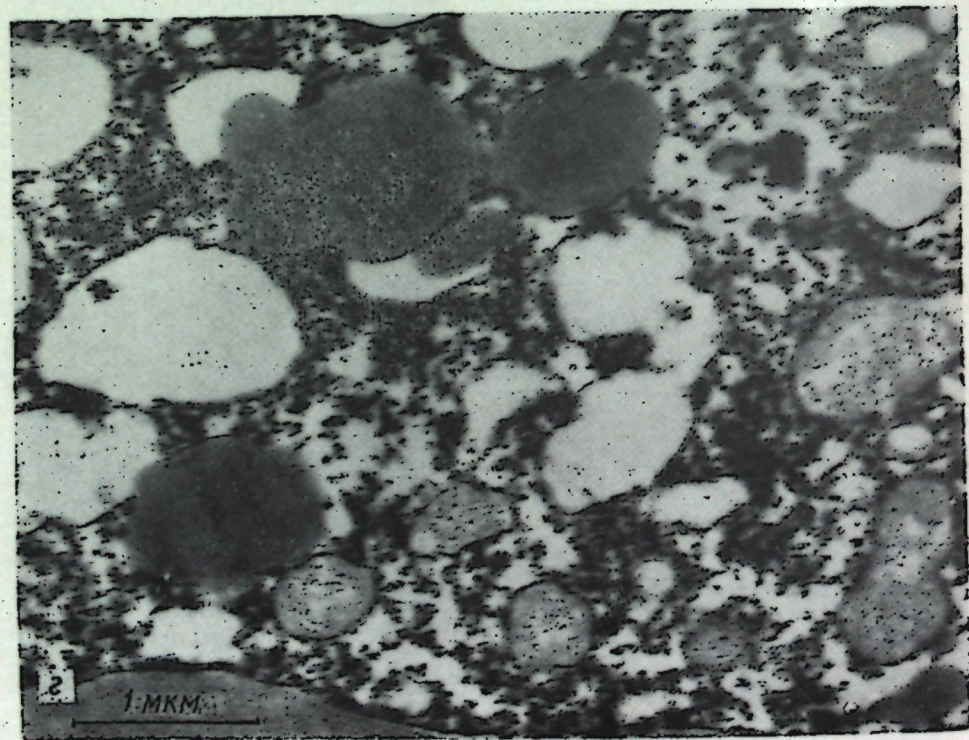
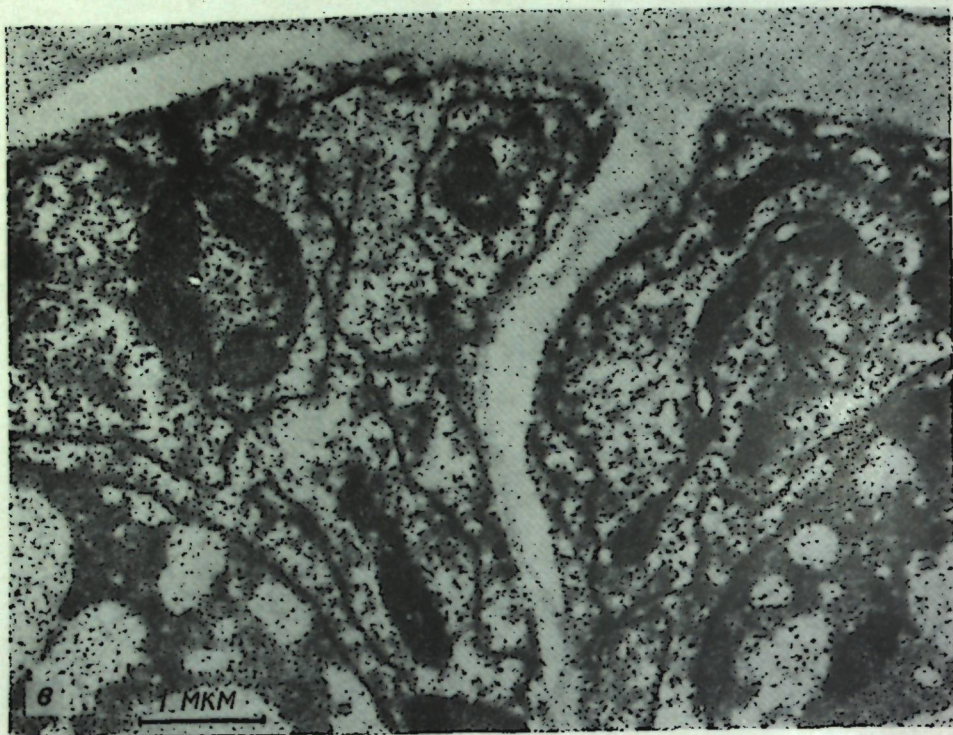


Рис. 3. Морфологические аспекты отдельных органелл клеток из периферической зоны:

а — фрагменты смежных клеток с группами вакуолей и пластид; б — митохондрии различной формы и величины; в — морфология эндоплазматического ретикулума; г — вакуоли и электронноплотные образования в цитоплазме клетки из 5 ряда периферической зоны апекса на уровне листового бугорка





Аппарат Гольджи представлен в виде отдельных диктиосом. В свою очередь каждая диктиосома состоит из уплощенных мешочков (цистерн), число которых варьирует от двух до пяти. Количество диктиосом в клетках этой зоны незначительное. Вероятно, локализация, величина и развитие комплекса Гольджи меняются в зависимости от состояния клетки при синтезе материалов для построения клеточной оболочки и других составных частей клетки.

Следует отметить, что цитоплазма клеток периферической зоны очень богата рибосомами, которые располагаются свободно в матриксе. Вакуолярный аппарат представлен в основном мелкими вакуолями, рассеянными в цитоплазме. Форма вакуолей может быть округлой, овальной или лопастной. В большинстве случаев они расположены цепочкой вокруг ядра (рис. 2, а). Иногда вакуоли сосредоточены группами. Их размеры неодинаковы. Часто наблюдается сливание мелких вакуолей. В составе содержимого некоторых вакуолей встречаются электронноплотные образования типа фенолов.

Относительно происхождения вакуолей меристематических клеток существует ряд гипотез и предположений, которые широко освещены в литературе [1, 11, 12, 14, 18, 19].

В последнее время появились работы [4, 17], в которых авторы указывают на возможность образования вакуолей из вакуолеподобных образований, которые содержат осмиофильные включения.

В клетках покоящегося камбия [17] обнаружены различные образования, окруженные одинарной мембраной и содержащие капли липидов, белковые тела и др. В процессе усиления камбиальной активности эти вещества (белки, липиды) растворяются, в результате чего на их месте могут образоваться вакуоли.

Данилова и Бармичева [4] в процессе изучения дифференциации клеток ризодермиса *Raphanus sativus* отмечают, что в меристематических клетках данного объекта находили большое число округлых или неправильной формы вакуолеподобных тел с электронноплотными осмиофильными включениями. Относительный объем этих включений уменьшается с увеличением вакуолей в процессе дифференциации клеток. Авторы считают, что вакуолеподобные образования с осмиофильным материалом, вероятно, представляют собой липиды, которые расходуется в процессе роста клетки.

В клетках периферической зоны апекса пихты белой наряду с мелкими вакуолями встречаются и электронноплотные образования, которые окружены мембраной и по форме, величине сходны с небольшими вакуолями (рис. 3, а). Часто в центральной части этих образований или по краю их мембраны видны менее электронноплотные участки. В вакуолях, расположенных рядом с этими образованиями, также имеются электронноплотные включения, которые локализируются в центре вакуоли или в виде отдельных глыбок, расположенных возле тонопласта. Можно предположить, что в меристематических клетках пихты белой одним из способов образования вакуолей может быть способ описанный вышеупомянутыми авторами [4, 17].

### Заключение

В клетках периферической зоны апекса вегетативного побега пихты отчетливо выражены цитологические признаки, характерные для меристематических клеток. К ним относятся высокая плотность гялоплазмы и большое количество рибосом, разбросанных в цитоплазме,



крупные ядра с несколькими ядрышками, каналикулярный эндоплазматический ретикулум.

Несмотря на то, что периферическая зона состоит из небольшого количества рядов клеток в пределах зоны обнаруживается как физиологическая, так и морфогенетическая разнородность. Физиологическая разнородность подтверждается присутствием различных пластид, тогда как морфогенетическая разность обуславливается признаками этих и остальных органелл. По-видимому, биохимические показатели также различаются между собой. Гетерогенность подтверждается и различной способностью к органогенезу (лиственные примордии).

Отдельные органонды, такие как митохондрии, диктиосомы, эндоплазматический ретикулум, находятся в начальной стадии своего развития: а) митохондрии со слабо развитым комплексом крист и с большим количеством матрикса; б) диктиосомы с малым числом (2—5) кристери в небольшом количестве разбросаны в цитоплазме; в) эндоплазматическая сеть имеет слабую дифференциацию.

Особое состояние клеточных органелл дает возможность судить о их ювенильности, а также о высокой активности клеток данной зоны.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гамалей Ю. В. Бот. журн., 53, 8, 1147—1148, 1968.
2. Генерозова И. П. В сб.: Хлоропласты и митохондрии. М., 1969, стр. 157—162.
3. Генерозова И. П., Тагеева С. В. В сб.: Хлоропласты и митохондрии, М., 1969, стр. 148—150.
4. Данилова М. Ф., Бармичева Е. М. В сб.: Ультраструктура растительных клеток. Л., 1972, стр. 103—120.
5. Поляков В. Ю. В кн.: Атлас ультраструктуры растительных клеток. Петрозаводск, 1972, стр. 12—20.
6. Прошина М. Н. Ботаническая микротехника. М., «Высшая школа», 1960.
7. Ростовцева З. П. Верхушечная меристема. Изд-во МГУ, 1969, стр. 41—42.
8. Ченцов Ю. С., Поляков В. Ю. В сб.: Клеточное ядро и его ультраструктура. М., изд-во «Наука», 1970.
9. Эсау К. Анатомия растений. М., 1969, стр. 91, 43.
10. Bowes B. G. La Cellule, 65 (3), 351—356, 1965.
11. Buvat R. Ann. Sci. Nat. Bot., 11, 19, 121—161, 1958.
12. Buvat R. C. R. Acad. Sci. Paris. 256, 24, 5193—5195, 1963.
13. Clowes F. A. L., Juniper B. E. Plant cells. In: Bot. Monographs, 8, 1968.
14. Coulomb C., Buvat R. C. R. Acad. Sci. Paris, 267, 8, 843—844, 1968.
15. Gifford E. M., Stewart K. D. J. Cell. Biol. 33, 1, 131—140, 1967.
16. Gifford E. M., Tepper H. B. Amer. Journ. Bot., 49, 902, 1962.
17. Kidwai P. a. Robards A. W. Planta, 89, 4, 361—368, 1969.
18. Marinos N. J. Journ. Ultrastr. Res., 17, 1—2, 91—113, 1967.
19. Mollenhauer H. H., Waley W. G. a. Leech J. D. Journ. Ultrastr. Res., 5, 1—2, 193—200, 1961.
20. Salema R., Badenhuizen N. P. Acta bot. neerl., 18, 1, 203—215, 1969.
21. Wardrop A. B. Bot. Rev., 28, 242—285, 1962.
22. Whaley W. G. et al. Amer. Journ. Bot., 47, 6, 40—449, 1960.

## ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ

С. М. ИВАНОВ, С. И. НИКОЛАЕВА

### ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И АЭРАЦИИ ПОЧВЫ НА ПОГЛОЩЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАКЛАЖАНАМИ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ

Вопросам влияния температуры и аэрации почвы на рост и развитие растений, поглотительную способность их корневой системы посвящено довольно много работ. Имеются сведения, что повышение температуры до определенного предела, обусловленного особенностями каждого вида растений и фаз их развития, может способствовать увеличению поглощения питательных веществ [1, 5, 7, 10, 11, 14, 17].

Исследованиями ряда авторов [2, 6, 8, 12, 13, 16, 18] было установлено, что как недостаток кислорода, так и избыток углекислоты снижают поглощение элементов корневого питания растениями. В то же время известны данные о значительном увеличении поглощения фосфора растениями в условиях затрудненной аэрации [3, 4, 15].

Для выяснения вопроса о влиянии температуры и аэрации почвы на рост и развитие баклажанов, поступление и использование N, P и K были проведены вегетационные опыты с почвенной культурой\*. Почва — выщелоченный чернозем с pH — 7,1. Объектом исследования служили баклажаны сорта Донской 014.

Опыт проводили по схеме: 1) контроль; 2) пониженная температура почвы; 3) повышенная температура почвы; 4) затрудненная аэрация почвы.

Для опыта использовали вегетационные сосуды типа Вагнера, емкостью 14 кг почвы. В варианте «пониженная температура почвы» сосуды обворачивались фильтровальной бумагой и марлей и ставились в поддоны с водой. Повышенная температура почвы в сосудах создавалась путем окраски их в черный цвет, а затрудненная аэрация — покрытием поверхности почвы пластилином. Полив растений проводили через трубки, которые в варианте с затрудненной аэрацией закрывались резиновыми пробками. Однако при таком способе затруднения аэрации воздух мог частично проникать в сосуды во время полива. В связи с этим в 1968 г. в отличие от опытов 1966 и 1967 гг. были применены два варианта по затруднению аэрации почвы; был введен второй вариант более сильного ослабления аэрации почвы (II). Это достигалось применением специального устройства вегетационных сосудов [9], позволяющего исключать поступление воздуха в почву при поливе.

Изменение условий жизнедеятельности корневой системы создавали в период наиболее высоких температур воздуха (II половина июля — I половина августа). Продолжительность воздействия 25 дней.

В варианте с пониженной температурой почвы достигнуто снижение температуры почвы в сосудах на 1,4—8,2°C, а в варианте с повы-

\* В проведении опытов участвовала Н. Н. Ника.



шенной температурой последняя повышалась на 1,3—5,6°C по сравнению с контролем; абсолютный уровень температуры почвы по вариантам опыта колебался в пределах 15,6—33,2°C.

Растения выращивали на фоне полного минерального удобрения (NPK). Удобрения вносили при набивке сосудов в виде растворов солей  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  и  $\text{K}_2\text{SO}_4$  из расчета 0,1 г действующего начала на 1 кг почвы. Влажность почвы поддерживалась на уровне 70% от полной влагоемкости. В каждом сосуде выращивали по 2 растения. Растительные образцы составлялись из 10—14 растений. Содержание азота, фосфора и калия в образцах определяли следующими методами: общий азот — по Кьельдалю (в образцах, богатых нитратным азотом, предварительно проводили восстановление  $\text{NNO}_3$  до  $\text{N}_2\text{H}_4$  по Peterson, Chester (1964)); азот нитратов по Починку (1965); общий и минеральный фосфор — по Дениже-Труогу на ФЭК-М. Извлечение минерального фосфора проводилось водой из свежего растительного материала по Соколову (1940) с дальнейшим определением на ФЭК-М. Общий калий определяли пламенной фотометрией по Масловой, золу — сухим озолением в муфельной печи.

Под влиянием повышенной температуры и ослабленной аэрации почвы несколько увеличился рост растений. По количеству развивавшихся листьев не наблюдалось различий между растениями контрольного и опытного вариантов. Через две недели после восстановления обычных условий температуры и аэрации почвы (29 августа) различия в высоте контрольных и опытных растений несколько сгладились.

Под влиянием достигнутых в опыте понижения и повышения температуры почвы, а также ослабления ее аэрации отмечено увеличение накопления сухого вещества растениями на 10—14% (табл. 1). При этом в варианте с повышенной температурой почвы наблюдалось более сильное развитие стеблей, а в варианте с затрудненной аэрацией почвы — корней.

Таблица 1

Влияние температуры и аэрации почвы на рост баклажанов  
(% абсолютно сухого вещества на 1 растение)

Вариант опыта	14. VIII—плодоношение				29. VIII—плодоношение			
	листья+стебли	корни	плоды	все растение	листья+стебли	корни	плоды	все растение
Контроль	22,1	3,0	29,0	54,1	28,3	4,6	37,2	70,1
Пониженная температура почвы	23,1	3,3	31,9	59,5	25,7	3,9	36,8	67,3
Повышенная температура почвы	26,3	3,5	31,1	61,8	22,9	3,0	39,9	66,2
Затрудненная аэрация почвы	24,3	4,4	32,0	61,3	26,1	3,8	38,7	68,6

Изменение температуры (как в сторону повышения, так и понижения) и ослабление аэрации почвы способствовало более быстрому развитию репродуктивных органов (табл. 2). Особенно заметные различия в формировании товарных плодов между опытными и контрольными растениями отмечены ко времени первого сбора урожая (31.VII). Затем они уменьшились и ко времени последнего сбора плодов (29.VIII) только у растений вариантов с повышенной температурой и затрудненной аэрацией почвы урожай плодов незначительно превышал урожай контрольных растений.

Таблица 2

Влияние температуры и аэрации почвы на урожай плодов баклажанов  
(г сырого вещества на 1 растение)

Вариант опыта	Дата сбора урожая*									
	31. VII		7. VIII		14. VIII		21. VIII		29. VIII	
	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю	г	% к контролю
Контроль	67	100	164	100	232	100	371	100	407	100
Пониженная температура почвы	94	141	192	117	251	108	330	89	375	92
Повышенная температура почвы	149	222	196	119	264	114	416	112	432	106
Затрудненная аэрация почвы	110	163	186	113	279	120	396	107	463	114

\* Урожай дан нарастающим итогом

Увеличение урожая плодов баклажанов под влиянием повышенной температуры и затрудненной аэрации почвы (соответственно на 32% и 22%) имело место и в рекогносцировочном опыте 1966 г. Урожай товарных плодов на 1 растение ко времени восстановления условий обычной аэрации почвы в опыте 1968 г. по трем вариантам опыта — контроль, «затрудненная аэрация почвы (I)» и «затрудненная аэрация почвы (II)» — был практически одинаков, в пределах 164—176 г сырого вещества. Вес надземной массы одного растения к этому времени по вышеуказанным вариантам опыта составил соответственно 331, 347 и 412 г сырого вещества.

Таблица 3

Влияние температуры и аэрации почвы на поступление элементов питания в растения баклажанов (г на 10 растений)

Вариант опыта	Поступило								
	до 19. VII			с 19. VII по 14. VIII			с 14. VIII по 29. VIII		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	7,56	1,87	11,5	2,44	1,11	1,75	10,5	3,85	18,1
Пониженная температура почвы	—	—	—	2,13	1,20	5,38	10,1	3,67	17,0
Повышенная температура почвы	—	—	—	2,28	1,45	5,44	10,6	4,05	18,1
Затрудненная аэрация почвы	—	—	—	2,30	1,61	5,68	10,1	4,10	17,4

Учет образования и опадения репродуктивных органов, проведенный в 1968 г., показал, что под влиянием достигнутого в опыте ослабления аэрации почвы увеличилось как образование, так и опадение репродуктивных органов; количество репродуктивных органов, сохранившихся на растении к концу вегетации, было одинаковым в контроле и в условиях ослабленной аэрации почвы. Таким образом, трехлетние опыты не выявили отрицательного влияния некоторого ослабления аэрации почвы в период массового плодоношения на рост и развитие баклажанов.



За период действия изучаемых условий, с 19.VII по 14.VIII, у растений всех вариантов опыта поглощение элементов питания значительно уменьшилось по сравнению с предыдущим периодом (табл. 3). При этом в растениях вариантов 2, 3 и 4 несколько уменьшилось поступление азота (на 6%) и возросло поступление зольных элементов (на 74% и 28%) по сравнению с контролем; поступление  $P_2O_5$  увеличилось соответственно на 31 и 45%, а  $K_2O$  — на 211 и 225%. Таким образом, создаваемые условия изменяли поступление азота и зольных элементов в разной степени. Сумма N,  $P_2O_5$  и  $K_2O$ , поступивших в растения вариантов 2, 3 и 4, превысила контроль соответственно в 1,6; 1,7; 1,8 раза. К концу вегетации различия по выносу азота и зольных элементов между растениями контроля и опытных вариантов несколько сгладились.

Под влиянием изученных условий изменилось соотношение элементов минерального питания, поступивших в растения (рис. 1). В пе-

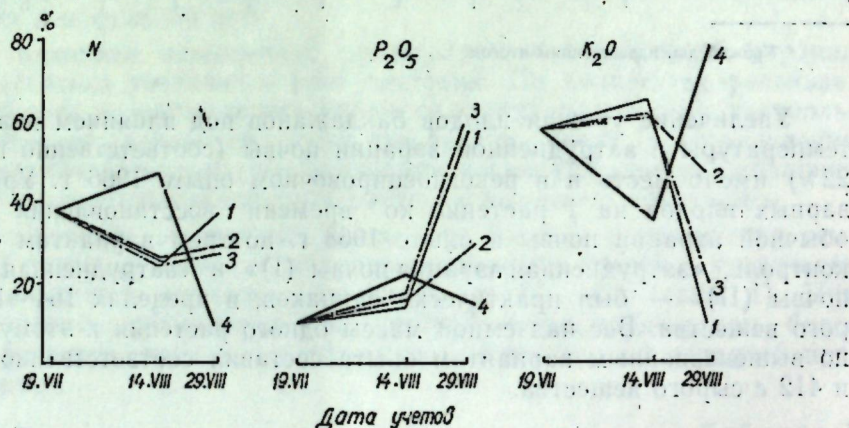


Рис. 1. Влияние температуры и аэрации почвы на соотношение элементов питания, поступающих в баклажаны ( $N + P_2O_5 + K_2O = 100\%$ ):

1 — пониженная температура почвы; 2 — повышенная температура почвы; 3 — затрудненная аэрация почвы; 4 — контроль

риод с 19 июля по 14 августа в растения вариантов с пониженной, повышенной температурой и затрудненной аэрацией почвы поступило сравнительно меньше азота и фосфора и больше калия, чем в контроле. Отношение  $N:P_2O_5$  в этот период в растениях вышеуказанных вариантов уменьшилось (соответственно 1,8; 1,6; 1,4 против 2,2 в контроле); отношение  $N:K_2O$  уменьшилось соответственно до 0,40; 0,42 и 0,41 против 1,4 — в контроле.

В период действия создаваемых условий, совпадающий с фазой массового плодоношения, поступление элементов минерального питания в репродуктивные органы баклажанов шло более быстрыми темпами, чем их поступление в растения, то есть имело место повторное использование элементов питания (табл. 4). Количество азота, поступившего в плоды за счет реутилизации (в % от общего количества азота, поступившего в плоды), примерно одинаково для растений контроля и вариантов с повышенной температурой и затрудненной аэрацией почвы. Количество же фосфора и калия, поступивших в плоды за счет реутилизации, больше у растений контроля. Растения вариантов с повышенной температурой и затрудненной аэрацией почвы сходны

по характеру поступления элементов питания, как, впрочем, и по развитию. Растения в условиях пониженной температуры почвы занимают несколько обособленное положение.

Таблица 4

Поступление элементов питания в плоды баклажанов в фазу массового плодоношения

Вариант опыта	Поступило в плоды 10 растений								
	всего, г			в том числе за счет реутилизации					
	N	$P_2O_5$	$K_2O$	г			% к общему поступлению в плоды		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$	N	$P_2O_5$	$K_2O$	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Контроль	5,11	1,81	7,86	2,67	0,70	6,11	52	39	78
Пониженная температура почвы	5,60	1,81	9,80	3,47	0,61	4,42	62	51	45
Повышенная температура почвы	5,27	2,04	9,25	2,99	0,59	3,81	57	29	41
Затрудненная аэрация почвы	5,28	2,16	9,62	2,98	0,55	3,94	56	25	41

Таблица 5

Содержание общего и нитратного азота в вегетативных органах баклажанов в зависимости от условий произрастания (% на абсолютно сухое вещество)

Вариант опыта	Органы растения	14. VIII			29. VIII		
		Н <sub>общ.</sub>	NNO <sub>3</sub>	Н <sub>орг.</sub> % от Н <sub>общ.</sub>	Н <sub>общ.</sub>	NNO <sub>3</sub>	Н <sub>орг.</sub> % от Н <sub>общ.</sub>
Контроль	Листовые пластинки	3,04	0,06	98	2,53	0	100
	Черешки	1,55	0,44	72	1,02	0,02	98
	Стебли	0,72	0,34	53	0,59	0,02	97
	Корни	0,93	0,02	98	0,79	0,01	99
Пониженная температура почвы	Листовые пластинки	2,62	следы	99	2,42	0	100
	Черешки	0,87	0,06	93	0,92	0	100
	Стебли	0,85	0,11	87	0,55	0	100
	Корни	0,94	0,02	98	0,72	0	100
Повышенная температура почвы	Листовые пластинки	2,58	следы	99	2,57	0	100
	Черешки	1,05	0,12	90	1,05	0,11	90
	Стебли	0,62	0,02	97	0,60	0,10	84
	Корни	1,33	0,08	94	0,89	0,01	99
Затрудненная аэрация почвы	Листовые пластинки	2,65	следы	99	2,30	0	100
	Черешки	0,93	0,10	99	0,89	0	100
	Стебли	0,62	0,01	99	0,52	0	100
	Корни	0,85	0,02	98	0,79	0	100

Изменение температуры и аэрации почвы отразилось на содержании общего и нитратного азота в вегетативных органах баклажанов, причем в содержании нитратного азота (в абсолютных и относительных величинах) произошли более резкие изменения, чем в содержании общего азота (табл. 5). Так, понижение температуры почвы уменьшило содержание общего азота в листовых пластинках на 14%, в череш-



ках — на 44%, при этом количество нитратного азота в этих органах снизилось примерно в 6 раз. Под влиянием повышенной температуры и затрудненной аэрации почвы содержание общего азота в листовых пластинках баклажанов уменьшилось соответственно на 15 и 13%, а нитратного — примерно в 6 раз; в черешках листьев растений этих вариантов содержание общего азота уменьшилось соответственно на 33 и 40%, а нитратного — примерно в 4 раза. Изменение температуры и аэрации почвы способствовало увеличению относительного содержания азота органических соединений в черешках и стеблях баклажанов; в листовых пластинках и корнях оно осталось на уровне контроля.

Спустя две недели после восстановления обычных условий произрастания (29.VIII), различия в содержании общего и нитратного азота в вегетативных органах баклажанов по вариантам опыта сгладились. Исключение составили лишь проводящие органы (черешки и стебли) растений варианта с повышенной температурой почвы, в которых к 29 августа содержалось относительно много нитратного азота.

Повышение температуры или ослабление аэрации почвы, вызвав уменьшение поступления азота и несколько увеличив поступление фосфора (по сравнению с контролем), привело к некоторому увеличению содержания общего фосфора в листовых пластинках; содержание минерального фосфора в листовых пластинках не изменилось, а в корнях — уменьшилось, при этом значительно, с 31% до 62%, возросла доля органического фосфора (рис. 2).

Выявленное отсутствие отрицательного влияния повышенной температуры и ослабленной аэрации почвы на продуктивность баклажанов в условиях наших опытов представляет значительный интерес. Это можно объяснить относительной устойчивостью баклажанов в период «цветение — начало плодоношения» к действию этих факторов, по-видимому, выработавшейся в процессе филогенеза. Некоторое уменьшение отношения  $N:P_2O_5$  в растениях опытных вариантов, по сравнению с контролем, можно рассматривать как положительный фактор, так как данные других наших опытов показали, что в течение вегетации относительное поступление фосфора в растения баклажанов увеличивается, а относительное поступление азота в период «цветение — начало плодоношения» — снижается.

### Выводы

1. Повышение температуры почвы до 30—33°C, а также некоторое ослабление аэрации почвы в период «цветение — массовое плодоношение» (при благоприятных условиях водоснабжения) способствовало

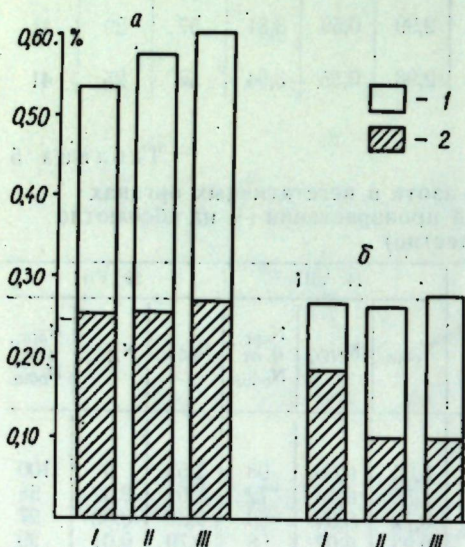


Рис. 2. Содержание общего и минерального фосфора в вегетативных органах баклажанов в зависимости от условий произрастания (% на абсолютно сухое вещество):

А — листовые пластинки; Б — корни. I — контроль; II — повышенная температура почвы; III — затрудненная аэрация почвы; 1 — фосфор общий; 2 — фосфор минеральный

накоплению сухого вещества растениями баклажанов, более быстрому развитию репродуктивных органов, повышению урожая плодов.

2. Под влиянием повышенной температуры и ослабленной аэрации почвы изменилось количество и соотношение элементов минерального питания, поступающих в растения баклажанов, их распределение между вегетативными и репродуктивными органами.

3. Условия температуры и аэрации почвы оказали влияние на процентное содержание элементов минерального питания в вегетативных органах баклажанов и на интенсивность включения азота и фосфора в органические соединения.

### ЛИТЕРАТУРА

- Багирова Ш. Г., Абуталыбов М. Г. Материалы I Закавказской конференции по физиологии растений. Баку, Изд-во АН АзербССР, 1967, стр. 11—13.
- Берестень Н. П. Научные труды Сев.-Зап. НИИ с.-х., вып. 12, 1968, стр. 50—56.
- Гродзинский А. М. Теоретические основы регулирования минерального питания растений. Тезисы докладов. М., изд-во «Наука», 1964, стр. 48—50.
- Гродзинский А. М. Агрохимия, № 10, 104—107, 1965.
- Гукова М. М. Докл. АН СССР, 139, 4, 1005—1007, 1961.
- Демиденко Т. Т., Галинская М. С., Научные труды Института физиологии растений и агрохимии, т. 3. Киев, 1951, стр. 345—350.
- Журбицкий З. И., Штраусберг Д. В. Докл. АН СССР, 96, 5, 1065—1067, 1954.
- Ильин И. Р. Орошаемое земледелие и овощеводство. Кишинев, 1968, стр. 81—83.
- Иванов С. М. Известия Молдавского филиала АН СССР, № 3 (6), 18—24, 1952.
- Петров-Спиридонов А. Е., Ради А. Докл. ТСХА, вып. 89, 1963, стр. 260—267.
- Ради А. Ф. Автореф. канд. дисс., М., 1964.
- Станков Н. З., Ладонина Т. П. Труды ВНИИ удобрений и агропочвоведения, вып. 36. М., 1960, стр. 189—191.
- Станков Н. З., Тимофеева А. А. Корневое питание в обмене веществ и продуктивности растений. Тезисы докладов, М., 1961, стр. 135.
- Canham A. E. Advances Horticult. Sci and Their Applic., v. 2, 441—451, 1962.
- Gausmann H. W., Carpenter P. N., Struchtemeyer R. A. Maine Farm Research, 6, 2, 38—39, 1958.
- Hammond L. S., Alloway W. H. and Loomis W. E. Plant physiol., 30, № 2, 155—161, 1955.
- Lefey J., Stolzy L. H., Blank G. B., Lunt O. R. Soil. Sci., 92, 5, 314—321, 1961.
- Perigaud S. Ann. agron., 18, 5, 1967.

З. Г. ТОМА, В. В. АРАСИМОВИЧ

## ИССЛЕДОВАНИЕ БЕЛКОВ И НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ С ПЛОСКОЙ ФОРМИРОВКОЙ КРОНЫ

Известно, что к наступлению технической зрелости рост плодов прекращается и в результате затухания ряда синтетических и активации гидролитических процессов, превращений запасных и структурных веществ, органических кислот, пигментов, летучих и многих других соединений, в плодах происходят характерные качественные изменения — размягчение, изменение окраски, формирование сортового вкуса и аромата [1, 5]. Одним из основных процессов в развивающихся и созревающих плодах является процесс дыхания, при котором наряду с высвобождением энергии образуются разнообразные промежуточные продукты, служащие исходным материалом для синтеза различных соединений. Все биохимические процессы в плодах совершаются с участием ферментов, большая роль в обмене принадлежит ростовым гормонам (особенно ауксином) и этилену.



В онтогенезе многих плодов, в том числе яблок, груш, при переходе от роста к созреванию (фаза технической зрелости) происходит вспышка дыхания, обозначаемая как климактерический подъем дыхания или «климактерик». Эта фаза развития рассматривается большинством исследователей как переломный момент в жизни плода — начало старения. Впервые Hulme [9] установил, что с климактерическим возрастом дыхания прямо коррелирует повышенный синтез белка в плоде и активирование многих ферментативных процессов. Аналогичные данные получены Richmond [15] и другими. Дальнейшими исследованиями Hulme и других авторов [8, 10, 11] показано, что в этот же период увеличивается синтез РНК, а также активируется общий фосфорный обмен [3]. В опытах Hulme [11] обработка плодов этиленом в предклимактерический период вначале усиливала включение С-уридина в РНК, а после достижения максимума включения меченного нуклеотида наблюдалось усиление включения С-валина в белки.

Установлено также, что во время «климактерика» не только увеличивается содержание энзимных белков, но происходит их перераспределение, это касается митохондриальных и растворимых энзимов. Возрастает активность маликэнзима (в том числе лигуаз декарбоксилазы), липооксидазы, хлорофиллазы, кислой фосфатазы и рибонуклеазы [10]. Имеются также сведения об изменении состояния клеточных структур плодов в этот же период, в частности митохондрий [14].

Вследствие низкого содержания белка в сочных плодах и связанных с этим методических трудностей их изучения, внимание исследователей до сих пор было сосредоточено на изучении энзимных свойств белков, в связи с чем сведения, которыми мы располагаем о белках плодов, ограничены в основном энзимными белками.

В целях изучения обмена белков и нуклеиновых кислот в онтогенезе плодов яблони с плоской формировкой кроны мы поставили как первоначальную задачу исследование этих высокомолекулярных азотсодержащих соединений семян и околоплодника (мякоти плодов) в различной степени зрелости. В предыдущем сообщении [6] приведены данные по изменчивости суммарного и фракционного содержания белков и нуклеиновых кислот в семенах яблони по мере созревания плодов. Показано, что уровень синтеза белков, первоначально сходный в семенах деревьев с плоской формировкой кроны и с обычной, в фазе начала созревания (техническая зрелость) становится выше у первой. Белки семян у этой формировки более гетерогенны. Максимальный биосинтез рибонуклеиновой кислоты, независимо от формировки кроны яблони, наблюдался в начальный период развития плодов (в течение 30 дней после цветения) с последующим снижением. Во все фазы развития и роста плодов значительную часть нерастворимых азотистых веществ составляли белки типа нуклеопротеидов.

В данном сообщении приводятся результаты исследования белков и нуклеиновых кислот семян и мякоти плодов в фазе начала созревания (техническая зрелость).

#### Материал и методы

Исследования проводились на плодах технической зрелости яблони сорта Кальвиль снежный, привитой на карликовом подвое типа парадизка IX, произрастающей в пальметтном саду Машиноиспытательной станции МССР. Плоды деревьев со свободной формировкой кроны служили контролем.

Исследование белков сочных плодов, как отмечает Hulme [12], представляет серьезные трудности. Основные из них следующие: 1) низкое содержание тотального азота (менее 80 мг/100 г сухого веса), преобладающую долю которого составляет небелковый азот (до 70% от тотального азота яблок); 2) высокая кислотность сока, приводящая к денатурации белков при разрушении клеток; 3) высокое содержание полифенолов, также способствующее денатурации и осаждению белков.

Учитывая это, мы выделяли белки и нуклеиновые кислоты (НК) по следующей схеме: плоды замораживали в жидком азоте, после чего измельчали и подвергали обезвоживанию и обезжириванию. Все операции проводили на холоду. Из полученного материала белки и нуклеиновые кислоты экстрагировали последовательно:

1. Раствором 0,14 М NaCl, содержащим защитные добавки (0,5 г  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  и 0,1 г аскорбиновой кислоты на 100 мл раствора). Взбалтывали 1 час, экстракционную смесь затем центрифугировали 15 мин при 4000 об/мин. Операцию повторяли пять раз. Супернатанты объединяли (фракция I, остаток I).

2. Из остатка I раствором 1 М NaCl с защитной добавкой (0,5 г  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  на 100 мл раствора) с последующим взбалтыванием 1 час. Условия центрифугирования те же, процедура повторялась трижды. Супернатанты объединяли (фракция II, остаток II).

3. Из остатка II — 1% раствором Тритона X 100 в 0,14 М NaCl, при взбалтывании — 2 часа. Центрифугирование проводили 30 мин при 6000 об/мин. Экстрагирование повторяли пять раз. Супернатанты объединяли (фракция III).

Полученные фракции белков очищали на колонке с Молселектом Г-25 от низкомолекулярных соединений. Содержание белка в очищенных фракциях определяли по методу Lowry [13]. Общее содержание белка в муке определяли по методу Udy [16] в нашей модификации: применяя краситель Ацилан оранж Ж (аналог Оранж Ж, содержащий одну сульфогруппу). Принцип этого метода заключается в том, что в кислой среде (рН 2,2) данный краситель связывается белками и выпадает в осадок. Несвязанная часть красителя колориметрируется после разбавления на ФЭК-56 с зеленым светофильтром. Количество белка находили по калибровочной кривой, составленной по чистому белку (сывороточный альбумин человека). РНК определяли по методам Дише [2] и Конарева [4].

Количественно преобладающие фракции (I и II), выделенные из плодов и семян, хроматографировали на колонке (1×10 см) с ДЭАЭ-целлюлозой. Разделение хроматографических фракций (пиков) проводили при одновременном применении градиента NaCl и рН (0,02 М раствор глицина — 1,2 М NaCl в 0,02 М трис-глициновом буфере рН 8,5). После градиентной элюции колонку с ДЭАЭ-целлюлозой промывали 0,05 н NaOH. При этом элюировался дополнительный пик. Содержание белка и нуклеиновых кислот (НК) в хроматографических пиках измеряли в ультрафиолете на СФ-4.

#### Результаты и их обсуждение

В период технической зрелости плодов уровень оводненности их достигает 86%. Особенности формировки кроны не отражаются на содержании сухих веществ в плодах яблони. Здесь и далее имеется в виду околоплодник.



Количество нуклеиновых кислот в плодах в сумме не превышает 6 мг на 1 г сухой муки. В плодах яблони с плоской формировкой кроны (ПФ) сумма НК составляет 5,1 мг/г, в плодах свободной формировки (СФ) — 6 мг/г. Количество ДНК в плодах не превышает 1 мг на 1 г сухой муки, полученной из плодовой мякоти, причем формировка кроны не оказывает влияния на синтез ДНК. К наступлению технической зрелости, как уже отмечалось, рост плодов прекращается, деление клеток приостанавливается, в связи с чем ДНК клеточного ядра остается стабильной. Содержание РНК изучаемых фракций варьирует в зависимости от формировки кроны дерева: в плодах яблони ПФ количественно преобладает легко растворимая фракция РНК (РНК фракции I). Она составляет 66,6% суммы НК, в то время как в плодах яблони другой формировки преобладает трудноизвлекаемая РНК (РНК фракции III). Неодинаковое распределение фракций РНК в плодах яблони изучаемых формировок кроны, вероятно, объясняется отличиями в функциональной активности цитоплазматических структур плодовой ткани.

В семенах тех же плодов сумма НК значительно выше, чем в мякоти. Как и в мякоти плодов, несколько больше НК в семенах яблони СФ. Семена ПФ содержат 47,65 мг/г сухого вещества, семена контрольных деревьев — 53,50 мг/г. В семенах обеих формировок преобладает легко растворимая РНК.

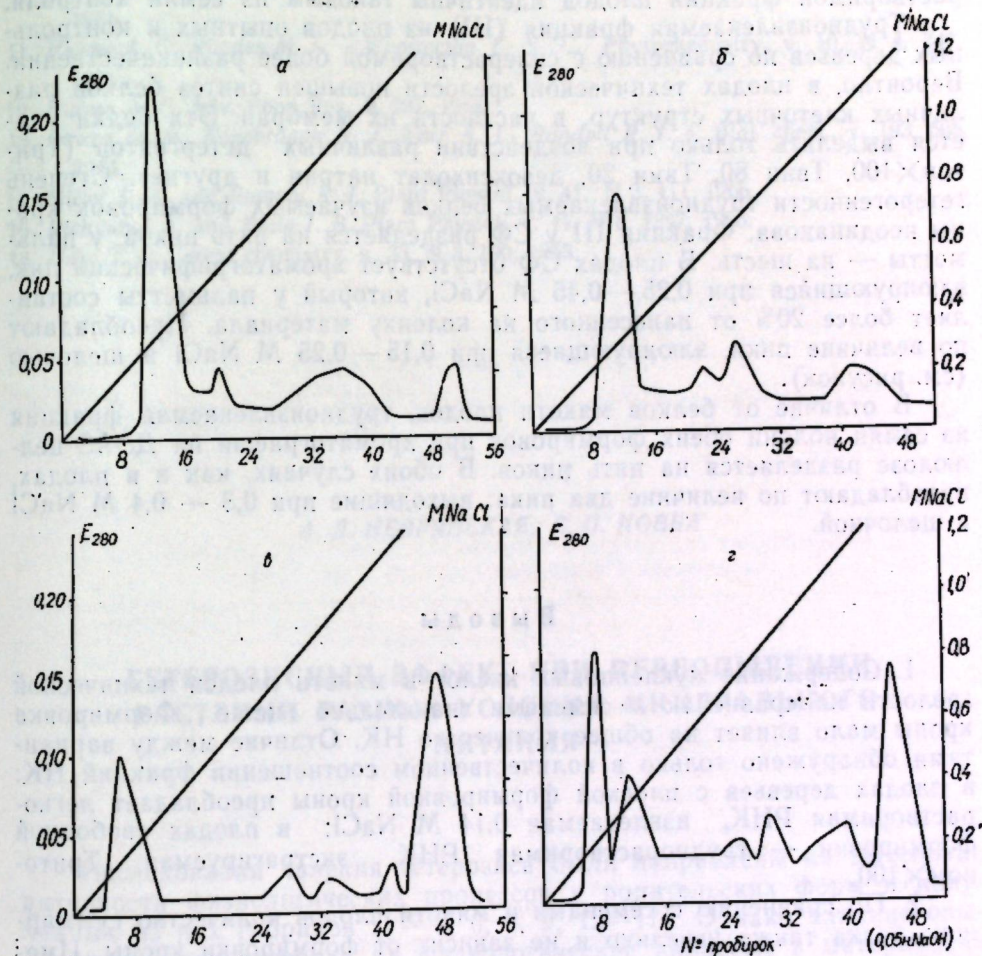
Таблица  
Характеристика хроматографических пиков  
белков зрелых плодов яблони

Экстрагируемая фракция	Формировка кроны	Пики	Элюция М NaCl	$E_{260}/E_{280}$
Солерастворимая	Свободная	I	0,26 — 0,40	1,08
		II	0,50	1,00
		III	0,76 — 1,08	1,00
		IV	0,05 н. NaOH	1,00
Трудноизвлекаемая	Свободная	I	0,23 — 0,38	1,10
		II	0,58	1,00
		III	0,66 — 0,74	1,00
		IV	1,05 — 1,19	1,00
Трудноизвлекаемая	Пальметта	I	0,11 — 0,30	0,90
		II	0,70 — 0,83	1,00
		III	0,88 — 0,92	1,00
		IV	1,14	1,00
		V	0,05 н. NaOH	—
		VI	0,15 — 0,25	0,8
Трудноизвлекаемая	Пальметта	II	0,25 — 0,45	1,1
		III	0,65 — 0,74	1,0
		IV	0,85	1,1
		V	0,94 — 1,17	—
		VI	0,05 н. NaOH	—

Содержание суммарного белка в плодах ПФ не превышает 35 мг/г, а в плодах СФ — 32 мг. Как видно из таблицы, содержание белков зрелых плодов мало зависит от формировки кроны. По сравнению с мякотью плодов, семена значительно богаче белками [6].

Хроматографией на ДЭАЭ-целлюлозе солерастворимая фракция (I) плодов обеих формировок разделяется на четыре хроматографических пика. Первые и вторые пики элюируются в одинаковых условиях

градиента концентрации NaCl, остальные два пика по элюирующей способности отличаются: в солерастворимых белках плодов СФ выявлен пик (IV) элюирующийся щелочью, в то время как в плодах ПФ он отсутствует; в то же время здесь обнаружен пик элюирующийся при высокой концентрации NaCl (1,05—1,19 М), который отсутствует в плодах контроля. В обоих случаях по величине выделяется первый пик (см. рисунок).



Хроматограммы белковых фракций плодов технической зрелости:  
а — фракция I, свободная формировка; б — фракция I, формировка пальметты; в — фракция III, свободная формировка; г — фракция III, формировка пальметты

Солерастворимые белки семян по сравнению с белками мякоти более гетерогенны [6]. Эта фракция у ПФ состоит из семи хроматографических пиков, из которых второй пик занимает до 50% от количества нанесенного на колонку материала и состоит из белка и РНК. Природа взаимосвязи этих компонентов нами не установлена. По сравнению с другой формировкой кроны в семенах зрелых плодов ПФ выявлены дополнительные пики: элюирующиеся при концентрации NaCl 0,09—0,12 М и при высокой (1,05—1,15 М). Пик, элюирующийся при 1,05—1,15 М NaCl, по поведению на ДЭАЭ-целлюлозе и по своей спектральной характеристике идентичен четвертому пику солерастворимой фракции плодов ПФ.



По сравнению с семенами в мякоти плодов пальметты отсутствуют пики, элюирующиеся при низких концентрациях NaCl (0,09 — 0,12 М и 0,23 — 0,38 М) и элюирующиеся щелочью.

В отличие от плодов, солерастворимая фракция семян СФ состоит из пяти хроматографических пиков. В этой фракции из плодов СФ не обнаружен пик, элюирующийся при 0,08 — 0,17 М NaCl; незначителен по величине пик, элюирующийся щелочью. Остальные три пика солерастворимой фракции плодов идентичны таковым из семян контроля.

Трудноизвлекаемая фракция (III) из плодов опытных и контрольных деревьев по сравнению с солерастворимой более разнокачественна. Вероятно, в плодах технической зрелости повышен синтез белков различных клеточных структур, в частности их мембран. Эти белки удается выделить только при воздействии различных детергентов (Тритон X100, Твин 80, Твин 20, дезоксихолат натрия и другие). Степень гетерогенности трудноизвлекаемых белков изучаемых формировок кроны неодинакова. Фракция III у СФ разделяется на пять пиков, у пальметты — на шесть. В плодах СФ отсутствует хроматографический пик, элюирующийся при 0,25 — 0,45 М NaCl, который у пальметты составляет более 20% от нанесенного на колонку материала. Преобладают по величине пики, элюирующиеся при 0,15 — 0,25 М NaCl и щелочью (см. рисунок).

В отличие от белков мякоти плодов, трудноизвлекаемая фракция из семян яблони обеих формировок при хроматографии на ДЭАЭ-целлюлозе разделяется на пять пиков. В обоих случаях, как и в плодах, преобладают по величине два пика: выходящие при 0,3 — 0,4 М NaCl и щелочной.

### Выводы

1. Содержание нуклеиновых кислот в мякоти плодов технической зрелости по сравнению с семенами значительно ниже. Формировка кроны мало влияет на общее количество НК. Отличие между вариантами обнаружено только в количественном соотношении фракций НК: в плодах деревьев с плоской формировкой кроны преобладает легко растворимая РНК, извлекаемая 0,14 М NaCl; в плодах свободной формировки — труднорастворимая РНК, экстрагируемая Тритоном X100.

2. По сравнению с семенами в мякоти плодов количество суммарного белка также невелико и не зависит от формировки кроны. Имеются отличия только в фракционном составе белков, извлекаемых при помощи детергента Тритона X100. Эти белки характеризуются и наивысшей степенью гетерогенности. Солерастворимая фракция относительно однородна.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Арасимович В. В. В кн.: Физиология с.-х. растений, т. X, Физиология плодовых, М., МГУ, 1968, стр. 62 — 81.
2. Диле Ц. Нуклеиновые кислоты, под ред. Чаргаффа Э. и Дэвидсона Д. Кн. I, 425, М., Изд-во иностр. лит., 1957.
3. Игнатъев Б. Д., Крутыпорох С. Ф. Физиология и биохимия культурных растений, т. 3, в кн. I, 72, 1971.
4. Конарев В. Г., Тютеев С. Л. Методы биохимии и цитохимии нуклеиновых кислот растений, Л., изд-во «Колос», 1970.
5. Спенсер М. В кн. под ред. Боннера Дж. Биохимия растений, М., «Мир», 1965.

6. Тома З. Г., Арасимович В. В. Известия АН МССР, Серия биол. и хим. наук, № 2, 1972.
7. Brady G. J., Palmer J. K., O'Connell P. B. H., Phytochemistry, v. 9, N 5, 1037, 1970.
8. Clements R. L. Analyt. Biochem., v. 13, 390, 1965.
9. Hulme A. C. J. Exptl. Botany, v. 5, 1959, 1954.
10. Hulme A. C. and Rhodes M. J. C. In: The Biochemistry of Fruits and their Products, Ed. by Hulme v. 2, 333—373, Acad. Press London — New York, 1971.
11. Hulme A. C., Rhodes M. J., Woollorton L. S. C., Phytochemistry, v. 10, N 4, 747, 1971.
12. Hulme A. C. Adv. Food Res., 8, 297, 1958.
13. Lowry O. H., Rosebrough N. J., Farr A. L., Randall R. J. J. Biol. chem., v. 193, 505, 1951.
14. Miller L. A. and Romani R. J. Plant Physiol., v. 41, N 3, 411, 1966.
15. Richmond A. and Biale J. B. Plant Physiol., v. 41, N 8, 1247, 1966.
16. Udy D. C. Cereal chemistry, v. 33, N 3, 190, 1956.

А. Д. НЕВРЯНСКАЯ, Е. П. ИОВВА

### ГЕТЕРОЗИСНЫЙ ЭФФЕКТ ПРИ ПЕРЕОПЫЛЕНИИ РАСТЕНИЙ РАЗНЫХ УСЛОВИЙ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Исследования явления гетерозиса были направлены на выяснение активности физиологических процессов у родительских форм и полученных из них гибридов [1—3, 6, 8, 9, 12—17]. Однако влияние опыления и оплодотворения на физиологические процессы в материнских растениях, которые претерпевают значительные изменения в генеративных органах, освещены слабо [4, 5, 10, 18, 19].

Цель наших исследований — изучить влияние опыления и оплодотворения на интенсивность и направленность физиологических процессов в генеративных и вегетативных органах материнских растений при выращивании их в разных условиях минерального питания, а также на степень проявления гетерозисного эффекта у потомства в первом поколении.

Исследования проводили с растениями кукурузы линии БИР 44 и томатов сортов № 10 и Бизон, выращенными на почве с внесением одной и двух норм NPK. Основное внимание было обращено на некоторые стороны фотосинтетической деятельности растений и их продуктивность. Методы проведения исследований более подробно описаны ранее [6, 11].



Наши опыты показали [6, 11], что после опыления и оплодотворения, в зависимости от условий выращивания растений, интенсивность и направленность физиологических процессов в листьях опытных растений была различной. У растений, произрастающих в разных условиях минерального питания, в листьях отмечалась более высокая интенсив-

Таблица 1

Изменение интенсивности фотосинтеза листьев сильно удобренных растений кукурузы в процессе онтогенетического развития и под влиянием опыления ( $\text{мг CO}_2/\text{дм}^2 \text{ час}$ . Опыт 1966 г.)

Фаза развития		Вариант	Оплодотворение $M \pm S$	Дни после опыления	
13 листа	цветения			9-й	13-й
$M \pm S$	$M \pm S$			$M \pm S$	$M \pm S$
$41,19 \pm 1,39$	$44,05 \pm 1,03$	Сильно удобренный $\times$ сильно удобренный	$32,65 \pm 1,07$	$44,19 \pm 1,25$	$29,26 \pm 1,13$
		Сильно удобренный $\times$ слабо удобренный	$36,66 \pm 0,97$	$51,12 \pm 1,24$	$37,53 \pm 1,26$
		<i>t</i>	4,77	6,01	8,44

Таблица 2

Изменение содержания хлорофилла в листьях кукурузы под влиянием опыления ( $\text{мг}/\text{дм}^2$ . Опыт 1968 г.)

Вариант	Оплодотворение $M \pm S$	Дни после опыления	
		8-й	13-й
		$M \pm S$	$M \pm S$
Сильно удобренный $\times$ сильно удобренный	$22,74 \pm 0,49$	$20,41 \pm 0,68$	$22,14 \pm 0,33$
Сильно удобренный $\times$ слабо удобренный	$24,21 \pm 0,23$	$24,01 \pm 0,29$	$25,70 \pm 0,44$
<i>t</i>	4,74	8,37	11,48
Слабо удобренный $\times$ слабо удобренный	$19,80 \pm 0,43$	$17,87 \pm 0,47$	$19,82 \pm 0,38$
Слабо удобренный $\times$ сильно удобренный	$21,61 \pm 0,34$	$23,76 \pm 0,49$	$21,73 \pm 0,41$
<i>t</i>	4,64	15,10	5,79

ность фотосинтеза (табл. 1). В них также содержалось больше пигментов по сравнению с листьями растений, выращенных в одинаковых условиях минерального питания (табл. 2). Эти различия отмечались при внутривидном переопылении у кукурузы и томатов и особенно резко проявлялись при межсортовом перекрестном опылении у томатов.

Более высокая интенсивность ряда физиологических процессов после опыления и оплодотворения наблюдалась также и в репродуктивных органах при переопылении растений разных условий минерального питания.

Повышенная интенсивность некоторых фотосинтетических процессов в листьях, ряда физиологических процессов в репродуктивных органах и корневой системе материнских организмов при переопылении растений разных условий минерального питания по сравнению с оди-

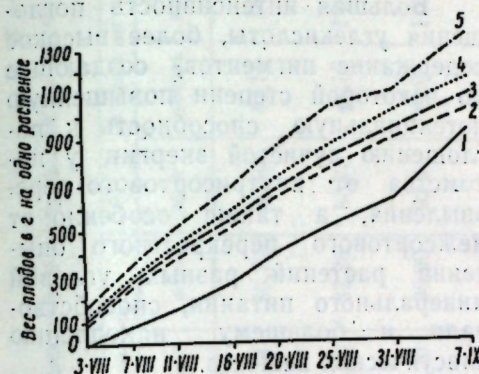


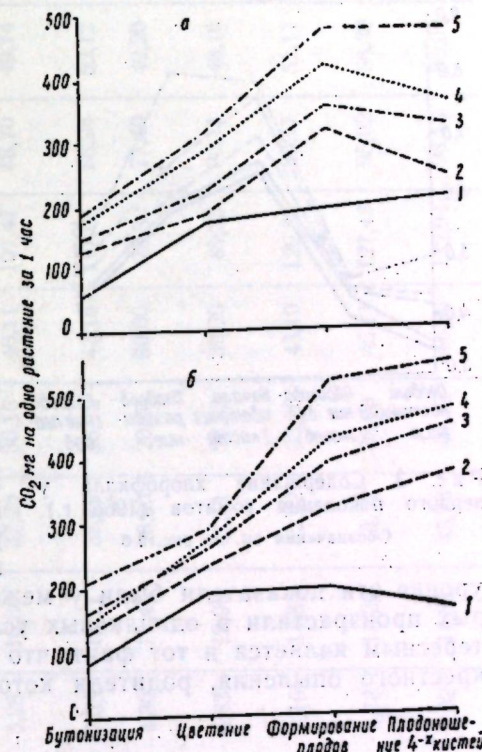
Рис. 1. Вес плодов материнских растений томатов:

1 — № 10 (самоопыление); 2 — № 10 (слабо удобрен.)  $\times$  № 10 (слабо удобрен.) — перекрестное опыление; 3 — № 10 (слабо удобрен.)  $\times$  № 10 (сильно удобрен.); 4 — № 10 (слабо удобрен.)  $\times$  Бизон (слабо удобрен.); 5 — № 10 (слабо удобрен.)  $\times$  Бизон (сильно удобрен.);

Рис. 2. Интенсивность фотосинтеза у первого поколения томатов (1967 г.):

а — I вариант: 1 — Бизон (слабо удобрен.) — самоопыление; 2 — Бизон (слабо удобрен.)  $\times$  Бизон (слабо удобрен.) — перекрестное опыление; 3 — Бизон (слабо удобрен.)  $\times$  Бизон (сильно удобрен.); 4 — Бизон (слабо удобрен.)  $\times$  № 10 (слабо удобрен.); 5 — Бизон (слабо удобрен.)  $\times$  № 10 (сильно удобрен.);

б — II вариант: 1 — Бизон (сильно удобрен.) — самоопыление; 2 — Бизон (сильно удобрен.)  $\times$  Бизон (сильно удобрен.) — перекрестное опыление; 3 — Бизон (сильно удобрен.)  $\times$  Бизон (слабо удобрен.); 4 — Бизон (сильно удобрен.)  $\times$  № 10 (сильно удобрен.); 5 — Бизон (сильно удобрен.)  $\times$  № 10 (слабо удобрен.)



наковыми условиями сказались и на весе семян и плодов. Вес семян и плодов (т. е. хозяйственный урожай) был выше у материнских растений, которые росли в иных условиях, чем отцовские (табл. 3; рис. 1).

У растений первого поколения было установлено, что наименьшая интенсивность фотосинтеза отмечалась у самоопыленных растений как при расчете на единицу поверхности листьев, так и на целое растение. Потомство, полученное от внутрисортного перекрестного опыления родителей, которые росли в разных условиях минерального питания, отличалось более высокой интенсивностью фотосинтеза по сравнению с самоопылением и перекрестным опылением родителей, произраставших в одинаковых условиях минерального питания. Самая высокая интенсивность этого процесса была у межсортовых гибридов и особенно выращенных в разных условиях минерального питания (рис. 2).

Аналогичное было отмечено и по содержанию зеленых пигментов. У потомства, полученного от внутрисортного перекрестного опыления и от межсортового опыления, содержание пигментов было на более высоком уровне, чем при самоопылении. Первое поколение, полученное от внутрисортного перекрестного опыления родителей, произраставших в разных условиях минерального питания, в большинстве случаев об-



ладало более высоким содержанием пигментов. Однако больше всего пигментов накапливалось в листьях растений первого поколения, полученных от межсортового перекрестного опыления родителей, выращенных в разных условиях минерального питания (рис. 3).

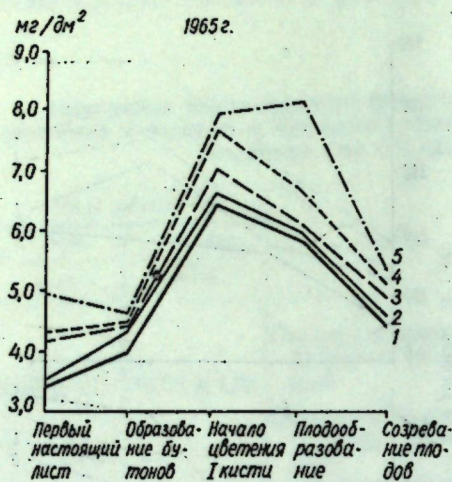


Рис. 3. Содержание хлорофилла у первого поколения томатов (1965 г.). Обозначения см. на рис. 2 б

уровне эти показатели были у межсортовых гибридов, родители которых произрастали в одинаковых условиях минерального питания. Интересным является и тот факт, что растения от внутрисортного перекрестного опыления, родители которых росли в разных условиях

Большая интенсивность поглощения углекислоты, более высокое содержание пигментов, создающее до некоторой степени повышенную потенциальную способность к поглощению лучистой энергии у потомства от внутрисортного перекрестного опыления, а также особенно от межсортового перекрестного опыления растений разных условий минерального питания, способствовали и большему накоплению пластических веществ.

Определение накопления сухих веществ в листьях, стеблях, корневых системах показало, что более высоким содержанием сухих веществ обладали межсортовые гибриды томатов, родители которых росли в разных условиях минерального питания. На более низком

Таблица 3

Вес 1000 семян (г), полученных в результате различного внутривидового перекрестного опыления материнских растений кукурузы

Вариант	1965 г.	1966 г.	1967 г.	1968 г.	Среднее за 4 года	% от контроля за 4 года
Сильно удобрённый × × сильно удобрённый	253,53	254,37	297,00	284,94	272,46	100,00
Сильно удобрённый × × слабо удобрённый	263,17	338,07	310,50	293,66	301,35	110,60
Слабо удобрённый × слабо удобрённый	254,19	286,65	224,80	242,25	249,72	100,00
Слабо удобрённый × сильно удобрённый	261,80	292,20	245,10	262,89	265,50	106,32

минерального питания, отличались повышенным накоплением пластических веществ и величиной листовой поверхности по сравнению с полученными от внутрисортного перекрестного опыления родителей одинаковых условий питания и от самоопыления (табл. 4).

В результате при воспитании родительских растений в разных условиях минерального питания в потомстве наблюдалось повышение фотосинтетической деятельности, накопления сухих веществ и увели-

Таблица 4

Вес вегетативной массы растений томатов первого поколения, полученных от различного опыления (в расчёте на одно растение в абсолютно сухом весе)

Вариант опыта	Фаза цветения 1-й кисти			Фаза созревания плодов			В конце вегетации			
	лист	стебель	всего	лист	стебель	плоды	лист	стебель	плоды	всего
	Бизон (слабо удобрен) × самоопыление	6,56	3,56	10,12	32,48	19,16	29,13	80,98	43,18	98,12
Бизон (слабо удобрен) × перекрестное опыление	7,90	4,20	12,10	34,98	21,12	31,18	85,75	41,13	108,01	234,89
Бизон (слабо удобрен) × Бизон (сильно удобрен)	8,48	5,38	13,86	34,49	28,30	36,20	92,71	42,03	110,16	244,90
Бизон (сильно удобрен) × №10 (слабо удобрен)	10,02	6,28	16,30	37,20	30,16	40,11	88,70	49,14	112,18	250,02
Бизон (слабо удобрен) × №10 (сильно удобрен)	11,08	7,03	18,11	38,68	36,12	43,15	85,94	52,12	116,3	254,36
Бизон (сильно удобрен) × самоопыление	7,16	4,30	11,46	28,00	20,20	30,60	77,40	42,20	103,00	222,60
Бизон (сильно удобрен) × перекрестное опыление	8,16	4,83	12,99	27,11	23,02	39,20	96,11	48,16	112,00	256,30
Бизон (сильно удобрен) × Бизон (слабо удобрен)	8,67	5,16	13,83	42,22	35,26	43,10	99,17	51,17	116,02	266,36
Бизон (сильно удобрен) × №10 (сильно удобрен)	9,53	5,73	15,26	43,32	38,00	46,11	95,02	58,30	121,16	274,48
Бизон (сильно удобрен) × №10 (слабо удобрен)	9,40	8,92	18,32	45,78	40,32	46,86	98,13	60,00	136,00	294,13



чения листовой поверхности. Все это привело к тому, что указанные растения отличались более высокой биомассой, а также хозяйственным урожаем.

Таким образом, на основании изучения общих закономерностей фотосинтетической деятельности материнских растений и растений первого поколения можно сделать следующие выводы:

1. Одним из мощных факторов воздействия на фотосинтетическую деятельность материнских растений являются условия произрастания родительских форм до проведения опыления. При внутрисортном перекрестном или внутривидовом опылении, а также межсортном опылении родителей, произраставших в разных условиях минерального питания материнские растения по фотосинтетической деятельности и по хозяйственному урожаю превосходили растения самоопыленные и опыленные пылью с растений одинаковых условий минерального питания.

2. У растений первого поколения, выращенных из семян, полученных от межсортного, внутрисортного переопыления родительских форм разных условий минерального питания, гетерозисный эффект проявляется в большей фотосинтетической активности и более высоком урожае по сравнению с растениями, выращенными из семян, полученных в результате межсортного, внутрисортного переопыления растений одинаковых условий минерального питания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Барановский П. М., Гармс Э. И. Вестник сельхоз. науки, № 12. Алма-Ата, 1964, стр. 42—48.
2. Белик В. Ф. Биологические основы культуры тыквенных (огурец, арбуз, дыня, тыква). Автореф. докт. дисс. Л., 1967.
3. Брежнев Д. Д. Гетерозис в овощеводстве. Л., изд-во «Колос», 1966.
4. Бритиков Е. А. Труды Ин-та физиологии растений им. К. А. Тимирязева, т. 8, вып. 2. М., 1954, стр. 3—58.
5. Бритиков Е. А. Физиология опыления и оплодотворения у растений. М., изд-во «Знание», 1957.
6. Новва Е. П. Сб.: Фотосинтетическая деятельность растений и влияние на нее минерального питания. Кишинев, изд-во «Карта Молдовеняскэ», 1970, стр. 81—101.
7. Коварский А. Е., Чалык Т. С., Боровский М. И., Пашкаръ С. И. Сб.: Биохимические исследования при селекции кукурузы на качество в условиях Молдавии. Кишинев, изд-во «Карта Молдовеняскэ», 1968, стр. 3—18.
8. Краевой И. М. Селекция и семеноводство, № 1, 1972, 18—21.
9. Куперман Ф. М. Физиология сельскохозяйственных растений, т. 5. Изд-во МГУ, 1969, стр. 51—133.
10. Молчан И. М. Кукуруза, № 2, 1966, 21—22.
11. Неорянская А. Д. Сб.: Фотосинтез и пигменты основных сельскохозяйственных растений Молдавии. Кишинев, 1970, стр. 92—113.
12. Рубин Б. А. Сельхоз. биология, т. VII, № 6, 1972, стр. 830—840.
13. Сафонов В. П., Иванова Г. И., Истатков С., Сафонов М. П. Сельхоз. биология, т. VII, № 1, 70—76, 1972.
14. Ткаченко Ф. А. Выращивание гибридных семян овощных культур. М., Сельхозгиз, 1959.
15. Турбин Н. В., Хотылева Л. В. Сб.: Гетерозис. Минск, 1961, стр. 32—35.
16. Федоров П. С. Биохимические и физиологические основы гетерозиса кукурузы. Фрунзе, изд-во «Кыргызстан», 1968.
17. Федоров П. С., Левина А. И. Физиология растений, т. 19, вып. 1, 146—150, 1972.
18. Linshens H. F. Annual Rev. Plant Physiol., v. 15, 255—270, 1964.
19. Wittwer S. H. Res. Bull., N 371, 3—67, 1943.

## МИКРОБИОЛОГИЯ

В. И. САБЕЛЬНИКОВ,  
И. А. ТЕРСКАЯ, Р. М. ЧЕРНОБРОВИНА

### ВЛИЯНИЕ НИТРАГИНИЗАЦИИ БОБОВЫХ НА ПРОЦЕСС НАКОПЛЕНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ АЗОТА В ПОЧВАХ МОЛДАВИИ

Содержание подвижного азота в почве зависит от целого ряда факторов, среди которых немаловажная роль принадлежит микробиологическим процессам. С деятельностью микроорганизмов связано и положительное влияние бобовых растений на азотный режим почв и урожайность последующих культур. Известно, что клубеньковые бактерии, участвуя в симбиотической азотфиксации, способствуют накоплению азота вегетирующим растением, корневые и пожнивные остатки которого, разлагаясь (в последующем), пополняют запасы азота в почве. Кроме того, растительные остатки бобовых активизируют жизнедеятельность многих групп и видов микроорганизмов, связанных с превращением азота, накоплением его подвижных форм в почве. Совершенно очевидно, что своеобразие физико-химических свойств почвы, климатические условия, особенности вида бобового оказывают влияние на активность и направленность этих процессов.

Цель наших исследований — изучить влияние нитрагинизации разных бобовых культур на превращение и накопление подвижных форм азота и энергию процесса нитрификации в почвах Молдавии.

Эти исследования представляют несомненный интерес, так как позволяют получить агробиологическую характеристику некоторых почв определенной климатической зоны. К тому же, в литературных источниках мы не встречали данных, освещающих непосредственно вопросы влияния нитрагинизации на вышеуказанные процессы в почве. Хотя имеется немало данных, свидетельствующих о положительной роли корневых и пожнивных остатков бобовых в повышении урожайности следующих за ними культур, о накоплении общего азота и его подвижных форм в почве [2, 3, 5]. Опыты Доросинского [2] показали положительное влияние бактериализации бобовых на накопление ими корневой массы и урожай последующих сельскохозяйственных культур.

Наши опыты проводились на почвах, широко распространенных в Молдавии: черноземах выщелоченных, обыкновенных, карбонатных, а также серых лесных почвах. Размер делянок был не менее 50—60 м<sup>2</sup>. Повторность — четырехкратная. Бактеризацию проводили свежесозревшими культурами клубеньковых бактерий за 3—6 часов до посева. Суспензия содержала 1,2—1,5 млн. клеток в 1 мл. Для инокуляции использовали штаммы как полученные из ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, так и выделенные нами из почв Молдавии. Анализировали ризосферную почву. Аммонийный азот определяли по Майбороде с реактивом Несслера, нитратный — в водной вытяжке с дисульфеноловой кислотой. Для определения энергии процесса нитрификации пользовались видоизмененной методикой Ваксмана. Количество



Таблица 1

Влияние инокуляции фасоли на накопление усвояемых форм азота, интенсивность роста аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий в черноземе обыкновенном (Государственный сортоиспытательный участок, Каларашский район, 1965 г.)

Вариант	Бактерий, тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы		NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> + NO <sub>3</sub>
	аммонифицирующие	нитрифицирующие			
мг на 100 г абсолютно сухой почвы					
Контроль	1901	1044	0,44	0,87	1,31
Бактеризация семян штаммами №:					
673	2205	725	1,30	0,65	1,95
680	3334	3043	0,93	4,03	4,96
104*	2617	2866	2,10	0,66	2,70
4ф*	2780	1504	0,60	2,22	2,82

\* Штаммы выделены из почв Молдавии

аммонифицирующих бактерий учитывали на МПА, нитрифицирующих — на голодном агаре с аммонийномагниевою солью и денитрифицирующих — на среде Гельтая.

Опыты с фасолью (сорт Молдавская белая улучшенная) показывают (табл. 1), что бактеризация способствовала более интенсивному развитию в ризосферной почве аммонифицирующих бактерий, количество которых на оптимальном варианте (штамм 680) возросло более чем в 1,5 раза по сравнению с контролем.

Еще большие изменения наблюдались в содержании нитрифицирующих бактерий; их количество на вариантах 3 и 4 увеличилось примерно в 2,5—3,0 раза. Во всех случаях при инокуляции повышалось содержание аммиака, причем иногда весьма значительно (в 3—5 раз). Интенсивное накопление нитратной формы азота отмечалось при бактеризации семян фасоли штаммами № 4ф и № 680. Сопоставление испытываемых штаммов показало, что культуры клубеньковых бактерий, выделенные из почв Молдавии, по положительному влиянию на накопление усвояемых форм азота и интенсивность размножения аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий не уступают активному стандартному штамму № 673, но оставляют преимущество за активным штаммом № 680.

В условиях чернозема выщелоченного (табл. 2) бактеризация семян гороха (сорт консервный мозговой) активизировала интенсивность роста аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий; под воздействием отдельных штаммов (2086 и 209а) количество первых возросло в 1,5—2,5 раза, последних — в 3—4 и более раз. Инокуляция способствовала значительно накоплению аммиака; применение активных штаммов 227а и 2086 повысило содержание его в 3,0—3,5 раза по сравнению с контролем.

Содержание нитратов от бактеризации почти не изменилось; лишь в некоторых случаях отмечалась тенденция к их увеличению. Нитрификационная способность в этой почве под горохом была сравнительно низкой. Инокуляция повысила энергию этого процесса, но совсем незначительно.

Таблица 2

Влияние бактеризации гороха на содержание подвижных форм азота, аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий в черноземе выщелоченном (опытное хозяйство НИИ почвоведения и агрохимии им. Н. А. Димо, с. Иванча, Оргеевский район, 1971 г.)

Вариант	Бактерии, тыс. на 1 г абсолютно сухой почвы		NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub> + NO <sub>3</sub>	Нитрификационная способность почвы за неделю
	аммонифицирующие	нитрифицирующие				
мг на 100 г абсолютно сухой почвы						
Контроль	1388	100	4,6	1,5	6,1	4,8
Бактеризация семян штаммами №:						
227а	1487	195	14,6	1,5	16,1	5,0
2086	2302	337	16,8	1,8	18,6	6,7
209а	3253	385	3,6	1,6	5,2	6,1
2146	1647	270	7,9	1,5	9,4	5,1

Нитрагинизация гороха (сорт Рамонский 71) показала в серой лесной почве и черноземе карбонатом (табл. 3) большее содержание нитратов и более активную нитрификационную способность. Бактеризация в этих условиях значительно интенсифицировала как накопление NO<sub>3</sub>, так и энергию процесса нитрификации.

Таблица 3

Влияние нитрагинизации гороха на нитрификационную способность и содержание нитратов в некоторых почвах Молдавии (мг на 100 г абсолютно сухой почвы)

Вариант	Серая лесная почва, Каларашский район		Чернозем карбонатный, Рыбницкий район	
	NO <sub>3</sub>	нитрификационная способность, после 21 дня инкубации	NO <sub>3</sub>	нитрификационная способность, после 21 дня инкубации
Контроль	3,51	5,16	3,13	12,56
Бактеризация семян (штамм 209)	5,85	10,64	4,47	16,20

Анализируя опыты с фасолью и горохом в целом, следует обратить внимание на тот факт, что клубеньковые бактерии этих видов широко распространены в почвах Молдавии. Их спонтанные формы активно инфицируют корневую систему растений (особенно гороха) и образуют много клубеньков. При этих обстоятельствах нередко искусственная бактеризация не дает высокого эффекта [4, 6]. Тем не менее на инокулированных вариантах часто наблюдалась активизация процессов превращения и накопления подвижных форм азота в ризосферном слое почвы.

Значительный интерес представляют результаты, полученные в опытах с соей (сорт Днепровская 12), которые проводились на участках, где совершенно отсутствовали спонтанные формы клубеньковых бактерий этого вида. В этих случаях на бактеризованных вариантах на корнях сои образовывались многочисленные активные клубеньки, в то время как на контрольных вариантах они отсутствовали. Эффект от бактеризации на этих почвах был исключительно высоким: увеличивался урожай укосной массы, зерна, возрастала биологическая актив-



Таблица 4

Влияние нитрагинизации сои на накопление подвижных форм азота в черноземе карбонатном (Новоаненский район, с. Кетросы, 1972 г., участок № 1)

Вариант	NH <sub>4</sub> мг на 100 г абсолютно сухой почвы			NO <sub>3</sub> мг на 100 г абсолютно сухой почвы				
	вегетативный рост	цветение	налив зерна	вегетативный рост	цветение	налив зерна	нитрификационная способность через 7 суток	
							без источника N	при внесении (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Контроль (ризосферная почва)	следы	1,20	следы	0,58	1,82	0,5	12,82	56,9
Бактеризация семян штамм 641	.	1,80	1,02	0,57	2,09	10,8	56,76	105,7
Бактеризация семян штамм 641 + молибден	.	1,21	следы	1,07	1,24	11,1	52,20	105,4

ность почв, за счет накопления доступного растениям азота. Из результатов наших опытов видно (табл. 4 и 5), что в ризосферной почве под соей на участке № 1 содержание NO<sub>3</sub> при инокуляции увеличилось в 20 раз, на участке № 2 — в 4 раза по сравнению с контролем. При дополнительном применении молибдена (наряду с клубеньковыми бактериями) содержание нитратов еще больше увеличилось.

Кроме того, в почве значительно активизировался процесс нитрификации (в 3,5—4,5 раза без дополнительного внесения источника азота и на 14—186% с внесением (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Наиболее высокая активность процесса нитрификации наблюдалась в ризосферной почве под соей, где накопление NO<sub>3</sub> за 7 суток было свыше 12 мг на 100 г абсолютно сухой почвы, а при внесении (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> — 50,6—56,9 мг. В почве из-под гороха, особенно в черноземе выщелоченном (табл. 2), этот процесс протекал слабее (нитратов на контроле было всего лишь 4,8 мг).

Инокуляция семян сои в некоторых случаях способствовала и большему накоплению аммиака в почве. Более четко эти различия прослеживались на опытном участке № 2 в период цветения. Данные по содержанию NH<sub>4</sub> и NO<sub>3</sub>, активности процесса нитрификации в наших опытах на черноземах карбонатных имеют общую тенденцию, но отличаются по абсолютным величинам, амплитудам колебаний в течение вегетационного периода, соотношению отдельных показателей. Это, как видно, является следствием некоторых различий в физико-химических свойствах анализируемых разновидностей почв:

	pH	Общий азот, %	Гумус по Тюрину, %	Подвижный P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг на 100 г почвы (по Мачигину)
Участок № 1, Новоаненский район	7,80	0,24	2,87	3,62
Участок № 2, Страшенский район	7,85	0,21	2,06	7,74

Таким образом, наши исследования показали, что нитрагинизация бобовых является приемом многофакторного положительного действия как на растение, так и на почву. При этом установлено, что клубенько-

Таблица 5

Влияние инокуляции сои на накопление подвижных форм азота в черноземе карбонатном (Страшенский район, с. Костюжены, 1972 г., участок № 2)

Вариант	NH <sub>4</sub> мг на 100 г абсолютно сухой почвы			NO <sub>3</sub> мг на 100 г абсолютно сухой почвы				
	вегетативный рост	цветение	налив зерна	вегетативный рост	цветение	налив зерна	нитрификационная способность через 7 суток	
							без источника N	при внесении (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Контроль (ризосферная почва)	0,58	1,21	.	1,13	0,52	0,48	12,28	50,59
Бактеризация штамм 641	сл.	1,24	.	0,82	1,23	1,66	41,94	69,74
Бактеризация штамм 641 + молибден	1,75	2,13	.	0,84	1,51	2,43	32,17	68,97

вые бактерии не только осуществляют симбиотическую фиксацию молекулярного азота и активизируют физиолого-биохимические процессы в растении, но и одновременно повышают биологическую активность почв, изменяют процессы превращения доступных форм азота, способствуют их накоплению в почве.

## ЛИТЕРАТУРА

- Доросинский Л. М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Ленинград, изд-во «Колос», 1970.
- Мишустин Е. Н., Петербургский А. В. Известия АН СССР, № 2, 201—221, 1965.
- Михновский В. К., Ярцева А. К., Морозова А. В. Балас азота в дерново-подзолистых почвах. М., изд-во «Наука», 1966, стр. 38—88.
- Сабельникова В. И., Терехова Ф. А. Сб.: Микробиологические процессы в почвах Молдавии, вып. 2. Кишинев, изд-во «Карта Молдовеняскэ», 1965, стр. 49—57.
- Соколов А. В. Труды почвенного института АН СССР, вып. 50, (1957).
- Чернобровина Р. М., Сабельникова В. И. «Сельское хоз-во Молдавии», № 4, 38—40, 1973.

Д. А. ВОЛКОВА, Т. О. НАЗАРЕНКО

О СПОСОБНОСТИ *SPOROSARCINA UREA*,  
*BACILLUS SUBTILIS* И *ESCHERICHIA COLI* РАСТИ  
НА КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ  
*HYDROGENOMONAS EUTROPHA* Z-1

Известно, что водородокисляющие бактерии в процессе развития в средах минерального состава накапливают белки и другие органические вещества, которые могут служить источником пищевых и энергетических ресурсов для гетеротрофной микрофлоры.

По сообщению Войтович с соавторами [1], в случае культивирования водородных бактерий в установках промышленного типа без соблюдения правил выращивания чистых культур, посторонняя микро-



флора составляет от 1 до 18% биомассы. Идентификация микрофлоры не проводилась. Между тем изучение видового состава смешанных популяций микроорганизмов и закономерностей их формирования представляет определенный интерес.

Для создания смешанных популяций в лабораторных условиях нами были выбраны *Sporosarcina urea* как один из возможных компонентов регенерационной биологической системы в замкнутом пространстве, *Escherichia coli* как постоянный обитатель кишечника человека и *Bacillus subtilis* как один из наиболее вероятных представителей спорообразующей микрофлоры, загрязняющей регенерационные экологические системы и оборудование для культивирования водородных бактерий.

Для выявления закономерностей формирования смешанных популяций микроорганизмов, одним из компонентов которых являются водородокисляющие бактерии и выбранные нами тест-микроорганизмы, необходимо было определить способность тест-микроорганизмов расти на культуральной жидкости *H. eutropha* и на мертвых клетках *H. eutropha*.

В настоящем сообщении приведены данные, полученные при постановке опытов с целью определения способности тест-микроорганизмов расти на культуральной жидкости *H. eutropha*. Постановке «основного опыта», то есть экспериментальной проверке способности выбранных нами тест-микроорганизмов развиваться в заранее определенных условиях, предшествовало выращивание изучаемых микроорганизмов на питательных средах известного состава. А именно, на среде, приготовленной на основе щелочного гидролизата казеина — казеиновом бульоне (100—140 ед. амин. азота).

На рис. 1, 2, 3 представлены данные, отражающие развитие популяций выбранных нами тест-микроорганизмов при посевной дозе 50—55 млн. кл/мл.

Как видно из рис. 1, популяция *Sp. urea* выходит из латентной фазы развития через 4 часа от момента посева, экспоненциальная фаза продолжается 32 часа, к 36-му часу от момента посева она достигает стационарной фазы развития при М-концентрации, равной 745 млн. кл/мл.

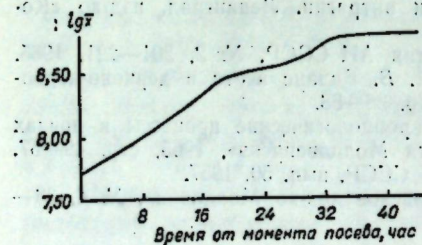


Рис. 1. Кривая роста *Sporosarcina urea*

Удельная скорость роста равняется 0,2; скорость размножения — 0,29 и время генерации — 3,5 часа.

Популяция *Bac. subtilis* (рис. 2) через 4 часа от момента посева переходит в экспоненциальную фазу развития, которая продолжается 20 часов. И к 24-му часу от момента посева начинается стационарная фаза развития. При этом М-концентрация равна 50 млрд. кл/мл при засеве среды спорами и 40 млрд. кл/мл при засеве среды вегетативными клетками. Удельная скорость роста — 0,24; скорость размножения — 0,34; время генерации — 3,5 часа.

Популяция *E. coli* через 2 часа от момента посева переходит из латентной фазы развития в экспоненциальную, которая длится 9 часов (рис. 3). Стационарная фаза развития начинается через 11 часов от момента посева. Удельная скорость роста — 1; скорость размножения — 1,44; время генерации — 0,6 часов.

Для определения способности тест-микроорганизмов расти на культуральной жидкости *H. eutropha* Z-1 популяцию водородных бактерий выращивали до экспоненциальной и стационарной фазы роста. Клетки удаляли из культуральной жидкости центрифугированием при

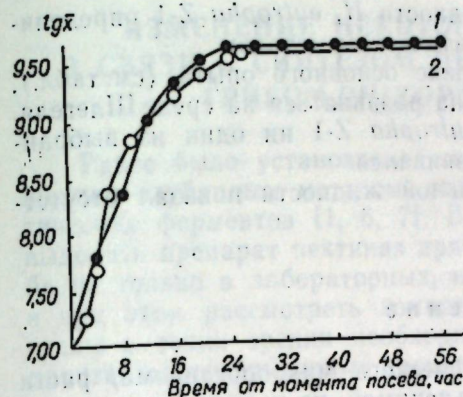


Рис. 2. Кривая роста *Bacillus subtilis* при посеве:

1 — спорами; 2 — вегетативными клетками

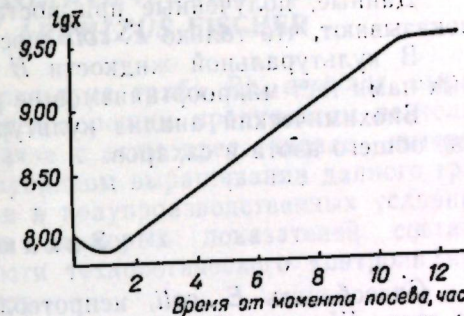


Рис. 3. Кривая роста *Escherichia coli* K-38

7000 об/мин в течение 35 минут. Культуральную жидкость разливали по 50 мл в колбы Эрленмейера. Тест-микроорганизмы выращивали на казеиновом бульоне до стационарной фазы роста и отмывали в физиологическом растворе центрифугированием. Затем в физиологическом растворе готовили взвесь тест-микроорганизмов, которые засеивали в приготовленную раньше культуральную жидкость. Концентрация микробных клеток в колбе после засева тест-микробов — 10 млн. кл/мл. Культуры выращивали при 28°C на качалке.

Для определения способности *Sp. urea*, *E. coli* и *Bac. subtilis* расти на среде Шлегеля при наличии газовой смеси  $H_2:O_2:CO_2=7:2:1$  тест-микроорганизмы выращивали до стационарной фазы роста на казеиновом бульоне. Культуры отмывали в физиологическом растворе

Таблица

Рост тест-микроорганизмов на среде Шлегеля

Расчетное количество клеток в 1 мл среды	Время от момента посева, часы	Количество клеток в 1 мл среды		
		<i>E. coli</i>	<i>Sp. urea</i>	<i>Bac. subtilis</i>
10 <sup>4</sup>	0	396	270	183
	72	500	7	144
10 <sup>3</sup>	0	69	33	35
	72	500	6	46
10 <sup>2</sup>	0	45	12	20
	72	500	1	16
10 <sup>1</sup>	0	5	1	3
	72	500	1	1
10 <sup>0</sup>	0	1	1	1
	72	1	0	0

центрифугированием, из приготовленной взвеси делали ряд десятикратных разведений от 10<sup>10</sup> до 10<sup>0</sup> клеток в миллилитре. Концентрация клеток в колбах после засева тест-микроорганизмов — 10<sup>4</sup>, 10<sup>3</sup>, 10<sup>2</sup>, 10<sup>1</sup>, 10<sup>0</sup> кл/мл. Колбы помещали на магнитные мешалки. Через 72 ча-



са от начала опыта определяли количество клеток изучаемых тест-микроорганизмов в 1 мл культуральной жидкости при использовании общезвестного методического приема — определения микробного числа на казеиновом агаре (казеиновый бульон с добавлением 2% агара-агара).

Общий азот в культуральной жидкости *H. eutropha* Z-1 определяли по Кьельдалю, сахара — эбулнотатическим методом.

Данные, полученные при постановке основного опыта (см. табл.), показывают, что только *E. coli* способна развиваться на среде Шлегеля.

В культуральной жидкости *H. eutropha* Z-1 ни один из выбранных нами тест-микроорганизмов не развивался.

Биохимический анализ культуральной жидкости показал отсутствие общего азота и сахаров.

### Заключение

Способность *E. coli*, непротеолитического микроорганизма, расти на среде Шлегеля была бы трудно объяснимой, но в литературе встречаются данные, свидетельствующие о способности этого микроба расти даже в дистиллированной воде [4, 5, 6, 7].

Известно [3] также о повторном использовании среды, в которой росли водородные бактерии, для выращивания водородных же бактерий. Следовательно, водородные бактерии не выделяют продуктов метаболизма, действующих губительно на клетки данной популяции. Но тест-микроорганизмы не росли на культуральной жидкости *H. eutropha*. Поэтому появилась необходимость проверить наличие в среде таких продуктов обмена, которые являлись бы питательными веществами для других бактерий. Биохимические анализы показали отсутствие азота и сахаров в культуральной жидкости *H. eutropha*. Это происходит, очевидно, потому, что в опыт бралась культуральная жидкость популяции, только что вышедшей в стационарную фазу роста. Небольшое количество азота в среде было использовано клетками растущей популяции, а в первые часы линейного роста погибает недостаточное количество клеток для того, чтобы обогатить культуральную жидкость азотом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Войтович Л. В., Грихутникова Г. П., Михайлов В. И., Пономарев П. И. Прикл. биохимия и микробиол., т. 7, вып. 2, 183—188, 1971.
2. Назаренко Т. О. Материалы республиканской конференции «Внедрение научных исследований молодых ученых в производство», Кишинев, 1972, стр. 207—208.
3. Пономарев П. И., Войтович Л. В., Анистратова Н. А., Артиух Н. Г., Терсков И. А. В сб.: «Микробиология и научно-технический прогресс» (тезисы докладов IV съезда Всесоюзного микробиологического общества). Минск, 1971, стр. 131—132.
4. Favero M. S., Carson L. A., Bond W. W., Petersen N. J. Science, 173, 3999, 836—838, 1971.
5. Korogodin V. I., Socurova E. N. Studia bioph., 17, 2, 71—78, 1969.
6. Myasnik M. N., Safiyasov Zh. S., Akhmedova D. U., Simonyan N. V. Studia bioph., 17, 2, 55—62, 1969.
7. Myasnik M. N., Safiyasov Zh. S., Akhmedova D. U., Simonyan N. V., Korogodin V. I. Studia bioph., 17, 2, 63—70, 1969.

Н. В. СЕРГЕЕВА, Ф. Д. КОСТИК,  
С. П. ИЛЬИНСКАЯ, Г. А. БРУНЬ, С. М. БОБНЕВА

## ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СРЕДЫ В СВЯЗИ С СИНТЕЗОМ ПЕКТОЛИТИЧЕСКИХ ФЕРМЕНТОВ ГРИБОМ *RHIZOPUS ARRHIZUS* FISCHER

Ранее было установлено, что культура гриба *Rh. arrhizus*, выращенная глубинным методом, является хорошим продуцентом пектолитических ферментов [1, 6, 7]. В связи с этим представляло интерес выделить препарат пектиназы при глубинном выращивании данного гриба не только в лабораторных, но и в полупроизводственных условиях и при этом рассмотреть изменения некоторых показателей состава среды с точки зрения необходимости технологического контроля при производстве ферментных препаратов.

### Методика исследования

Выращивание культуры гриба *Rh. arrhizus* проводилось на опытно-промышленной установке Краснодарского комбината биохимических и витаминных препаратов. Культивирование гриба осуществлялось в ферментаторах емкостью 1000 л с рабочим объемом среды 500—700 л. Среда для выращивания гриба была следующего состава (в %): свекловичный жом — 1,5; кукурузная мука — 0,5; глюкоза — 0,1 или виноградные выжимки (сладкие) — 1,5; сернистый магний — 0,05; сернистый аммоний — 0,2; сернистый цинк — 0,01, рН среды составлял 4,5—4,8. Среду нейтрализовали серной или ортофосфорной кислотами. Длительность ферментации 44—48 часов при температуре 30—32°C, аэрация 1:2,5 при периодическом перемешивании в течение 5—10 минут через 1 час.

Для засева ферментаторов материал готовили в колбах Эрленмейера емкостью 700—1000 мл. Концентрация посевного материала не превышала 5%.

В колбах состав среды полностью воспроизводился в дальнейшем как и для ферментаторов. Выращивание посевного материала гриба проводилось на качалках со скоростью 180—200 об/мин в течение 36—48 часов при температуре 28—30°C.

В период выращивания культуры гриба на опытно-промышленной установке отбирались пробы, в которых определяли величину рН (потенциометрически), содержание водного пектина (весовым Са-пектатным методом), содержание сахаров (по Бертрану), аммиачный азот (микромедным способом), содержание минерального фосфора (калориметрически), пектолитическую активность (вискозиметрически).

### Результаты исследований

При выращивании гриба в глубинных условиях очень важно определить срок, соответствующий максимальному накоплению ферментов. Для различных видов грибов эти сроки неодинаковы. Так, Херсонова и др. [11] указывали, что наиболее интенсивное накопление пектиназы



в культуре гриба *As. niger* наблюдается только через 65—72 часа. Чтобы определить максимум накопления ферментов в культуре гриба *Rh. arrhizus* мы изучали образование пектолитических ферментов в процессе роста гриба в динамике (табл. 1).

Таблица 1

Изменение пектолитической активности культуральной жидкости при выращивании гриба *Rh. arrhizus*

Фермент и состав среды	Время инкубации, часы										
	0	12	24	32	40	44	48	52	56	60	64
Пка, %	—	—	46	48	61	63	59	59	60	60	60
pH	4,8	4,5	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8	3,1	3,0	2,9	2,8
Глюкоза, мг/мл	0,29	0,26	0,13	0,08	0,06	0,03	0,05	0,03	0,05	0,04	0,02
Сахароза, %	0,87	0,54	0,20	0,23	0,04	0,10	0,56	0,32	0,31	0,27	0,21
Фосфор, %	193	82	56	55	46	32	28	33	31	32	33
Азот, мг/%	65	64	44	44	63	70	35	44	40	35	42

Было установлено, что активность пектолитических ферментов в глубинной культуре *Rh. arrhizus* достигает максимума через 40—44 часа, в дальнейшем она незначительно возрастает и наступает торможение синтеза ферментов.

Постоянный контроль за pH культуральной среды показал, что в первые 12 часов выращивания гриба *Rh. arrhizus* концентрация водородных ионов изменяется незначительно и только через 12—24 часа выращивания наблюдается резкое возрастание кислотности среды до 2,8—3,1.

По данным Работновой [8], Херсоновой и Морозовой [11], многие организмы способны регулировать pH среды, выделяя в нее кислые, щелочные и нейтральные продукты обмена, тем самым удерживая pH на оптимальном для своего развития уровне. По-видимому, при выращивании гриба *Rh. arrhizus* параллельно с биосинтезом пектолитических ферментов, синтезируются и органические кислоты, которые и изменяют pH среды в кислую сторону. В дальнейшем культивирование гриба в течение 64 часов показало, что pH среды стабилизируется и находится в тех же пределах, что и после 24-часового культивирования. По-видимому, продукты реакций тормозят синтетические процессы, причастные к синтезу органических кислот.

Таблица 2

Изменение pH среды и содержания растворимого пектина при культивировании гриба *Rh. arrhizus*

Время инкубации, часы	pH среды						Пектин, %			
	Повторности									
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV
0	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	1,6	1,6	1,35	1,7
12	4,5	4,5	4,4	4,7	3,9	4,6	1,2	1,4	—	—
24	3,1	3,1	2,8	3,5	3,4	2,5	0,98	1,2	0,90	—
32	3,1	3,0	3,1	3,3	3,1	2,5	0,66	0,3	0,60	—
40	3,0	3,0	2,8	3,2	3,0	3,0	0,24	0,3	0,45	—
44	2,8	2,9	2,9	3,0	3,0	3,0	0,24	0,3	0,40	—
48	2,8	2,8	3,0	3,0	3,0	3,0	0,24	0,2	0,06	—

Изменение содержания воднорастворимого пектина в культуральной жидкости показано в табл. 2 (пектин вносили в виде свекловичного жома).

Из данных табл. 2 видно, что в среде после стерилизации (контроль) и в пробах из культуральной жидкости после инкубации культуры гриба содержание воднорастворимого пектина значительно снижается. Так, через 24 часа выращивания содержание его в среде на 50—65% меньше по сравнению с исходной концентрацией, а через 32 часа его остается не более 0,2—0,6%. Начиная с этого периода в культуральной жидкости заметно повышается содержание пектолитических ферментов. Таким образом, с уменьшением содержания пектина в культуральной среде начинается интенсивный процесс биосинтеза ферментов, и только тогда пектолитическая активность достигает максимума — 61—65%. По времени этот период наступает от 32 до 44 часов.

Таблица 3

Изменение содержания растворимых сахаров в культуральной жидкости при выращивании гриба *Rh. arrhizus*

Срок выращивания, часы	Глюкоза мг/мл			Сахароза, %		
	Повторности					
	I	II	III	I	II	III
0	0,30	0,29	0,28	1,0	1,22	0,63
12	0,28	0,26	0,29	1,0	1,33	0,92
24	0,18	0,13	0,26	0,7	0,83	1,08
32	0,14	0,08	0,13	0,50	0,71	1,10
40	0,10	0,06	0,16	0,7	0,52	1,02
44	0,02	0,03	0,07	0,67	0,52	0,96
48	0,04	0,05	0,07	0,61	0,50	0,74

Как происходит изменение содержания в культуральной жидкости глюкозы и сахарозы видно из данных табл. 3. Исходная концентрация моносахаров, введенных в среду со свекловичным жомом и виноградными выжимками, невелика, и через 24—32 часа отмечаются следы глюкозы, даже в том случае, когда она добавляется в среду; что касается сахарозы, то процесс поглощения её идет также в течение всего

Таблица 4

Динамика содержания аминокислотного азота и фосфора в питательной среде при выращивании гриба *Rh. arrhizus*

Время выращивания	Азот, мг%			Фосфор, мг%			
	Повторности						
	I	II	III	I*	II	I**	II
0	70	65	59	22,0	13,0	19,3	187
12	70	64	55	26,0	12,0	82	188
24	63	44	47	23	17,0	56	56
32	37	44	36	0,01	0,03	55	47
40	32	63	34	0,02	0,04	32	33
44	26	35	28	0	0	28	31
48	22	33	28	0	0	22	80

\* Контроль — питательная среда без добавления ортофосфорной кислоты.  
\*\* Питательная среда с ортофосфорной кислотой.



периода культивации гриба, но неактивно, поэтому даже после 48 часов инкубации смеси содержание ее остается на высоком уровне.

Для выяснения влияния фосфора на рост и накопление ферментов был проведен опыт на среде с добавлением ортофосфорной кислоты, внесение которой уже не требовало применения другой кислоты с целью нейтрализации воды, используемой при изготовлении питательной среды (табл. 4).

Контролем служила среда без фосфорной кислоты. Было установлено, что фосфор необходим для роста гриба. Фосфор, введенный в среду, активно используется уже в течение первых 24 часов. По данным Херсоновой и др. [10], оптимальное количество неорганического фосфора для гриба *As. niger*, необходимое для поддержания биосинтеза ферментов, составляет 8—10 мг%, т. е. 0,04—0,05% в пересчете на  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ . В наших исследованиях при выращивании гриба *Rh. arrhizus* внесение ортофосфорной кислоты не влияло на активность фермента. По-видимому, того количества фосфора, которое вносилось с кукурузной мукой, виноградными выжимками и свекловичным жомом вполне достаточно для роста гриба. Предварительно было установлено, что фосфор в кукурузной муке, виноградных выжимках и свекловичном жоме составляет 12—22%.

Для роста гриба и образования им продуктов обмена необходимы азотистые вещества. Содержание аминного азота в культуральной среде при росте гриба изменяется незначительно.

### Выводы

1. Максимальный выход пектолитических ферментов при глубинном культивировании гриба *Rh. arrhizus* наступает через 40—44 часа.
2. Величина рН культуральной среды изменяется в течение 24 часов, достигая при этом рН 2,8—3,2, затем рН среды стабилизируется в этих пределах.
3. Воднорастворимый пектин используется микроорганизмами очень энергично, уже через 24 часа выращивания содержание пектина в среде снижается на 50—60%.
4. Фосфор поглощается грибом наиболее интенсивно в течение 12—24 часов выращивания.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Белозерский А. Н., Проскурянов Н. И. Практическое руководство по биохимии растений. М., изд-во «Советская наука», 1951.
2. Билай В. И. Биологически активные вещества микроспорических грибов. Киев, изд-во «Наукова думка», 1965.
3. Бобраков В. П. Консервная и овощесушильная промышленность, № 2, 20, 1963.
4. Виленская Е. И. Сб.: Пищевая промышленность ЦИНТИ пищепром, № 6, стр. 63, 1961.
5. Ильинская С. П., Прудская Н. А., Костик Ф. Д. Известия Академии наук МССР, Серия биолог. и хим. наук, № 4, 42—44, 1970.
6. Ильинская С. П., Костик Ф. Д., Чебан И. А. Известия Академии наук МССР, Серия биолог. и хим. наук, № 5, 51—54, 1971.
7. Моисеенко Л. Ф., Белоконов Н. И. Виноделие и виноградарство СССР, 7, 45, 1960.
8. Работнова И. А. Журнал общей биологии, т. 21, 5, 1960.
9. Трофименко Н. М., Чебан И. А., Щербаков М. А., Тихонова Н. П. Известия Академии наук МССР, Серия биолог. и хим. наук, № 2, 25.
10. Херсонова Л. А. Спиртовая и ферментная промышленность, № 3, 15, 1964.
11. Херсонова Л. А., Морозова В. Т. Сб. Трудов ВНИИФС, вып. 7, 1967, стр. 18.

Л. П. КОВАЛЬЧУК,  
А. Т. ДОНЕЦ, П. Н. РАЗУМОВСКИЙ

### ФОСФОЛИПИДЫ *ACTINOMYCES CANOSUS* 89

Фосфолипиды, являющиеся структурными элементами клеточных мембран, участвуют в метаболизме аминокислот, синтезе белковой молекулы, выполняют важные функции в обмене веществ микроорганизмов [10, 12].

Биосинтез общего комплекса, а также химический и жирнокислотный состав фосфолипидов изучен у некоторых бактерий и грибов [3, 4, 13, 14]. В меньшей степени изучен биосинтез и фракционный состав фосфолипидов у актиномицетов [8, 11].

В настоящей работе приводятся результаты изучения биосинтеза и фракционного состава фосфолипидов из мицелия *Act. canosus* 89 при выращивании на синтетической среде Дюлонэ с различными добавками.

### Методика

Для исследования использовали музейный штамм *Act. canosus* 89, который выращивался глубинным методом на синтетической среде Дюлонэ. В среду вносили пантотенат кальция — 5 мг/л, β-аланин — 5 мг/л, биотин — 40 мг/л, тиамин — 100 мг/л, аспарагин — 0,2%, пропанол — 0,2%, янтарную кислоту — 0,2%, ацетат натрия — 0,2%, рН сред — 7,0. Культивирование проводили в колбах на 1 л с 200 мл среды на качалке (180 об/мин) при 27—28°C.

Внутриклеточные липиды выделяли экстракцией смесью хлороформ-метанол 2:1 [9]. Выход липидов рассчитывали на вес сухой биомассы. Выделение фосфолипидной фракции проводили по методике [1].

Для разделения фосфолипидов использовали одномерную хроматографию в системе хлороформ-метанол-25%  $\text{NH}_3$ -вода (140:50:7:3). Вещества идентифицировали по величине  $R_f$ , используя литературные данные [5, 6, 15, 16] и при помощи специфических реактивов [2].

Фосфолипиды обнаруживали йодом, фосфорномолибденовой кислотой, родамином 6Ж, нингидрином [5, 6, 16].

### Результаты исследования

Образование липидов и фосфолипидов у *Act. canosus* 89, при выращивании на среде Дюлонэ с различными добавками, изучали на пятые сутки роста (стационарная фаза). Интенсивность накопления общих липидов зависела от компонента, добавляемого в среду (рис. 1). Так, добавление тиамина и аспарагина снижало биосинтез липидов (7,0% и 6,3% от сухой биомассы) по сравнению с контролем (8,1%). При введении в питательную среду β-аланина, биотина, ацетата Na количество общего содержания липидов постепенно увеличивалось, но максимальное их образование наблюдалось в вариантах с добавлением пантотената кальция и янтарной кислоты.

Относительное содержание фракции фосфолипидов в сумме липидов и их количество на единицу биомассы отличалось от контрольных по-



казателей (рис. 1, 2). Несмотря на увеличение содержания липидов в мицелии при внесении в среду биотина, янтарной кислоты и ацетата натрия, количество фосфолипидной фракции убывало. При добавлении пропанола наблюдается тенденция к снижению биосинтеза фосфолипидов.

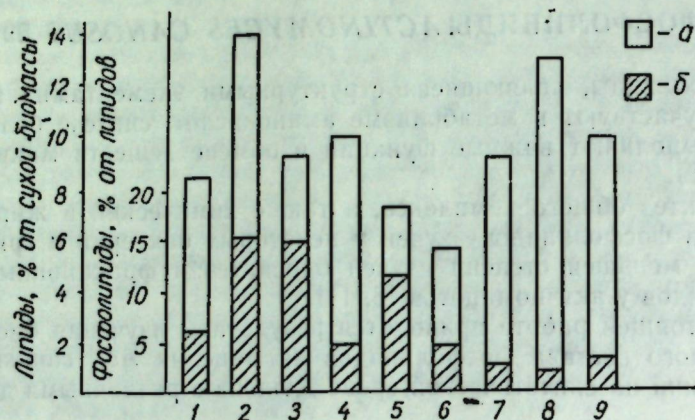


Рис. 1. Изменение содержания общих липидов и фосфолипидов у *Act. canosus* 89 в зависимости от добавления различных веществ к среде Дюлонэ:

а — липиды, б — фосфолипиды; 1 — среда Дюлонэ (контроль), 2 — пантотенат кальция, 3 — β-аланин, 4 — биотин, 5 — тиамин, 6 — аспарагин, 7 — пропанол, 8 — янтарная кислота, 9 — ацетат натрия

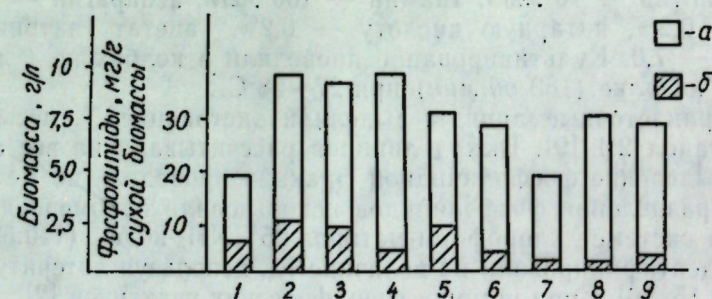


Рис. 2. Выход биомассы и фосфолипидов *Act. canosus* 89 на среде Дюлонэ при внесении различных компонентов

Максимальное количество фосфолипидов наблюдалось на среде с добавлением пантотената кальция (14,4% от общих липидов) по сравнению с контролем (5,9%).

Содержание фосфолипидов в пересчете на единицу биомассы актиномицета указывает на то, что добавляемые в среду компоненты проявляют неодинаковое действие на интенсивность синтеза фосфолипидов (рис. 2). Количество фосфолипидов на грамм сухой биомассы в присутствии вышеуказанных компонентов варьировало от 0,7 до 10 мг. Биосинтез фосфолипидов активировался введением в среду пантотената Са, β-аланина и тиамина, что сказывалось на содержании фосфолипидов в пересчете на единицу биомассы (до 10 мг/г биомассы). При повышенном накоплении биомассы в варианте с биотином содержание фосфолипидов было ниже, чем в контроле. Аналогичное явление наблюдалось и в вариантах с добавлением пропанола и ян-

тарной кислоты, где количество фосфолипидов снижалось до 1—0,7 мг в единице биомассы относительно контроля.

Далее был изучен фракционный состав фосфолипидов *Act. canosus* 89, выращенного на синтетической среде Дюлонэ. С этой целью было проведено хроматографирование фосфолипидов в системе хлороформ-метанол-25% NH<sub>3</sub>-вода (140:50:7:3). Полученные данные показали, что фосфолипиды *Act. canosus* 89 содержат 7 групп соединений с Rf 0,72; 0,66; 0,49; 0,43; 0,23; 0,18; 0,08, причем пятна с Rf 0,72; 0,66 и 0,49 выявляются в значительных количествах, а пятна с Rf 0,23, 0,18 и 0,08 обнаруживаются в виде следов.

Все выявленные соединения давали положительную реакцию с йодом и фосфорномолибденовой кислотой, а с нингидрином — только соединения с Rf 0,66; 0,49; 0,23.

После обработки раствором роданина 6Ж полученные соединения отвечали желтым и сиреневым цветом (см. табл.).

Таблица  
Идентификация фракций фосфолипидов *Act. canosus* 89, разделенных методом однополярной ТСХ на силикагеле

Хроматографическая подвижность Rf	Реактивы				Идентифицированные фосфолипиды
	под [7]	фосфорномолибденовая кислота [16]	нингидрин [16]	роданин 6Ж (свечение в УФ лучах) [6]	
0,72	+	+	—	Желтое	Фосфатидилглицерин
0,66	+	+	+	•	Дифосфатидилглицерин
0,49	+	+	+	•	Фосфатидилэтаноламин
0,43	+	+	—	Сиреневое	Фосфатидилдиэтаноламин
0,23	+	+	+	•	Фосфатидилхолин
0,18	+	+	—	•	Неидентифицированная фракция
0,08	+	+	—	•	Фосфатидилинозит

Сравнение полученных величин Rf с литературными данными [15] позволяет считать, что все выявившиеся группы соединений являются фосфолипидами.

На основании данных хроматографической подвижности и качественных реакций (см. табл.) можно сделать вывод, что в состав фосфолипидов *Act. canosus* 89 входят соответственно фосфатидилглицерин, дифосфатидилглицерин, фосфатидилэтаноламин, фосфатидилдиэтаноламин, фосфатидилхолин, неидентифицированная фракция и фосфатидилинозит. Причем основную часть фосфолипидов *Act. canosus* 89 составляют фосфатидилглицерин, дифосфатидилглицерин и фосфатидилэтаноламин. Фракции фосфатидилхолина, неидентифицированная и фосфатидилинозит выделяются в виде следов.

Таким образом, добавление вышеуказанных веществ к синтетической среде оказывает различное влияние на биосинтез фосфолипидов, липидов и биомассы, что свидетельствует об их активном действии на метаболизм актиномицета.

В результате хроматографического разделения фосфолипидов на отдельные фракции удалось обнаружить 7 фосфолипидных фракций, из которых более половины общего количества составляли фосфатидилглицерин, дифосфатидилглицерин и фосфатидилэтаноламин.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Баяджан Г. А., Вакулова Л. А., Дедюхина Э. Г., Бехтерева М. Н., Самохвалов Г. И. Микробиология, 37, 804, 1968.
2. Вакулова Л. А., Баяджан Г. А., Бехтерева М. Н., Самохвалов Г. И. Докл. АН СССР, 191, 696, 1970.
3. Григорян А. Н., Гуляева Н. Д., Ковалев А. П., Боровская А. А., Борисова И. А. Микробиол. синтез, вып. 5, 3, 1967.
4. Донец А. Т. Изучение биосинтеза липидов у некоторых сапрофитных микобактерий. Канд. дисс. Кишинев, 1971.
5. Дятловицкая Э. В., Торховская Г. И., Бергельсон Л. Ф. Биохимия, 34, 177, 1969.
6. Руководство по методам исследования, технико-химическому контролю и учету производства в масложировой промышленности. Л., кн. I, 1967, стр. 264.
7. Хроматография в тонких слоях. Под ред. Э. Шталя. М., 151, 483, 1965.
8. Brennan P. J., Lehane D. P. Lipids, 6, N 6, 401, 1971.
9. Folch J., Lees M. a. Stanley G. J. J. Biol. Chem., 18, 91, 1957.
10. Hunter G. D. a. Godson G. N. Nature, 189, 140, 1961.
11. Kataoka Tateshi, Nojima Shoshichi. Biochim. et biophys. acta. 144, N 3, 681, 1967.
12. Kennedy E. P. In the Harvey Lectures Acad. Press., ser. 57, 147, 1962.
13. LaBelle Young-soon Lee, Walker P. W. Amer. Rev. Respirat. Disease, 105, N 4, 625, 1972.
14. Makula R. A., Finnerty W. R. J. Bacteriol., 103, N 2, 348, 1970.
15. Seminario De Bohner L., Soto E. F., Cohan T. J. Chromat., 17, 513, 1965.
16. Wagner H., Horhammer L., Wolff P. Biochem. Z., 334, 175, 1961.

Д. И. АТАМАНИЮК, А. И. ГАРКАВЕНКО,  
А. М. ДУХОВНАЯ, В. Е. КОЗЫРИЦКАЯ

### БИОСИНТЕЗ НЕКОТОРЫХ МЕТАБОЛИТОВ АКТИНОМИЦЕТАМИ «ЖЕЛТОЙ» ГРУППЫ

В последние годы появилось много работ по изучению физиологически активных соединений, синтезируемых актиномицетами. Изучено образование антибиотиков, пигментов, витаминов, липидов и других соединений некоторыми представителями актиномицетов красно-оранжевой группы [3—6]. Менее выяснен вопрос в отношении синтеза этих соединений актиномицетами «желтой» группы.

Актиномицеты группы *Flavus* составляют 11—13% от общего количества актиномицетов, выделенных из черноземов и серо-коричневых почв юга СССР, в других типах почв эта группа составляет 6—8% [1].

В настоящей работе приводятся данные о способности актиномицетов «желтой» группы, выделенных из названных выше почв, синтезировать каротиноиды, липиды и их фракции.

#### Материал и методы исследования

В работе использовали 8 культур актиномицетов «желтой» группы, полученных из института микробиологии и вирусологии им. академика Д. К. Заболотного АН УССР №№ 2426, 2365, 1083, 831, 49, 195, 91 и 1631. Культивирование актиномицетов проводили на комплексной органической среде с кукурузной мукой (среда I) на качалке в колбах емкостью 1 л, содержащих 200 мл среды, при температуре 26—28°C. Ферментация 120 часов.

Пигменты из мицелия извлекали смесью ацетона с петролейным эфиром (1:1). Пигменты, переходящие в ацетон, не определялись.

Петролейно-эфирная фракция содержит каротиноидные пигменты, что установлено качественными реакциями с треххлористой сурьмой и концентрированной серной кислотой.

Учет биомассы, суммы общих липидов, их фракций и общего количества каротиноидов проводили ранее описанными методами [2].

#### Результаты исследований

Изучаемые культуры актиномицетов характеризуются содержанием внутриклеточных пигментов, которые закреплены в мицелии и не выделяются в культуральную среду. Полученные данные накопления биомассы, каротиноидных пигментов, общих липидов и их фракций представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

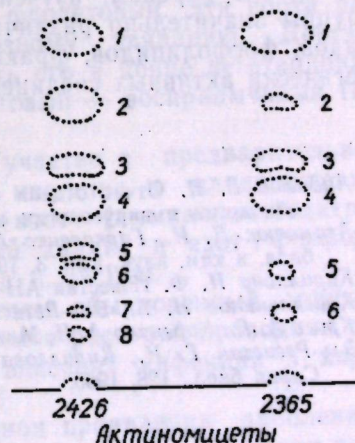
Накопление биомассы, каротиноидов и общих липидов культурами актиномицетов «желтой» группы

№ культуры	Сухая биомасса, г/г	Каротиноиды, мкг/г	Общие липиды, %
2426	16,9	184,0	9,0
2365	16,6	110,0	8,6
1083	16,6	следы	10,8
831	15,0	следы	7,4
49	15,6	20,0	8,3
195	17,5	66,0	10,0
91	18,6	25,0	12,7
1631	10,4	следы	8,9

Как видно из данных табл. 1, изучаемые культуры актиномицетов синтезируют каротиноиды, количество которых в зависимости от штамма варьирует в широких пределах: от следовых количеств до 180 мкг/г сухой биомассы. По продуктивности мицелия в отношении накопления каротиноидов выделяются культуры актиномицетов № 2426 и № 2365 (184,0 и 110,0 соответственно).

При разделении пигментов методом ТХ на окиси алюминия II степени активности в системе бензол:петролейный эфир:метанол:уксусная кислота (5:5:1:0,1) в комплексе пигментов актиномицета 2426 выявлено 8 компонентов, 7 из которых дали положительную реакцию на каротиноиды. И актиномицета 2365 получено 6 пигментных компонентов, 4 из них каротиноидной природы. Компоненты № 5 и № 8, обнаруженные у актиномицета 2426, отсутствуют в пигментном комплексе культуры 2365; компонент № 2 у этой культуры представлен в виде следов (см. рисунок).

Как видно из данных табл. 1, корреляция между накоплением биомассы,



Хроматографическое разделение пигментов мицелия актиномицетов 2365 и 2426



образованием каротиноидов и общих липидов у изучаемых культур актиномицетов не наблюдается.

Содержание липидов и их отдельных фракций, образующихся разными культурами, также неодинаково. Наибольшее накопление

Таблица 2

Фракционный состав липидов мицелия актиномицетов „желтой“ группы  
(% от общей суммы липидов)

Классы липидов	№ культуры						
	2426	2365	1083	831	49	195	91
Фосфолипиды	2,2	2,6	8,5	2,8		6,6	
Моноглицериды			4,7	3,0	7,8**	6,0	4,8**
Диглицериды	2,8*	5,2*	5,1	2,1		8,6	
Стерины	2,7	3,4	8,3	6,7	7,0	5,8	5,0
Неидентифицированные фракции I и 2	14,3	7,2	5,7	9,1	11,2	4,8	12,1
Свободные жирные кислоты	28,5	14,4	9,4	4,6	8,7	10,5	8,2
Триглицериды	36,4	38,5	38,8	43,0	65,0	36,0	30,7
Эфиры стериннов и углеводов	8,9	12,3	4,2	6,9	12,0	6,4	11,3

\* Сумма моно- и диглицеридов

\*\* Сумма фосфо-, моно- и диглицеридов

биомассы и содержание общих липидов отмечено у актиномицета 91. Культуры 2426 и 2365 отличаются от остальных по синтезу свободных жирных кислот и стеринной фракции. Для них характерен более высокий процент свободных жирных кислот — 28,5% у актиномицета 2426 и 14,4% у актиномицета 2365 и очень низкий процент стериннов — 2,7 и 3,4% соответственно.

Актиномицет 1083 в условиях нашего опыта образует следовые количества каротиноидов и 10,8% липидов с содержанием в них значительного количества фракции стериннов и фосфолипидов. Липиды актиномицета 49 отличаются от липидов других культур более высоким содержанием фракции триглицеридов (65%). Остальные актиномицеты также содержат довольно большой процент триглицеридов, от 30 до 43%.

Таким образом, изученные культуры актиномицетов «желтой» группы значительно различаются по синтезу каротиноидов, общих липидов, фосфолипидов, фракции стериннов, триглицеридов и других биологически активных соединений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреюк Е. И. Отчет отдела общей и почвенной микробиологии, института микробиологии и вирусологии им. акад. Д. К. Заболотного АН УССР, 1972.
2. Атаманюк Д. И., Гаркавенко А. И., Духовная А. М. Известия АН МССР, Серия биол. и хим. наук, вып. 3, 1972.
3. Кириллова Н. Ф. Известия АН СССР, Серия биол. и хим. наук, № 6, 879.
4. Красильников Н. А., Эль-Регистан Г. И. Микробиология, т. 133, № 4, 581, 1966.
5. Крисс А. Е., Кореняко А. И. Микробиология, т. 86, 686, 1939.
6. Эль-Регистан Г. И., Кириллова Н. Ф., Красильников Н. А. Известия АН СССР, Серия биол., 128, 1965.

## МИКОЛОГИЯ И ВИРУСОЛОГИЯ

И. С. ПОПУШОЙ, М. Е. ШТЕЙНБЕРГ, А. П. ХАРЬКОВА

### ОСОБЕННОСТИ УСТОЙЧИВОСТИ БАКЛАЖАНОВ К ВЕРТИЦИЛЛЕЗНОМУ УВЯДАНИЮ

Одной из основных мер борьбы с вертициллезным увяданием является выведение устойчивых сортов. Поэтому знание механизма проявления устойчивости и факторов, положительно влияющих на нее, играет определенную роль в селекционной работе.

Внешнее проявление заболевания не всегда может свидетельствовать о внутренних возможностях того или иного сорта, о степени его устойчивости к заболеванию.

Обилие примеров повреждения мицелия патогенных грибов в живых тканях растений, отличающихся по устойчивости, является основанием для использования анализа поведения патогена в качестве одного из критериев физиологической устойчивости растений.

Под влиянием удобрений, микроудобрений и других факторов защитные свойства растений могут усиливаться или уменьшаться. Это в свою очередь отражается на интенсивности процесса дегенерации и лизиса мицелия гриба в тканях питающего растения, ускоряя или замедляя процесс распада. Сравнительный гистологический анализ гриба, выявленного на двух сортах растений, различающихся по устойчивости, и выращенных на разных фонах удобрения, может дать некоторое представление о характере влияния тех или иных удобрений на устойчивость растения к вертициллезу.

Работу проводили с двумя сортами баклажанов — Донской улучшенный (получен в Молдавском научно-исследовательском институте орошаемого земледелия и овощеводства на базе районированного в Молдавии сорта Донской-14) и Длинный фиолетовый. Эти сорта различаются по устойчивости к вертициллезному увяданию. Донской улучшенный — выносливый (поражаемость его в конце вегетационного периода 1,5—2 балла). Длинный фиолетовый — восприимчивый (поражаемость — 2,5—3 балла).

Опытные растения испытывались на участке с предварительным (до посадки) и последующим (в период цветения и плодоношения) внесением удобрений по схеме: контроль, азот (аммиачная селитра), фосфор (суперфосфат), калий (хлористый калий) и азот+фосфор+калий из расчета N-150, P-150, K-100 кг д. н. на 1 га.

Почва на опытном участке — чернозем обыкновенный, мощный, тяжелосуглинистый. Искусственное заражение растений проводили грибом *Verticillium dahliae* Kleb. методом внесения инфекции в корневую шейку.

Для гистологического анализа в период проявления заболевания готовили срезы стеблей больных растений и заливали глицерин-желатином. Материал для препаратов отбирали в три срока от трех растений одного сорта (по всем вариантам и отборам). С каждого растения



готовили по два препарата. Всего было приготовлено 200 препаратов, которые микроскопировали и подробно описывали. Учитывали только срезы, прошедшие через некроз, и высчитывали среднее от числа некротизированных сосудов, сосудов с неповрежденным мицелием и т. д.

Для каждого образца просматривали и описывали 100 срезов, сделанных через некротизированные сосуды.

Таблица 1

Сравнительная интенсивность регрессивных изменений мицелия в растениях двух сортов баклажанов на разных фонах удобрений

Вариант	Сорт	Промо- смотро- сосудов	Некро- зиро- ванные сосуды	Сосуды с не- повре- жден- ным мице- лием	Сосуды с деге- нер- мице- лием	Сосуды с лизир- ован- ным мице- лием	Примечание
Контроль	Донской улучшен- ный	100	76	4	9	3	Некроз очень ин- тенсивной окраски
	Длинный фиоле- товый	100	85	23	1	1	
Азот Фосфор Калий	Донской улучшен- ный	100	57	7	1	20	
	Длинный фиолето- вый	100	63	10	4	3	
Азот	Донской улучшен- ный	100	63	1	2	3	
	Длинный фиолето- вый	100	62	2	2	7	
Фосфор	Донской улучшен- ный	100	71	11	0	5	
	Длинный фиолето- вый	100	74	15	0	3	
Калий	Донской улучшен- ный	100	62	12	2	2	
	Длинный фиолето- вый	100	100	29	3	1	

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что в контрольном варианте (без внесения удобрений) у растений сорта Донской улучшенный было на 9% меньше некротизированных сосудов, чем у растений сорта Длинный фиолетовый; в 6 раз меньше сосудов, заполненных хорошо развитым неповрежденным мицелием, и на 8% больше — с дегенерирующим мицелием. Данные гистологического анализа свидетельствуют о различиях в проявлении физиологического иммунитета у исследуемых сортов.

Особенно четко различия проявлялись в зависимости от некоторых удобрений. Так, на фоне полного минерального удобрения количество лизированного мицелия у сорта Донской улучшенный было в 7 раз больше, чем у Длинного фиолетового.

При внесении одного калийного удобрения большое различие между сортами наблюдалось в количестве некротизированных сосудов (Длинный фиолетовый — 100, Донской улучшенный — 62) и в количестве сосудов с неповрежденным мицелием соответственно — 29 и 12. В варианте с полным минеральным удобрением наибольшее число сосудов с лизированным мицелием отмечалось у устойчивого сорта (в 7 раз больше, чем в контроле). При внесении одного азота растения

обоих сортов проявили себя более выносливыми, чем в контроле, и менее — чем на полном удобрении. В варианте с фосфором оба сорта оказались менее устойчивыми, чем на азоте.

Таким образом, внесение азотных, и особенно комплексных, удобрений усиливает защитные свойства растений не только устойчивого, но и в какой-то мере восприимчивого сорта. Одностороннее удобрение калием или фосфором снижает защитные силы растений, и заметнее это проявляется у восприимчивого сорта. Так, под влиянием корневого питания выносливость растений может усиливаться или уменьшаться.

В настоящее время имеются сведения о том, что различия в реакции на инфекцию у устойчивых и восприимчивых растений связаны со специфическими особенностями их окислительных систем. Данные последних лет позволили установить, что внедрение инфекции в ткань зеленого растения сопровождается новообразованием ферментативно-активного белка, в подавляющем большинстве случаев — пероксидазы и полифенолоксидазы. Относительно активирования этих ферментов существуют самые противоречивые сведения [5].

Устойчивость хлопчатника к вилту также объясняется многими исследователями степенью активности ферментов. Так, по наблюдениям Ионесовой (1939), Аветисяна, Бабаяна (1951) (по Бабаеву [1]), у устойчивых сортов хлопчатника активность пероксидазы выше, чем у восприимчивых. Бабаев [1], проводивший иммунологические исследования вертициллезного вилта хлопчатника, определял активность некоторых ферментов в листьях здоровых и больных растений различных сортов, различающихся восприимчивостью к вилту. Он отмечает, что активность полифенолоксидазы резко ослабевала у растений, больных вилтом, причем у устойчивых сортов все же в меньшей степени, чем у сильнопоражаемых. Подобное явление наблюдалось им и в отношении пероксидазы, причем еще более ярко выражено.

Таблица 2

Локализация окислительных ферментов

Фермент	Эпимерис	Гиподерма	Колленима	Короная па- репхима	Эндодерма	Перицикл	Наружная флоэма	Камбий	Втор. ксилема	Перв. ксилема	Внутр. флоэма	Сердцевина	Перим. поло- кна
Пероксидаза	4	диффузное			0	0	0	5	4	3	0	0	3
Полифенол- оксидаза	4	1	0	0	3	0	3	5	4	2	0	0	3

Активность и локализация ферментов (табл. 2) исследовались нами гистохимическими методами на свежих срезах стеблей и побегов опытных растений. Оценка активности фермента давалась в баллах соответственно интенсивности окрашивания ткани. Пероксидаза выявлялась по Пирсу с бензидином (в описании Паламарчук [4]), полифенолоксидаза — по Бояркину [2] при помощи диметилпарафенилендиамина.

Как видно из данных табл. 2, наибольшая активность ферментов пероксидазы и полифенолоксидазы наблюдалась в зоне камбия и вторичной ксилемы.



Сравнительная активность этих ферментов у опытных сортов баклажанов здоровых и больных изучалась нами в динамике (табл. 3). Начиная с третьего дня после заражения отбирали образцы для гистохимического анализа. Первый отбор — через 3 дня после заражения, II — через 6 дней, III — через 12 и т. д.

Образцы отбирали от каждого пяти растений одного образца, срезы готовили одновременно.

Таблица 3

Сравнительная активность ферментов пероксидазы и полифенолоксидазы в двух сортах баклажанов (в баллах)

Сорт	Пероксидаза				Полифенолоксидаза			
	здоровые	больные до проявления болезни	больные после проявления болезни	в конце вегетации	здоровые	больные до проявления болезни	больные после проявления болезни	в конце вегетации
Донской улучшенный	3	4	4	4	3	4	3	3
Длинный фиолетовый	2	5	1	1	2	5	1	1

Изучение активности окислительных ферментов баклажанов показало, что в инкубационный период болезни происходит повышение активности пероксидазы и полифенолоксидазы, причем у более восприимчивого сорта более значительное (по сравнению с контролем, здоровым растением), чем у менее восприимчивого. После проявления заболевания активность окислительных ферментов у более восприимчивого сорта сильно падает и остается сниженной до конца вегетации.

У менее восприимчивого сорта это снижение было незначительным. Таким образом, у сорта Донской улучшенный разница в активности ферментов здорового и больного растения менее выражена, чем у сорта Длинный фиолетовый, как у более восприимчивого.

Гистохимический анализ по выявлению сравнительной активности окислительных ферментов был также проведен на исследуемых сортах в тепличных условиях в ноябре, декабре. Наблюдалось общее значительное снижение активности фермента полифенолоксидазы и повышение активности пероксидазы, по-видимому, в связи с изменением погодных условий. Эти данные согласуются с работами Лебедевой [3], проведенными на абрикосе, Сергеева и Сергеевой [6] — на черемухе и яблоне.

Что же касается динамики активности этих ферментов, то данные, полученные на растениях, выращенных в поле и в теплице, оказались идентичными.

Гриб *Verticillium dahliae*, проникая в растения баклажанов, нарушает ферментативную деятельность, причем в тканях менее восприимчивого сорта эти нарушения менее ощутимы и общий уровень деятельности окислительных ферментов оказывается выше. В период проявления болезни и по мере продвижения и роста мицелия гриба в тканях происходит снижение активности ферментов, у более восприимчивого сорта больше и значительнее. Это согласуется со сравнительной интенсивностью регрессивных изменений, имеющих место в сосудах древесины исследуемых растений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев Ф. А. Иммунологические исследования вертициллезного вилта (увядания) хлопчатника. Автореф. канд. дисс. Баку, 1971.
2. Бояркин А. Н. Труды ин-та физиологии растений АН СССР, т. 8, № 2, 1954, стр. 398—403.
3. Лебедева Г. А. Сб.: «Итоги научно-исслед. работы Северо-Кавказского зонального научно-исслед. ин-та садоводства и виноградарства». Краснодар, 1959, стр. 253—259.
4. Паламарчук И. А., Веселова Т. Д. Учебное пособие по ботанической гистохимии. М., Изд-во МГУ, 1965.
5. Рубин Б. А., Арциховская Е. В. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., изд-во «Высшая школа», 1968.
6. Сергеев Л. И., Сергеева К. А. «Физиология зимостойкости древесных растений». М., изд-во «Наука», 1964.

Ж. Г. ПРОСТАКОВА, Л. А. МАРЖИНА, Э. Д. КОГАН

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О СПЕЦИАЛИЗАЦИИ КОПРОФИЛЬНЫХ СУМЧАТЫХ ГРИБОВ

Известно, что грибы как паразитические, так и сапрофитные, обладают определенной и довольно строго выраженной приуроченностью к питающему субстрату, что обусловлено особенностями их ферментных систем. Но за последние годы в литературе появляются сведения об изменении специализации различных типов грибов.

Копрофильные грибы представляют собой хорошо обособленную группу, приспособленную к обитанию почти исключительно на экскрементах. Из сумчатых грибов специализированные копрофильные роды встречаются среди пиреномицетов — *Sordaria*, *Pleurage*, *Coniochaeta*, *Chaetomium*, *Delitschia*, *Sporormia* и дискомицетов — *Rhyarobius*, *Thelebolus*, *Coprobolus*, *Cheilymenia*, *Lasiobolus*, *Saccobolus*, *Ascobolus*. К некоторым из этих родов относятся отдельные виды, развивающиеся на растительных субстратах. Из них нами обнаружены: *Ascobolus denudatus* Fr. на ветвях грецкого ореха, *Ascophanus carneus* (Pers. ex Fr.) Boud. на листьях винограда, ветвях грецкого ореха, стеблях томата и капусты, *A. flavus* Karst. — на древесине винограда, *Coniochaeta kellermanii* (Ell. et Ev.) Munk, *C. pulveraceae* (Ehrh.) Munk, *C. subcorticalis* (Fuck.) Munk — на ветвях и древесине различных пород, *Chaetomium fieberi* Corda, *C. murorum* Corda, *C. crispatum* Fuck. — на древесине, листьях и стеблях. Некоторые представители этих родов, такие как *Coniochaeta ligniaria* (Grev.) Masee, *C. velutina* (Fuck.) Munk, *Chaetomium comatum* (Tode) Fr., *C. globosum* Kunze, *C. fimeti* Fuck., не являются строго специализированными и отмечаются как на экскрементах, так и на ветвях и стеблях, лежащих на земле. Нами они неоднократно были отмечены на ветвях грецкого ореха, винограда, смородины, стеблях томата, баклажана, капусты, листьях лука.

В литературе есть единичные упоминания о нахождении на экскрементах даже грибов — возбудителей заболеваний высших растений, в частности *Nectria coccinea* (Tode ex Fr.) Fr. (Syn. *N. ditissima* Tul.) [12].

Однако имеются строго специализированные роды копрофильных грибов: *Sordaria*, *Sporormia*, *Delitschia*, *Pleurage*. Случаи обнаружения их представителей на высших растениях редко отмечаются в литературе. Гуцевич [2] описала новый вид *Sordaria potentillae* Gusev. на



лапчатке. *S. discospora* (Auersw.) Niessl выделена со стеблей сухих трав [7]. *S. fimicola* (Rob.) Ces. et de Not. отмечена на крылатках семян клена, ясеня, реже желтой акации, ели, сосны [1], выделена из древесины вишни [3], с листьев винограда [6], указана на стеблях лопуха под названием *S. lappa* Pot. [8]. Нами *S. fimicola* выделена с листьев винограда и стеблей капусты, а *S. macrospora* Awd. найдена на ветвях грецкого ореха.

В роде *Pleurage* (*Podospora*) большинство из известных 17 видов — высокоспециализированные копрофильные грибы [10], и лишь некоторые развиваются на растительных остатках.

К таким видам относятся: *Podospora brassicae* (Klotzsch.) Wint. на стеблях крупных травянистых растений и *P. lignicola* (Fuck.) Wint. на древесине. Из копрофильной группы видов нами выявлены: *P. anserina* (Cesati) Kze на капусте, *P. curvula* (de Bary) Kze var. *coronifera* (Grove) Moreau на ветке ореха, *P. hirta* (Hansen) Moreau на ветвях грецкого ореха и капусты, *P. setosa* (Wint.) Kze на древесине грецкого ореха.

Еще более специализированы, почти исключительно копрофильные представители семейства *Sporormiaceae*, куда Мунком [11] отнесены роды *Sporormia*, *Delitschia* и *Perisporium*. Нами ранее уже сообщалось [4] о нахождении видов *Sporormia* на высших растениях. Одновременно были опубликованы сведения о находке *S. minima* Auersw. на ячмене в Узбекистане [5]. В недавно опубликованной работе [9], посвященной ревизии родов *Sporormia* и *Sporormiella*, авторы почти все строго специализированные виды *Sporormia* перевели в род *Sporormiella*, но виды, развивающиеся на растениях, не рассматривали. Из пяти обнаруженных в Молдавии видов *Sporormia* два — *S. notariisii* Carestia и *S. subticinensis* Mouton, по литературным данным, могут развиваться на отмерших частях растений. Первый найден на скорлупе грецкого ореха, второй — на ветвях винограда, грецкого ореха и стеблях баклажана. Виды *S. affinis* Sacc., *Womn. et Rouss.*, *S. minima* Auersw. и *S. oktamera* Awd. считаются очень строго специализированными копрофильными видами. Нами они впервые отмечены на растительных субстратах: первый — на древесине грецкого ореха, второй — на ветвях грецкого ореха, на стеблях томатов, баклажанов и капусты, а третий — на древесине черной смородины. Многие из приведенных видов *Sporormia* встречены неоднократно на таких несвойственных им субстратах, как ветви, стебли, скорлупа, древесина.

Найден также представитель рода *Delitschia* — *D. apiculata* Griff., который обильно развивается на черешках листьев и ветвях грецкого ореха и смородины.

Таким образом, несмотря на то, что у копрофильных грибов, как и у большинства сапрофитных сумчатых, наблюдается определенная субстратная специализация, следует всегда иметь в виду возможность перехода их на нетипичный субстрат. Это особенно нужно учитывать при определении и описании новых видов и не слишком полагаться на признак приуроченности к субстрату.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Брежнев И. Е., Ибрагимов Г. Г., Потлайчук В. И. Определитель грибов на плодах и семенах древесных и кустарниковых пород. М., 1962.
2. Гучевич С. А. Новости систематики низших растений. Л., изд-во «Наука», 1967, стр. 218.
3. Потлайчук В. И. Труды ВИЗР, вып. 29. Биология и систематика фитопатогенных грибов, ч. I. Л., 1970.

4. Простакова Ж. Г., Маржина Л. А., Коган Э. Д., Попшой И. С. Материалы VI симпозиума микологов и лихенологов Прибалтийских республик. Рига, 1971, стр. 54—56.
5. Расулов У. У., Кравцова Т. И. Биология, экология, география споровых растений Средней Азии. Ташкент, 1971, стр. 212—213.
6. Рудаков О. Л. Микофильные грибы и их значение в биологической борьбе с болезнями растений. Автореф. докт. дисс. Пушкин, 1972.
7. Частухин В. Я., Николаевская М. А. Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе. Л., изд-во «Наука», 1969.
8. Ячевский А. А. Определитель грибов, т. I, С-116, 1913.
9. Ahmed S. J., Cain R. F. Canadian Journal of Botany, v. 50, 1972, 419—477.
10. Moreau C. Les genres *Sordaria* et *Pleurage*, Encyclopedie mycologique, 25, 1954.
11. Munk A. Danish Pyrenomycetes. A Preliminary Flora. Copenhagen, 1957.
12. Walkey D. G. A., Harvey R. Trans. Br. mycol. Soc., v. 48, 35—37, 1965.

И. Г. ШРОИТ, В. П. КУЗНЕЦОВ,  
Л. А. АНИСИМОВА, Л. З. ЯКУБСОН

#### ДЕЙСТВИЕ ГЕТЕРОЛОГИЧНОГО ИНТЕРФЕРОНА НА ЛИМФАТИЧЕСКИЙ АППАРАТ

Как было установлено ранее [6], гомологичный интерферон повышает биологическую активность клеток ретикуло-гистиоцитарной системы, не вызывая в них цитопатических изменений и в значительной степени нейтрализуя вирус, предотвращает его цитопатическое действие на клетки лимфатического аппарата. Сходные данные получены Степанюком и Волчанецкой [5] в эксперименте на культуре клежок. Учитывая видовую специфичность действия интерферона, мы попытались в данной работе морфологически изучить его действие в гетерологичной системе.

#### Материал и методы

Экспериментальные животные — самцы морских свинок весом 450—500 г.

Интерферон. Использовались образцы производственных серий человеческого лейкоцитарного интерферона (ЧЛИ), приготовленные в Институте эпидемиологии и микробиологии им. Н. Ф. Гамалея. Препарат был стерильным и нетоксичным в культуре человеческих клеток. Активность ЧЛИ, определенная в культуре диплоидных клеток кожно-мышечной ткани эмбрионов человека (10-й пассаж) по задержке цитопатического действия вируса везикулярного стоматита, взятого в дозе 100 ТЦД<sub>50</sub>, была равной 250 ед/мл.

Контрольный препарат приготовлен в тех же условиях, что ЧЛИ и содержал соответствующее количество инактивированного вируса болезни Ньюкасла (ВБН), т. е. все, что входит в состав ЧЛИ в качестве «балласта».

Вирус. Использовался вакцинный штамм вируса кори Эдмонтон-Шварц-Чумаков (ЭШЧ), полученный из Киевского института эпидемиологии и микробиологии.

Постановка опыта. 70 морских свинок были разделены на 6 групп. 1) 21 морской свинке под кожу правого бедра вводили по 50 ед. (0,2 мл с активностью 250 ед/мл) ЧЛИ; забили их через 1, 4 и



10 суток: 2) 13 морским свинкам ввели по 0,2 мл контрольного препарата, содержащего остаточное количество инактивированного ВВН. Животных забивали на 1-й и 4-й день. 3) 12 животным вводили подкожно по 50 ед. ЧЛИ, а на второй день — 10000 ТЦД<sub>50</sub> вируса кори (штамм ЭШЧ); животных исследовали на 4-й и 10-й день. 4) Семи морским свинкам ввели подкожно по 50 ед. ЧЛИ, на следующий день — по 10000 ТЦД<sub>50</sub> вируса кори и через день — по 50 ед. ЧЛИ и забивали их на 10-й день. 5) Семи животным подкожно ввели по 10000 ТЦД<sub>50</sub> вируса кори и забивали их на 10-й день. 6) Контрольная группа — из 10 интактных животных.

Цитологические исследования. Кусочки селезенки и паховые (региональные) лимфатические узлы фиксировали в 10% нейтральном формалине и в смесях Карнуа и Ценкера. Парафин-целоидиновые срезы толщиной 2 мк окрашивали гематоксилином по Караччи и эозином. Для цитологических исследований срезы окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну и гемалауном Майера. Срезы просматривали под микроскопом с окуляром 10 $\times$  и прямоугольной диафрагмой площадью 15 мм<sup>2</sup> и иммерсионным объективом 90 $\times$ . Индексы митотической активности и альтерации определяли соответственно по количеству делящихся и дегенеративно измененных клеток на 10000 клеток фолликулов [6]. Патологические митозы классифицировали по Алову [1] и Блюмкину [2]. Определяли также суммарный индекс альтерации (индекс альтерации + число патологических митозов на 10000 клеток).

### Результаты и их обсуждение

Уже через сутки после подкожного введения ЧЛИ у морских свинок резко повысилась (300%) митотическая активность клеток фолликулов селезенки (табл. 1). В дальнейшем митотическая активность несколько снизилась, но к 10-му дню опыта все еще превышала ис-

Таблица 1

Действие гетерологичного интерферона (ЧЛИ) на лимфатический аппарат морских свинок

Показатели	Контроль	Дни опыта		
		1-й	4-й	10-й
Индекс митотической активности клеток фолликулов селезенки	27±2,8 100%	82±8,9 300% P <sub>к</sub> <0,001	55±7,1 200% P <sub>к</sub> <0,01	46±2,9 170% P <sub>к</sub> <0,001
Индекс альтерации клеток фолликулов селезенки	21±0,7 100%	85±7,5 400% P <sub>к</sub> <0,001	61±4,5 290% P <sub>к</sub> <0,001	55±5,2 260% P <sub>к</sub> <0,001
% патологических митозов в фолликулах селезенки	10±1,06 100%	16±2,3 160% P <sub>к</sub> <0,02	8±1,3 P <sub>к</sub> >0,1	10±1,14 P <sub>к</sub> >0,1
% патологических митозов в фолликулах региональных лимфатических узлов	7±0,9 100%	7,2±1,01	8,7±0,9 124%	8,5±1,1 121%
Суммарный индекс альтерации фолликулов селезенки	23,6±0,8 100%	98,4±10 400% P <sub>к</sub> <0,001	66,3±5,6 280% P <sub>к</sub> <0,001	60±4,6 250% P <sub>к</sub> <0,01

Примечание: P<sub>к</sub> — P по отношению к показателям контроля.

ходную на 170%. Параллельно этому изменялся и индекс альтерации (400, 290 и 260%), а также суммарный индекс альтерации (соответственно 400, 280 и 250% по отношению к исходным данным).

Учитывая, что ЧЛИ не является очищенным препаратом, проведено контрольное исследование действия «балластных» белков, входящих в состав интерферона. Оказалось, что через сутки после введения этого препарата индекс митотической активности повысился до 150% по сравнению с исходным и оставался на этом уровне и на 4-й день. Индекс альтерации в 1-е сутки опыта превышал исходный на 390%, а на 4-е сутки после введения возрос до 470% (все P<0,01).

Число патологических митозов при введении ЧЛИ увеличилось лишь в начале опыта (160% в первый день), а затем быстро нормализовалось. Среди патологических форм преобладали отставания в мета- и анафазах (на 1-й день — 62,5%, на 4-й день — 75%, на 10-й день — 70% общего количества патологических митозов).

Действие гетерологичного интерферона на клетки региональных лимфатических узлов было менее выраженным.

Так же, как и в ранее описанном опыте (см. сообщение I), вирус кори повысил митотическую активность (табл. 2) клеток фолликулов селезенки (233%). При этом значительно увеличилось индекс альтерации (380%) и частота патологических митозов (в селезенке — 160%, в лимфатическом узле — 121%). Среди патологических форм митозов преобладали (63%) отставания хромосом в мета- и анафазах, реже встречались многогрупповые мета- и анафазы, микроядра и др., т. е. летальные для клетки аномалии митозов.

Таблица 2

Влияние гетерологичного интерферона и вируса кори на лимфатический аппарат морских свинок

Показатели	Контроль	Вирус кори 10-й день	Интерферон + вирус		Интерферон + вирус кори + интерферон 10-й день
			4-й день	10-й день	
Индекс митотической активности клеток фолликулов селезенки	27±2,8 100%	63±5,9 233% P <sub>к</sub> <0,001	99±4,4 366% P <sub>к</sub> <0,001	55±5,5 204% P <sub>к</sub> <0,001	75±7,1 277% P <sub>к</sub> <0,001
Индекс альтерации клеток фолликулов селезенки	21±0,7 100%	79±7,5 380% P <sub>к</sub> <0,001	84±7,1 400% P <sub>к</sub> <0,001	53±5,4 250% P <sub>к</sub> <0,01 P <sub>н</sub> <0,02	82±6,4 400% P <sub>к</sub> <0,001 P <sub>н</sub> <0,02
% патологических митозов в фолликулах селезенки	10±1,06 100%	16±1,7 160% P <sub>к</sub> <0,01	17,2±2,2 170% P <sub>к</sub> <0,01	15±1,9 150% P <sub>к</sub> <0,01	14±1,4 140% P <sub>к</sub> <0,02
% патологических митозов в фолликулах региональных лимфатических узлов	7±0,8	8,5±2,1 P <sub>к</sub> >0,1	8,4±1,3 P <sub>к</sub> >0,1	6±1,87 P <sub>к</sub> >0,1	7±0,7 P <sub>к</sub> >0,1
Суммарный индекс альтерации фолликулов селезенки	23,6±0,8 100%	89,6±7,2 380% P <sub>к</sub> <0,01	101,1±8,5 428% P <sub>к</sub> <0,001	81,1±5,9 343% P <sub>к</sub> <0,01 P <sub>н</sub> <0,02	93,3±6,0 395% P <sub>к</sub> <0,01 P <sub>н</sub> <0,01

Примечание: P<sub>к</sub> — P по отношению к показателям контрольной группы;  
P<sub>н</sub> — P по отношению к группе, получавшей вирус кори;  
P<sub>н</sub> — P по отношению к группе, получавшей интерферон.



Подкожное введение 50 ед. ЧЛИ с последующим заражением ЭШЧ привело к более резкому нарастанию митотической активности клеток фолликулов селезенки (366% — на 4-й день и 204% — на 10-й день) и индекса альтерации (428% — на 4-й день и 343% — на 10-й день). Значительно увеличилась частота патологических митозов в фолликулах селезенки (170% — на 4-й день опыта, 150% — на 10-й день) и региональных лимфатических узлах (120% — на 4-й день). При этом преобладали отставания хромосом в метакинезе и при расхождении к полюсам, т. е. «легкие», нелетальные формы патологии митоза (60—65%). В профазе и телофазе встречались лишь единичные нарушения. У этой группы животных на 4-й день опыта был отмечен максимальный индекс митотической активности, равно как и индекс альтерации и количество патологических митозов.

Введение ЧЛИ до и после заражения морских свинок вирусом кори резко повысило пролиферацию ретикуло-гистиоцитарных элементов селезенки (277%), а также индекс альтерации (400%), суммарный индекс альтерации (395%) и частоту патологических митозов (140%). Как и во всех предыдущих группах, количество несмертельных для клетки нарушений митозов несколько превышало (57%) частоту летальных нарушений.

Как мы видели, вирус кори обусловил резкое нарастание цитопатических изменений в лимфатическом аппарате морских свинок (индекс альтерации — 380%, патологических митозов — 160%). Эти изменения являются закономерным проявлением коревой вирусной инфекции [6] и протекают на фоне повышенной митотической активности клеток селезенки; последнее сопряжено с иммунологической перестройкой клеток лимфатического аппарата [3, 4].

Сходную картину мы наблюдали и при введении гетерологичного интерферона. Человеческий лейкоцитарный интерферон, также как и вирус кори, вызывает у морских свинок резко выраженную пролиферацию ретикуло-гистиоцитарных элементов лимфатического аппарата (300%), сопровождающуюся цитопатическими изменениями (400%) и развитием патологических митозов (160%); пик наступает в первые сутки после введения препарата.

Более выраженная активация митозов при введении гетерологичного интерферона по сравнению с контрольным препаратом, содержащим только «балластные» белки (соответственно 300 и 150%), свидетельствует о том, что интерферон стимулирует биологическую активность клеток лимфатического аппарата даже в гетерологичной системе.

Что же касается упомянутых высоких показателей цитотоксического действия ЧЛИ, то их следует, видимо, целиком отнести за счет сопутствующих «балластных» белков, так как эти показатели удивительно совпадают с индексом альтерации, полученным в опыте с контрольным препаратом.

Введение гетерологичного интерферона не оказывало защитного противовирусного действия в том смысле, что не предотвратило развития цитопатических изменений, а напротив, еще более обострило. Так, на 4-й день опыта, значительно возросли цитопатические изменения (индекс альтерации достиг 400% по сравнению с исходными данными) и митотический индекс.

Подкожное введение ЧЛИ не предотвратило и возникновения патологических митозов (150—170% по сравнению с контролем) и не задержало развития аномалий митоза наиболее опасных, по мнению Aula [8], Nichols, Levan [9], в мутагенном отношении.

Сходный отрицательный эффект отмечен и при двукратном введении ЧЛИ (до и после заражения животных вирусом кори). Более того, двукратное введение ЧЛИ обусловило более распространенные цитопатические изменения, нежели однократное (индекс альтерации равен соответственно  $82 \pm 6,4$  и  $53 \pm 5,4$ ,  $P < 0,02$ ). Это примечательно, так как препарат ЧЛИ, проверенный по всем критериям, обязательным для медицинского препарата, является безвредным в гомологичной системе. Высокий индекс альтерации в данном случае, видимо, следует объяснить суммацией цитопатического эффекта, обусловленного, с одной стороны, коревой вакциной, а с другой — «балластными» белками, входящими в состав ЧЛИ.

Таким образом, полученные результаты подтверждают видовую специфичность защитного действия интерферона на клетки; при этом в гетерологичной системе интерферон, не очищенный от «балластных» белков, обладает цитотоксическими свойствами чужеродного антигена.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алов И. А. Вестник АМН СССР, 11, 58, 1965.
2. Блюмкин В. Н., Монастырева Л. А. Вопросы вирусологии, 4, 475, 1971.
3. Борисоглебская Н. В. Труды Московского института вирусных препаратов. М., 1961.
4. Залкинд С. Я. Доклады АН СССР, 119, 2, 365, 1958.
5. Степанюк Т. И., Волчанецкая Г. И. Образование и действие интерферона. Рига, 1972.
6. Шройт И. Г., Козлюк А. С. Коревой вакцины процесс. Кишинев, 1969.
7. Шройт И. Г. Корь. Патологическая анатомия, сравнительная патология, патогенез. Кишинев, 1970.
8. Aula P. Annales Acad. Scient. Fennicae A IV, Biologica, 89, Helsinki, 1965.
9. Nichols W. W., Levan A. Arch. f. d. virus forch. XVI, 1—5, 168, 1965.



## ПАРАЗИТОЛОГИЯ

Л. П. СПАСКАЯ, Р. П. ШУМИЛО

ОБЛИГАТНЫЕ ПАРАЗИТЫ (*CESTODA: DILEPIDIDAE*)  
ИВОЛГИ И СКВОРЦА МОЛДАВИИ*Icterotaenia galbulae* (Gmelin, 1790) Railliet et Henry, 1909

Рис. 1—5.

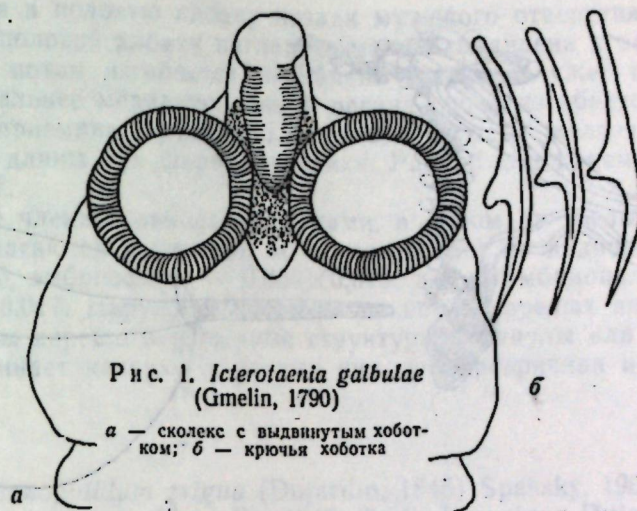
Хозяин: иволга — *Oriolus oriolus* (L.).

Место и время обнаружения: МССР, Глодянский район, Яблона, 14 и 15 VIII. 1967 г.; Григоринопольский район, Григоринополь, 22 VII. 1965 г.; Ниспоренский район, Лозово, 29 VI. 1963 г.; Новоаненский район, Гырбовец, 18 VI. 1966 г.; Страшенский район, Трушены, 29 V. 1965 г. Собрано 127 экз. паразитов, ЭИ — 22%, ср. ИИ — 18 экз.

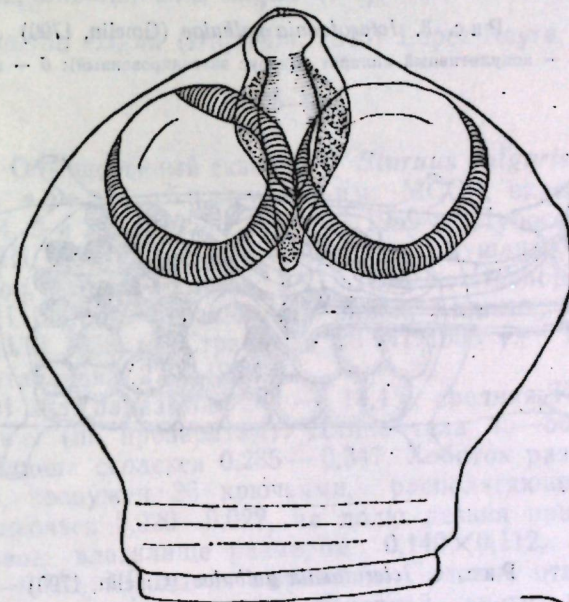
В 1790 г. Gmelin описал *Taenia galbulae*. В 1899 г. Cohn необоснованно отнес этот вид к роду *Choanotaenia* Railliet, 1896, в состав которого входят облигатные паразиты куриных и дневных хищных птиц, обладающие пучком атриальных щетинок и сетевидным яичником. Railliet и Henry в 1909 г. избрали этот вид типом нового рода — *Icterotaenia* Railliet et Henry, 1909. Lühe в 1910 г. перенес *T. galbulae* в род *Parachoanotaenia* Lühe, 1910; Скрыбин в 1914 г. — в род *Monopylidium* Fuhrmann, 1899; Joyeux и Baer в 1955 г. — вновь в род *Choanotaenia* Railliet, 1896, а Yamaguti в 1959 г. и Матевосян в 1963 г. — в род *Anomotaenia* Cohn, 1900. Последний объединяет дилепидид куликов и обладает характерными отличительными особенностями — яйца снабжены длинными филаментами. Роды *Monopylidium* Fuhrmann, 1899, и *Icterotaenia* Railliet et Henry, 1909, созданы авторами для дилепидид воробьиных птиц. Анатомо-морфологические признаки типовых видов каждого из них довольно близки, но, поскольку первоописание *Monopylidium musculosa* Fuhrmann, 1896, недостаточно полно, указанные роды объединить мы не можем.

Описание (по препаратам). Длина тела зрелой цестоды, состоящей из 30—40 члеников, равна 5—12 (здесь и далее промеры даны в мм), наибольшая ширина 0,85—1,2. Сколекс шириной 0,308, у многих экземпляров он сильно уплощен в дорсо-вентральном направлении и достигает ширины 0,442—0,504. Хоботок небольшой, размером 0,123—0,140×0,056—0,062; он вооружен 22—24 крючьями, располагающимися в два ряда. Длина крючьев I ряда 0,030—0,035; II — 0,028—0,031. На долю лезвия приходится 0,014—0,015. Хоботковое влагалище размером 0,168—0,235×0,095—0,134 содержит хорошо окрашивающиеся клетки. Присоски сдвинуты к переднему краю сколекса, достигают 0,162—0,168×0,129—0,157. Шейка или не выражена, или довольно четко вырисовывается, ее ширина 0,263—0,336.

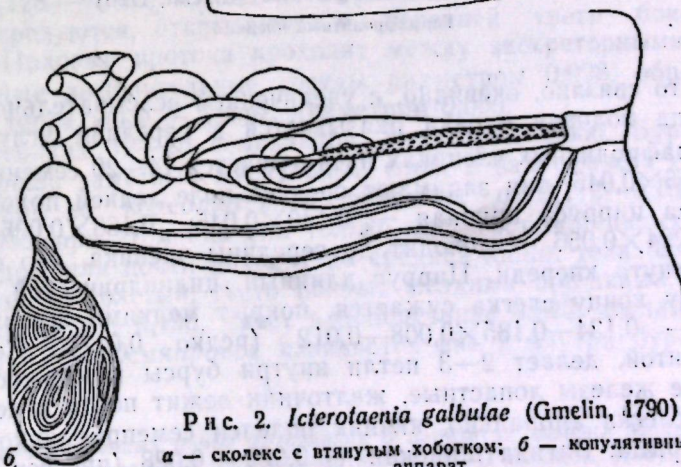
Вентральные экскреторные сосуды диаметром 0,017 образуют анастомозы, дорсальные — 0,005. Половые отверстия неправильно чередуются, располагаясь в передней половине бокового края члеников. Нередко боковые края зрелых гермафродитных члеников сильно вы-

Рис. 1. *Icterotaenia galbulae*  
(Gmelin, 1790)

а — сколекс с выдвинутым хоботком; б — крючья хоботка



а

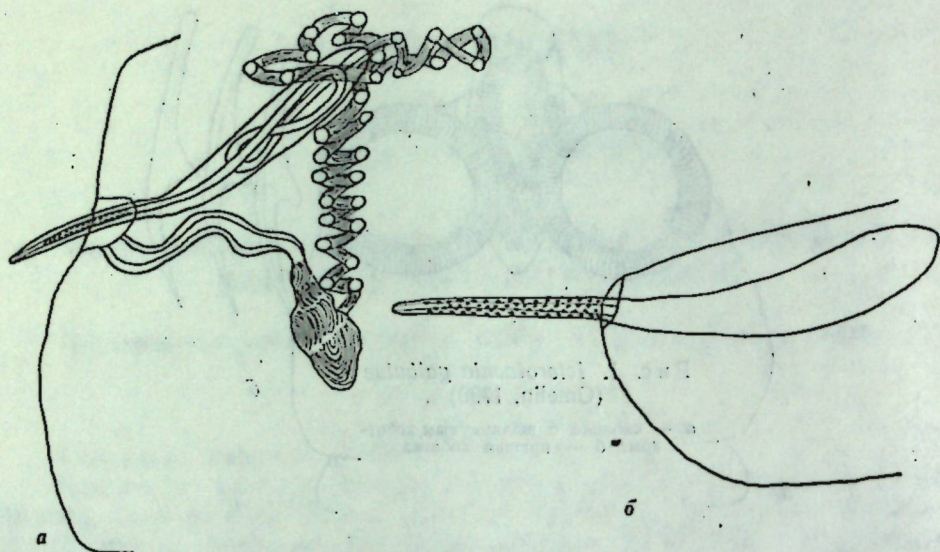


б

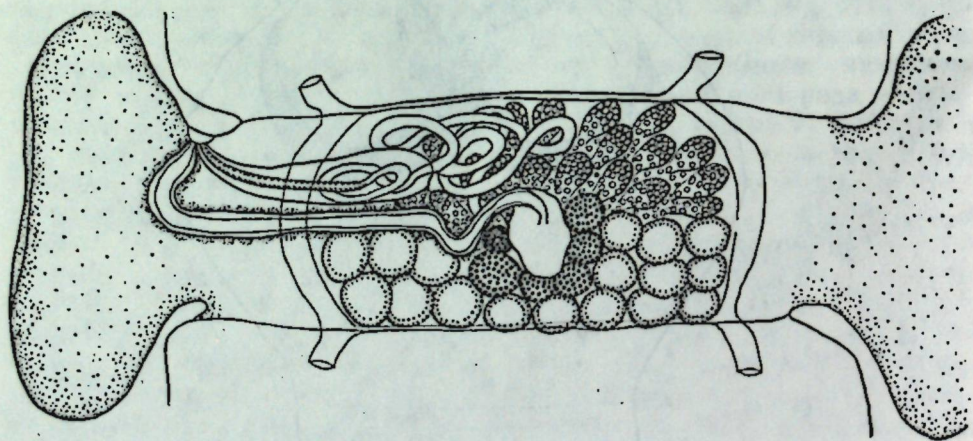
Рис. 2. *Icterotaenia galbulae* (Gmelin, 1790)

а — сколекс с втянутым хоботком; б — копулятивный аппарат



Рис. 3. *Icterotaenia galbulae* (Gmelin, 1790)

а — копулятивный аппарат (циррус эвагинированный); б — циррус

Рис. 4. *Icterotaenia galbulae* (Gmelin, 1790)

Гермафродитный членик

ступают, что связано, очевидно, с увеличением всасывательной поверхности, тогда половая клоака оказывается в переднем углу членика.

В гермафродитных члениках насчитывается 14—20 семенников размером  $0,056 \times 0,045$ , они занимают среднее поле задней половины членика. Бурса цирруса крупная —  $0,140 \times 0,045$ ;  $0,168 \times 0,035$ ;  $0,190 \times 0,040$ ;  $0,224 \times 0,056$  — доходит до середины членика, дно ее обычно слегка отогнуто кпереди. Циррус длинный, цилиндрической формы, к дистальному концу слегка сужается, покрыт мелкими шипиками. Его размеры —  $0,134—0,185 \times 0,008—0,012$  (редко  $0,017$ ). Семяпровод сильно извитой, делает 2—3 петли внутри бурсы и множество — вне ее. Женские железы лопастные, желточник лежит почти в центре членика, или слегка апорально, яичник поделен семеприемником на два неравных крыла. Вагина широкая —  $0,022—0,028$  (просвет ее  $0,012$ ),

открывается в половую клоаку позади мужского отверстия. Характерно, что от половой клоаки вагина сначала направлена к заднему краю членика, а потом изгибается медиально и лежит уже параллельно бурсе. Поральнее медианной линии вагина снова изгибается и переходит в семеприемник. Последний размещен впереди желточника по направлению длины или ширины членика. Размер семеприемника  $0,112—0,168 \times 0,067$ .

Зрелые членики заполнены яйцами, в одном из зрелых члеников они располагаются сетевидно, но стенок матки не видно. Размер яиц  $0,052 \times 0,050$ , эмбриофоры —  $0,050 \times 0,045$ , длина эмбриональных крючьев  $0,016—0,017$ . Наружная оболочка не вполне зрелых яиц толстая и в ней видны хорошо окрашенные структуры (гранулы или фибриллы), чем напоминает капсулу, у зрелых яиц она прозрачная и может разрушаться.

*Monopylidum exigua* (Dujardin, 1845) Spassky, 1968\*  
Syn.: *Taenia exigua* Dujardin, 1845; *T. (s. l.) exigua* Dujardin, 1845, Fuhrman, 1932, *Choanotaenia exigua* (Dujardin, 1845) Baylis, 1948;

*Anomotaenia exigua* (Dujardin, 1845) Lopez-Neyra, 1951.

Рис. 6—9

Хозяин. Обыкновенный скворец — *Sturnus vulgaris* L.

Место и время обнаружения: МССР, окрестности г. Кишинева, 24, 2, 4, 3 и 24 IX. 1958 г., 20 VIII. 1959 г.; Дубоссарский район, Котшица, 16 VIII. 1958 г.; Каушанский район, Каушаны, 24 VII. 1958 г.; Котовский район, Сарата-Галбенэ, 2 VII. 1958 г.; Ниспоренский район, Быковец, 14 VII. 1958 г.; Страшенский район, Гидигич, 2 VIII. 1958 г.; Гратиешты, 23 VII. 1958 г.; Страшены, 28 VII. 1958 г.; Тираспольский район, Незавертайловка, 27 X. 1958 г.

Собран 101 экз. паразитов, ЭИ — 18,4%, средняя ИИ — 4,8 экз.

Описание (по препаратам). Длина тела 45—50, наибольшая ширина 1,2. Ширина сколекса  $0,285—0,347$ . Хоботок размером  $0,100 \times 0,050—0,056$  вооружен 26 крючьями, располагающимися в два ряда. Длина крючьев  $0,020—0,022$ , на долю лезвия приходится всего  $0,005$ . Хоботковое влагалище размером  $0,140 \times 0,112$ , присоски диаметром  $0,123—0,162$ . Шейка не выражена. Половые отверстия неправильно чередуются, открываются в передней трети бокового края членика. Половые протоки проходят между экскреторными сосудами. Вентральные выделительные сосуды диаметром  $0,028$ , образуют анастомозы, дорсальные — узкие, диаметром  $0,006$ .

В члениках 12—25 семенников, диаметром  $0,056$ . Бурса цирруса имеет хорошо заметный мускульный слой, в зависимости от сокращения размеры ее колеблются в пределах от  $0,112—0,156 \times 0,056$  до  $0,162 \times 0,030$ , при этом она или только достигает поральных экскреторных сосудов, или почти доходит до средней линии тела. Циррус длинный, довольно толстый, густо покрыт мелкими шипиками. Эвагинированный на  $0,145—0,190$ , имеет в поперечнике  $0,022$ , дистальный конец сужен до  $0,014$ . Семяпровод извивается вне и внутри бурсы цирруса.

\* В опубликованных ранее материалах о паразитах скворца Молдавии этот вид был ошибочно определен как *Anomotaenia musculosa* (Fuhrmann, 1896).



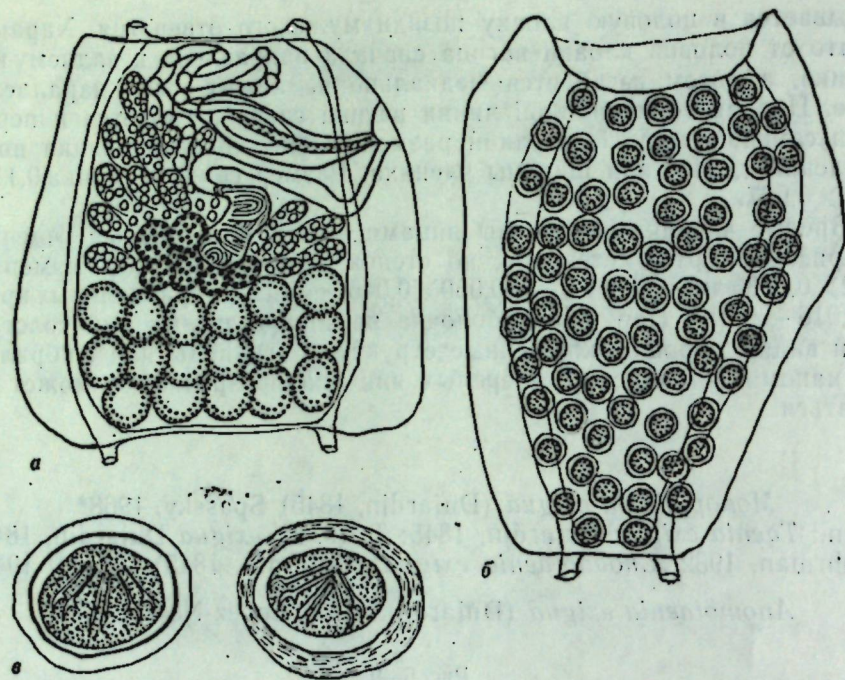


Рис. 5. *Icteroaenia galbulae* (Gmelin, 1790)  
Гермафродитный (а) и маточный (б) членики, яйцо (с)

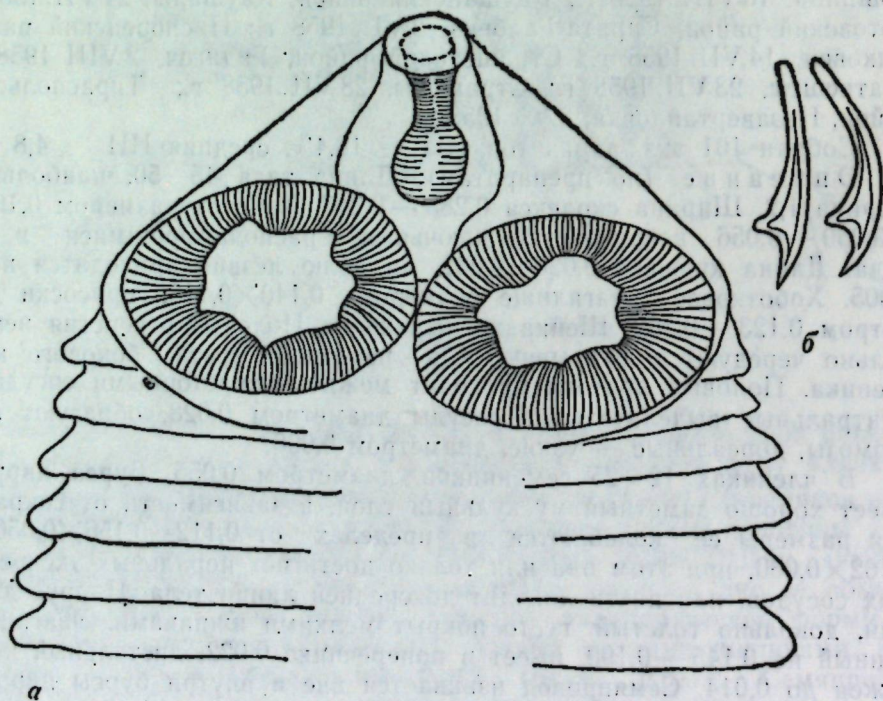


Рис. 6. *Monopylidium exigua* (Dujardin, 1845)  
а — сколекс; б — крючья хоботка

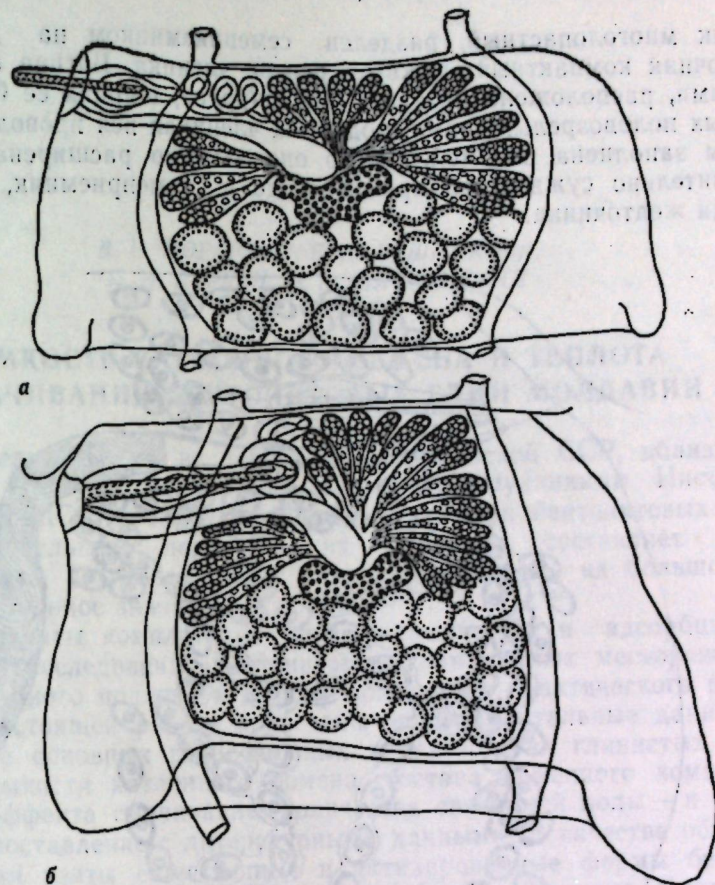


Рис. 7. *Monopylidium exigua* (Dujardin, 1845)  
Гермафродитные членики (а, б)

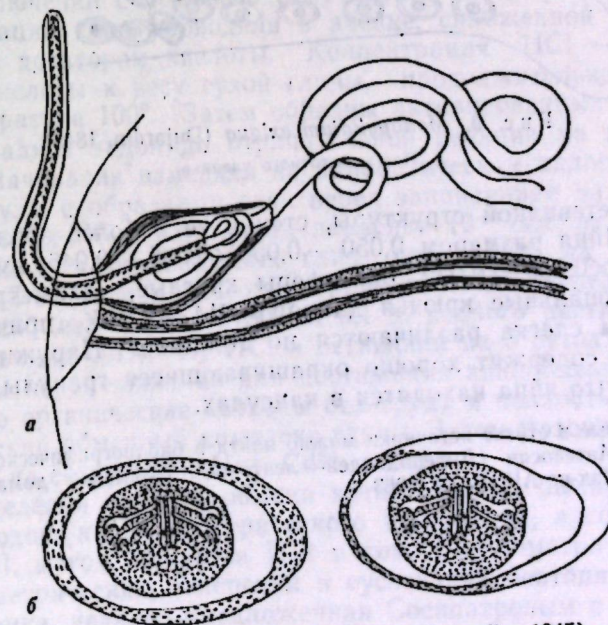


Рис. 8. *Monopylidium exigua* (Dujardin, 1845)  
а — циррус; б — яйца



Яичник многолопастный, разделен семяприемником на два крыла. Желточник компактный, лежит в центре членика. Вагина с толстыми стенками, расположена позади бурсы цирруса, ширина ее 0,028. В некоторых половозрелых гермафродитных члениках вся проводящая часть вагины заполнена спермой, отчего она заметно расширена и только незначительно суживается при переходе в семяприемник, лежащий впереди желточника.

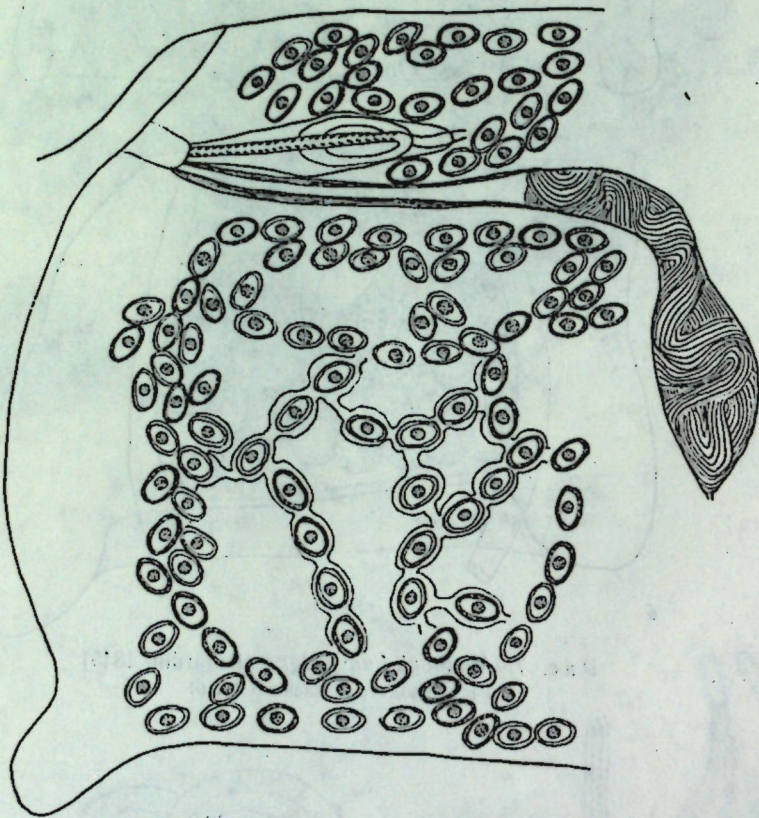


Рис. 9. *Monopylidium exigua* (Dujardin, 1845)

Часть маточного членика

Матка сетевидной структуры, стенки ее в более зрелых члениках незаметны. Яйца размером  $0,050 - 0,056 \times 0,035 - 0,045$ , эмбрионы —  $0,040 - 0,044 \times 0,030 - 0,039$ , онкосферы круглые, диаметром  $0,028 - 0,034$ . Эмбриональные крючья длиной  $0,014 - 0,015$ , причем крючья боковой пары слегка различаются по толщине. Наружная оболочка молодых яиц содержит хорошо окрашивающиеся гранулы и создается впечатление, что яйца находятся в капсулах.

Цитированные в статье источники можно найти в библиографическом списке монографии Е. М. Матевосян (Дилептидоидея — ленточные гельминты домашних и диких животных). М., Изд-во АН СССР, 1963 г.

## ХИМИЯ

В. Н. МОРАРУ, Л. Е. КАЛАШНИКОВА,  
П. Н. ЦУРКАН, В. Н. ШАФРАНСКИЙ

### ЕМКОСТЬ КАТИОННОГО ОБМЕНА И ТЕПЛОТА СМАЧИВАНИЯ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН МОЛДАВИИ

В последнее время на территории Молдавской ССР, вблизи сел Кочулия и Ларгуца Комратского района, сотрудниками Института геологии АН МССР обнаружены крупные залежи бентонитовых глин. По предварительным подсчетам их мощность составляет около 15 млн. т, что, безусловно, дает право предполагать их большое народнохозяйственное значение.

Нами начаты комплексные физико-химические и адсорбционно-структурные исследования бентонитовых глин данных месторождений с целью научного подхода к выбору области их практического применения. В настоящей работе приведены экспериментальные данные по определению основных гидрофильных характеристик глинистых минералов — емкости катионного обмена, состава обменного комплекса, теплового эффекта смачивания, количества связанной воды — и проведено их сопоставление с литературными данными. В качестве объектов исследования взяты естественные и активированные формы бентонитовых глин месторождений с. Кочулия, Ларгуца, Наславча, Проданешты, Ярово Молдавской ССР. Природные образцы освобождались от примесей и включений с помощью отмучивания и центрифугирования. Процесс активации глины проводили в ячейке, снабженной мешалкой, термометром и дозатором кислоты. Концентрация  $\text{HCl}$  — 15% при расходе 48% кислоты к весу сухой глины, продолжительности опыта 3 часа и температуре  $100^\circ$ . Затем образцы активированных глин тщательно промывались водой до отрицательной реакции на ион хлора.

Теплоту смачивания измеряли на адиабатическом калориметре [5]. Для этого ампулы с образцами глин перед запаиванием вакуумировали 5 час. при  $100 \pm 5^\circ\text{C}$  и остаточном давлении  $10^{-2}$  мм. рт. ст. Состав обменного комплекса бентонитовых глин определяли на пламенной фотометре ФПЛ-1П и комплексонометрически [11]. Исследуемый образец глины (200 мг) заливали 50 мл 0,1 н. водного раствора гидрохлорида октиламина  $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{NH}_2 \cdot \text{HCl}$  и оставляли на 5 суток в контакте при постоянном перемешивании для достижения ионообменного равновесия. Большие органические катионы без труда и полностью вытесняют неорганический обменный комплекс глины. Затем маточный раствор анализировали на содержание  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ .

Для определения емкости обмена катионов глин были применены несколько методов: кондуктометрического титрования, адсорбции красителя МГ [14], метод Филатова [10] и комплексонометрический [11]. Для кондуктометрических измерений в суспензиях бентонитов использовалась методика, недавно предложенная Сосипатровым с соавторами [7], с тем, однако, отличием, что вместо одного лампового милливольтметра переменного тока, как предлагают авторы, мы для удобст-



ва измерений и упрощения расчетов применяли два (рис. 1). Ток от звукового генератора подбирали с таким расчетом, чтобы падение напряжения на стандартном сопротивлении равнялось 1 в. Тогда сопротивление ячейки  $R_x$  определяли из выражения:  $R_x = V_x \cdot R_{ст}$ , а удельная электропроводность рассчитывалась из соотношения  $\chi = \frac{K}{R_x}$ , где  $K$  — постоянная сосуда, равная  $0,430 \text{ см}^{-1}$ . Electroдами в сосуде для измерения электропроводности служили две платиновые пластинки, впаянные в стеклянную трубку, через которую пропускались проводники.

Для определения емкости обмена исходные глины были переведены в  $\text{Na}^+$ -форму и затем путем многократной обработки однонормальным раствором  $\text{BaCl}_2$  и последующей промывки водой получены  $\text{Ba}^{2+}$ -формы бентонитов. Последние титровались 0,1 н. раствором  $\text{NiSO}_4$ . Для отмеривания отдельных порций титрующего раствора использовалась тщательно откалиброванная микробюретка на 1 мл. Дозировка прибавляемого раствора в сосуд для титрования осуществлялась при помощи медицинского шприца.

В процессе кондуктометрического титрования суспензий монтмориллонита (бентонита) измерения производились через 15—20 минут после добавления титрующего агента ( $\text{NiSO}_4$ ), так как контрольные опыты показали, что при увеличении этого промежутка времени до 45—60 минут емкость обмена минералов остается практически постоянной. Во время измерений содержимое ячейки, находившейся в ультра-

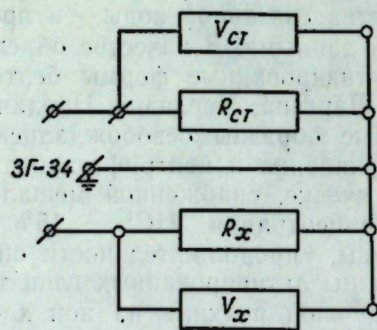


Рис. 1. Схема установки для определения электропроводности растворов и суспензий:

ЗГ-34 — звуковой генератор;  $V_{ст}$  и  $V_x$  — ламповые милливольтметры переменного тока;  $R_{ст}$  — безреактивное стандартное сопротивление;  $R_x$  — сопротивление ячейки

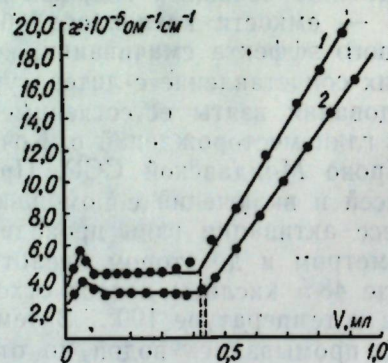


Рис. 2. Кривые кондуктометрического титрования  $\text{Ba}^{2+}$ -форм бентонитов месторождений с. Кочулия (1) и с. Ларгуца (2) раствором  $\text{NiSO}_4$ . (кривая 1 сдвинута вверх по оси ординат на 1,5 единицы)

термостате Геплера с температурой  $25 \pm 0,05^\circ\text{C}$ , непрерывно перемешивали магнитной мешалкой.

Результаты кондуктометрического титрования суспензий бентонитов приведены на рис. 2. Как видно из кривых титрования, область, отражающая реакцию обмена катионов, характеризуется сложным ходом изменения электропроводности суспензии. При добавлении к суспензии  $\text{Ba}$ -глины первых небольших порций раствора  $\text{NiSO}_4$ , электропроводность суспензии несколько увеличивается, по-видимому, за счет ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  и ионов  $\text{Ni}^{2+}$ , не вступивших в обмен с катионами  $\text{Ba}$ -глины. Таким образом, необходимо достижение определенной критической

концентрации ионов  $\text{Ni}^{2+}$  в суспензии для того, чтобы реакция ионного обмена протекала с заметной скоростью. В дальнейшем равновесные значения электропроводности сохраняют постоянную величину, свидетельствующую о том, что обмен ионов  $\text{Ba}^{2+}$  на ионы  $\text{Ni}^{2+}$  подчиняется правилам стехиометрии. При этом практически все вытесняемые ионы  $\text{Ba}^{2+}$  мгновенно взаимодействуют с ионами  $\text{SO}_4^{2-}$ , смещая реакцию обмена в сторону образования сульфата бария:  $\text{Ba}^{2+}$ -монтмориллонит +  $\text{Ni}^{2+}$  +  $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ni}^{2+}$ -монтмориллонит +  $\text{BaSO}_4$ .

Таблица 1

Величины емкости катионного обмена ( $E$ , мг-эка/100 г глины) молдавских бентонитовых глин, определенные различными методами\*

Бентонит (месторождение)	Метод кондуктометрического титрования	Метод адсорбции красителей	Метод Филатова	Комплексонометрический метод	Состав обменных катионов, мг-эка/100 г гл.		
					$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Na}^+$
Естественный (с. Кочулия)	72,5	84,4	81,0	90,0	46,4	38,6	5,0
Естественный (с. Ларгуца)	70,0	74,5	79,0	82,3	56,4	24,4	1,5
Естественный (с. Наславча)	80,0	82,3	96,4	95,5	56,7	21,3	17,5
Натриевый (с. Наславча)	—	92,7	100,0	—	—	—	—
Активированный (с. Наславча)	—	53,6	—	—	—	—	—
Естественный (с. Проданешты)	—	103,1	—	98,0	81,0	17,0	—
Естественный (с. Ярово)	—	24,5	—	32,0	20,2	12,0	—
Аскангель	—	—	80,4	—	—	—	40,0
Крымский	—	—	94,03	—	76,0	15,03	3,0
Пыжевский	—	—	100,3	—	89,0	9,93	1,3
Горбский	—	—	40,5	—	29,7	7,91	2,9
Гумбрин	—	—	102,0	—	77,6	21,4	3,0

\* Данные, приведенные в последней графе таблицы, получены при участии Г. В. Стратулата.

По окончании реакции обмена, выражающейся эквивалентной точкой на кривых титрования, электропроводность глинистой суспензии резко возрастает из-за избытка добавленного электролита  $\text{NiSO}_4$ . Величины обменной емкости, рассчитанные по эквивалентным точкам кривых кондуктометрического титрования, хорошо согласуются с данными, полученными другими методами (табл. 1). Таким образом, метод кондуктометрического титрования позволяет определить не только обменную способность глинистых минералов, но и проследить за ходом всего процесса сорбции катионов.

Результаты многочисленных исследований, обобщенных Гримом [1], показывают, что емкость катионного обмена различных монтмориллонитовых глин варьирует в пределах от 70 до 140 мг-эка/100 г глины. При этом способность к катионному обмену сильно зависит от структурных особенностей глинистого минерала, его концентрации и pH среды, рода и местоположения обменных катионов, размера и формы



частиц, нарушений в решетке, температуры термической обработки, засорения обменных позиций и других факторов.

В монтмориллонитах емкость катионного обмена является главным образом результатом изоморфных замещений внутри решетки ( $Si^{4+} \rightarrow Al^{3+} \rightarrow Mg^{2+}$ ), а также в некоторой степени ( $\pm 20\%$ ) результатом нарушения связей вокруг краев алюмо-кремниевых структурных единиц. Обмениваемые катионы, обусловленные замещениями в решетке ( $\sim 80\%$ ), размещаются главным образом на поверхности базальной плоскости, тогда как остальная часть ионов удерживается вокруг краев монтмориллонитовых чешуек.

Как видно из табл. 1, величины катионообменной емкости изучаемых глин Молдавии, определенные различными методами, составляют в среднем 70—100 мг-экв/100 г воздушно-сухой глины, что характерно для монтмориллонитов. Это находится в соответствии с результатами термогравиметрических и рентгенографических исследований, согласно которым глины данных месторождений отнесены к монтмориллонитовому структурному типу. Для минералов этой группы характерны также высокие значения теплот смачивания, удельной поверхности, количества связанной воды, степени набухания и других коллоидно-химических показателей.

В состав обменных катионов исследуемых глин входят преимущественно ионы  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ . Содержание  $Na^+$  колеблется в пределах 2—18 мг-экв/100 г глины. Преобладание двухвалентных катионов, естественно, отражается на гидрофильных свойствах исследуемых бентонитов.

Рассматривая особенности применяемых методов для определения катионообменной емкости, следует отметить, что наиболее достоверные и воспроизводимые результаты дает метод кондуктометрического титрования. Первоначальное насыщение образцов глин натрием с последующим обменом на  $Ba^{2+}$  обеспечивает полное вытеснение катионов, входящих в поглощенный комплекс. Ход кондуктометрической кривой является дополнительным свидетельством стехиометричности реакции обмена.

Что касается методов Филатова и комплексонометрии [10, 11], то в этих случаях получаются завышенные результаты, поскольку не всегда удается строго учитывать количество карбонатов и растворимых солей, входящее в состав глинистого минерала. Кроме того, практически трудно установить с большой точностью конечную точку титрования.

Метод адсорбции красителей дает удовлетворительные результаты, однако некоторые расхождения данных, по-видимому, могут быть объяснены нарушением стехиометрии реакции обмена между ионами  $Mg^{2+}$  и катионами поглощенного комплекса глины. Действительно, «посадочная площадка» молекулы метиленового голубого, равная  $135 \text{ \AA}^2$  [12], почти в два раза превышает площадь на одну обменную позицию в монтмориллоните ( $80 \text{ \AA}^2$ ) [11], в результате чего при адсорбции несомненно происходит перекрытие некоторого числа ионообменных положений. Поскольку условие сохранения баланса зарядов в монтмориллоните должно выполняться, катионы  $Mg^{2+}$  вынуждены укладываться в два слоя параллельно кислородной поверхности минерала или же принять ориентацию, когда плоскость кольца  $Mg^{2+}$  перпендикулярна силикатным слоям. С другой стороны, известно [12], что для органических катионов, содержащих в углеродной цепи более 7—8 атомов углерода, характерна сверхэквивалентная сорбция на глинистых минералах, обусловленная сильным дисперсионным взаимодей-

ствием больших органических молекул с поверхностью алюмосиликатов.

Применение метода теплот смачивания в сочетании с адсорбционными измерениями позволяет наиболее полно характеризовать свойства поверхности гидрофильных веществ [3, 5, 8]. Интегральная теплота смачивания ( $Q$ ) глинистых минералов водой представляет собой алгебраическую сумму тепловых эффектов нескольких элементарных процессов: отрыва обменных катионов от поверхности минерала, гидратации обменных катионов и поверхностных атомов решетки, извлечения молекулы воды из ее жидкой структуры для перехода в адсорбированное состояние, образования поверхностных ассоциатов молекул воды [9]. Ее значение зависит от величины удельной поверхности глины, доступной для адсорбированных молекул воды, от рода обменных катионов, температуры вакуумирования и др. факторов.

В табл. 2 приведены экспериментальные значения интегральных тепловых эффектов смачивания бентонитовых глин, термически вакуумированных при  $100 \pm 5^\circ C$ . Для сравнения здесь же приведены значения  $Q$  смачивания бентонитовых глин других месторождений, полученных, однако, при несколько более высокой температуре и продолжительности термовакуумной обработки ( $120—130^\circ C$ , 8 час.). На основании найденных величин  $Q$  смачивания нами рассчитаны значения удельной поверхности минералов и проведено их сопоставление с удельными поверхностями, найденными по методу БЭТ из изотерм адсорбции паров воды. Между этими величинами наблюдается хорошее соответствие (табл. 2).

Анализ полученных данных показывает, что изучаемые бентонитовые глины характеризуются высокими тепловыми эффектами смачивания, причем  $Q$  смачивания тем больше, чем выше значение емкости обмена минерала. Это указывает на то, что гидрофильность монтмориллонита зависит от концентрации обменных катионов на единицу его поверхности. В результате кислотной активации теплота смачивания, также как и емкость катионного обмена бентонитов, несколько уменьшается, что обусловлено частичным разрушением кислородной поверхности элементарных ячеек в связи с растворением полторных окислов и выделением  $SiO_2$ , приводящее к уменьшению числа активных центров, по которым осуществляется водородная связь.

Для сопоставления глинистых минералов по их поверхностной активности необходимо пользоваться удельной теплотой смачивания, то есть теплотой, отнесенной к единице геометрической поверхности. Нами получены удельные теплоты смачивания ( $q$ ) бентонитовых глин делением тепловых эффектов на удельную поверхность минералов, найденную из адсорбционных изотерм по парам воды при  $20^\circ C$ , среднее значение которой составляет  $560 \text{ м}^2/\text{г}$ . Как видно из данных табл. 2, удельная теплота смачивания для исследованных глин равна в среднем  $118 \pm 10 \text{ эрг/см}^2$ . Это находится в хорошем согласии с величинами  $q$ , полученными для других глинистых минералов [5] и кремнеземов [6]. Следовательно, при условии одинаковой степени гидратации поверхности и рода обменного комплекса, идентичные по своему строению гидрофильные структуры минеральных сорбентов, которые имеют в поверхностном слое кристаллической решетки кремнекислородные тетраэдры и гидроксильные группы, должны обладать одинаковой молекулярной природой взаимодействия по водородной связи, а значит и абсолютными энергетическими свойствами единицы поверхности.

В заключение рассмотрим выполнимость правила Думанского [3] в случае взаимодействия с водой исследуемых бентонитовых глин.



Таблица 2

Интегральные теплоты смачивания ( $Q$ , кал/г), эффективная удельная поверхность  $S$ , м<sup>2</sup>/г, удельные теплоты смачивания ( $q$ , эрг/см<sup>2</sup>), количество связанной воды ( $A$ , г/г) и тепла, приходящегося на 1 г связанной воды ( $Q/A$ , кал/г) для некоторых бентонитовых глин Молдавии

Бентонит (месторождение)	Q, кал/г	S, м <sup>2</sup> /г определенной по		q, эрг/см <sup>2</sup>	Количество связанной воды, г/г		Q/A	
		теплоте смачив. водой	изо- терм. адсорб. воды (по БЭТ.)		A <sub>из</sub>	A <sub>д</sub>	кал/ г	кал/ моль
Естественный (с. Кочулия)	16,0	577	580	116	0,169	0,192	83,4	1500
Естественный (с. Ларгуца)	14,7	531	560	110	0,161	0,185	79,5	1430
Натриевый (с. Наславча)	18,0	650	568*	132	0,155	0,188	95,5	1730
Активированный (с. Кочулия)	12,7	460	426	125	0,153	0,141	90,0	1620
Активированный (с. Ларгуца)	14,2	514	504	118	0,180	0,167	85,0	1530
Активированный, Na-форма (с. Наславча)	13,5	490	532	107	0,198	0,176	77,0	1380
Среднее	—	—	—	118±10	—	—	85±10	1531±180
Аскангель	11,73	423	—	—	—	0,116	84,0	1510
Гумбри	21,84	788	—	—	—	0,216	80,0	1440
Пыжевский	21,10	760	—	—	—	0,201	77,0	1390
Горбский	11,70	422	—	—	—	0,115	77,0	1390

Примечания: \* Расчет S уд. натриевого бентонита производился по десорбционной ветви изотермы сорбции паров воды

A<sub>из</sub> — количество связанной, с выделением тепла, воды, найденное по изотерме десорбции воды при P/P<sub>с</sub> = 0,5 [1]

A<sub>д</sub> — количество связанной воды, рассчитанное по формуле Думанского: A = S · h · d

Согласно Думанскому, при связывании 1 г воды многими гидрофильными веществами выделяется примерно одинаковое количество тепла, то есть Q/A = const, где Q — интегральный тепловой эффект смачивания, A — количество связанной воды. Числовое значение постоянной равно ~ 80 кал/г, или 1440 кал/моль связанной воды.

Количество связанной с выделением тепла воды A, мы находили по изотермам десорбции паров воды при P/P<sub>с</sub> = 0,5 [5], а также по формуле A = S · h · d, где S — поверхность 1 г смачиваемого вещества (глины), h — толщина слоя воды, равная 2,76 · 10<sup>-8</sup> см, d — плотность связанной воды (при P/P<sub>с</sub> = 0,5) принята равной 1,2 г/см<sup>3</sup> [4]. Как видно из таблицы, значения A, полученные двумя различными методами, практически совпадают. Рассчитанные нами величины  $\frac{Q}{A}$  действительно не обнаруживают заметных отклонений от среднего значения — 85 кал/г.

Таким образом, правило Думанского может быть использовано при определении количества связанной воды бентонитовыми глинами, вакуумированными при t = 100 ± 5°, на которых адсорбция молекул воды протекает по механизму водородной связи. Если же вакуумиро-

вание глины проводится при более высокой температуре (до 200—250°C), когда основная масса прочносвязанной воды удалена из решетки, то получаемые отношения Q/A существенно зависят от рода обменных катионов, оставаясь во всех случаях значительно больше 80 кал/г [8]. Такое различие объяснимо, если учесть, что в случае дегидратированной глины молекулы воды, образуя с поверхностными кислородами водородную связь, одновременно вступают в специфическое взаимодействие с обменными катионами.

Сравнение полученных нами величин E, Q и A с известными в литературе данными показывает, что по данным параметрам бентониты Молдавии не уступают лучшим образцам монтмориллонитовых глин известных месторождений Украины, Грузии и Казахстана.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грим Р. Е. Минералогия глин. М., Изд-во иностр. лит., 1956.
2. Грим Р. Е. Минералогия и практическое использование глин. М., изд-во «Мир», 1967.
3. Думанский А. В. Лиофильность дисперсных систем. Киев, Изд-во АН УССР, 1960.
4. Кульчицкий Л. И. Коллоидный журн., 33, 396, 1971.
5. Овчаренко Ф. Д. Гидрофильность глин и глинистых минералов. Киев, Изд-во АН УССР, 1961.
6. Ральф К., Айлер. Коллоидная химия кремнезема и силикатов. М., Госстройиздат, 1959.
7. Сосипатров Т. М., Левин И. С., Ефанов Л. Ф. Заводская лаборатория, 29, 459, 1963.
8. Тарасевич Ю. И., Поляков В. Е., Овчаренко Ф. Д. Укр. хим. ж., 34, 104, 1968.
9. Тарасевич Ю. И. Укр. хим. ж., 36, 54, 1970.
10. Филатов С. С. Сб.: «Исследование минерального сырья». М., Госгеолтехиздат, 1955, стр. 94.
11. Шварценбах Г., Флашка Г. Комплексонометрическое титрование. М., изд-во «Химия», 1970, стр. 159.
12. Cowan C. T., White D. Trans. Faraday Soc., 54, 691, 1958.
13. Kipling J. J., Wilson R. B. J. Appl. Chem., 10, 109, 1960.
14. Robertson R. H. S., Ward R. W. J. pharm. pharmacol., 3, 27—35, 1951.

В. Л. ГУЦАНУ, А. Н. ПУШНЯК,  
П. К. МИГАЛЬ, НГУЕН ТХИ НЬЮНГ

СОРБЦИЯ ИОНОВ Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup> И Zn<sup>2+</sup> АНИОНИТАМИ  
ИЗ ВОДНО-АЦЕТОНОВЫХ РАСТВОРОВ

Исследованиями К. М. Салдадзе с сотрудниками [7] убедительно показано, что аниониты винилпиридинового ряда, а также аниониты, синтезированные на основе полиэтиленполиаминов, могут использоваться для извлечения из растворов катионов Cu<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup> и др. Причем если осадкообразование их в фазе ионита исключено, то сорбция определяется комплексообразованием. Установлено, что наряду с комплексообразованием катионов с аминогруппами анионитов часть их сорбируется и за счет физической адсорбции [7]. Повышенная сорбция меди по сравнению с кадмием и цинком объясняется образованием более прочных комплексов [5]. Различие в прочности комплексов металлов с анионитами должно отразиться на избирательной сорбции ионов из растворов их смесей. Известно, что на прочность комплексов влияет и природа растворителя. Поэтому следовало ожидать, что в



водноорганических растворах сорбция катионов анионитами будет эффективней, чем в водных. Результаты одной из первых работ [3] по изучению влияния добавок органического растворителя на сорбцию катионов анионитами свидетельствуют о том, что до определенной концентрации органического растворителя сорбция ионитами выше, чем в водных растворах.

Нами изучалось влияние добавок ацетона на сорбцию  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  анионитами АВ-16Г, АН-2ФН и ЭДЭ-10П в  $\text{NO}_3$ -форме из разбавленных растворов индивидуальных ионов, а также из систем:  $\text{Cu}^{2+}$  —  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  —  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  —  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cu}^{2+}$  —  $\text{Cd}^{2+}$  —  $\text{Zn}^{2+}$ . Известно, что эти аниониты имеют довольно высокую емкость по исследуемым катионам, которая должна изменяться с введением в раствор органического компонента.

### Материал и методика

В работе использовались фракции в 0,1—0,25 мм воздушно-сухих смол, влажность которых составляла 5% в АВ-16Г и ЭДЭ-10П и 6,4% в АН-2ФН. После удаления следов  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cl}^-$  и других примесей [6] аниониты обрабатывали 0,1 М раствором  $\text{NaNO}_3$  с рН 7,0 в динамических условиях до тех пор, пока рН раствора на выходе из колонки не приближался к исходному. Затем колонку промывали 0,001 М раствором  $\text{NaNO}_3$  (рН 7) для удаления оставшегося раствора между зернами. После промывки верхнюю часть анионита удаляли из колонки для предотвращения возможного загрязнения примесями, содержащимися в промывных растворах. Остальную часть смолы перед употреблением сушили на воздухе. При этом предполагалось, что в подготовленных таким образом анионитах аминогруппы находятся преимущественно в гидратной, а четвертичные аммонийные группы — в  $\text{NO}_3$ -формах.

Для исследования готовили растворы металлов из их сернокислых солей («ХЧ») с исходной концентрацией каждого вида катионов, равной  $10^{-3}$  г-экв/л и рН 4,5. Содержание ацетона в растворах составляло 0, 10, 25, 50 об. %. Предполагалось, что такая низкая концентрация растворов позволит устранить доннановское распределение электролита. Сорбция на ионитах проводилась в статических условиях. Концентрация катионов в растворах до сорбции и после нее определялась полярографическим методом на полярографе ПЭ-312. По достижении равновесия сорбции нами определялась величина рН контактирующих с анионитами растворов на приборе «рН-340» (табл. 1). Для определения величины равновесной сорбции  $S$  (мг-экв/г сухого ионита) навеску воздушно-сухой смолы 0,05 г оставляли контактировать с 300 мл соответствующего раствора в течение 23—25 суток без перемешивания. Нами отмечалось и ранее [1], что для установления сорбционного равновесия необходимо такое продолжительное контактирование ионита с раствором.

### Результаты исследования и их обсуждение

Зависимость равновесной сорбции катионов от концентрации ацетона и ионного состава раствора на анионите АВ-16Г показана на рис. 1—3, а на АН-2ФН и ЭДЭ-10П — в табл. 1. Из приведенных данных видно, что по величине сорбируемости на анионитах в водных и водно-ацетоновых растворах катионы можно расположить в такой ряд:

Таблица 1  
Парциальные величины сорбции  $S$  (мг-экв/г) катионов на анионитах и рН равновесных водно-ацетоновых растворов

Катион	Анионит	0		10		25		50	
		S	рН	S	рН	S	рН	S	рН
$\text{Cu}^{2+}$	АН-2ФН	2,08	4,1	2,2	4,05	2,48	4,0	3,76	3,85
	ЭДЭ-10П	1,69	4,2	1,89	3,85	2,37	3,9	3,47	3,75
$\text{Cd}^{2+}$	АН-2ФН	0,86	5,6	1,1	5,67	1,6	5,75	2,56	5,72
	ЭДЭ-10П	0,74	5,7	0,84	5,55	1,28	5,5	1,97	5,35
$\text{Zn}^{2+}$	АН-2ФН	1,18	5,55	1,6	5,5	2,31	5,55	2,72	5,45
	ЭДЭ-10П	0,85	5,7	1,1	5,3	1,58	5,4	1,98	5,3
$\text{Cu}^{2+}$ ( $\text{Cd}^{2+}$ )	АН-2ФН	2,32	4,1	2,68	4,25	3,25	3,95	3,85	4,0
	ЭДЭ-10П	1,89	3,85	1,97	3,85	2,45	3,9	3,55	3,85
$\text{Cd}^{2+}$ ( $\text{Cu}^{2+}$ )	АН-2ФН	0,11	4,1	0,36	4,25	0,84	3,95	0,72	4,0
	ЭДЭ-10П	0,11	3,85	0,28	3,85	0,49	3,9	0,63	3,85
$\text{Cu}^{2+}$ ( $\text{Zn}^{2+}$ )	АН-2ФН	2,38	4,0	2,8	3,96	3,25	4,0	4,0	4,05
	ЭДЭ-10П	2,0	3,85	2,17	3,87	2,56	3,9	3,63	3,9
$\text{Zn}^{2+}$ ( $\text{Cu}^{2+}$ )	АН-2ФН	0,32	4,0	0,57	3,96	0,76	4,0	0,56	4,05
	ЭДЭ-10П	0,32	3,85	0,59	3,87	0,79	3,9	0,36	3,9
$\text{Cd}^{2+}$ ( $\text{Zn}^{2+}$ )	АН-2ФН	0,53	5,5	0,59	5,62	1,1	5,45	1,6	4,05
	ЭДЭ-10П	0,21	5,4	0,56	5,35	1,07	5,37	1,42	3,9
$\text{Zn}^{2+}$ ( $\text{Cd}^{2+}$ )	АН-2ФН	0,96	5,5	1,35	5,62	1,76	5,45	2,27	5,5
	ЭДЭ-10П	0,53	5,4	0,87	5,35	1,26	5,37	1,78	5,4
$\text{Cu}^{2+}$ ( $\text{Cd}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ )	АН-2ФН	2,62	4,2	2,84	4,05	3,36	4,0	4,0	4,1
	ЭДЭ-10П	2,20	3,85	2,45	3,9	2,68	3,92	3,86	3,95
$\text{Cd}^{2+}$ ( $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ )	АН-2ФН	0,11	4,2	0,32	4,05	0,81	4,0	0,53	4,1
	ЭДЭ-10П	0,11	3,85	0,32	3,9	0,66	3,92	1,0	3,95
$\text{Zn}^{2+}$ ( $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ )	АН-2ФН	0,21	4,2	0,36	4,05	0,8	4,0	1,4	4,1
	ЭДЭ-10П	0,21	3,85	0,32	3,9	0,79	3,92	0,79	3,95



$\text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} \gg \text{Cd}^{2+}$ . Наблюдается закономерность в сорбции ионов кадмия и цинка. Наиболее «емким» по этим катионам является анионит АН-2ФН, и наименее — АВ-16Г. Ионы меди сорбируются в другой последовательности, а именно: АВ-16Г > АН-2ФН > ЭДЭ-10П.

Следовало ожидать, что парциальные величины сорбции из растворов смесей катионов будут ниже, чем из растворов индивидуальных ионов. И действительно, сорбция  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  из растворов, содержащих катионы меди, намного ниже, чем из растворов индивидуальных ионов (рис. 2, 3). Характер сорбции ионов меди из растворов смесей несколько иной. Медь сорбируется из растворов смесей больше, чем из растворов индивидуальных ионов (рис. 1, табл. 1). При этом величина ее сорбции зависит от ионного состава системы и увеличивается в ряду:

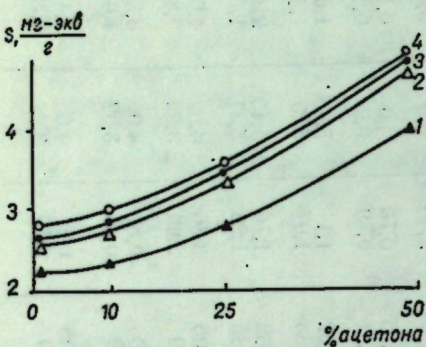
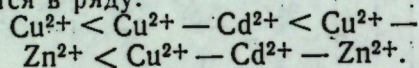


Рис. 1. Влияние концентрации ацетона на сорбцию меди анионитом АВ-16Г из растворов  $\text{CuSO}_4$  (1) и растворов  $\text{CuSO}_4$ , содержащих кадмий (2), цинк (3) и их смесь (4)

Очевидно, на сорбцию катионов, особенно меди, сильное влияние оказывает наличие анионов  $\text{SO}_4^{2-}$  в растворе. Можно предположить, что даже в таких разбавленных растворах, наряду с процессом комплексообразования на анионитах, имеет место и физическая адсорбция электролита.

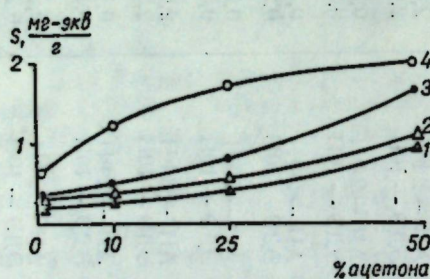


Рис. 2. Влияние концентрации ацетона на сорбцию цинка анионитом АВ-16Г из растворов  $\text{ZnSO}_4$  (4) и растворов  $\text{ZnSO}_4$ , содержащих кадмий (3), медь (2) и их смесь (1)

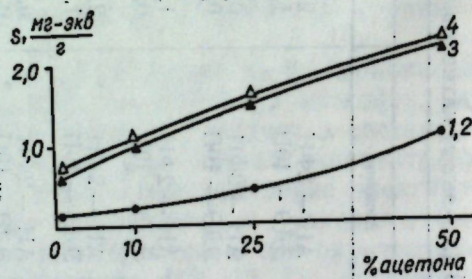


Рис. 3. Влияние концентрации ацетона на сорбцию кадмия анионитом АВ-16Г из растворов  $\text{CdSO}_4$  (4) и растворов  $\text{CdSO}_4$ , содержащих цинк (3), медь (2) и их смесь (1)

Как видно из рис. 1—3 и табл. 1, с добавлением ацетона сорбция  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  на анионитах увеличивается. По-видимому, увеличение сорбции вызвано главным образом увеличением прочности комплексов «металл-анионит». Из рис. 2, 3 и табл. 1 также видно, что присутствие  $\text{Cu}^{2+}$  в растворе сильно подавляет сорбцию  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$ , что связано с образованием более прочных комплексов меди с анионитами.

Для оценки различной сорбции катионов из растворов их смесей на ионитах были вычислены коэффициенты разделения  $T_{\text{B(A...)}}^{\text{A(B...)}}$  (от-

\* А (В...) означает, что данная величина относится к катиону А при сорбции его в присутствии катионов В.

ношение коэффициентов распределения). Зависимость коэффициентов разделения катионов на АВ-16Г от концентрации ацетона показана на рис. 4, а на АН-2ФН и ЭДЭ-10П — в табл. 2. Из кривых 3—6 (рис. 4) видно, что коэффициенты разделения  $\text{Cu}^{2+}$  от  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  при сорбции

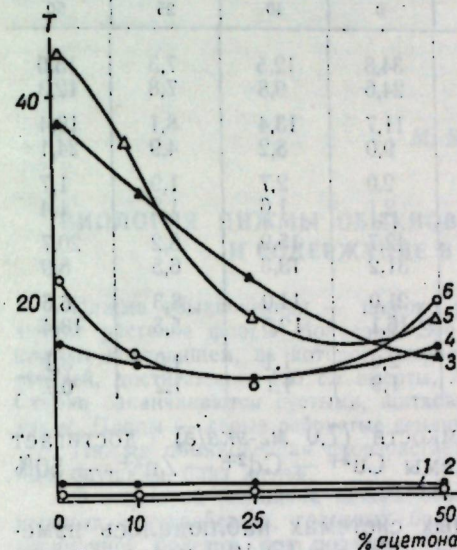


Рис. 4. Зависимость коэффициентов разделения катионов на анионите АВ-16Г от концентрации ацетона в растворе:

1 —  $T_{\text{Cd(Zn)}}^{\text{Zn(Cd)}}$ , 2 —  $T_{\text{Cu(Zn)}}^{\text{Zn(Cu, Cd)}}$ , 3 —  $T_{\text{Cd(Cu)}}^{\text{Cu(Cd)}}$ , 4 —  $T_{\text{Zn(Cu, Cd)}}^{\text{Cu(Cd, Zn)}}$ , 5 —  $T_{\text{Cd(Cu, Zn)}}^{\text{Cu(Cd, Zn)}}$ , 6 —  $T_{\text{Zn(Cu)}}$

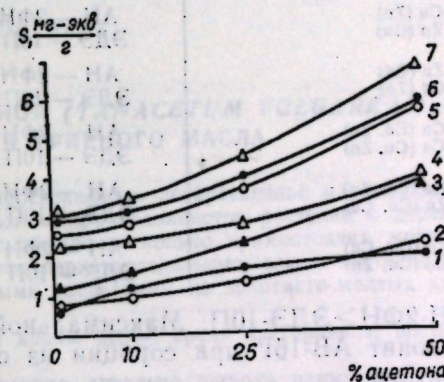


Рис. 5. Влияние концентрации ацетона на статическую сорбционную емкость (ССЕ) анионита АВ-16Г при сорбции из растворов, содержащих  $\text{ZnSO}_4$  (1);  $\text{CdSO}_4$  (2);  $\text{ZnSO}_4$  и  $\text{CdSO}_4$  (3);  $\text{CuSO}_4$  (4);  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{CdSO}_4$  (5);  $\text{CuSO}_4$  и  $\text{ZnSO}_4$  (6);  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CdSO}_4$  и  $\text{ZnSO}_4$  (7)

из растворов их смесей значительно отличаются от единицы. Причем с увеличением концентрации ацетона в растворе коэффициенты разделения  $\text{Cu}^{2+}$  от  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  уменьшаются, особенно для пары  $\text{Cu}^{2+}:\text{Cd}^{2+}$  (рис. 4, кривые 3, 5). Еще более резкое уменьшение коэффициентов разделения для этих систем на анионитах АН-2ФН и ЭДЭ-10П (табл. 2), где их зависимость от концентрации ацетона проходит через минимум (25%). Коэффициенты же разделения для пары  $\text{Zn}^{2+}:\text{Cd}^{2+}$  на исследуемых анионитах почти не зависят от ионного состава систем и концентрации ацетона (рис. 4, табл. 1). Величины коэффициентов разделения, а следовательно и разделяющая способность анионитов, уменьшаются в ряду: АВ-16Г > АН-2ФН > ЭДЭ-10П.

Нами также определялась и емкость ионитов, которую находили, как сумму парциальных величин сорбции катионов. На рис. 5 показана ее зависимость для анионита АВ-16Г от концентрации ацетона и ионного состава растворов. Как видно из рис. 5, с увеличением концентрации ацетона емкость анионита АВ-16Г сильно растет. Аналогичный рост емкости наблюдается и для анионитов АН-2ФН и ЭДЭ-10П.

Из экспериментальных данных следует, что емкость анионитов также сильно зависит от ионного состава систем и увеличивается в порядке:  $\text{Cd}^{2+} < \text{Zn}^{2+} < \text{Cd}^{2+} - \text{Zn}^{2+} < \text{Cu}^{2+} < \text{Cu}^{2+} - \text{Cd}^{2+} < \text{Cu}^{2+} - \text{Zn}^{2+} < \text{Cu}^{2+} - \text{Cd}^{2+} - \text{Zn}^{2+}$ . Этот ряд показывает, что наибольшая емкость у анионитов при сорбции из систем, содержащих ионы меди. По своей емкости при сорбции в одинаковых ионных системах и водно-ацетоновых растворах аниониты располагаются в ряду: АВ-16Г >



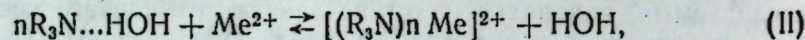
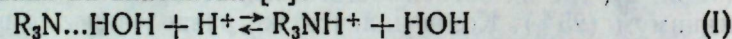
Таблица 2

Значения коэффициентов разделения на анионитах при сорбции из водно-ацетоновых растворов смесей катионов

Т. коэфф. разделения	Анионит	Концентрация ацетона, об. %			
		0	10	25	50
T <sub>Cu</sub> (Cd) Cd (Cu)	АН — 2ФН	34,8	12,5	7,3	13,0
	ЭДЭ — 10П	24,6	9,8	7,8	12,3
T <sub>Cu</sub> (Zn) Zn (Cu)	АН — 2ФН	11,7	13,4	8,1	19,4
	ЭДЭ — 10П	9,0	5,2	4,9	24,1
T <sub>Zn</sub> (Cd) Cd (Zn)	АН — 2ФН	2,0	2,7	1,9	1,7
	ЭДЭ — 10П	2,1	1,6	1,2	1,4
T <sub>Cu</sub> (Cd, Zn) Cd (Cu, Zn)	АН — 2ФН	42,7	15,9	8,2	20,7
	ЭДЭ — 10П	31,2	13,3	6,5	8,9
T <sub>Cu</sub> (Cd, Zn) Zn (Cu, Cd)	АН — 2ФН	21,0	14,0	8,3	6,6
	ЭДЭ — 10П	16,1	12,5	5,3	13,4
T <sub>Zn</sub> (Cu, Cd) Cd (Cu, Zn)	АН — 2ФН	2,0	1,1	1,0	3,1
	ЭДЭ — 10П	1,9	1,1	1,2	0,7

АН-2ФН > ЭДЭ-10П. Максимальной емкости (7,0 мг-экв/г) достигает анионит АВ-16Г при сорбции из системы Cu<sup>2+</sup> — Cd<sup>2+</sup> — Zn<sup>2+</sup> — 50% ацетона.

При сорбции катионов в указанных системах наблюдалось изменение рН растворов. рН систем АН-2ФН, ЭДЭ-10П-раствор при установлении сорбционного равновесия даны в табл. 1. Для системы АВ-16Г раствор рН изменяется аналогично приведенным данным. Обычно при сорбции катионов на анионитах рН среды понижается [2]. Из наших данных следует (табл. 1), что понижение рН растворов происходит только в тех системах, где присутствует медь. В случаях же сорбции Cd<sup>2+</sup> и Zn<sup>2+</sup> рН равновесного раствора выше, чем исходного. Изменение рН равновесных водно-ацетоновых растворов (табл. 1) при сорбции катионов на анионитах почти такое же, как и при сорбции из водных растворов. Нами предполагалось, что в водно-ацетоновых растворах изменение рН при сорбции катионов будет больше, чем в водных, ввиду увеличения прочности комплексов «металл-анионит». Такое допущение следует из предполагаемого механизма процесса комплексообразования на анионитах [4]:



в результате которого равновесие (I) сдвигается влево тем больше, чем прочнее комплекс.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гуцану В. Л., Пушняк А. Н., Мигаль П. К. Новые исследования в полярографии. (Рефераты V Всесоюзного совещания по полярографии). Кишинев, изд-во «Штиинца», 1972, стр. 36.
2. Каргман В. Б., Асамбадзе Г. Д., Копылова В. Д., Салдадзе К. М. В сб.: Химические активные полимеры и их применение. Л., изд-во «Химия», 1969, стр. 116.
3. Копылова-Валова В. Д. Известия ВУЗов. Химия и хим. технология, 13, 197, 1970.
4. Копылова В. Д., Салдадзе К. М., Асамбадзе Г. Д. Ж. неорган. химии, 15, 1074, 1970.
5. Копылова В. Д., Салдадзе К. М., Асамбадзе Г. Д. Ж. аналит. химии, 26, 31, 1971.
6. Ольшанова К. М., Потанова М. А., Морозова Н. М. Практикум по хроматографическому анализу. М., изд-во «Высшая школа», 1970, стр. 211.
7. Салдадзе К. М., Каргман В. Б., Галицкая Н. Б. В сб.: Химические активные полимеры и их применение. Л., изд-во «Химия», 1969, стр. 87.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

М. В. БОДРУГ

### БИОЛОГИЯ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*TANACETUM VULGARE L.*) И СОДЕРЖАНИЕ В НЕЙ ЭФИРНОГО МАСЛА

Пижма обыкновенная — широко распространенное лекарственное и эфирномасличное растение флоры Молдавии. Это многолетнее травянистое растение с деревянистым корневищем, из которого вырастает обычно несколько прямостоячих жестких стеблей, достигающих 130 см высоты. Листья перистораздельные, слегка щетинистые. Стебли заканчиваются густыми, щитковидными соцветиями из золотисто-желтых корзинок. Плоды — серые ребристые семечки.

Пижма обыкновенная произрастает по краям дорог, среди кустарников, по лесным опушкам, близ жилья.

В народной медицине пижма обыкновенная довольно широко применяется при нервных расстройствах, головных болях, в качестве мочегонного средства, при мочекаменной болезни, при подагре. В пижме обыкновенной содержится значительное количество эфирного масла с запахом подобным камфорному [3]. В состав эфирного масла входят следующие компоненты: туйон, изотуйон, кадиен, феландрен, азулен, карнофиллен, бизаболон, борнеол, 1-камфора, пинены. Эфирное масло широко применяется в медицине при заболеваниях пищеварительных органов [1, 2]. Выявлено антимикробное действие эфирного масла пижмы обыкновенной [3].

Изучение биологических особенностей и содержания эфирного масла у пижмы обыкновенной проводилось нами в течение вегетационных периодов 1970—1972 гг. в природных условиях, близ села Гирчешты Унгенского района, на склоне юго-восточной экспозиции.

Прорастание семян пижмы обыкновенной начинается с наступлением теплых мартовских дней. Через 10—12 дней у проростков появляется первый настоящий лист. К концу мая растения достигают 7—10 см высоты и развивают 4—5 стеблевых листьев. В конце июля было отмечено 40% растений в фазе бутонизации, которые цвели в августе. В начале сентября начинается пожелтение нижних стеблевых листьев, а в конце отмирают все надземные органы.

Двух- и многолетние растения обычно образуют побеги в середине марта. В начале мая высота растений составляет 15—20 см. До фазы бутонизации они интенсивно растут, достигая 90—100 см высоты. Фаза бутонизации отмечается в конце июня. Цветение начинается в первой декаде июля, а массовое — в середине этого месяца. Нормально развитые растения имеют в щитке от 100 до 130 корзинок. В конце августа — начале сентября на центральных корзинках появляются зрелые плоды. В одной корзинке насчитывается от 60 до 80 семян (табл. 1).

Таблица 1  
Средние даты наступления фаз развития пижмы обыкновенной

Появление всходов	Начало весеннего отрастания многолетних растений	Начало роста стебля	Цветение			Созревание семян	Конец вегетации
			начало	массовое	конец		
16—18.III	10—15.III	13—15.IV	5.VII	17.VII	16.VIII	1—8.IX	25—30.X

Определение всхожести семян дикорастущих растений проводили в лаборатории в чашках Петри при температуре воздуха 18—20°.

Из приведенных данных (табл. 2) видно, что всхожесть семян довольно высокая, однако она зависит от сроков хранения. Лучшей всхожестью отличаются семена годичного хранения. После трех лет всхожесть снижается почти наполовину.



Таблица 2

## Всхожесть семян пижмы обыкновенной в лабораторных условиях

Срок хранения семян	Количество проросших семян											Энергия прорастания на 10-й день, %	Всхожесть за 20 дней, %
	2-л	3-л	4-л	5-л	6-л	7-л	8-л	9-л	10-л	13-л	20-л		
1 год	3	5	11	19	15	7	5	6	3	4	6	74	84
2 года	1	4	8	15	14	9	7	6	2	2	—	66	68
3 года	—	5	4	7	6	13	4	4	3	1	—	46	47

Исследовали содержание эфирного масла по фазам развития растений в разных органах (табл. 3).

Таблица 3

## Содержание эфирного масла в растениях пижмы обыкновенной

Фаза развития	Дата взятия проб	Содержание эфирного масла, % от абсолютно сухого вещества		
		стебли	листья	соцветия
Начало роста	15.IV	—	—	0,27
Бутионизация	25.VI	0,08	0,17	0,90
Начало цветения	4.VII	0,11	0,67	1,6
Массовое цветение	18.VII	0,13	0,70	3,34
Конец цветения	26.VIII	0,11	0,51	2,8

Приведенные данные показывают, что незначительное количество эфирного масла было обнаружено в начальный период развития растений (0,27%). По мере роста и развития их содержание эфирного масла повышается во всех органах; максимальное его количество отмечается в период массового цветения в соцветиях — 3,34%. Следовательно, растения пижмы обыкновенной следует убирать в фазе массового цветения. Эфирное масло представляет собой желтоватую жидкость, горького вкуса, темнеющую на воздухе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гаммерман А. Ф. Труды Туркменского филиала АН СССР, вып. II, 1942, стр. 71.
2. Иорданов Д., Николаев П., Бойченко А. Фитотерапия. Лечение лекарственными травами. София, изд-во «Медицина и физкультура», 1970.
3. Мацку Я., Крейча И. Атлас лекарственных растений. Братислава, 1970.

И. В. БУЗДУГАН

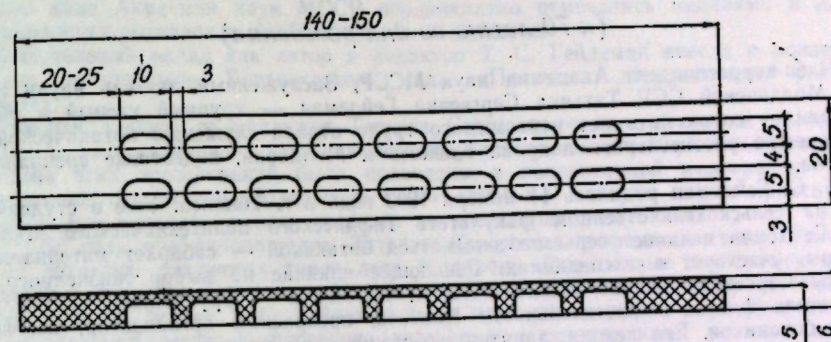
## ОПЫТ БЕСКАПСУЛЬНОЙ ЗАЛИВКИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Применяемый в электронной микроскопии метод заливки растительных объектов в желатиновые капсулы затруднен целым рядом обстоятельств. Самым большим недостатком этого метода является неудобство в ориентации объекта в самой капсуле, а при заливке генеративных органов их ориентация вообще невозможна. Многие исследователи применяют метод растворения капсул в теплой воде после полной полимеризации смолы, что облегчает процесс заточки блоков, однако при этом не решается вопрос ориентации объекта.

В последнее время Хохлов и Шилов (Лаборатория электронной микроскопии 1-го Ленинградского медицинского института) предложили метод бескапсульной заливки биологических объектов в специальной конструкции, представляющей собой матрицу из фторопласта и имеющую сквозные конусовидные вырезы, которые перед заливкой заклеиваются с трех сторон полиэтиленовой лентой. Этот метод удобен тем, что избавляет исследователя от применения дефицитных желатиновых капсул и облегчает процесс заточки блоков, однако еще не решает вопроса ориентации

объекта в блоке, а также при резании на ультрамикротоме. Поэтому нами предлагается более простой метод бескапсульной заливки растительных объектов в эпоксидные смолы, позволяющий предварительно ориентировать объект в блоке по желанию исследователя.

Для этих целей нами также использована матрица из фторопласта, в которой на фрезерном станке вырезаны продолговатые ячейки для заливки объектов. Длина самой матрицы около 140—150 мм, толщина — 6 мм и ширина 20 мм. На каждой матрице можно вырезать до 10—16 ячеек. Длина ячейки 10—11 мм, ширина и глубина по 5 мм (рис. 1, а). Общая длина матрицы берется произвольно в зависимости от количества необходимых для заливки объектов. В отличие от конструкции Хохлова и Шилова, ячейки для заливки не сквозные, а прямоугольные. В такие ячейки можно помещать по два однородных образца в желаемом положении (рис. 1, б).



Схематическое изображение приспособления для бескапсульной заливки растительных объектов:

а — общий вид матрицы; б — расположение объектов в ячейках матрицы

После окончания процесса полимеризации матрицу помещают в холодильник на 5—6 мин. в морозильную камеру или оставляют при комнатной температуре на ночь. Затем мягким нажатием на основание матрицы изгибают ее и блоки легко высвобождаются. Таким образом, отпадает необходимость заклеивания ячеек с трех сторон полиэтиленовой лентой. Во время ультрамикротомирования из таких блоков можно получить срезы любых сечений, что очень важно при изучении субмикроскопической организации растительной клетки.

## ЛИТЕРАТУРА

Хохлов С. Е., Шилов В. А. Цитология, XIV, № 5, 678, 1972.



## ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

### ТАТЬЯНА СЕРГЕЕВНА ГЕЙДЕМАН

(к 70-летию со дня рождения)

Член-корреспондент Академии наук МССР, Заслуженный деятель науки и техники Молдавской ССР Татьяна Сергеевна Гейдеман — крупный ученый в области ботаники — сорок пять лет неутомимого труда отдала служению ботанической науке, изучению растительного покрова Кавказа и Молдавии, подготовке специалистов-биологов.

Т. С. Гейдеман родилась 11 ноября 1903 года в г. Тбилиси. Уже в студенческие годы на сельскохозяйственном факультете Тифлисского политехнического института Т. С. Гейдеман начинает серьезно заниматься ботаникой — собирает материалы для кафедры, участвует в экспедициях. Решающее влияние на выбор жизненного пути Татьяны Сергеевны оказал академик А. А. Гроссгейм — крупнейший знаток и исследователь флоры и растительности Кавказа, прекрасный организатор, основатель школы ботаников. Его лекции, занятия в ботаническом кружке привлекали талантливую молодежь, из которой выросли известные ботаники, в том числе исследователи растительного покрова Кавказа. Среди первых учеников и последователей А. А. Гроссгейма была и Татьяна Сергеевна Гейдеман.

По окончании института, с 1930 года в должности ботаника Наркомзема Азербайджанской ССР, с 1932 — старшего научного сотрудника Ботанического Института Академии наук АзССР, Т. С. Гейдеман участвует в геоботаническом обследовании пастбищ Азербайджана под руководством А. А. Гроссгейма.

Характерные черты Т. С. Гейдеман как исследователя проявились уже в самом начале ее научной деятельности — разносторонность интересов, глубокая теоретическая разработка вопросов, выдвигаемых практикой. Так, обследование пастбищ наряду с ответом на запросы производства позволило решить ряд научных проблем в познании малоизученного в то время растительного покрова Закавказья. Одному из таких «белых пятен» посвящена работа Т. С. Гейдеман «Нагорные ксерофиты Южного Карабаха», успешно защищенная ею в 1938 году в качестве кандидатской диссертации. Результаты изучения дендрофлоры были обобщены Т. С. Гейдеман в монографии «Деревья и кустарники Азербайджана», законченной в 1941 году.

В годы Великой Отечественной войны все интересы и усилия Татьяны Сергеевны направлены на помощь стране, фронту. По заданию Треста лекарственных растений она проводит геоботанические исследования с целью выявления массивов растений, пригодных для заготовки лекарственного сырья. С коллективом авторов Татьяна Сергеевна работает над составлением справочника «Пищевые растения Азербайджана».

Многочисленные экспедиции в неисследованные или малоизученные районы Закавказья, сбор и обработка гербария, по материалам которого как самой Т. С. Гейдеман, так и другими авторами, описаны новые виды растений, формируют ее не только как высококвалифицированного геоботаника, но и прекрасного флориста, систематика.

Т. С. Гейдеман участвует в составлении I тома «Флоры Азербайджана», и вся дальнейшая деятельность ее неразрывно связана с геоботаникой, флористикой и ботанической географией.

В 1947 году Т. С. Гейдеман в должности старшего научного сотрудника только что организованной Молдавской базы АН СССР начала планомерные геоботанические исследования в Молдавии, успешно преодолевая неизбежные трудности работы в новом регионе.

Одновременно с экспедиционным обследованием растительности проводилась большая работа по изучению флоры. Татьяна Сергеевна вместе с профессором В. Н. Андреевым приложила много сил и энергии для создания гербария, без которого невозможны исследования в области систематики, флористики и геоботаники. В настоящее время Центральный республиканский гербарий Ботанического сада АН

МССР насчитывает около 200 тысяч гербарных листов растений флоры Молдавии и других районов СССР и зарубежных стран. Это крупнейшая гербарная коллекция молдавских растений.

Результаты первых лет геоботанического и флористического изучения Молдавии обобщены Т. С. Гейдеман в капитальных трудах — «Краткий очерк растительного покрова Молдавской ССР» (1952 г.) и «Определитель растений Молдавской ССР» (1954 г.).

В 1950 году было принято правительственное решение о создании в Кишиневе Ботанического сада Молдавского филиала АН СССР. Директором его была назначена Т. С. Гейдеман, которым и руководила на протяжении 14 лет. Она провела большую организационную работу по созданию нового научно-исследовательского учреждения, подбору его коллектива, разработке основных направлений научных исследований, созданию коллекций растений и экспозиций их на территории сада, а также по внедрению результатов научных изысканий в производство. Работы Ботанического сада Академии наук МССР неоднократно отмечались медалями и дипломами различных выставок в нашей стране и за рубежом.

Значительный вклад как автор и редактор Т. С. Гейдеман внесла в коллективный труд сотрудников Ботанического сада «Полезные дикорастущие растения Молдавии».

Большая заслуга принадлежит Татьяне Сергеевне в организации и проведении глубокого и разностороннего изучения лесной растительности республики. Итоги первого этапа этих исследований были подведены в коллективной монографии «Типы леса и лесные ассоциации Молдавской ССР» (1964 г.), которая нашла практическое применение при проведении лесоустройства на территории республики.

С 1956 года под руководством Татьяны Сергеевны проводятся стационарные работы по изучению различных типов леса Молдавии. Это первые экспериментальные стационарные экологические и геоботанические исследования лесной растительности Молдавии. На их основе Т. С. Гейдеман была предложена новая классификационная схема молдавских лесов. В последние годы она с сотрудниками успешно изучает биологическую продуктивность некоторых типов дубовых лесов в плане реализации Международной биологической программы и программы «Человек и биосфера».

Итогом стационарных исследований посвящено несколько монографий и сборников статей, написанных Т. С. Гейдеман или при ее непосредственном участии («Буковая дубрава Молдавской ССР», «Дубравы Центральной Молдавии», «Биологическая продуктивность и экология лесов Центральной Молдавии», «Биологическая продуктивность и экология лесов Кодр» и другие).

Одновременно с изучением лесов неутомимый ученый продолжает свои флористические исследования. Она подготовила второе переработанное и дополненное издание «Определителя высших растений Молдавской ССР», подытожив таким образом современное состояние знаний о молдавской флоре.

В последнее время Т. С. Гейдеман возглавляет работу по проблеме «Научные основы охраны природы» и состоит членом Межреспубликанского совета по этой проблеме.

Значительное место в исследованиях ученого-ботаника занимают работы по картографированию растительного покрова. Ею впервые было разработано геоботаническое районирование Молдавии и составлена геоботаническая карта этой территории. В «Атласе Молдавской ССР и Украинской ССР» Татьяной Сергеевной опубликована карта «Растительность МССР», а для «Атласа Молдавской ССР» — составлены карты растительности, типов леса республики и редких видов флоры Молдавии. Всего Т. С. Гейдеман опубликовано 104 работы, среди которых несколько монографий.

В 1967 году Татьяна Сергеевна Гейдеман была присуждена ученая степень доктора биологических наук и через год присвоено звание профессора. В 1970 году она избирается членом-корреспондентом Академии наук МССР.

Наряду с научно-исследовательской деятельностью Татьяна Сергеевна в течение многих лет вела педагогическую работу в университетах Баку и Кишинева.

Научная деятельность Т. С. Гейдеман отмечена Правительственными наградами: медалью «За трудовую доблесть», юбилейной медалью «За доблестный труд», в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина — Почетной грамотой Президиума Верховного Совета МССР, а в 1967 году ей присвоено почетное звание Заслуженного деятеля науки Молдавской ССР.

Не только научные заслуги и авторитет снискали Татьяне Сергеевне глубокое уважение всех, кому выпало счастье работать с ней или учиться у нее. Высокие душевные качества, простота в обращении, уважение к людям, принципиальность, огромное трудолюбие и организованность привлекают к Татьяне Сергеевне всех окружающих ее. Будучи избранной депутатом 8-го созыва Кишиневского горсовета, она много времени и сил отдавала своим депутатским обязанностям. И в настоящее время Т. С. Гейдеман с большим чувством ответственности выполняет многочисленные общественные функции: председателя Молдавского отделения Всесоюзного бо-



таннического общества, члена ряда ученых советов и проблемных советов; заместителя главного редактора редколлегии журнала «Известия АН МССР, Серия биологических и химических наук». Татьяна Сергеевна редактирует многочисленные статьи, сборники, выступает в качестве официального оппонента на защитах кандидатских и докторских диссертаций.

Более четверти века посвятила Т. С. Гейдеман изучению растительного покрова Молдавии, организации и проведению ботанических исследований и обогащению ее новыми растениями.

Много сил и внимания отдает Т. С. Гейдеман подготовке научных кадров. Ею подготовлено 10 кандидатов биологических наук. И как прежде она неутомимо трудится, являя собой живой пример неустанного служения науке.

Сердечно поздравляем Татьяну Сергеевну со знаменательной датой жизни и трудовым юбилеем, желаем здоровья, осуществления планов и замыслов, долгих лет творчества.

## РЕФЕРАТЫ

УДК 634.948

Вертикальное распределение фитомассы в дубравах из дуба скального в Молдавии. Лазу С. Н., Киртока В. А. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 3—10.

При изучении биологической продуктивности фитоценозов свежей липово-ясеновой и сухой скумпиевой дубрав из дуба скального исследована вертикальная структура фитомассы. На основании процентного соотношения однолетних и многолетних фракций для каждого типа леса выявлено одинаковое число биогоризонтов фотосинтеза (6) и стволовой аккумуляции (2). В верхних ярусах сообществ образуются более богатые и более мощные биогоризонты. Верхние биогоризонты в свежем типе леса богаче фитомассой, но они менее мощны, чем подобные биогоризонты в сухом типе. Нижние биогоризонты фотосинтеза в сухой скумпиевой дубраве выражены лучше, чем в свежей, это объясняется лучшим освещением последних, зависящим от степени сомкнутости верхних биогоризонтов.

Таблиц 4, рисунков 2, библиографий 17.

УДК 582.632.

Новые разновидности березы в Молдавии. Осадчий В. М. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 11—14.

Автором описаны две новые для науки разновидности березы — *Betula microlepis* Yg. Vassil. var. *moldavica* Osadczyi var. nov.; *Betula platyphyllodes* V. Vassil. var. *microphylla* Osadczyi var. nov., собранные в Центральной Молдавии, в Кодрах (молдавская разновидность березы мелкочешуйчатой), и в северо-западной части республики (мелколистная разновидность березы плосколистновидной).

Библиографий 7.

УДК 576.3: 581.84

Электронно-микроскопическое изучение клеток периферической зоны апекса вегетативного побега пихты белой. Бужоряну В. В. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 14—18.

Приводятся результаты электронно-микроскопических исследований клеток периферической зоны апекса вегетативного побега пихты белой. Дается краткая характеристика данной зоны, а также цитологические признаки отдельных оргanelл клетки.

Рисунков 3, библиографий 22.

УДК 581.133:635,646

Влияние температуры и аэрации почвы на поглощение и использование баклажанами азота, фосфора и калия. Иванов С. М., Николаева С. И. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 19—25.

В вегетационных опытах изучалось влияние температуры и аэрации почвы на рост и развитие баклажанов, поступление и использование основных элементов корневого питания. Показано, что повышение температуры до 30—33°C, а также неко-



торое ослабление аэрации почвы в период «цветение — начало плодоношения» не оказало отрицательного влияния на рост и развитие баклажанов. Под влиянием изучаемых факторов изменилось количество и соотношение азота, фосфора и калия, поступающих в растения, их процентное содержание в вегетативных органах и интенсивность включения азота и фосфора в органические соединения.

Рисунков 2, таблиц 5, библиографий 18.

УДК 634.1'1:581.19+547.96

Исследование белков и нуклеиновых кислот плодов яблони с плоской формировочной кроны. Тома З. Г., Арасимович В. В. Известия Академии наук Молдавской ССР. Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 25—31.

Представлены результаты экспериментального исследования, характеризующие уровень содержания и фракционный состав нуклеиновых кислот и белков в плодах яблони технической зрелости при различных формировках кроны. Выявлены отличия в фракционном составе РНК и белков и в степени гетерогенности последних в зависимости от формировки кроны дерева.

Таблиц 1, рисунков 1, библиографий 16.

УДК 581.132

Гетерозисный эффект при переопылении растений разных условий минерального питания. Неврянская А. Д., Иовва Е. П. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 31—36.

Материнские растения кукурузы и томатов при внутривидовом внутрисортном и межсортном перекрестном опылении родителей разных условий минерального питания обладали более высокой фотосинтетической способностью и урожаем по сравнению с самоопыленными и опыленными пыльцой растений одинаковых условий минерального питания.

Растения томатов первого поколения, выращенные из семян от межсортного и внутрисортного переопыления родителей разных условий минерального питания, превосходили по фотосинтетической активности и продуктивности растения, выращенные из семян, от межсортного и внутрисортного переопыления родителей одинаковых условий минерального питания.

Таблиц 4, рисунков 3, библиографий 17.

УДК 576.851.155

Влияние нитрагинизации бобовых на процесс накопления подвижных форм азота в почвах Молдавии. Сабельникова В. И., Терская И. А., Чернобровина Р. М. Известия Академии наук Молдавской ССР, № 6, 1973 г., с. 37—41.

Изучалось влияние нитрагинизации бобовых на процессы превращения и накопления подвижных форм азота в почвах Молдавии. Установлено, что нитрагинизация бобовых является приемом многофакторного положительного действия как на растение, так и на почву. Клубеньковые бактерии не только осуществляют симбиотическую фиксацию молекулярного азота и активизируют физиолого-биохимические процессы в растении, но и одновременно повышают биологическую активность почвы, изменяют процессы превращения доступных форм азота, способствуют их накоплению в почве.

Таблиц 5, библиографий 6.

УДК 576.8

О способности *Sporosarcina urea*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* расти на культуральной жидкости *Hydrogenomonas eutropha* Z-1. Волкова Д. А., Назаренко Т. О. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 41—44.

В статье излагается принцип принятого авторами методического подхода к изучению особенностей развития микроорганизмов в смешанной популяции при выращивании в стационарных условиях на примере *H. eutropha* Z-1, *Sp. urea*, *Bac. subtilis*, *E. coli*. В частности указывается, что для выявления закономерностей развития изучаемых микроорганизмов в смешанных популяциях необходимо определить способность этих микроорганизмов расти на питательной среде, выбранной для выращи-

вания *H. eutropha*, на культуральной жидкости и мертвых клетках водородных бактерий.

Таблиц 1, библиографий 7.

УДК 577 (0616)

Изменение некоторых показателей среды в связи с синтезом пектолитических ферментов грибом *Rhizopus arrhizus* Fischer. Сергеева Н. В., Костик Ф. Д., Ильинская С. П., Брунь Г. А., Бобнева С. М. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 45—48.

Изучены основные показатели состава среды для технологического контроля при производстве ферментных препаратов.

Установлено, что максимальный выход пектолитических ферментов при глубинном культивировании гриба наступает через 40—44 часа; изменение величины рН культуральной жидкости отмечается в течение 24 часов; пектин используется энергично грибом при интенсивном поглощении углеводов, азота и фосфора.

Таблиц 4, библиографий 13.

УДК 576.8

Фосфолипиды *Actinomyces canosus* 89. Ковальчук Л. П., Долец А. Т., Разумовский П. Н. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 49—52.

Приводятся данные по изучению влияния некоторых веществ, внесенных в синтетическую среду Дюлонга, на синтез фосфолипидов, липидов и накопление биомассы.

Относительное содержание фосфолипидов в сумме липидов и их количество на единицу биомассы отличалось от контрольных показателей.

Методом одномерной ТСХ исследован фракционный состав фосфолипидов из мицелия *Act. canosus* 89. Выявлено семь фосфолипидных фракций, из которых более половины общего количества составляли фосфатидилглицерин, дифосфатидилглицерин и фосфатидилэтаноламин.

Таблиц 1, рисунков 2, библиографий 16.

УДК 576.8

Биосинтез некоторых метаболитов актиномицетами «желтой» группы. Атаманюк Д. И., Гаркавенко А. И., Духовная А. М., Козырицкая В. Е. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 52—54.

Изучен липидный и каротиноидный состав у 8 культур актиномицетов «желтой» группы. Изученные культуры актиномицетов значительно различаются по синтезу каротиноидов, общих липидов, фосфолипидов, фракции стероидов и триглицеридов.

Таблиц 2, рисунков 1, библиографий 6.

УДК 577.16:577

Особенности устойчивости баклажанов к вертициллезному увяданию. Попушой И. С., Штейнберг М. Е., Харьковская А. Г. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 55—59.

На основании гистологического анализа проведения гриба определялось влияние различных удобрений на повышение физиологической устойчивости растения. Внесение азотных, и особенно комплексных, удобрений усиливает защитные свойства баклажанов не только устойчивого, но и в какой-то мере восприимчивого сорта. Одностороннее удобрение калием или фосфором снижает защитные силы растений, и заметнее это проявляется у восприимчивого сорта. Проводилось сравнительное изучение динамики активности окислительных ферментов — пероксидазы и полифенолоксидазы — здоровых и больных растений двух сортов. Гриб *Verticillium dahliae*, проникая в растение, нарушает ферментативную деятельность его, причем в тканях менее восприимчивого сорта эти нарушения менее ощутимы и общий уровень деятельности окислительных ферментов оказывается выше.

Таблиц 3, библиографий 6.

УДК 582.282(478)

Новые данные о специализации копрофильных сумчатых грибов. Простакова Ж. Г., Маржина Л. А., Коган Э. Д. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 61—64.



наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 59—61.

Рассматриваются вопросы изменения субстратной специализации копрофильных сумчатых грибов и отмечаются частые случаи перехода их на нетипичный субстрат. Библиографий 8.

УДК 612.017.1:616.915

Действие гетерологичного интерферона на лимфатический аппарат. Шройт Н. Г., Кузнецов В. П., Анисимова Л. А., Якубсон Л. З. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 61—65.

Изучено действие интерферона в гетерологичной системе. В этих условиях интерферон не оказывает защитного противовирусного действия и еще более обостряет развитие цитопатических изменений и патологических митозов. Процесс сопровождается резкой пролиферацией клеток ретикуло-гистиоцитарной системы. Полученные результаты подтверждают видовую специфичность действия интерферона; в гетерологичной системе интерферон, не очищенный от «балластных» белков, обладает цитотоксическими свойствами чужеродного антигена.

Таблиц 2, библиографий 9.

УДК 576.895.121

Облигатные паразиты (*Cestoda: Dilepididae*) иволги и скворца в Молдавии. Спаская Л. П., Шумило Р. П. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 66—72.

Приведены оригинальные описания и рисунки типового вида рода *Icterotaenia* Railliet et Henry, 1909, *I. galbulae* (Gmelin, 1790) от *Oriolus oriolus* (L.) и представителя рода *Monopylidium* Fuhrmann, 1899, *M. exigua* (Dujardin, 1845) от *Sturnus vulgaris* L.

Рисунков 9.

УДК 541.183.23

Емкость катионного обмена и теплота смачивания бентонитовых глин Молдавии. Морару В. Н., Калашикова Л. Е., Цуркан П. Н., Шафранский В. Н. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 73—79.

Изучены гидрофильные и энергетические характеристики поверхности бентонитовых глин Молдавии, определяющие основные их технические свойства (пластичность, прочность, набухаемость и др.).

Установлена линейная корреляция между величинами емкости обмена катионов и теплота смачивания бентонитов и высказано предположение, что гидрофильные свойства глин зависят от вида и концентрации обменных катионов на единицу поверхности. Обнаружено, что в результате кислотной активации глин емкость обмена и теплота смачивания уменьшаются. Обсуждены причины наблюдаемых изменений.

Показана выполнимость правила Думанского для случая взаимодействия с водой исследуемых бентонитовых глин.

Таблиц 2, рисунков 2, библиографий 14.

УДК 543.544.6

Сорбция ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ , и  $\text{Zn}^{2+}$  анионитами из водно-ацетоновых растворов. Гуцану В. Л., Пушияк А. Н., Мигаль П. К., Негуен Тхи Ньонг. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 79—84.

Изучена сорбция  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  на анионитах АВ-16Г, АН-2ФН и ЭДЭ-10П из водно-ацетоновых растворов индивидуальных ионов, а также из систем  $\text{Cu}^{2+} - \text{Cd}^{2+}$ ;  $\text{Cu}^{2+} - \text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+} - \text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+} - \text{Cd}^{2+} - \text{Zn}^{2+}$ . Исходная концентрация каждого вида катионов в растворе равнялась  $10^{-3}$  г-эка/л. Показано, что сорбция  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Zn}^{2+}$  из растворов, содержащих катионы меди, сильно подавлена. Сорбция же  $\text{Cu}^{2+}$  из растворов смесей катионов больше, чем из растворов индивидуальных ионов. С увеличением концентрации ацетона в растворе величина сорбции катионов на анионитах увеличивается. На емкость анионитов сильно влияет и ионный состав раствора. Наибольшую емкость (7,0 мг-эка/г) достигает анионит АВ-16Г при сорбции из

системы  $\text{Cu}^{2+} - \text{Cd}^{2+} - \text{Zn}^{2+} - 50\%$  ацетона. Наряду с величинами сорбции в работе приводятся и величины рН равновесных растворов.

Таблиц 2, рисунков 5, библиографий 7.

УДК 633.854.74

Биология пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и содержание в ней эфирного масла. Бодруг М. В. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 85—86.

Приводятся результаты изучения распространения, биологии пижмы обыкновенной, а также содержания эфирного масла по фазам развития и органам растений в природных условиях Молдавской ССР.

Установлено, что 40% растений цветут в первый год вегетации. Лучшей всхожестью обладают семена годичного хранения — 84%; после трех лет хранения всхожесть семян снижается до 46%. Эфирное масло найдено во всех органах растений, но больший процент его содержится в соцветиях. Рекомендуется собирать соцветия пижмы обыкновенной для получения эфирного масла в период полного цветения растений, когда отмечается максимум его накопления.

Таблиц 3, библиографий 3.

УДК 537.533.35:58.08

Опыт бескапсульной заливки растительных объектов. Будуган И. В. Известия Академии наук Молдавской ССР, Серия биологических и химических наук, № 6, 1973 г., с. 86—87.

Предлагается метод бескапсульной заливки растительных объектов в эпоксидные смолы, который позволяет ориентировать образец для исследования в желаемом положении, а при ультрамикротомировании получать срезы любых сечений. Рисунков 1, библиографий 1.



# СОДЕРЖАНИЕ

## Ботаника

- С. Н. Лазу, В. А. Киртока. Вертикальное распределение фитомассы в дубравах из дуба скального в Молдавии . . . . . 3  
В. М. Осадчий. Новые разновидности березы в Молдавии . . . . . 11  
В. В. Бужоряну. Электронно-микроскопическое изучение клеток периферической зоны апекса вегетативного побега пихты белой . . . . . 14

## Физиология и биохимия растений

- С. М. Иванов, С. И. Николаева. Влияние температуры и аэрации почвы на поглощение и использование баклажанами азота, фосфора и калия . . . . . 19  
З. Г. Тома, В. В. Арасимович. Исследование белков и нуклеиновых кислот плодов яблони с плоской формировкой кроны . . . . . 25  
А. Д. Неврянская, Е. П. Иовва. Гетерозисный эффект при переопылении растений разных условий минерального питания . . . . . 31

## Микробиология

- В. И. Сабельникова, И. А. Терская, Р. М. Чернобровина. Влияние нитрагинизации бобовых на процесс накопления подвижных форм азота в почвах Молдавии . . . . . 37  
Д. А. Волкова, Т. О. Назаренко. О способности *Sporosarcina urea*, *Bacillus subtilis* и *Escherichia coli* расти на культуральной жидкости *Hydrogenomonas eutropha* Z-1 . . . . . 41  
Н. В. Сергеева, Ф. Д. Костик, С. П. Ильинская, Г. А. Брунь, С. М. Бобнева. Изменение некоторых показателей среды в связи с синтезом пектолитических ферментов грибом *Rhizopus arrhizus* Fischer . . . . . 45  
Л. П. Ковальчук, А. Г. Донец, П. Н. Разумовский. Фосфолипиды *Actinomyces caposus* 89 . . . . . 49  
Д. И. Атаманюк, А. И. Гаркавенко, А. М. Духовная, В. Е. Козырицкая. Биосинтез некоторых метаболитов актиномицетами «желтой» группы . . . . . 52

## Микология и вирусология

- И. С. Попушой, М. Е. Штейнберг, А. П. Харьковская. Особенности устойчивости баклажанов к вертициллезному увяданию . . . . . 55  
Ж. Г. Простакова, Л. А. Маржина, Э. Д. Коган. Новые данные о специализации копрофильных сумчатых грибов . . . . . 59  
И. Г. Шройт, В. П. Кузнецов, Л. А. Аниимова, Л. З. Якубсон. Действие гетерологичного интерферона на лимфатический аппарат . . . . . 61

## Паразитология

- Л. П. Спасская, Р. П. Шумило. Obligатные паразиты (Cestoda: *Dilepididae*) иволги и скворца Молдавии . . . . . 66

## Химия

- В. Н. Морару, Л. Е. Калашникова, П. Н. Цуркан, В. Н. Шафранский. Емкость катионного обмена и теплота смачивания бентонитовых глин Молдавии . . . . . 73  
В. Л. Гуцану, А. Н. Пушняк, П. К. Мигаль, Нгуен Тхи Ньонг. Сорбция ионов  $Cu^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$  и  $Zn^{2+}$  анионитами из водно-ацетоновых растворов . . . . . 79

## Краткие сообщения

- М. В. Бодруг. Биология пиявки обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и содержание в ней эфирного масла . . . . . 85  
И. В. Буздуган. Опыт бескапсульной заливки растительных объектов . . . . . 86

## Юбилейные даты

- Татьяна Сергеевна Гейдеман (к 70-летию со дня рождения) . . . . . 88  
Рефераты . . . . . 91