

✓ К-14038
П295554

ВЕСТНИК

ХАРЬКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

№ 158

ПРОБЛЕМЫ ФЛОРИСТИКИ И БИОСИСТЕМАТИКИ,
ФИЗИОЛОГИИ ПИТАНИЯ И ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ

1 р. 19 к.



Проблемы флористики и биосистематики.
физиологии питания и иммунитета растений, 1977, № 158, с. 1-

V.N. Karazin Kharkiv National University



00280492

3

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ВЕСТНИК

ХАРЬКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 158

ПРОБЛЕМЫ ФЛОРИСТИКИ И БИОСИСТЕМАТИКИ,
ФИЗИОЛОГИИ ПИТАНИЯ И ИММУНИТЕТА РАСТЕНИЙ

ХАРЬКОВ
ИЗДАТЕЛЬСТВО ПРИ ХАРЬКОВСКОМ
ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
ИЗДАТЕЛЬСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ «ВИЩА ШКОЛА»
1977

Печатается по решению Ученого совета биологического факультета Харьковского университета им. А. М. Горького (протокол № 1 от 23 января 1976 года).

В вестнике рассматриваются некоторые вопросы флористики низших и высших растений и комплексного биосистематического изучения дикорастущих злаков с применением различных методов исследования, проблемы иммунитета и взаимоотношений растений с грибными возбудителями болезней, влияние макро- и микроэлементов минерального питания на обмен веществ, рост и развитие растений и ряд других аспектов физиологии и биохимии растений.

Предназначен для научных работников и специалистов.

Редакционная коллегия:

*Т. В. Догадина (отв. секр.), А. М. Матвиенко,
Ю. Н. Прокудин (отв. ред.), Г. К. Самохвалов,
Н. Д. Тимашов, Т. В. Ярошенко.*

Адрес редакционной коллегии:

310077, Харьков, 77, пл. Дзержинского, 4. Харьковский государственный университет, биологический факультет.
Тел. 40-17-29.

Редакция естественнонаучной литературы

И. о. зав. редакцией Н. Н. Сорокун



УДК 582.26 477.54

Р. П. ЖУПАНЕНКО, канд. биол. наук, О. А. ПОЛТОРАК

АЛЬГОФЛОРА ВОДОЕМОВ ПЛАНИРУЕМОГО ГОТВАЛЬДОВСКОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА В ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Настоящее сообщение является результатом изучения альгофлоры водоемов, расположенных на территории планируемого Готвальдовского природного парка, в целях выяснения их современного санитарно-биологического состояния. Создание Готвальдовского природного парка предполагается на территории Гомольшанского, Задонецкого и Коробовского лесничеств, расположенных в юго-восточной части Харьковской области.

Исследования проводились в течение 1973—1974 гг. на пяти водоемах: трех естественных, расположенных в пойме р. С. Донец на первой (оз. Белое, оз. Круглое) и на четвертой (оз. Боровое) террасах, а также на двух прудах: копаном (на центральной усадьбе Гомольшанского лесничества) и запрудном, образованном в результате создания плотины на ручье, протекающем по дну балки Добрык (у с. Нижние Мельницы).

В результате проведенных альгологических исследований было обнаружено 336 видовых и внутривидовых таксонов водорослей из семи отделов, ведущее место среди которых занимает отдел диатомовых водорослей (151 таксон — 45%). Представлены они в основном факультативно-планктонными формами — 89,9%. Заметного разнообразия достигают зеленые (112—36,0%) водоросли, главным образом за счет класса протококковых (54—48,4%), а также отделы эвгленовых (35—14,1%) и сине-зеленых (28—9,3%). Максимальное число видов — 248 — отмечено в планктоне, минимальное — 191 в перифитоне, в бентосе — 212.

Среди диатомовых водорослей, согласно классификации А.И. Прошкиной-Лавренко [3], преобладают индифферентные виды — 78,6%. Отмечены также и галофилы — 12,1%, особенно часто встречаемые в оз. Белом. Галофобов обнаружено всего три вида — 2,0% — *Eunotia lunaris* (Ehr.) Grun., *Meridion circulare* (Greg.) Ag., *Pinnularia mesolepta* (Ehr.) W. Sm., причем только в пруде, расположенном у с. Н. Мельницы. Мезогалобы представлены шестью видами — 3,9% — *Amphiprora paludosa* W. Sm., *Bacillaria paradoxa* Gmel., *Navicula gregaria* Donk., *Gyrosigma spenceri* (W. Sm.) Cl., *Nitzschia closterium*

(Ehr.) W. Sm., *N. longissima* R. и обнаружены в оз. Белом и пруде, расположенном на центральной усадьбе Гомольшанского лесничества.

Сравнение полученных данных показало, что видовой состав альгофлоры неравномерно распределялся по исследуемым водоемам (табл. 1), причем в естественных водоемах он оказался значительно разнообразнее (301), чем в искусственных (196).

Максимальное разнообразие видов выявлено в оз. Белом за счет диатомовых — 54,8%, заметно преобладающих также в перифитоне — 73,6% и в бентосе — 65,3%. В планктоне они также играли ведущую роль — 51,0%. Значительно однообразнее представлены протококковые — 13,6% и эвгленовые — 8,0%, которые по данным Л. А. Шкорбата [5] были ведущими в планктоне озера в 1913—1948 годах. Л. А. Шкорбат отмечал также, что в течение 35-летнего периода исследований обнаружены существенные изменения в видовом составе фитопланктона озера, направленные в сторону увеличения числа диатомовых и уменьшения протококковых.

Таблица 1

Групповой состав альгофлоры

Систематические группы водорослей	Водоемы																			
	Оз. Белое				Оз. Круглое				Оз. Боровое				Пруд Гомольшанского лесничества				Пруд у с. Н. Мельницы			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Cyanophyta	9	11	7	18	11	12	10	17	4	7	5	7	7	8	4	8	8	7	2	14
Chrysophyta	5	2	1	5	5	1	—	5	1	—	—	1	3	1	1	4	2	1	—	2
Pyrrophyta	6	2	1	6	4	2	—	4	1	1	—	1	3	1	1	3	1	—	—	1
Euglenophyta	11	8	10	18	11	5	10	16	12	10	7	19	13	10	2	15	5	1	2	5
Chlorophyta	40	24	10	50	34	17	7	42	56	38	15	66	15	14	10	20	15	9	6	22
Volvocophyceae	13	6	1	13	10	4	—	11	6	2	—	6	5	1	—	5	3	1	1	4
Protococcomphyciae	20	12	2	21	18	3	1	19	27	12	4	29	6	5	3	6	5	1	1	6
Ulotrichiphyceae	1	3	5	6	1	4	4	4	1	5	4	5	1	3	3	3	1	3	2	3
Conjugatophytina	6	3	2	10	5	6	2	8	12	19	7	26	3	5	4	6	6	4	2	9
Xanthophyta	1	1	—	1	1	—	—	1	1	1	—	1	1	—	—	1	—	—	—	—
Bacillariophyta	75	96	81	119	63	76	71	91	21	36	30	56	31	50	42	59	36	46	41	56
Всего	147	114	110	217	129	113	98	176	86	93	57	151	73	84	60	110	67	64	61	100

I — планктон, II — бентос, III — перифитон, IV — всего в водоеме.

Видовой состав альгофлоры оз. Борового представлен сравнительно бедно (табл. 1), что можно объяснить, вероятно, с одной стороны, интенсивным заболачиванием, выразившимся в массовом зарастании водоема высшей водной растительностью, обмелением до 20—30 см, заметным разнообразием конъюгат — типичных представителей флоры болот, видов родов *Closterium* Nitzsch. и *Cosmarium* Corda, встречаемых

и в среднеминерализованных водоемах со щелочной реакцией среды [1], и типичных представителей олигогалинных водоемов — *Euastrum verrucosum* Ehr., *Pleurotaenium trabecula* (Ehr.) Naeg., а также значительным развитием отдельных видов водорослей, с другой.

Видовой состав альгофлоры искусственных водоемов (табл. 1) представлен в основном лимнофильным комплексом, причем в пруде, расположенном на центральной усадьбе Гомольшанского лесничества заметного разнообразия, кроме диатомовых — 51,8%, достигли эвгленовые — 15,0% и сине-зеленые — 12,3% водоросли, показатели высоких степеней сапробности — альфамезосапробной и полисапробной зон — *Oscillatoria chalybea* Mert., *O. princeps* Vauch., *O. tenuis* Ag., *Euglena oxyuris* Schmarda, *E. viridis* Ehr., *Anabaena constricta* Geitl., согласно списку организмов-индикаторов загрязнения, составленному А.В. Макарушиным [2].

Распределение численности и биомассы фитопланктона в исследуемых водоемах представлено в табл. 2. Максимальные величины численности и биомассы фитопланктона отмечены в оз. Боровом (июнь, 1973), причем высокая численность обусловлена развитием диатомовых (виды родов *Gomphonema* Ag., *Navicula* Bory, *Nitzschia* Hass, *Synedra* Ehr.) и протококковых (*Ankistrodesmus angustus* Bern., *Scenedesmus quadricauda* var. *alternans* G. M. Smith., *S. obliquus* Kütz.) водорослей. Основу биомассы составляют диатомовые — 62,2% и конъюгаты — 26,4%, среди которых преобладают формы с крупными клетками — *Closterium leibleinii* 23361,1 μ^3 ; *Cl. moniliferum* — 48732,0 μ^3 ; *Cosmarium botrytis* — 31897,5 μ^3 ; и *Spirogyra* sp. — 140344 μ^3 .

Численность фитопланктона других исследуемых водоемов не превышает 4,5 млн. кл/л и обусловлена развитием диатомовых — 38,8—69,3% и протококковых — 12,4—21,3%, а в пруде, расположенном на центральной усадьбе Гомольшанского лесничества, — эвгленовых — 47,7%, диатомовых — 23,0% и сине-зеленых — 18,0% водорослей. Основу биомассы составляли в основном диатомовые — 45,5—62,0%, а иногда и эвгленовые — 60,0%.

Анализ видового состава и численности водорослей — показателей загрязнения, выполненный по методу сапробной валентности Зелинки и Марвана [4], показал, что воды исследуемых водоемов можно отнести к бетамезосапробной зоне, т. е. к относительно чистой. Однако воды пруда, расположенного на центральной усадьбе Гомольшанского лесничества, характеризуются большей загрязненностью, о чем свидетельствует значительное развитие представителей альфамезосапробной зоны — до 51,0—56,2%. Признаки альфамезосапробности отмечены и в прибрежной зоне оз. Белого. Воды пруда, расположенного у с. Н. Мельницы, значительно чище, чем в других водоемах. Здесь численность олигосапробов и олиго-бетамезосапробов колеблется в пределах 58,1—62,7% за счет развития *Cymbella ventricosa* — 12,1—14,0% *Cocconeis placentula* — 10,1—12,0%, *Fragilaria capucina* — 10,2—10,8%, *Dinobryon sertularia* — 8,6—9,3%, *Nitzschia linearis* — 8,1—9,0% и *Meridion circulare* — 5,7—6,2%.

Проведенные исследования по казали, что в санитарно-биологическом отношении наиболее загрязненными являются воды пруда, расположенного на центральной усадьбе Гомольшанского лесничества

Численность и биомасса фитопланктона¹⁾

Систематические группы водорослей	Водоёмы				Пруд Гомольянского лесничества	Пруд у с. Н. Мельницы
	Оз. Белое	Оз. Круглое	Оз. Боровое	Оз. Боровое		
Cyanophyta	15,0 — 378,1 0,011 — 7,426	26,0 — 238,8 0,014 — 6,841	230,0 — 370,0 6,010 — 7,260	230,0 — 370,0 6,010 — 7,260	249,4 — 498,0 6,120 — 7,960	49,4 — 98,0 0,020 — 0,050
Chrysophyta	13,6 — 175,6 0,901 — 10,261	98,2 — 133,5 8,415 — 9,186	12,6 — 18,4 1,010 — 1,020	12,6 — 18,4 1,010 — 1,020	12,4 — 40,6 0,020 — 2,110	41,7 — 98,0 2,450 — 3,840
Pyrrhophyta	106,1 — 180,0 218,812 — 356,856	—	—	—	—	—
Euglenophyta	13,6 — 93,8 7,986 — 78,411	31,0 — 150,6 21,700 — 90,400	120,6 — 369,0 78,110 — 128,540	120,6 — 369,0 78,110 — 128,540	741,7 — 998,0 1081,020 — 1326,110	41,7 — 98,0 27,400 — 81,000
Chlorophyta	114,6 — 1284,2 207,015 — 757,646	121,1 — 1669,1 113,586 — 1114,086	742,4 — 4766,4 2087,610 — 3025,360	742,4 — 4766,4 2087,610 — 3025,360	377,5 — 664,7 665,670 — 1126,530	167,0 — 254,4 180,425 — 283,820
Volvocophyceae	42,0 — 480,1 48,400 — 671,420	27,0 — 660,0 35,100 — 781,400	184,6 — 370,0 211,010 — 402,260	184,6 — 370,0 211,010 — 402,260	125,0 — 166,8 201,400 — 204,700	126,4 — 186,2 178,415 — 280,400
Protococcophyceae	59,0 — 786,0 2,215 — 29,426	64,9 — 954,0 4,286 — 35,760	231,0 — 3656,2 21,400 — 421,700	231,0 — 3656,2 21,400 — 421,700	208,5 — 392,0 11,430 — 13,810	40,6 — 68,2 2,010 — 3,420
Ulotrichophyceae	13,6 — 18,1 42,400 — 56,800	18,1 — 23,0 31,400 — 38,526	—	—	2,1 — 7,3 10,840 — 18,520	—
Conjugatophytina	—	11,1 — 32,1 42,800 — 258,400	326,8 — 740,2 1864,200 — 2201,400	326,8 — 740,2 1864,200 — 2201,400	41,9 — 98,6 442,000 — 889,500	—
Xanthophyta	186,4 — 1758,0 102,800 — 1256,820	486,0 — 1590,8 368,400 — 1021,420	4250,4 — 6956,8 2568,420 — 5201,480	4250,4 — 6956,8 2568,420 — 5201,480	470,0 — 609,7 268,150 — 568,100	834,0 — 2089,1 786,210 — 1988,110
Bacillariophyta	449,3 — 4541,1 423,525 — 2417,220	762,3 — 3982,8 510,115 — 2241,933	5356,0 — 12480,6 4741,160 — 8363,660	5356,0 — 12480,6 4741,160 — 8363,660	1851,0 — 2811,0 2020,980 — 3030,810	1233,8 — 2637,5 996,505 — 2256,820

1) Числитель — численность (тыс. (кл/л), знаменатель — биомасса (мг/л)

и используемого в хозяйственных целях, и оз. Белого — базы отдыха трудящихся. Поэтому на этих водоемах необходимо установить строгий санитарный контроль, с целью предотвращения дальнейшего их загрязнения.

Пруд, расположенный у с. Н. Мельницы, из всех исследуемых водоемов является наиболее чистым и должен быть сохранен в дальнейшем от внешних воздействий. Оз. Боровое, находящееся в состоянии заболачиваемости, нуждается в удалении ила и зарослей высшей водной растительности, так как это грозит ему полной гибелью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жупаненко Р. П. Десмидієві водорості р. Сіверського Дінця, водойм його заплави та Печенізького водосховища. — «Укр. бот. журн.», 1973, т. XXX, № 4, с. 523—526.
2. Макрушин А. В. Библиографический указатель с приложением списка организмов — индикаторов загрязнения. — Биологический анализ качества вод, 1974, АН СССР, с. 21—52.
3. Прошкина-Лавренко А. И. Диатомовые водоросли — показатели солености воды. — Диатомовый сборник. Л., 1953, с. 186—206.
4. Унифицированные методы исследования качества вод. М., Изд-во СЭВ, 1966. Ч. 4, разд. 2. 320 с.
5. Шкорбатов Л. А. Планктон озера Белого Змиевского района Харьковской области. — Тр. НИИ биологии и биол. ф-та Харьк. ун-та, 1956, т. 23, с. 157—211.

УДК 628.39 : 577.472 (28 : 477.53)

Т. В. ДОГАДИНА, канд. биол. наук, Л. А. ВОВЧЕНКО

САНИТАРНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Р. ВОРСКЛЫ В РАЙОНЕ Г. ПОЛТАВЫ

Исследования проводились с IX. 1973 по IX. 1974 г. в двух пунктах и охватывали участок реки протяженностью 5 км в районе г. Полтавы. Первый пункт исследования, расположенный выше города, был взят как контрольный, второй пункт — ниже сброса городской канализации. Синхронно с альгологическими, проводились гидрохимические и бактериологические исследования. Целью исследований являлось изучение изменений санитарно-биологического режима данного участка реки в связи с поступлением городских стоков. Сбор и обработка материала проводились ежемесячно по унифицированным методикам [1, 2].

Результаты проведенных нами стационарных исследований показали, что по основным гидрохимическим показателям санитарное состояние реки ниже города ухудшается: содержание растворенного кислорода постоянно ниже нормального, с максимальным дефицитом 79—84% в зимнее время (рис. 1); одновременно отмечается увеличение содержания растворенного органического вещества, в среднем на 30—40% (рис. 2, 3) и аммонийного азота (рис. 4); повышение общей минерализации воды по сухому остатку. Данные бактериологических анализов показывают увеличение общего числа сапрофитов, в среднем

на 50%, и числа бактерий группы кишечной палочки: коли-титр снижается от 0,4 до 0,004 мл, т. е. в 100 раз. Указанные выше изменения общего санитарного состояния изучаемого участка реки повлекли за собой изменения как в видовом составе альгофлоры в целом, так и в интенсивности развития фитопланктона.

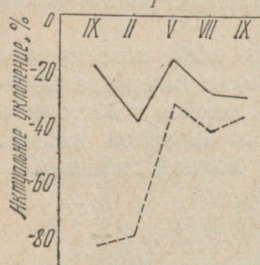


Рис. 1. Динамика содержания растворенного кислорода (— — пункт 1, — — — пункт 2).

Всего на исследованном участке реки выявлено и определено 258 видовых и внутривидовых таксонов водорослей (см. таблицу). В общем, основную роль в сложении видового состава альгофлоры играли диатомовые водоросли, составившие 51,7% от общего числа таксонов. Диатомовые водоросли сохраняют свое ведущее положение во всех экологических группировках: фитопланктон — 44,2%, перифитон — 58%, фитобентос — 60,7%, причем наблюдается оно в обоих пунктах исследований.

Установлено, что поступление сточных вод города в реку вызывает изменения в качественном составе диатомовых водорослей по экологическим группировкам. Фитопланктон обедняется в значительной степени, частично за счет выпадения резистентных к загрязнению форм (*Nitzschia closterium* (Ehr.) W. Sm.), частично за счет осаждения отдельных видов вследствие низкой прозрачности, высокой цветности и резкого повышения содержания взвешенных веществ во втором пункте. Видовое же разнообразие перифитона и фитобентоса, напротив, увеличивается в основном за счет видов, приспособившихся к обитанию

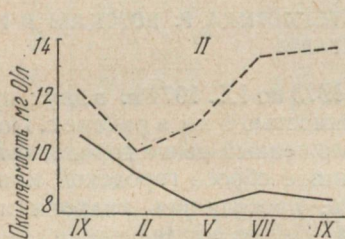


Рис. 2. Динамика величины окисляемости (— — 1, — — — 2).

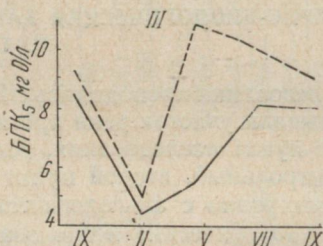


Рис. 3. Динамика величины БПК₅ (— — 1, — — — 2).

в загрязненных водах (*Gomphonema parvulum* var. *parvulum* (Kütz.) Grun., *G. parvulum* var. *subellipticum* Cl., *Achnanthes lanceolata* (Breb.) Grun.). Кроме того, обогащение видового состава диатомовых фитобентоса шло частично за счет осаждения планктонных форм.

Замечено также, что помимо диатомовых водорослей существенного развития в альгофлоре исследуемого участка реки по числу видов достигли зеленые водоросли, составившие 20,8% от общего числа обнаруженных таксонов водорослей. Здесь также отмечались измене-

ния в качественном составе по пунктам исследований. При почти одинаковом общем числе видов количество видов, общих для двух пунктов, оказалось невысоким, при этом наибольшие изменения произошли в качественном составе вольвоксовых и протококковых водорослей. Во втором пункте в ощутимых количествах появились виды *Carteria crucifera* Korsch. и *Phacotus coccifer* Korsch., увеличилась численность видов рода *Chlamydomonas* Ehr. В значительной степени обогатился видовой состав протококковых водорослей за счет появления видов *Chlorella vulgaris* Beyer., *Raphidonema longiseta* Visch., *Hyaloraphidium curvatum* Korsch. и др.

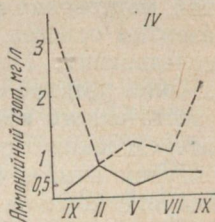


Рис. 4. Динамика величины аммонийного азота (— — — 1, — — — — 2).

Видовой состав эвгленовых водорослей, в большинстве являющихся типичными обитателями загрязненных вод, обогащается во втором пункте за счет появления *Lepocinclis steinii* Lemm., *Petalomonas medio-canellata* Stein, *Phacus pyrum* (Ehr.) Stein, *Rhabdomonas incurva* Fres. Вместе с тем часть видов во втором пункте обнаружена не была (*Coelastrum vesiculosum* Ehr., *Phacus caudatus* var. *volicensis* Drez., *Trachelomonas cylindrica* Ehr. sec. Playf.).

Групповой состав альгофлоры

Таксоны	Всего в реке	В том числе			К
		по пунктам		общих	
		1	2		
Chrysophyta	8	7	6	5	0,86
Pyrrophyta	6	6	4	4	0,80
Euglenophyta	29	22	21	14	0,65
Chlorophyta	55	43	44	34	0,78
Euchlorophytina	49	37	37	29	0,78
Volvocophyceae	9	6	8	6	0,80
Protococophyceae	33	25	23	18	0,75
Ulothrichophyceae	7	6	6	5	0,83
Conjugatophytina	7	6	6	5	0,83
Xanthophyta	6	5	5	4	0,80
Bacillariophyta	136	116	109	89	0,79
Cyanophyta	18	15	15	12	0,80
Итого	258	214	204	160	0,76

К — коэффициент видовой общности по Серенсену [1].

Анализ полученных величин коэффициента общности видового состава также подтверждает, что наибольшие изменения произошли в качественном составе эвгленовых ($K=0,65$), протококковых ($K=0,75$) и диатомовых водорослей ($K=0,79$).

Численность фитопланктона исследованного участка реки была относительно невысокой и максимум ее, как правило, не превышал

1,9 млн. кл./л., минимальная численность отмечена в зимнее время и составляла 5 тыс. кл./л. В целом же в развитии фитопланктона на исследуемом участке реки было отмечено три максимума — ноябрьский, мартовский и майский (рис. 5, 6), причем наибольший максимум развития отмечен в ноябре как в первом, так и во втором пунктах исследований. Такой сдвиг максимального развития фитопланктона на более поздние сроки можно отнести за счет теплой затяжной осени и достаточного количества биогенных элементов в воде. Что касается распределения по пунктам, то здесь численность фитопланктона в первом пункте была, как правило, выше таковой во втором, что следует отнести за счет влияния сточных вод города. Именно планктонные организмы в первую очередь испытывают влияние загрязнений.

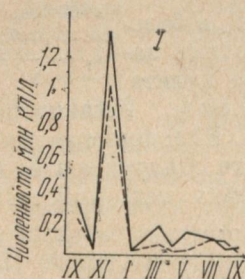


Рис. 5. Динамика численности фитопланктона, правый берег (—— — 1, — — — — 2).

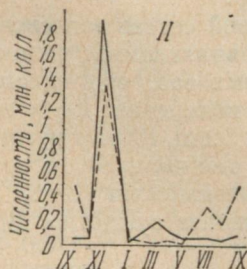


Рис. 6. Динамика численности фитопланктона, левый берег (—— — 1, — — — — 2).

Сравнение группового состава показало, что заметную роль в сложении численности фитопланктона играли представители четырех отделов: диатомовых, зеленых, золотистых и эвгленовых, причем золотистые водоросли (*Chrysococcus rufescens* Klebs) развивались в сколько-нибудь заметном количестве только в первом пункте, а эвгленовые, наоборот, более интенсивно развивались во втором пункте. Диатомовые водоросли сохраняли ведущее положение в сложении численности фитопланктона на протяжении всего периода исследований, причем в отдельные месяцы (январь, август) в сложении численности фитопланктона участвовали представители только этого отдела. Интересно отметить, что ни один из видов этого отдела не давал преобладающего развития, общая численность всегда складывалась за счет различной степени развития большего или меньшего числа таксонов. В сложении численности чаще всего участвовали типично планктонные виды: *Cyclotella meneghiniana* Kütz., *Melosira varians* Ag., *Melosira granulata* var. *angustissima* (O. Müll.) Hust., *Stephanodiscus hantzschii* Grun., реже здесь отмечались прикрепленные формы *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. с различными вариациями, *Diatoma vulgare* Bory, *Cocconeis placentula* Ehr., *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grun. обычно при их массовом развитии в перифитоне.

Представители отдела зеленых водорослей участвовали в сложении численности фитопланктона в основном в теплый период года, причем

в большом количестве они обычно развивались в первом пункте. В основном численность фитопланктона бывала обусловлена развитием трех видов: *Chlamydomonas reinhardii* Dang., *Pandorina morum* (O. Müll.) Bory, *Pediastrum boryanum* Meyen. Из эвгленовых наиболее ошутимое развитие давали *Trachelomonas oblonga* Lemm., *T. volvocina* Ehr.

Сапробные организмы, выявленные нами на исследуемом участке реки, относятся к пяти зонам сапробности и представлены 78 видами, т. е. 30,2% от общего числа таксонов. В общем, в альгофлоре реки доминировали представители бета-мезосапробной зоны, т. е. практически чистой. Вместе с тем, индекс сапробности по Пантле и Буку в обоих пунктах исследованного участка реки колебался в широких пределах и составил: для фитопланктона 0,6—2,4 и 1,0—3,0 (по пунктам соответственно), для перифитона 1,0—3,5 и 1,7—3,8 и для фитобентона 1,0—2,4 и 1,2—3,5, т. е. в реке преобладали мезосапробные условия (1,5—3,5). Максимальные величины индекса сапробности, т. е. максимальное загрязнение реки, отмечалось обычно зимой и весной, причем наиболее четко оно проявлялось во втором пункте.

Для установления более полной картины современного состояния реки в исследуемом районе полученные данные мы сравнили с результатами обследования реки на том же участке в 1947—1948 гг. [3]. Оказалось, что в целом за истекший период в реке произошли явные изменения, свидетельствующие об ухудшении санитарно-биологического режима, а именно: в зимний период окисляемость воды повысилась вдвое, увеличилась общая минерализация воды (с 390 до 796 мг/л), в значительной степени изменился и видовой состав альгофлоры. Наряду с увеличением общего числа таксонов в 1,5 раза, было отмечено выпадение из состава альгофлоры целого ряда видов, приводимых для предыдущих лет: *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun., *Achnanthes brevipes* Ag., *Nitzschia obtusa* W. Sm., *Caloneis permagna* (Bail.) Cl.; это говорит о том, что в первую очередь наиболее заметно изменился состав диатомовых водорослей, которые сохраняют свое ведущее положение в альгофлоре реки, хотя удельный вес их несколько снижается. Увеличение общего числа таксонов водорослей и появление большого числа прудовых и озерных форм в альгофлоре исследованного участка следует, по-видимому, отнести как за счет зарегулирования стока реки плотинами выше по течению, так и увеличения степени загрязнения реки на исследованном участке. О последнем свидетельствует и появление в альгофлоре реки полисапробных форм, ранее здесь не обнаруживаемых. Пункт исследований, расположенный выше города и характеризующийся ранее как олигосапробный, имеет четкий бета-мезосапробный характер. В пункте ниже города сапробность реки, как правило, повышается до альфа-мезосапробной, указывая на ухудшение санитарно-биологического режима реки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., «Наука», 1975. 240 с.
2. Унифицированные методы исследования качества вод. Ч. III. Методы биологического анализа вод. М., СЭВ, 1975. 174 с.
3. Фед и В. А. Альгофлора реки Ворсклы. — Вестн. Днепропетр. НИИ биологии, 1960, с. XII, с. 59—78.

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ ВОДНЫХ ФИКОМИЦЕТОВ

Среди различных форм растительных организмов, населяющих водную среду, широко представлены водные грибы — представители гетеротрофных организмов. Это большая экологическая группа, в которой фикомицетам принадлежит ведущее место.

Фикомицеты принимают активное участие в фитогенном распаде остатков, способствуют очистке водоемов. Каждый водоем характеризуется определенным составом фикомицетов с их ведущими группами. Среди них можно различить эвритопные, стенотопные и редкие виды. Фикомицеты весьма чувствительны к условиям окружающей среды, и амплитуда их деятельности стоит в прямой зависимости от внешней обстановки, в которой они находятся. В каждом конкретном случае эти изменения определяются сложными взаимодействиями физико-химических, санитарно-биологических и экологических факторов. В специальной литературе по этому вопросу почти полностью отсутствуют сведения о влиянии факторов среды на рост и развитие водных фикомицетов.

Для выполнения поставленной задачи нами проводились полевые и лабораторные исследования. Материалом для работы послужили водные пробы, отбираемые ежемесячно, синхронно в течение года из различных водоемов, в которые погружались «приманки» органического субстрата. Молодые культуры помещали в различные условия (температуры, реакции среды, света). Во время просмотра культур проводили детальное описание этапов онтогенеза, делались зарисовки и микрофотографии.

В экспериментах был использован 51 вид сапрофитных форм фикомицетов, относящихся к двум порядкам *Saprolegniales*, *Pero-
sporales*.

По типу питания большинство выделенных видов являются сапрофитами-полифагами, которые культивировались на семенах конопли, льна, незрелых помидорах и яблоках, плодах шиповника, ветвях различных древесных пород, личинках муравьев, целлофане и других субстратах. Отмечены виды, проявившие приуроченность к специфическим субстратам. Так, *Nowakowskiella elegans* (Nowak.) Schroet.; *Blastocladiella stübenii* Couch выращивались только на целлофане и коже семян конопли. *Rhipidium amERICANUM* Thaxter.; *Sapro-
myces androgynus* Thaxter — только на зеленых яблоках. *Pythium
astraeodes* Drechsler — только на семенах кукурузы. *Dictyuchus
monosporus* Leitgeb — на ветвях древесных пород.

Важное значение в онтогенезе фикомицетов имеет температурный фактор. Под влиянием повышения температуры появляются морфологические изменения у отдельных видов [3, 4]. Наблюдая за *Achlya hypogyna* Coker et Pemberton, было отмечено, что в летний период выросты оболочек оогониев заметно короче, их меньше, чем в другие сезоны года. В наших опытах особую чувствительность к темпера-

турному фактору проявили представители порядка Saprolegniales и, в первую очередь, виды родов *Achlya*, *Isoachlya*, температурный оптимум оогенеза которых не выше 18—20°С. Дальнейшее повышение температуры влечет за собой переход к исключительно вегетативному размножению. Виды родов *Saprolegnia*, *Leptolegnia*, *Aphanomyses* встречаются при значительно более широких колебаниях температуры. У отдельных видов *Achlya polyandra* Hilders, *A. colorata* Prinsh., *A. racemosa* Hild. споры прорастали при t 1,5—2°С. О способности зооспор прорасти лишь при пониженных температурах воды для некоторых видов указывает К. Цейп [2]. Что касается видов порядка Peronosporales (р. *Pythium*), то они в нашем эксперименте не проявили строгой приуроченности к определенным показателям этого фактора. Такие виды, как *Pythium monospermum* Pringsh., *P. rastratum* Butler, *P. papillatum* Matthews., *P. carolinianum* Matthews показали способность вегетировать при значительных колебаниях температуры — от 4 до 30°С. Однако среди видов этого рода имеются *Pythium maritimum* Hohnk, *P. dissotocum* Drechsler, которые зарегистрированы в осенне-весенний период. Прорастание спор и развитие культуры у них в лабораторных условиях наблюдалось при t 7—14°С.

По отношению к активной реакции воды среди фикомицетов наибольшую группу составляют виды, встречающиеся при широкой амплитуде рН 4,0—8,4 (33 вида из 51 взятых для исследования). Литературные сведения по этому вопросу весьма противоречивы. Так, А. Апинис [1] приводит *Saprolegnia litoralis* Coker для торфяников с рН 3,3—4,5, А. Лунд [5] — для нейтральных вод, Д. Забровска [7] — для водоемов со слабой щелочной средой. Нами отмечены характерные стенотопы сфагновых болот, которые предпочитают более кислую среду для своего развития [рН 4,0—6,8]. Это *Achlya racemosa* Hilders, *A. oligacantha* De Bary, *A. conspicua* Coker, *A. flagellata* Coker, *Isoachlya terrestris* Richter, *I. intermedia* Coker, *Saprolegnia furcata* Maur, *S. latvica* Apinis. Однако отдельные виды этих порядков зарегистрированы и в щелочной среде.

О влиянии света на водные фикомицеты в литературе имеются немногочисленные сведения и большинство из них указывает на то, что эти организмы могут выживать в различных условиях, начиная от полной темноты до яркого света. Наиболее полные сведения по этому вопросу приведены у Вестона [6]. Нами в лабораторных условиях изучалось влияние различных по спектральным характеристикам источников света и величины освещенности на прорастание зооспор и развитие культур в водной среде у наиболее распространенного в водоемах Харьковской области вида *Saprolegnia ferax* (Gruith.) Thuret.

Благоприятными условиями освещения для развития культур этого вида является естественный свет и лампа накаливания с величиной освещенности 50 лк.

Люминесцентное освещение задерживает прорастание спор и развитие культуры *Saprolegnia ferax*. Небольшие дозы (в пределах 100 рад) гамма-излучения не вызывали видимых изменений в росте и развитии указанного вида. Увеличение дозы от 200 до 200 000 рад

приводило к постепенно нарастающей деформации, лизису мицелия и полной гибели культуры.

Ультрафиолетовые лучи, в зависимости от экспозиции облучения, неодинаково влияют на рост и развитие *Saprolegnia ferax*. Непродолжительное облучение до 1 мин культур не вызывает изменения в развитии по сравнению с контролем. Облучение в течение 3—5 мин задерживает развитие *Saprolegnia ferax*. Увеличение экспозиции от 8 до 20 мин губительно влияет на культуру и приводит ее к гибели.

Анализируя полученные данные, можно сказать, что среди фикомицетов, оказывающих влияние на рост и развитие водных фикомицетов, в первую очередь следует отметить температуру, реакцию среды и различные по спектральной характеристике источники света. Установление определенных закономерностей для отдельных видов представляет не только теоретический, но и практический интерес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Apinis A. Untersuchungen über die in Lettland gefundenen Saprolegniaceae nebst Bemerkungen über einige andere Wasserpilze. — «Acta Horti Bot. Univ. Latv.», 1930, № 4, p. 201—246.
2. Сеур К. Oomycetes. — Flora ^v CSR, Nakladatelstvi cecoslowenske Akademie VED. Praha, 1959, p. 206—240.
3. Clausz I. C. Factors affecting oogenesis and oospore germination in *Achlya hypogyna*. — «J. Elisha Mitchel Scient», 1968, v. 84, N 1, p. 199—206.
4. Dick M. W. *Achlya hypogyna* — an aggregate, or a polymorphic species. — 2 «Mycol.», 1969, v. 61, N 5, p. 1002—1008.
5. Lund A. Studies on danish freshwater Phycomycetes and notes on their occurrence, particularly, relative to the Hydrogenion concentration of the water. — «D. kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skr. Sect. Naturmath.», 1934, v. 6, N 9, p. 1—12.
6. Weston W. H. The role of aquatic fungi in hydrobiology. — In A Symposium on Hydrobiology Univ. Wisconsin Press. Madison, 1941, p. 14—24.
7. Zaborowska D. Grzyby wodne z torfowiska Bocian. — «Acta mycol. Polskie towarz. bot.», 1965, № 1, p. 31—55.

УДК 581.526.427 (477.54)

Е. Д. ЕРМОЛЕНКО, канд. биол. наук,
Л. Н. ГОРЕЛОВА, В. Г. РОГОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЗАДОНЕЦКОГО БОРА ГОТВАЛЬДОВСКОГО РАЙОНА ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Задонецкий бор расположен на песчаной террасе Северского Донца в Готвальдовском районе Харьковской области, занимает площадь 6313 га. По местоположению, характеру флоры и растительности его следует отнести к Левобережным пристепным борам, сильно оstepненным [5]. Задонецкий бор расположен на границе Лесостепи и Степи. С южной стороны, на третьей террасе, к нему примыкают разнотравно-типчаково-ковыльные степи. Стык двух растительных подзон, сложный и своеобразный рельеф песчаной террасы обусловили неоднородность флоры и большое разнообразие в составе растительности. На территории Задонецкого бора нами было отмечено 26 видов споровых и 218 видов семенных растений, которые относятся к таким

флористическим комплексам: бореальному, неморальному, луговому, плакорностепному, псаммофильному [3]. Наиболее богаты видами группы неморального и лугового комплексов. Растительность представлена борами, субориями, березняками, осинниками и болотами.

Бор — наиболее характерная и преобладающая формация песчаной террасы, занимает вершины холмов, гривы, пологие склоны. Здесь, на сухих и суховатых супесчаных почвах, господствует сосняк вейниковый (*Pinetum calamagrostidosum*). Древостой образует сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). В возрасте 80 лет высота ее достигает 24—28 м, диаметр ствола 30—37 см. Подлесок отсутствует, встречаются единичные экземпляры дрока красильного (*Genista tinctoria* L.), раkitника днепровского (*Cytisus borysthenticus* Grun.). Вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) доминирует в травяном покрове. К нему примешивается довольно большое число лесных, луговых, песчано-степных видов, в том числе: купена аптечная (*Polygonatum officinale* (L.) All.), венечник ветвистый (*Anthericum ramosum* L.), мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.), овсяница (*Festuca rupicola* Neuff.), клевер альпийский (*Trifolium alpestre* L.), василек сумской (*Centaurea sumensis* Kalen.), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* L.).

Сосняк лишайковый (*Pinetum cladinosum*), столь характерный для боров, в Задонецком бору встречается редко, преимущественно в западной части лесного массива на вершинах холмов со слабоподзолистыми песчаными почвами, и не занимает больших площадей.

Особый интерес представляет сосняк ковыльно-полынный (*Pinetum stiposo-artemisioides*). Он встречается довольно редко, в центральной и южной частях бора, на сглаженных вершинах высоких холмов, покрытых супесчаными слаборазвитыми почвами. Древостой образует сосна обыкновенная, которая в возрасте 75 лет достигает высоты 23 м, диаметр ствола 30 см. Подлесок отсутствует, растут единичные экземпляры дрока красильного. Травяной покров сильно изрежен, проективное покрытие — 10—20%. Преобладают ковыль песчаный (*Stipa sabulosa* (Pacz.) Slyussarenko) и полыни (*Artemisia austriaca* Jacq., *A. marschalliana* Spreng.). Им сопутствуют осока Микели (*Carex michelii* Host), мятлик дубравный (*Poa nemoralis* L.), вейник наземный, рожь дикая (*Secale sylvestre* Host), прострел чернеющий (*Pulsatilla nigricans* Störk.), чабрец Маршалла (*Thymus marschallianus* Willd.), юринея харьковская (*Jurinea charcoviensis* Klok.).

На участках с более или менее хорошо выраженным гумусовым горизонтом распространены сосняк овсяницево-бруснично-кисличный (*Pinetum festucosum*) с господством в травяном покрове овсяниц (*Festuca valesiaca* Schlecht. ex Gaud., *F. beckeri* (Hack) Trautv.), сосняк осоковый (*Pinetum caricetosum*) с преобладанием осоки колхидской (*Garex colchica* Gay.) и сосняк злаково-разнотравный (*Pinetum graminoso-herbosum*).

Сосняки зеленомошники (*Pineta hylocomiosa*) и сосняки долгомошники (*Pineta polytrichosa*) в Задонецком бору не выражены, известны лишь отдельные их фрагменты.

Субори и переходные типы растительности от боров к субориям связаны с обширными, чаще выравненными междюнными понижениями и понижениями, расположенными вблизи поймы Северского Донца.

Сосняк орляковый (*Pinetum pteridosum*) распространен довольно широко в междюнных понижениях и на нижних частях склонов. К сосне I бонитета обычно примешиваются единичные экземпляры лиственных пород IV и V бонитета: дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), береза бородавчатая (*Betula verrucosa* Ehrh.), осина (*Populus tremula* L.). Кустарниковый ярус очень изрежен, состоит из дрока красильного, ракитника днепровского, бересклета бородавчатого (*Evonymus verrucosa* Scop.), клена татарского (*Acer tataricum* L.), крушинника ломкого (*Frangula alnus* Mill.). Травяной покров густой, богат видами. Доминирует орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn ex Decker). В составе травостоя встречаются любка двулистная (*Platanthera bifolia* Rich.), ландыш майский (*Convallaria majalis* L.), кровохлебка аптечная (*Sanquisorba officinalis* L.), клевер альпийский, фиалка удивительная (*Viola mirabilis* L.), рамишия однобокая (*Ramischia secunda* (L.) Garcke), зимолобка зонтичная (*Chimaphila umbellata* (L.) Nutt.), пиетрум щитконосный (*Pyrethrum corymbosum* (L.) Willd.) и др.

На пониженных участках, расположенных вблизи поймы, произрастает сосняк дубово-разнотравный (*Pinetum quercetosum-herbosum*). Почвы дерново-слабоподзолистые песчаные. Древостой двухъярусный. Сосна доминирует в первом ярусе. Второй ярус образует дуб III и IV бонитетов. Подлесок развит слабо, состоит из клена татарского, крушинника ломкого, ракитника днепровского, дрока красильного. Травяной покров развит хорошо, состав его довольно разнообразен, представляет комплекс боровых, дубравных, степных и луговых видов.

Своеобразные вкрапления в бор образуют березняки. Это небольших размеров рощи березы бородавчатой высотой 8—10 м с примесью единичных экземпляров березы пушистой (*Betula pubescens* Ehrh.) и по периметру — сосны обыкновенной. Травяной покров разрежен, доминируют злаки: вейник наземный, полевицы (*Agrostis canina* L., *A. vinealis* Schreb.), мятлики дубравный и обыкновенный (*Poa trivialis* L.). Местами встречаются куртины вероники аптечной (*Veronica officinalis* L.) и единичные экземпляры других представителей разнотравья.

Иногда в понижениях блюдцевидной формы встречаются осинники, чаще в виде невысокой поросли.

В междюнных понижениях с выходом на поверхность грунтовых вод образуются травяные болота, на которых обычно господствуют осоки и лугово-болотное разнотравье. Участие зеленых мхов в сложении растительного покрова болот незначительное.

На песчаной террасе в основном бору, недалеко от с. Черкасский Бешкин, находится озеро Боровое. Площадь и глубина озера довольно непостоянны. Берега озера заросли тростником (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), порозом (*Typha latifolia* L., *T. angustifolia* L.), айром тростниковым (*Acorus calamus* L.). Местами по берегу еще сохранились куртины сфагнума с росянкой круглолистной (*Drosera rotundifolia* L.), в приопушечной части леса — небольшие заросли плауна булавовидного (*Lycopodium clavatum* L.). Рядом с озером, на болотце, заросшем кустарниковыми ивами и тростником, произра-

стает редкий вид папоротника — многорядник шиповатый (*Polystichum aculeatum* (L.) Roth) [2].

Широкое распространение сосняка вейникового, который более характерен для степных боров [1, 4], и наличие сосняка ковыльно-полынного свидетельствует о значительной остепненности Задонецкого бора. Флора и растительность носят комплексный характер и состоят из разнородных групп растений и фитоценозов в флористико-географическом, экологическом и фитоценотическом отношении. Задонецкий бор — один из наиболее южных участков пристепных боров Левобережной Украины. Поэтому его растительность очень ценна, представляет научный интерес и нуждается в охране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бельгард А. Л. Лесная растительность юго-востока УССР. Киев, Изд-во Киевск. ун-та, 1950. 263 с.
2. Горелова Л. М., Ермоленко К. Д., Тверетинова В. В. Нові місцезнаходження двох рідкісних видів папоротей в Зміївському районі Харківської області. — «Укр. бот. журн.», 1975, с. 32, № 4, с. 506—508.
3. Дубовик О. Н., Клоков М. В., Краснова А. Н. Флористические историко-географические районы степной и лесостепной Украины. — «Бот. журн.», 1975, т. 60, № 8, с. 1092—1107.
4. М'якушко В. К. Класифікація соснових лісів України. — «Укр. бот. журн.», 1975, т. 32, с. 283—290.
5. Поварніцин В. О. Пристепові та лісостепові соснові ліси. — В кн.: Ліси УРСР. Київ, «Наук. думка», 1971, с. 52—62.

УДК 581.526.427 (477.54)

Л. Н. ГОРЕЛОВА

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ТИПОВ ДУБРАВ ГОТВАЛЬДОВСКОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА

Значительная часть территории планируемого в Харьковской области природного парка занята широколиственным лесом — кленово-липовой дубравой, покрывающей правый высокий, эродированный глубокими балками берег реки Северский Донец и прилегающее к нему плато. Это один из лучших старых дубовых массивов на Левобережье УССР [2, 3, 6].

На вершинах склонов и высоких выровненных участках распространена очень сухая и сухая кленово-липовая дуброва, а на дне и по склонам балок — свежая, влажная и сырая. Наиболее распространенным типом является сухая дубрава. Она занимает около 70% всей площади, реже встречается сваяная, занимающая примерно 20% территории. Очень сухая, влажная и сырая дубравы занимают незначительные участки в этом лесном массиве.

Очень сухая кленово-липовая дубрава встречается на вершинах склонов, чаще восточной и юго-восточной экспозиций, по карнизам вдоль яров, на высоких выровненных участках на плато. Представлена она, в основном, группой ассоциаций, где в травостое преобладают злаки: *Acereto-Tilieto-Querceta-graminosa*. Наиболее часто встречаются следующие ассоциации: *Quercus robur-Acer campestre-Poa*

nemoralis; *Quercus robur* + *Fraxinus excelsior* — *Poa nemoralis*-*Dactylis glomerata*; *Quercus robur*-*Poa nemoralis*-*Caragana frutex*. Всего выделено в этом типе 18 ассоциаций. В этих ассоциациях древостой состоит из дуба — *Quercus robur* L. (возраст от 40 до 100 лет), иногда с примесью ясеня высокого (*Fraxinus excelsior* L.). Во II ярусе главным образом липа (*Tilia cordata* Mill.) и клен полевой (*Acer campestre* L.), изредка клен остролистный (*Acer platanoides* L.), вяз шершавый (*Ulmus scabra* Mill.). Кустарниковый ярус не сомкнут, встречаются отдельные кусты лещины (*Corylus avellana* L.), клена татарского (*Acer tataricum* L.), боярышника (*Crataegus kurvisepala* Lindm.). На склонах и по опушке леса, в местах, где травостой сильно изрежен, в массе развивается чилига кустарниковая (*Caragana frutex* Koch), бересклет бородавчатый (*Evonymus verrucosa* Scop.) В семенном возобновлении преобладают клен татарский и клен полевой (cop-sp). На старых, хорошо сохранившихся участках в семенном возобновлении много ясеня. Дуб возобновляется очень редко, преимущественно на хорошо освещенных участках.

Травостой хорошо развит, проективное покрытие — от 20 до 80%, в его составе преобладает мятлик дубравный (*Poa nemoralis* L.) (cop-sp), еже сборная — *Dactylis glomerata* L. (cop-sp), коротконожка лесная — *Brachypodium silvaticum* (Huds.) Beauv. (cop-sp-sol), звездчатка ланцетная — *Stellaria holostea* L. (cop-sp), осока Микеля — *Carex michelii* Kost (cop-sp-sol). На освещенных участках, в местах вырубок иногда обильно встречается марьянник дубравный (*Melampyrum nemorosum* L.). Многие участки, занятые очень сухой дубравой, подвергаются выпасу. В травостое в значительном количестве развиваются мятлик узколистный (*Poa angustifolia* L.), мятлик луковичный (*Poa bulbosa* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jacq.), луговой чай (*Lysimachia nummularia* L.), гравилат городской (*Geum urbanum* L.), икотник серый (*Berteroa incana* (L.) D.C.) и другие луговые, степные и сорные виды.

Сухая кленово-липовая дубрава занимает обычно равнинные участки на плато или пологие склоны, чаще южных и юго-восточных экспозиций. Наибольшее распространение в этом типе имеет группа ассоциаций дубово-кленово-липово-волосистоосоковая [*Querce-to-Tilieto-Acereta caricosa* (pilosae)], для которой наиболее характерны следующие ассоциации: *Quercus robur* + *Fraxinus excelsior* — *Corylus avellana* — *Carex pilosa*; *Quercus robur* — *Acer campestre* — *Corylus avellana* — *Carex pilosa*; *Q.robur* + *F.excelsior* — *Tilia cordata* + *Acer platanoides* — *Carex pilosa*; *Q.robur* — *Corylus avellana* — *Carex pilosa*; *Q.robur* — *Acer tataricum* — *Carex pilosa*. Всего их выделено 14. Древостой везде представлен в основном дубом черешчатым в возрасте 40—100 лет, имеет сомкнутость 0,4—0,7, к нему местами примешивается ясень высокий, иногда ему сопутствует в I ярусе также липа мелколистная и клен остролистный. Во втором ярусе преобладает клен полевой, в меньшем количестве встречается липа, клен остролистный, в местах с более изреженным древостоем к ним примешивается груша обыкновенная (*Pyrus communis* L.), яблоня ранняя (*Malus praecox* [Pall] Borkh.). Подлесок довольно изрежен (сомкнутость 0,1—0,2), состоит из лещины с незначительной при-

месью свидины кроваво-красной (*Thelycrania sanguinea* (L.) Fourr.), клена татарского, бересклета бородавчатого. Появляется бересклет европейский (*Evonymus europaeus* L.), которого не было в очень сухом типе дубравы. Хорошее возобновление повсеместно дают клен остролистный и клен полевой, ясень высокий. Возобновление же дуба отмечено только на старых участках леса (80—100 лет) с изреженным древостоем.

Сомкнутость травостоя в этих ассоциациях от 15 до 60%, его основным компонентом является осока волосистая (*Carex pilosa* Scop.), проективное покрытие котсрой колеблется от 10 до 50%, обилие сор₁ — сор₂. На ее фоне диффузно или латками встречаются мятлик дубравный (sp-sol), коротконожка лесная (sor-sp-sol), перловник понижающийся (*Melica nutans* L.) (sol), осока Микеля (sor-sp-sol), ежа сборная (sp), чина весенняя (*Lathyrus vernus* (L.) Bernh.) (sp), стоколос Бенекена (*Zerna benekeni* (Lange) Lindm.) (sol), звездчатка ланцетная (sp), ясменник душистый (*Asperula odorata* L.) (sp-sol), медуница неясная (*Pulmonaria obscura* Dumort.) (sol), фиалка удивительная (*Viola mirabilis* L.) (sol) и др. В 46 и 47 кварталах Гомольшанского лесничества, в сухой дубраве было найдено редкое реликтовое растение — вязель стройный (*Coronilla elegans* Panc.). Подлесок местами вырублен. Это значительно увеличивает освещенность и приводит к обильному развитию травостоя с преобладанием злаков. В результате развиваются такие ассоциации: *Quercus robur* — *Tilia cordata* — *Dactylis glomerata* — *Carex pilosa*; *Quercus robur* + *Fraxynus excelsior* — *Dactylis glomerata* + *Zerna benekeni*.

Если к осветлению прибавляется еще и выпас, то происходит олуговение травяного покрова, начинают преобладать такие виды, как луговой чай (*Lysimachia nummularia* L.), будра волосистая (*Glechoma hirsuta* W. K.), черноголовка обыкновенная (*Prunella vulgaris* L.), гравилат городской (*Geum urbanum* L.). Подобную картину можно наблюдать по краю лесного массива в кварталах 2, 3, 4, 5, 8, 9 Коробовского лесничества.

Свежая кленово-липовая дубрава в этом лесном массиве занимает нижние части пологих склонов и днища неглубоких балок. Она представлена в основном группой ассоциаций кленово-липово-дубово-снытевой (*Acereto-Tilioto-Querceta* — *aegopodiosa*). В ней выделено 9 ассоциаций. Наибольшие площади заняты следующими: *Quercus robur*-*Acer campestre* — *Aegopodium podagraria*; *Quercus robur* — *Corylus avellana* — *Aegopodium podagraria*; *Quercus robur* + *Populus tremula* — *Corylus avellana* — *Aegopodium podagraria* + *Aconitum lasiostomum*; *Quercus robur* — *Acer platanoides* + *Tilia cordata* — *Aegopodium podagraria* + *Mercurialis perennis*; *Quercus robur* + *Betula verrucosa* — *Corylus avellana* — *Aegopodium podagraria*.

В I древесном ярусе преобладает дуб (возраст 60—100 лет), к нему примешивается ясень, осина (*Populus tremula* L.), реже береза (*Betula verrucosa* Ehrh.). Во II — клен остролистный и клен полевой с примесью липы, вяза шершавого, черемухи (*Radus racemosa* (Lam.) Gilib.). Сомкнутость крон — 0,4—0,8. В III — преобладает лещина, к ней примешивается свидина кроваво-красная, клен татарский, бересклет европейский и б. бородавчатый. В возобновлении

отмечены все древесные породы, кроме дуба и березы, которые встречаются очень редко. Травостой в основном диффузный, покрытие 10—20%, в некоторых местах до 80%. Доминирует сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria* L.) (cop₁-cop₂), довольно много пролески многолетней (*Mercurialis perennis* L.), (sp), осоки волосистой (sp), копытня европейского (*Asarum europaeum* L.) (sp), звездчатки ланцетной (sp), будры волосистой (sp), купены многоцветковой (*Polygonatum multiflorum* (L.) All.) (sp), овсяницы гигантской (*Festuca gigantea* (L.) Vill.). В центральных, лучше сохранившихся кварталах этого лесного массива, по днищам неглубоких балок к сныти в значительном количестве примешивается аконит шерстистоусый (*Aconitum lasiostomum* Rchb.) (cop-sp-sol). В этой же группе ассоциаций изредка встречаются такие ставшие редкими тенелюбивые виды — актея колосистая (*Actea spicata* L.), вороний глаз (*Paris quadrifolia* L.) В местах, где древостой изрежен, особенно вдоль дорог и тропинок много крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), купыря лесного (*Anthriscus silvestiris* (L.) Hoffm.) и некоторых других видов сорно-лесного высокотравья. В снытевую группу ассоциаций вкраплена небольшими участками ландышевая ассоциация. Отмечена в основном на склонах северной и северо-восточной экспозиции, довольно часто встречается на склонах к Сев. Донцу. Состав древесного и кустарникового яруса такой же, как и в снытевой дубраве. В травостое доминирует ландыш майский (*Convallaria majalis* L. (cop), покрытие 10—40%. Наряду с ним немалое участие принимает будра волосистая (sp), звездчатка ланцетная (sp-sol), купена многоцветковая (sp), осока волосистая (sp), перловник поникающий (sol-sp), мятлик дубравный (sp). В этом же типе дубравы, где наряду с дубом много ясеня и осины, встречается ассоциация, в травяном покрове которой доминирует (покрытие 40—70%) редкое лекарственное растение — лук медвежий (*Allium ursinum* L.).

Влажная кленово-липовая дубрава расположена по днищам глубоких балок. Представлена в основном ассоциациями, в которых в травяном покрове доминирует крапива (*Urtica dioica* L.) — *Acereto* — *Tilieto* — *Querceta* — *urticosa*. Древостой старый — 70—100 и более лет, сомкнутость 0,6—0,8. В составе древостоя в I ярусе дуб, к нему местами примешивается ясень, осина, береза. Во II — липа, клен остролистный, вяз шершавый, ольха клейкая (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) Подлесок состоит из лещины, свидины, бересклета европейского. В травяном покрове преобладает крапива (cop-sp), покрытие до 80%. К ней примешивается сныть, пролеска многолетняя, бальзамин (*Impatiens nolitangere* L.). Довольно часто встречаются овсяница гигантская, чистец лесной (*Stachys silvatica* L.), яснотка (*Lamium laevigatum* L.), аконит шерстистоусый, лютик золотистый (*Ranunculus auricomus* L.). Менее распространены желтушник лесной (*Erysimum silvaticum* Bieb.), папоротник мужской (*Dryopteris filix mas* (L.) Schott.), актея колосистая. В этом же типе дубравы в Коробовском лесничестве произрастает редкое реликтовое растение — хвощ большой (*Equisetum majus* Gars.).

В местах выхода грунтовых вод влажная дубрава переходит

в сырую. В травяном покрове здесь наряду с крапивой в массе развиваются лобазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.), гравилат речной (*Geum rivale* L.), зюзник европейский (*Lycopus eugoraeus* L.). В древесном ярусе начинает преобладать ольха клейкая, ива белая (*Salix alba* L.).

Сравнивая описанные типы дубрав, можем сказать, что несмотря на сходство в флористическом составе, структуре, доминантах по ярусам, мы наблюдаем в каждом типе дубравы ряд специфических особенностей, которые лучше всего проявляются в травяном покрове. Под воздействием антропогенного фактора (выпас, вырубки, интенсивная эксплуатация вблизи мест отдыха) происходит смена коренных ассоциаций на ассоциации с преобладанием сорных, луговых и степных видов. Исчезает подлесок, семенное возобновление и создается угроза перехода их в нелесные ассоциации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеенко М. И. К характеристике типов лесной растительности Харьковской области. — В сб.: Природные ресурсы Левобережной Украины и их использование. Вып. 2. Харьков, 1961, с. 373—385.
2. Лавренко Е., Погребняк П. Лісові пам'ятки природи на Україні та їх охорона. — «Краєзнавство», 1929, № 1, с. 3—23.
3. Котов М. І., Харкевич С. С. Охорона природи в Українській РСР та завдання ботаніків. — «Укр. бот. журн.», 1956, № 2, с. 9.
4. Кожевніков Т. П. Екологічний нарис дубових лісів Лівобережного лісостепу УРСР. — Відб. з трудів НДІ ботаніки. Харків, 1937, т. 2, с. 117—134.
5. Рослинність УРСР. Ліси. Київ, «Наук. думка», 1971. 536 с.
6. Шалит М. Заповідники та пам'ятки природи України. Харків, НКО УРСР. Укр. комітет охорони природи, 1932. 76 с.

УДК 581.55

Ю. В. ВЕРНИЧЕНКО, канд. биол. наук

К ДИНАМИКЕ СОСТАВА ЗЛАКОВ В ПРЕДЕЛАХ ЛЕСНОГО ПОЯСА УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Лесная и луговая растительность очень распространены в Украинских Карпатах. Луговая растительность в основном представлена субальпийскими лугами и вторичными лугами лесного пояса. Альпийские луга и пойменные луга речных долин занимают незначительную площадь. Субальпийские луга и вторичные луга лесного пояса являются основной кормовой базой для животноводства в Карпатах. Субальпийские луга развиваются в пределах таких высот над уровнем моря, где в силу естественных причин невозможно существование древесной растительности. Вторичные же луга лесного пояса существуют благодаря постоянной хозяйственной деятельности человека, пресекающей естественное возобновление лесной растительности на довольно значительных площадях. Однако в пределах субальпийского пояса в Украинских Карпатах часто наблюдается слияние естественных

субальпийских лугов с вторичными лугами лесного пояса, образовавшимися на месте проходившей в течение многих лет вырубки леса и криволесий для расширения пастбищных площадей.

В литературе существуют разные мнения о динамике верхней границы леса. Считают, что она сильно занижена в результате хозяйственной деятельности человека [1] либо отступает вниз в силу естественных причин [2]. Разобраться в этом нам до некоторой степени помогло бы рассмотрение этапов замены лесной растительности луговой. В последующем можно было бы сравнить эти процессы, происходящие в лесном и в субальпийском поясах.

Составить общую картину этапов замены лесной растительности луговой под воздействием человека нам может помочь сравнение различных участков вторичных лугов, в частности, сравнение злакового состава на этих участках.

Так, один из самых ранних этапов этой замены был отмечен нами в 1965 году недалеко от железнодорожной станции Квасы (Закарпатская обл., Раховский р-н) на месте расчистки леса у железнодорожного полотна. В пределах описываемой площади было одно дерево рябины (*Sorbus aucuparia*) и одно черешни (*Cerasus avium*), а также пневая поросль клена полевого (*Acer campestre*). Из кустарников встречалась *Coryllus avellana*. Высота побегов пневой поросли и кустарников не превышала 0,7—1,0 м с общим проективным покрытием их 25%.

Из злаков основной на площадке была *Brachypodium silvaticum* (обилие по Друде —5, проективное покрытие —40%). Далее, в равной степени (обилие —2, проективное покрытие —10%) произрастали овсяница гигантская (*Festuca gigantea*) и ежа сборная (*Dactylis glomerata*) и единично попадался мятлик сплюснутый (*Poa compressa*). Как видим, расчистка леса привела к резкому увеличению в травостое злаков. На нерасчищенных участках их значительно меньше. Преобладающими в травостое были лесные виды. Луговых злаков здесь еще нет и один в достаточном количестве — лугово-лесной. Наличие мятлика сплюснутого говорит о некоторой засоренности участка.

Травостой на таких участках отличается, как правило, своей пышностью и, главное, большой высотой. Так, в приведенном выше описании овсяница гигантская имела высоту 110 см, ежа сборная — 120 см, коротконожка лесная — 80 см. С подобным явлением мы сталкиваемся и при выходе лесных и лесо-луговых злаков к верхней границе леса.

В каком направлении пойдет развитие подобных участков в дальнейшем зависит от их использования. В большинстве случаев такие участки, даже небольшие, используются под сенокос. Благодаря этому естественное лесовозобновление регулярно пресекается, вытесняются лесные злаки и постепенно формируется растительность суходольно-лугового типа.

На практике мы часто сталкиваемся с различными этапами такого перехода. Для примера проанализируем состав злаков на двух небольших полянах, около 7 а, в поясе буковых лесов около с. Антоновка и с. Ждыниве Закарпатской области (см. таблицу). Площадь описания 3 м × 3 м.

Вид	Обилие по Друде	Проективное покрытие %
с. Антоновка		
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) J. et. C.		
Presl	4	25
<i>Dactylis glomerata</i> L.	3	20
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	3	15
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	1	<10
<i>Poa compressa</i> L.	1	<10
<i>Poa pratensis</i> L.	1	<10
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	1	<10
с. Ждыниеве		
<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	6	30
<i>Festuca pratensis</i> Huds.	3	15
<i>Dactylis glomerata</i> L.	2	10
<i>Phleum pratense</i> L.	2	10
<i>Briza media</i> L.	2	10
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	1	<5

Обе площадки описаны в непосредственной близости от края леса. Несмотря на это, лесных злаков на них практически нет: только на площадке у с. Ждыниеве отмечена единично овсяница гигантская. Преобладающими же в травостое являются лугово-лесные (в первом случае) и луговые (во втором случае) злаки. Итак, перед нами уже типичная картина травостоя на вторичных лугах, особенно во втором случае, несмотря на небольшие размеры полянок и непосредственный контакт их с лесом.

Говоря о динамике смены злакового состава на открытых участках лесного пояса, интересно отметить различия в составе злаков на участках расчистки леса возле железнодорожного полотна у ст. Квасы. Через 10 лет после приведенного выше описания нам удалось вновь посетить эти участки. К сожалению, точно найти место предыдущего описания (10 м × 10 м) нам не удалось, однако на всем пространстве прежде расчищенного леса и кустарников сформировалась растительность лугового типа, с преобладанием в травостое злаков. Эти участки используются под сенокос.

В районе описанной прежде площадки преобладали такие злаки, как *Arrhenatherum elatius* и *Trisetum flavescens*. Субдоминантами отмечены *Helictotrichon praeuistrum*, *Dactylis glomerata*, овсяница красная (*Festuca rubra*). Но высота этих злаков также осталась относительно большой, с обильной фитомассой.

Итак, на открытых пространствах лесного пояса Карпат среди злаков мы видим сложные взаимоотношения между лесными, лугово-лесными и луговыми видами, причем перевес какой-либо из этих групп в значительной мере зависит от хозяйственной деятельности человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комендар Б. И. Форпосты горных лесов. Ужгород, «Карпаты», 1966. 360 с.
2. Ярошенко П. Д., Грабарь В. А. Смена растительного покрова Закарпатья Л., «Наука», 1969. 273 с.

**К ВОПРОСУ О СЕМЕННОМ РАЗМНОЖЕНИИ ПЫРЕЯ ПОЛЗУЧЕГО
(*ELYTRIGIA REPENS* (L.) NEVSKI)**

На протяжении ряда лет в Харьковском университете ведется комплексное биосистематическое изучение полиморфных видов дикорастущих злаков флоры УССР. Наряду с другими видами изучался очень полиморфный широкоареальный вид — пырей ползучий. Этот вид был избран в качестве модельного объекта для выяснения некоторых общих вопросов, связанных с внутривидовой дифференциацией и микроэволюционными процессами в пределах полиморфных видов.

В природе и в условиях эксперимента изучались основные признаки различия и биологические особенности внутривидовых подразделений (популяций) п. ползучего в связи с различиями в условиях их произрастания. Были выявлены морфолого-анатомические признаки, кариологические и антропоэкологические особенности отдельных его популяций. Путем синхронных исследований на стационарах в различных географических пунктах расклонированного материала по шести популяциям п. ползучего была проверена степень устойчивости указанных выше показателей.

Исследования показали, что все изученные из 25 местообитаний популяции п. ползучего характеризуются сходной суточной ритмикой цветения. По данным О. А. Петровой [1], изучавшей п. ползучий в кариологическом отношении, для тридцати одной популяции этого вида число хромосом оказалось равным 42 и только для двух популяций из заповедника «Хомутовская степь» было обнаружено анеуплоидное число 40.

Антропоэкологические и кариологические данные дают основание полагать, что на всей площади ареала этого вида протекают интенсивные гибридизационные процессы между его популяциями как и внутри отдельных его популяций.

В свете этих данных в связи с интенсивным вегетативным размножением п. ползучего с помощью длинных ползучих корневищ представляло интерес выяснить, какой удельный вес в жизни этого вида занимает его семенное размножение. Для решения этого вопроса были избраны те 6 образцов, которые подвергли синхронному изучению на стационарах в Подмоскowie, Харькове, Аскания-Нова и Карпатах. Исследовались в этом отношении образцы: № 504, 509 и 510 из Аскания-Нова, № 529 из «Хомутовской степи», № 553 из «Стрельцовой степи», № 595 из Житомирской области.

Изучался семенной материал харьковской репродукции. Для сравнения был использован также семенной материал «пырея» бескорневищного (*Roegneria trachyscaulon* (Link) Nevski). На этом материале определялась семенная продуктивность, жизнеспособность зерновок и эффективность семенного размножения.

Семенная продуктивность определялась путем подсчета на 10-ти

колосьях общего числа цветков и завязавшихся в них зерновок. По этим данным определен процент фертильности изучаемых популяций. Затем отобранные зерновки были проверены на всхожесть и энергию прорастания.

Для проращивания брались по 150 зерновок каждого из 6 подопытных образцов п. ползучего и одного образца рэгнерии из семенного материала, выращенного в одинаковых условиях на опытном участке в ботаническом саду ХГУ. Семенной материал взят из урожая 1973 г. Зерновки были помещены в чашки Петри на 2 слоя фильтровальной бумаги (по 3 варианта — в 3-х чашках Петри, по 50 зерновок для каждого образца). Поливали водопроводной водой, опыт проводили при комнатной температуре. Чашки Петри с проращиваемыми зерновками были выставлены на столе в лаборатории при рассеянном дневном освещении из окна.

Начало опыта по проращиванию — 15 сентября 1975 г. Первые всходы у образцов пырея ползучего появились на 3-й день после посева (18.IX), а у рэгнерии — на 4-й день (19.IX.75 г.)

Определялась энергия прорастания, т. е. количество семян (в процентах), проросших за время, в течение которого нормально развитые семена данного вида прорастают в максимальном количестве. Для п. ползучего энергию получили за отрезок времени, равный пяти дням после посева, для рэгнерии — 6 дням.

Всхожесть — общее количество нормально проросших семян, выраженное в процентах — определялась в течение 14 дней после посева.

Результаты определения фертильности популяций и опыта по проращиванию приведены в таблице.

Образцы п. ползучего при проращивании вели себя по-разному. Асканийские по происхождению образцы № 509 и 510 отличались наибольшей всхожестью; у образцов № 504 и 509 была наибольшая энергия прорастания. У образца № 553 (из Стрельцовой степи) были внешне вполне здоровые и нормально развитые зерновки, но они обнаружили самые низкие показатели по энергии прорастания и по всхожести. Несмотря на то что этот образец стоит на первом месте по числу колосков и на втором — по общему числу цветков, он занял последнее место по числу завязавшихся зерновок, отличался самым низким процентом фертильности.

Зерновки у образца № 595 (из Житомирской области) по внешним признакам носили следы заражения грибами (имели темные пятна на цветковых чешуях). Во время опыта по проращиванию в двух чашках Петри на непроросших зерновках этого образца п. ползучего развились плодовые тела какого-то пока неизвестного вида из пластинчатых базидиальных грибов. Этот образец пырея имел энергию прорастания и всхожесть ниже, чем полученные в опыте средние данные по этим показателям для п. ползучего. Появление высоко специализированного вида из пластинчатых грибов при проращивании зерновок злаков, по всей вероятности, — явление уникальное (обычно в таких условиях развиваются только плесневые грибы).

Обследованные 6 образцов п. ползучего имеют довольно низкий процент фертильности. Амплитуда колебания этого показателя не

очень велика — 36,57—22,26%, средние данные по шести образцам — около 30%, т. е. у этих образцов в среднем имеется около 70% стерильных цветков, не дающих зерновок. Завязавшиеся зерновки у образцов из разных популяций имеют различную всхожесть (88,0—37,33%) и энергию прорастания (68,0—18,66%). Все это вместе взятое наглядно показывает, что изученные популяции п. ползучего имеют довольно низкую семенную продуктивность и эффективность семенного размножения, что компенсируется интенсивным вегетативным размножением с помощью корневищ.

Дерновинный же вид, рэгнерия шероховатостебельная или бескорневищный «пырей» имеет только около 40% стерильных зерновок и самые высокие показатели по всхожести (96%) и энергии прорастания — зерновки данного вида рэгнерии начали прорастать на 1 день позже, чем у п. ползучего, но они почти все дружно проросли за первые 4 дня после начала прорастания.

Полученные данные не являются окончательными и исчерпывающими для вида в целом. Вероятно, следует проанализировать энергию семенного воспроизведения и у других популяций п. ползучего. Но уже и эти данные по лабораторному проращиванию показывают, что у этого вида семенное размножение бесспорно является в значительной степени сниженным. Этот вывод согласуется с данными И. В. Ларина и др. [2], по которым урожайность «семян» естественных зарослей п. ползучего не превышает, как правило, одного центнера с гектара.

Семенная продуктивность и жизнеспособность семенного материала пырея ползучего и рэгнерии («пырея» бескорневищного)

№ образцов пырея ползучего	Число колосков ¹⁾	Число цветков ¹⁾	Число зерновок ¹⁾	% фертильности	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
504	180	572	156	27,32	65,33	73,33
509	105	504	184	36,50	68,0	83,33
510	176	484	177	36,57	44,0	88,0
529	185	871	231	26,52	38,66	62,0
553	192	831	185	22,26	18,66	37,33
595	184	623	187	30,01	36,0	49,33
Средние данные по п. ползучему	170,33	647,33	186,66	29,86	45,11	65,55
Рэгнерия шероховатостебельная	171	473	289	61,10	78,0	96,0

¹⁾ Подсчитано в 10 колосьях из каждого образца.

Можно полагать, что сходная суточная ритмика цветения способствовала интенсивным процессам гибридизации между отдельными

формами (популяциями) внутри вида, что обусловило очень большую комбинаторику признаков, снижение семенной продуктивности гибридных форм и переход к интенсивному вегетативному размножению с помощью длинных корневищ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петрова О. А. О полиморфизме пырея ползучего *Elytrigia repens* (L.) Desv. и его хромосомном числе. — «Цитология и генетика», 1975, т. 9, № 2, с. 126—128.
2. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР. В 2-х т. Т. 1. М. — Л., Госизд-во с.-х. лит., 1950. 687 с. Авт.: И. В. Ларин, Ш. М. Агабабян, Т. А. Работнов и др.

УДК 582.542.1: 575.127

О. А. ПЕТРОВА, канд. биол. наук

О НОВОМ ГИБРИДЕ В РОДЕ *ELYTRIGIA* DESV.

Во время экспедиции, организованной кафедрой низших и высших растений Харьковского университета по территории Украины, целью которой было собрать различные формы пырея ползучего для изучения закономерностей внутривидовой изменчивости, был взят образец, оказавшийся при дальнейшем исследовании гибридом каких-то видов рода пырея. В семействе злаков распространена гибридизация [1]. Это явление можно объяснить тем, что многие виды этого семейства характеризуются открытым типом цветения, т. е. перекрестноопыляющиеся растения.

Данный образец был взят 29 мая 1971 г. в заповеднике Аскания-Нова (Херсонская обл.) около поселка Камышин. Растения росли в западине на поле, оставленном под залужение, и занимали площадь в десять квадратных метров, далее вдоль дороги встречались заросли подобных растений. Как и все взятые образцы п. ползучего, он был высажен на опытном участке кафедры на территории Ботанического сада Харьковского университета (на делянке в 1 м²).

Образец отличается мощным развитием, высота генеративных побегов в среднем равна 150,2 см, листья длинные, около 27 см, широкие — 0,91 см, с верхней стороны густо покрыты длинными волосками. Длина соцветия достигает 27,6 см, число колосков в соцветии в среднем 21,7 и число цветков в колоске 6—7. Растения сизой окраски с мощным корневищем, расположенным близко к поверхности почвы и быстро разрастающимся. Этот образец, также как и п. ползучий, относится к группе злаков с послеполюдным типом цветения. Цветет в интервале 14—18,5 часов. Цветение его протекает взрывчато и порционно. Зацветает он на несколько дней позже образцов п. ползучего. Так, в 1972 г. на участке п. ползучий начал цвести 6 и 7 июня, гибридные растения зацвели 15 июня, т. е. позже на 9 дней, в 1974 г. п. ползучий начал цвести 20 июня, гибридные растения — 30 июня с опозданием на 10 дней. Цветение его как и п. ползучего протекает стремительно, из раскрывшихся цветков выкидываются большие пыльники и повисают на длинных тычиночных нитях, одновременно показываются рыльца.

Этот образец интересен не только своим отличием от известных видов рода пырея, но и особенностями своего размножения. Дело в том, что при обильно протекающем цветении он остается абсо-

лютно стерильным. На протяжении 4-х лет вегетации на участке не было получено ни одной зерновки с этого образца.

В первый же год выращивания его на участке мы зафиксировали колоски для исследования микроспорогенеза. Фиксация была сделана рано утром, когда микроспорогенез идет активно. Фиксировали колоски для исследования фиксажем Карнуа сутки, промывали 96%-ным спиртом, затем 80%-ным и готовили давленные препараты с окраской хромосом ацетокармином.

Просмотр препаратов показал, что микроспорогенез его протекает с большими нарушениями. В первом делении в метафазе есть отброшенные хромосомы в числе от одной до четырех-пяти и более, в анафазе есть отстающие хромосомы, наблюдается образование мостов и фрагментов. Такие же нарушения происходят и во втором делении, а также наблюдается асинхронное деление (рис. 1). Пыльца, взятая из созревших пыльников, оказалась разного размера и плохо окрашивалась. Все это говорит о том, что в результате неправильного микроспорогенеза возникают нежизнеспособные гаметы из-за несбалансированного числа хромосом, но также возможна и гибель зародыша на ранних стадиях развития.

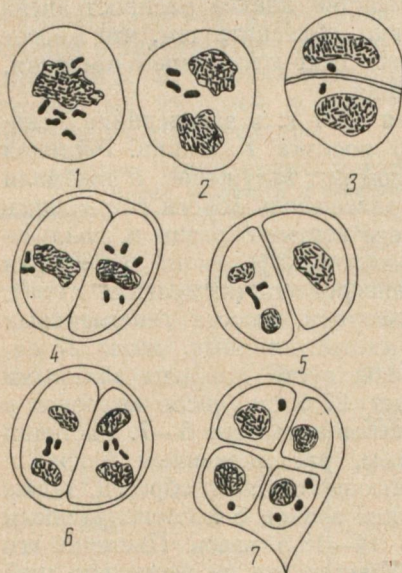


Рис. 1. Микроспорогенез гибрида:

1) метафаза I с отброшенными хромосомами; 2) телофаза I с отстающими хромосомами; 3) диада с двумя микроядрами; 4) метафаза II с отброшенными хромосомами; 5) асинхронное деление с мостом и фрагментом; 6) телофаза II с отстающими хромосомами; 7) тетрада с микроядрами. Увеличение в 600 раз.

Подсчет числа хромосом был сделан в корешках выкопанного корневища и помещенного для получения свежих корешков в банку с водой. Применялась предобработка хромосом насыщенным раствором парадихлорбензола в течение 2-х часов при комнатной температуре. Хромосомы фиксировали упрощенным фиксажем Карнуа и окрашивали также кармином. Готовили давленные препараты. Число хромосом оказалось большим и равным 56 (рис. 2). Таким образом, эта группа растений размножается исключительно вегетативно. Несмотря на то что растения не воспроизводятся семенным путем, они успешно произрастают в природе. Данный пример показывает, что в процессе гибридизации могут возникать и размножаться новые формы не только половым путем, но и вегетативно.

В отношении видов, между которыми произошла гибридизация, можно сделать лишь предположе-

ние. На юге Украины и особенно на территории заповедника Аскания-Нова встречается пырей подовый *Elytrigia pseudocaesia*

(Pacz.) Prokud. Этот вид растет в подах. Он отличается большой изменчивостью морфологических признаков в зависимости от степени увлажнения пода. Так в годы, когда поды быстро пересыхают, растения вырастают низкими, имеют сильное опушение листьев и листовых влагалищ, листья узкие и свернутые, колоски в соцветии сближены, и наоборот, если поды долго стоят увлажненными, растения высокие, листья плоские, широкие, соцветия длинные; растения, растущие в середине пода, не имеют опушения [2]. По морфологическим признакам он очень близок к п. ползучему. Кариологически он был нами исследован с территории заповедника Аскания-Нова и в тех образцах, которые мы исследовали, число хромосом оказалось равным 35. Микроспорогенез у этого вида также протекает с большими нарушениями, пыльца разного размера и плохо окрашивается. В результате образуются гаметы с разным числом хромосом и с нередуцированным числом хромосом. Изучаемый нами новый гибрид по морфологическим признакам имеет много общего с п. подовым и п. ползучим и, возможно, он возник благодаря соединению нередуцированной гаметы п. подового с $2n = 35$ с гаметой п. ползучего с $2n = 21$, чем объясняется наличие хромосомного числа, равного 56.

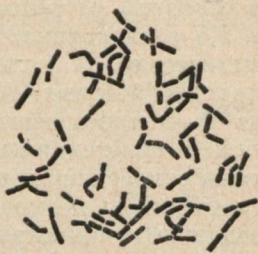


Рис. 2. Метафазная пластинка хромосом с $2n = 56$. Увеличение в 1600 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цвелев Н. Н. О значении гибридизационных процессов в эволюции злаков (Poaceae). История флоры и растительности Евразии. Л., «Наука», 1972. 331 с.
2. Прокудин Ю. Н. Пирії України. — «Труди НДІ бот. Харківськ. ун-ту», 1939, т. 3, с. 219.

УДК 581.8

А. Г. ВОВК, канд. биол. наук

АНАТОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛИСТА ВИДОВ ЛИСОХВОСТА (ALOPECURUS L.) ФЛОРЫ УКРАИНЫ

Особенности анатомического строения листьев растений привлекают внимание морфологов, систематиков, экологов, фармакогностов, селекционеров и других специалистов.

В отечественной [1—4] и иностранной [5] литературе имеются сведения об анатомическом строении листа лишь лисохвоста влагалищного, л. лугового и л. мышехвостниковидного.

Наши исследования посвящены изучению анатомической структуры листовых пластинок семи видов лисохвоста, распространенных на территории Украинской ССР. Для изучения брались листья генеративных побегов (второй лист, считая от соцветия). Срезы изготавливались с помощью замораживающего микротомы, окрашивались водным раствором сафранина, хранились в глицерине. В описаниях использована классификация жилок, предложенная В. Вуколовым [6].

Ниже приводим описания анатомического строения пластинки листа отдельных видов лисохвоста.

1. *Alopecurus vaginatus* (Willd.) Pall. ex Kunth — л. влагалищный

Пластинка листа снизу волнистая, сверху с 5—7 полушаровидными ребрами. Клетки нижнего эпидермиса округлые, толстостенные, некоторые из них образуют шипики; верхний эпидермис состоит из тонкостенных клеток, шипиков и волосков, расположенных в основном на ребрах. Моторные клетки округлые или грушевидные, в 1,5 раза крупнее обычных эпидермальных клеток. Лист амфистоматический. В листе 7—15 жилок III типа; средняя жилка немного крупнее боковых. Адаксиальные тяжи склеренхимы арочного типа из 2—3 слоев клеток, на адаксиальной стороне пластинки, кроме тяжей склеренхимы, приуроченных к проводящим пучкам, имеются тяжи склеренхимы, расположенные против моторных клеток. Клетки склеренхимы мелкие, толстостенные, с полостями в виде точек. Проводящие пучки округлые, окружены склеренхимной и паренхимной обкладками, ксилема слабо развита. Клетки хлоренхимы беспорядочно располагаются вокруг проводящих пучков. Края срезов пластинки закруглены.

Пластинки листьев вегетативных побегов свернутые, имеют 7 ребер: три срединных и краевые—треугольные с закругленными вершинами, промежуточные ребра—прямоугольные, с плоскими вершинами. В ксилеме каждого проводящего пучка имеется 2 сосуда.

2. *Alopecurus arundinaceus* Poir. — л. тростниковый

Пластинка листа толстая, снизу против жилок имеет хорошо развитые выступы, сверху с широкими, низкими, закругленными ребрами. Эпидермис состоит из округлых или овальных клеток и коротких острых шипиков. Моторные клетки треугольные, грушевидные, продолговато-овальные, располагаются на верхней стороне пластинки по 5—7 в бороздах, в 2—5 раз превышают по размерам обычные эпидермальные клетки. Лист амфистоматический. Жилок 31—37, преимущественно I типа, редко встречаются жилки V или III типов, средняя жилка крупнее боковых. Адаксиальные балки склеренхимы узкие, высокие, прямоугольные, из 1—3 клеток в ширину и 5—7 клеток в высоту; абаксиальные балки склеренхимы более мощные, в их образовании участвует до 30 клеток, ширина их — 4—7 клеток, высота — 6—7 клеток. Проводящие пучки округлые, окружены двумя обкладками; абаксиальные, а в крупных жилках и адаксиальные балки склеренхимы разрывают паренхимную обкладку. Хлоренхима диффузного типа. Края срезов сужены, тяжи склеренхимы в них образованы четырьмя—шестью клетками.

3. *Alopecurus pratensis* L. — л. луговой

Пластинка листа снизу ровная, без кия, сверху с широкими, низкими, плоскими или округлыми ребрами. Клетки эпидермиса мелкие, округлые, снаружи покрыты тонким слоем кутикулы, на ребрах имеются единичные шипики. Моторные клетки округлые, яйцевидные или грушевидные, располагаются в бороздках по 4—5 в 2—3 (5) раза крупнее обычных эпидермальных клеток. Лист амфистоматический. Общее число жилок равняется 23—27; крупные жил-

ки I типа, мелкие — чаще III, V или VI типа; средняя жилка почти не отличается от крупных боковых. Балки склеренхимы прямоугольные, состоят из 2—4 клеток в ширину и 3—6 клеток в высоту; тяжи склеренхимы образованы одной—двумя клетками. Проводящие пучки округлые, с двумя обкладками; паренхимная обкладка лишь в крупных жилках разрывается абаксиальными балками склеренхимы, в мелких жилках паренхимная обкладка отсутствует со стороны флоэмы. Хлоренхима диффузного типа. Края срезов сужены, заострены, краевые тяжи склеренхимы состоят из 3—4 клеток.

4. *Alopecurus laguriformis* Schur — л. зайцехвостовидный

Пластинка листа плоская, снизу с килем и небольшими выпячиваниями против боковых жилок, сверху ребристая; ребра широкие, низкие, закругленные. Эпидермис образован округлыми или овальными клетками, покрытыми снаружи заметным слоем кутикулы. Моторные клетки округлые или овальные, располагаются в бороздках по 5, в 2 раза крупнее обычных клеток эпидермиса. Лист амфистоматический, устьица полупогруженные. В листе 21—33 жилки; средняя и крупные боковые жилки I типа, остальные — III, V, VI типов. Балки склеренхимы из четырех — одиннадцати клеток, не разрывают паренхимные обкладки проводящих пучков; тяжи склеренхимы образованы одной — четырьмя клетками. Проводящие пучки округлые, окружены двумя обкладками. Хлоренхима диффузного типа. Край среза сужен, краевой тяж склеренхимы состоит из 6—8 клеток.

5. *Alopecurus geniculatus* L. — л. коленчатый

Пластинка листа без кия, снизу против жилок имеет едва заметные выступы, а сверху — высокие, остро треугольные ребра; высота ребер в 3—4 раза превышает толщину пластинки между ребрами. Эпидермис состоит из тонкостенных, округлых, более мелких жилок клеток и острых шипиков, расположенных преимущественно на ребрах. Моторные клетки располагаются по 4 в бороздках, округлые или овальные в 2—3 раза превосходят по размерам обычные эпидермальные клетки. Лист амфистоматический, устьица непогруженные. В листе 13—17 жилок III типа, средняя жилка не выражена; тяжи склеренхимы состоят из 2—6 клеток. Кроме тяжей склеренхимы, сопутствующих проводящим пучкам, имеются абаксиальные склеренхимные тяжи, расположенные против моторных клеток. Проводящие пучки округлые или овальные, окружены двумя обкладками, паренхимная обкладка отсутствует со стороны флоэмы. Хлоренхима диффузного типа. Край среза сужен, треугольный, тяж склеренхимы в нем состоит из 4—5 клеток.

6. *Alopecurus aequalis* Sobol. — л. равный

Пластинка листа снизу слегка волнистая, сверху с высокими треугольными ребрами. Эпидермис состоит из округлых клеток и многочисленных острых шипиков. Моторные клетки округлые, располагаются в бороздках по 4, в 1,5—2 раза крупнее обычных эпидермальных клеток. Лист амфистоматический, устьица не погруженные. В пластинке листа 19—27 жилок, в основном III типа, лишь средняя жилка, а иногда и крупные боковые — I типа. Имеются дополни-

тельные абаксиальные тяжи склеренхимы, не связанные с проводящими пучками. Абаксиальные тяжи склеренхимы состоят из 3—6 клеток, адаксиальные тяжи склеренхимы иногда в виде зачаточных арок, образованы тремя—семью клетками. Проводящие пучки округлые или овальные, окружены двумя обкладками. Хлоренхима диффузного типа. Край среза сужен, закруглен, краевой тяж склеренхимы образован четырьмя—пятью клетками.

7. *Alopecurus myosuroides* Huds. — л. мышехвостниковидный

Пластинка листа снизу против жилок имеет небольшие выступы, сверху с треугольными ребрами. Эпидермис состоит из тонкостенных округлых клеток и единичных коротких шпиков, расположенных на ребрах. Моторные клетки расположены по 5—6 в бороздках, овальные или округлые, в 2—3 раза крупнее обычных клеток эпидермиса. Лист амфистоматический, устьица полупогруженные. В пластинке листа 25—33 жилки III типа, единичные жилки V типа, средняя жилка не выражена; тяжи склеренхимы образованы одной—тремя клетками. Против моторных клеток располагаются абаксиальные тяжи склеренхимы, не приуроченные к проводящим пучкам. Проводящие пучки округлые или яйцевидные, окружены двумя обкладками, паренхимная обкладка отсутствует со стороны флоэмы. Хлоренхима диффузного типа. Край среза сужен, заострен, краевой тяж склеренхимы образован четырьмя—восемью клетками.

Проведенные исследования показали, что виды лисохвоста, распространенные на территории СССР, имеют целый ряд общих анатомических признаков: строение эпидермиса, характер расположения моторных клеток, наличие устьиц на обеих сторонах пластинки, форма проводящих пучков, наличие вокруг проводящих пучков двух обкладок, расположение клеток хлоренхимы.

Вместе с тем каждый из изученных видов лисохвоста характеризуется некоторыми специфическими чертами. Это позволяет использовать анатомические признаки при диагностике лисохвостов. Хорошо отличаются виды лисохвоста, относящиеся к различным секциям. Для л. влагалищного (секция *Colobachne*) характерны полусферовидные ребра, адаксиальные склеренхимные тяжи в виде арок, мелкоклеточная склеренхима. Многолетние виды лисохвоста из секции *Alopecurus* (л. тростниковый, л. луговой, л. зайцехвостовидный) имеют невысокие, широкие ребра, все или хотя бы крупные жилки относятся к I типу. Однолетние и малолетние виды из секций *Alopecuridium* и *Pseudophalaris* (л. коленчатый, л. равный, л. мышехвостниковидный) отличаются высокими, треугольными ребрами, глубокими бороздами, преобладанием жилок III типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красильникова А. И., Есырева В. И., Порошина М. П. Некоторые данные о строении корней и клубеньков *Alopecurus pratensis* L. — «Ботан. журн.» 1967, т. 52, № 5, с. 686—689.
2. Курченко Е. И. Анатомия листа лисохвоста влагалищного *Alopecurus vaginatus* Pall. — «Бюл. Моск. об-ва испытат. природы», 1965, т. 70. вып. 3, с. 71—80.

3. Рудакова-Ногтева М. Н. Анатомические особенности строения побегов лугового лисохвоста и физиологические функции вечнозеленых клеток эпидермиса его листьев. — «Тр. Горьковск. с.-х. ин-та», 1959, т. 9, с. 82—94.
4. Характеристика микроструктуры некоторых видов сем. злаковых (*Alopecurus*, *Calamagrostis*, *Roegneria*, *Poa*, *Zerna*), произрастающих в высокогорьях Северного Кавказа. — Тезисы докл. VI Всесоюз. совещ. по вып. изуч. и освоения флоры и растительности высокогорий. Ставрополь, 1974, с. 70—72. Авт.: Р. М. Середин, М. А. Галкин, Б. П. Саблина, Г. В. Ефимова, Л. Ф. Нагорная.
5. Metcalfe C. The anatomy of monocotyledons. I. Gramineae, Oxford, 1960. 731 p.
6. Vucelja V. A. Srovnávací anatomie^v cepelu^v československých druhů lipnic. — «Sborník Čsl. Akad. zemědělské», 1929, т. 4, с. 4, s. 417—446.

УДК 582.542.1

М. Г. КАЛЕНИЧЕНКО

О ЗЕРНОВКАХ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ТОНКОНОГА (*KOELERIA* PERS.)

В связи с критической обработкой тонконогов флоры Украинской ССР мы провели изучение морфологических особенностей зерновок семи видов этого рода. По мнению ряда авторов [3—7], морфология зерновок может иметь определенное значение в таксономии злаков.

По данным В. Броуна [6], зерновки с жидким эндоспермом явление у злаков не очень редкое и этот признак может иметь большое значение в изучении эволюции этого семейства. В. Доре [4] указывает 4 рода злаков (*Koeleria* Pers., *Trisetum* Pers., *Sphenopholis* Scribn., *Helictotrichon* Bess.), виды которых имеют зерновки с жидким эндоспермом.

Изучение зерновок украинских видов р. *Koeleria* проводилось на большом семенном материале, собранном в полевых условиях в течение ряда лет. Кроме того, для морфологического анализа были использованы зерновки, собранные на опытном участке кафедры низших и высших растений Харьковского университета (Харьковская обл., Змиевской р-н, с. Гайдары, биологическая станция ХГУ), где выращивается около 300 образцов различных видов рода *Koeleria*, привезенных из разных районов Украины и Молдавии. В коллекции представлены около 80 популяций, относящихся ко всем изученным нами видам. Используются также зерновки, добытые из гербарных образцов тонконогов, хранящихся в ХГУ, на кафедре низших и высших растений.

При изучении морфологии зерновок проводились измерения длины и ширины их, отмечались форма, окраска и консистенция эндосперма (табл. 1). Для промеров использовались 10—30 образцов каждого вида. Результаты исследований подтвердили имеющиеся данные [4] о наличии жидкого эндосперма у представителей рода *Koeleria*. Эндосперм — вязкий, легко выходит из зерновки с надорванным околоплодником при надавливании и напоминает по консистенции крахмальный клейстер. Интересно отметить, что жидкое состояние эндосперма мы находим у зерновок, полученных из гербарного материала, хранящегося продолжительное время (гербарные образцы сборов 1914 г.). Жидкая консистенция эндосперма обнаруживается уже в период формирования зерновок и остается такой же

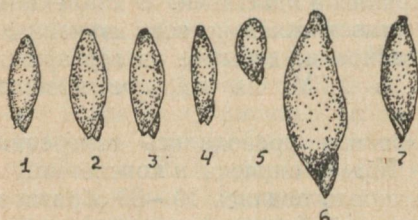
у зрелых. При вскрытии зерновок в лабораторных условиях жидкое состояние эндосперма сохраняется при температуре 12—22°C больше 3-х месяцев. Эти факты позволяют предположить, что состояние эндосперма у зерновок тонконогов является родовым признаком. Жидкая консистенция эндосперма зерновок тонконогов представляет большой интерес и требует дальнейшего исследования его состава.

Таблица 1

Данные о размерах и окраске зерновок видов р. *Koeleria* Pers.

Название вида	Длина, мм	Ширина, мм	Окраска
Т. тонкий [<i>K. cristata</i> (L.) Pers.]	1,7—2,5	0,5—0,75	коричневая
Т. Талиева (<i>K. talievii</i> Lavr.)	2—2,97	0,5—0,75	коричневая, светлокоричневая
Т. сизый [<i>K. glauca</i> (Spreng.) DC.]	2—2,5	0,5—0,75	темнокоричневая
Т. песчаный [<i>K. sabuletorum</i> (Domin) Klok.]	1,5—2,4	0,5	светлокоричневая, светложелтая
Т. короткий (<i>K. B. brevis</i> Stev.)	1,1—2,2	0,5—0,8	коричневая, темнокоричневая
Т. блестящий (<i>K. splendens</i> Presl)	3—3,9	1	бледножелтая
Т. лопастной [<i>K. lobata</i> (Bieb.) Roem. et Schult.]	2,5—3,3	0,5—0,75	темнокоричневая, бледножелтая

Исследование морфологии зерновок показало, что длина их у разных видов колеблется в пределах 1—3,9 мм. Форма зерновок у всех видов эллипсоидальная, но соотношение длины осей у разных видов различное. Окраска зерновок варьирует от темнокоричневой до бледножелтой, с сохранением темнокоричневого цвета на концах зерновок (см. рисунок, табл. 1). Наиболее существенные различия в размерах зерновок у трех видов (т. короткого, т. блестящего и т. лопастного). Для доказательства достоверности этих различий нами была проведена статистическая обработка результатов



Зерновки тонконогов ($\times 10$):

1-т. тонкого (*K. cristata* (L.) Pers.); 2-т. Талиева (*K. talievii* Lavr.); 3-т. сизого (*K. glauca* (Spreng.) DC.); 4-т. песчаного (*K. sabuletorum* (Domin) Klok.); 5-т. короткого (*K. brevis* Stev.); 6-т. блестящего (*K. splendens* Presl); 7-т. лопастного (*K. lobata* (Bieb.) Roem. et Schult.).

измерения длины зерновок по методу Стьюдента — Фишера для малых выборок [1]. В качестве примера в табл. 2 приводим результаты обработки данных, полученных в 1969 г. Исследования позволяют внести некоторые дополнения в представление о систематическом положении исследованных видов, которое в известной мере было спорным.

Изучение морфологии семян тонконогов имеет систематическое значение. Как показали наши исследования, форма, длина и окраска

зерновок могут быть использованы при решении вопросов таксономического характера. Кроме того, данные В. Доре [4] и результаты

наших исследований подтверждают филогенетическую близость родов *Koeleria* и *Trisetum*, отмеченную Н. Цвелевым [2].

Таблица 2

Сравнительные данные о длине зерновок трех видов *Koeleria* Pers, мм, $x \pm m(n)$

<i>K. brevis</i> Stev.	<i>K. lobata</i> (Bieb.) Roem et Schult.	<i>K. splendens</i> Presl	Различие и его достоверность
1,59 $\pm$ 0,1215 (10)	2,595 $\pm$ 0,037 (10)	—	+1,005; P < 0,001
1,59 $\pm$ 0,1215 (10)	—	3,425 $\pm$ 0,075 (10)	+1,835; P < 0,001
—	2,595 $\pm$ 0,037 (10)	3,425 $\pm$ 0,75 (10)	+0,83; P < 0,001

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейли Н. Статистические методы в биологии. М., «Мир», 1959. 267 с.
2. Цвелев Н. Н. К систематике родов *Trisetum* Pers. и *Koeleria* Pers. в СССР.—«Новости систематики высших растений», 1970, т. 7, с. 59—73.
3. Domin K. Monogr. der Gattung *Koeleria*.—«Bibl. Bot.», 1907. Heft 65, S. 335.
4. Dore W. G. Some grass Genera with lignid endosperm.—«Bull. of the torrey botanical. Club», 1956, vol. 83, № 5, p. 335—337.
5. Brown W. V. A species of grass with lignid endosperm.—«Bull. Torrey Club», 1955, vol. 82, p. 284—285.
6. Hitchcock A. C. The genera of grasses of the United States.—«U. S. Dept. Arg. Bull.», 1920, p. 772.
7. Martin A. C. The comparative internal, morphology of seeds.—«Am. Midl. Nat.», 1946, vol. 36, p. 513—600.

УДК 581.133

Н. Д. ТИМАШОВ, д-р биол. наук

**ВЛИЯНИЕ НЕДОСТАТКА БОРА НА ВКЛЮЧЕНИЕ C^{14} -ГЛЮКОЗЫ
ВО ФРАКЦИИ ПОЛИСАХАРИДОВ КЛЕТОЧНЫХ СТЕНОК
ОРГАНОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

Кончики корней двудольных растений особенно чувствительны к недостатку бора в питательной среде. Их рост без бора может продолжаться не более 12—48 часов. Представители одной из многих гипотез о роли бора у растений считают, что бор необходим растениям для метаболизма клеточных стенок [1, 4, 5]. Однако данных о связи бора с метаболизмом структурных компонентов клеточных стенок недостаточно. Ц. Слэк и В. Уиттингтон [4] показали снижение включения C^{14} -глюкозы в пектиновые вещества и усиление включения метки в целлюлозу и гемицеллюлозу у кончиков корней бор-дефицитной фасоли.

Данные о влиянии бора на передвижение меченых углеводов из корней в стебель и листья противоречивы: если в опытах В. Сааква [2] бор усиливал передвижение углеводов, то в опытах Ц. Вайзер [6] последний не оказывал влияния на этот процесс.

В данной работе исследовалось влияние бора на включение C^{14} -глюкозы во фракции полисахаридов отделенных кончиков (0—1,5 см) корней, а также на адсорбцию метки целыми корнями проростков подсолнечника и временное передвижение и включение ее в компоненты клеточных стенок надземных органов.

Для изучения включения $1,6 C^{14}$ -глюкозы в полисахариды кончиков корней навески составляли из 100—150 отрезков, которые инкубировали 3—5 часов на меченой глюкозе (0,5 мк кюри/мл) при встряхивании. После инкубации отрезки промывали три раза холодным раствором $CaSO_4(10^{-4}M)$. После промывки отрезки последовательно экстрагировали холодной водой (фракция «А»), кипящей водой (фракция «В»), горячей 0,05N HCl (фракция «С»), 17,5% NaOH (фракция «Е+Д»). Из остатка экстрагировали целлюлозу 72%-ной серной кислотой (фракция «F»).

По имеющимся данным [3], вещества, извлекаемые холодной водой или горячим спиртом, состоят из свободных растворимых сахаров и некоторых пектиновых веществ. Фракция «В» включает классический пектин, фракция «С» — классический протопектин, содержащий большую часть гемицеллюлозы. Фракция «Е» и «Д» содержит полиурониды гемицеллюлозы. В ряде опытов материал экстрагировали

горячим этанолом (вместо экстракции холодной водой). В опытах по изучению временного передвижения меченой глюкозы из корней в надземные органы целые десятидневные проростки с пятидневной недостаточностью бора на 4—5 ч помещали на питательный раствор с добавкой меченой глюкозой, после чего метку смывали с поверхности корней и отделяли корни от стеблей и листьев. Нами было выполнено более десяти последовательных опытов, показавших хорошую сходимость результатов. Подсчет радиоактивности образцов после экстракций проводили сцинтилляционным счетчиком Nuclear chicago.

Таблица 1

Влияние борной недостаточности на включение C^{14} -глюкозы
во фракции полисахаридов клеточных стенок
кончиков корней подсолнечника

Вариант	Распады $\times 10^3$ в мин на г сырого веса		
	фракция «А»	фракция «В»	фракция «С»
С бором	26,750	4,470	0,489
Без бора	46,532	7,630	2,153

Таблица 2

Влияние бора на передвижение C^{14} -глюкозы и включение ее
во фракции углеводов клеточных стенок
органов подсолнечника

Вариант	Распады $\times 10^3$ в мин на г сырого веса			
	Корни	Стебли	Семядоли	Первичные листья

Спирторастворимая фракция

С бором	30,610	1,140	1,390	2,850
Без бора	40,240	1,780	2,070	5,460

Фракция «В»

С бором	8,170	0,458	0,457	0,685
Без бора	10,470	0,787	0,684	1,430

Фракция «С»

С бором	4,000	0,301	0,180	0,257
Без бора	4,890	0,540	0,217	0,436

17,5% NaOH

С бором	13,130	0,811	0,135	1,051
Без бора	21,780	1,620	0,216	1,026

Целлюлоза

С бором	1004,190	251,910	21,280	24,490
Без бора	982,440	408,780	23,010	40,130

Данные табл. 1 показывают, что у бордефицитных кончиков корней значительно повышено включение C^{14} -глюкозы во все изученные фракции углеводов клеточной стенки, что вероятно связано с ускорением дифференциации тканей в результате задержки прироста.

В табл. 2 представлены данные одного из трех опытов, которые показали сходную направленность передвижения и включения меченой глюкозы в углеводы органов подсолнечника. Эти данные свидетельствуют, что у проростков подсолнечника с заметными симптомами борной недостаточности резко повышена скорость включения C^{14} -глюкозы во все полисахаридные фракции клеточных стенок. Цифровые данные спирторастворимой фракции (свободные углеводы) у растений в норме и при дефиците бора позволяют заключить, что у растений, голодающих по бору, повышена скорость транслокации глюкозы из корней в надземные органы. Таким образом, наши результаты не согласуются с данными В. Саакова [2], который в опытах с листовыми пластинками фасоли получил противоположные данные.

Можно предположить, что у бордефицитных растений подсолнечника резко усилен пассивный путь передвижения веществ из корней в листья (по клеточным стенкам и межклетникам), который является более быстрым нежели метаболический путь. Для выяснения этого вопроса необходимы дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобко Е. В. О некоторых биохимических реакциях бора в растениях — «Тр. ин-та физиологии растений АН СССР», 1949, т. 6, с. 78.
2. Сааков В. С. Влияние бора и марганца на динамику передвижения и распределения глюкозы C^{14} в растениях. — «Докл. АН СССР», 1965, т. 162, № 2, с. 465.
3. Bean R. C., Ordin L. A study of procedure for isolation and Extration of plant cell walls — «Anal. Biochem», 1961, vol. 2, № 5, p. 544.
4. Slack C. R., Whittington W. S. The role of boron in plant growth. — «I. of Exper. Bot.», 1964, vol. 15, № 45, p. 495.
5. Schmucker T. Über den Einfluss von Borsäure auf pflanzen ins besondere keimende Pollenkörner. — «Planta», 1934, Bd. 23, № 18, s. 264.
6. Weiser C. I., Blaney L. T., Li P. The question of boron and Sugar translocation in plants. — «Physiol. plantar», 1964, vol. 17, № 3, p. 584.

УДК 581.133

Т. И. ПИЛИПЕНКО.

ВЛИЯНИЕ ЦИНКА НА ПОГЛОЩЕНИЕ ФОСФАТНЫХ ИОНОВ НА ФОНЕ НЕКОТОРЫХ ИНГИБИТОРОВ И СВЯЗЬ ЭТОГО ПРОЦЕССА С АКТИВНОСТЬЮ АТФ-АЗЫ У ФАСОЛИ

Недостаток цинка в питании растений усиливает поглощение фосфора и ряда катионов из питательной среды. Предполагается, что указанная особенность специфична для данных условий и может быть следствием нарушения регуляции транспорта ионов в клеточных мембранах [3, 4, 11, 12]. С целью выяснить взаимосвязи процессов поглощения ионов фосфора с изменениями в циклах обмена веществ (окислительное фосфорилирование, гликолиз, синтез

белка) нами было испытано действие 2,4 ДНФ, фторида натрия и хлорамфеникола на поглощение ионов фосфора цинкобеспеченными и дефицитными растениями, а также роль АТФ-аз в этом процессе. Исследования проводили на растениях фасоли, которые выращивали методом водной культуры [6]. Ингибиторы вводили в питательную среду.

Концентрация 2,4 ДНФ в питательной среде составляла $1 \cdot 10^{-5}$ М. На такой питательный раствор переносили 20-дневные опытные ($-Zn$) и контрольные ($+Zn$) растения, на котором они находились в течение 4 сут. Параллельно другую серию опытных и контрольных растений выращивали без ДНФ. Поглощение фосфора определяли через 1, 2, 4 сут. Минеральный фосфор определяли по Фiske-Суббароу [8]. В результате исследований (табл. 1) нами было обнаружено некоторое торможение поглощения фосфора в присутствии 2,4 ДНФ в опытном ($-Zn$) варианте растений. Контрольные ($+Zn$) растения не реагировали на 2,4 ДНФ. Цинк снижал его тормозящее действие. Предполагаем, что наблюдаемое нами влияние 2,4 ДНФ на поглощение фосфатных ионов в какой-то степени опосредовано через окислительные процессы, происходящие в митохондриях.

Таблица 1

Поглощение минерального фосфора из питательной среды растениями фасоли под действием 2,4 ДНФ на фоне цинка и при его исключении (Р, мг/г воздушно-сухого вещества)

Продолжительность опыта, сут	Варианты опыта, среда Гельригеля			
	+ Zn	- Zn	+ Zn + ДНФ	- Zn + ДНФ
1	$1,34 \pm 0,001$	$1,82 \pm 0,03$	$1,35 \pm 0,01$	$1,75 \pm 0,02$
2	$1,45 \pm 0,02$	$2,15 \pm 0,01$	$1,43 \pm 0,01$	$1,89 \pm 0,01$
4	$1,58 \pm 0,02$	$2,63 \pm 0,01$	$1,68 \pm 0,02$	$2,28 \pm 0,03$

Результаты в опытах табл. 1, 3, 4 статистически достоверны — $P < 0,001$; в табл. 2 — $P < 0,01$.

Иное действие на процесс поглощения ионов фосфора в наших опытах оказывал фторид натрия, блокирующий ферменты гликолиза, который вводили в питательную среду до конечной концентрации $0,5 \cdot 10^{-3}$ М. Сравнительно низкая концентрация этого яда нами была избрана в связи с тем, чтобы избежать артефактов в поглощении ионов. Опыт выполнялся по схеме, аналогичной 2,4 ДНФ. Результаты опытов показали (табл. 2), что фторид в указанной концентрации усиливал поглощение минерального фосфора как на фоне цинка, так и без него, хотя в варианте без цинка убыль фосфора из питательной среды в целом была большей, особенно в первые сутки, когда растения, как известно, поглощали максимальное количество фосфора. Усиление транспорта ионов в растение в данных условиях, по-видимому, не сопряжено с его действием на процесс гликолиза, так как известно, что минимальные концентрации

фторида не оказывают ингибирующего действия на интенсивность дыхания [4]. Более вероятно, что фторид натрия как соль сильной кислоты способен повышать проницаемость поверхностных мембран, изменяя их заряд. Стимулирующее действие фторида на проницаемость растительных тканей для P^{32} отмечали и другие авторы [9, 10]. Возможно, что подобное действие на проницаемость клеточных мембран оказывал и дефицит цинка.

Таблица 2

Поглощение минерального фосфора из питательной среды растениями фасоли под действием фторида натрия на фоне цинка и при его исключении (Р, мг/г воздушно-сухого вещества)

Продолжительность опыта, сут	Варианты опыта, среда Гельригеля			
	+ Zn	— Zn	+ Zn + NaF	— Zn + NaF
1	$0,829 \pm 0,01$	$0,980 \pm 0,07$	$1,19 \pm 0,01$	$1,46 \pm 0,04$
2	$0,536 \pm 0,02$	$0,894 \pm 0,03$	$0,854 \pm 0,01$	$1,17 \pm 0,08$
3	$0,382 \pm 0,02$	$0,761 \pm 0,04$	$0,834 \pm 0,04$	$1,14 \pm 0,07$

Введение хлорамфеникола ХФ в питательную среду в количестве 50 мг/л также стимулировало транспорт ионов фосфора в растения фасоли как на фоне цинка, так и без него, но все же в большей степени в безцинковом варианте (табл. 3). Стимулирующее действие низких концентраций ХФ на поглощение P^{32} проростками кукурузы в первые 1,5—3 ч наблюдал также Э. Хавкин [7].

Известно [1, 2], что ХФ является не только ингибитором синтеза белка. Блокируя считывание кода с комплекса 70S — рибосома — тРНК, он способен изменять структуру и функции мембран хлоропластов и митохондрий, являющихся важнейшими акцепторами P_n в клетке. Предполагаем, что нарушения в структуре мембран в присутствии ХФ, особенно в безцинковом варианте, могут быть основной причиной усиленного поглощения ионов фосфора растениями фасоли.

Таблица 3

Поглощение минерального фосфора из питательной среды растениями фасоли под действием хлорамфеникола на фоне цинка и при его исключении (Р, мг/г воздушно-сухого вещества)

Продолжительность опыта, сут	Варианты опыта, среда Гельригеля			
	+ Zn	— Zn	+ Zn + ХФ	— Zn + ХФ
3	$0,84 \pm 0,04$	$1,08 \pm 0,06$	$1,34 \pm 0,01$	$1,89 \pm 0,05$

Для выяснения возможной взаимосвязи усиленного транспорта ионов фосфора при дефиците цинка с активацией транспортных АТФ-аз были выполнены опыты, в которых исследовалась активность АТФ-аз в корнях цинкобеспеченных и дефицитных растений

фасоли в присутствии ионов Na^+ и K^+ . АТФ-азную активность определяли во фракциях клеточных стенок и надосадочной жидкости, полученной после центрифугирования при 14 000 $\bar{d}$.

Результаты опытов показали, что совместное введение одновалентных катионов Na^+ и K^+ повышало активность исследуемой АТФ-азы во фракциях клеточных стенок и особенно в надосадочной жидкости, причем в большей степени в варианте с исключением цинка (табл. 4).

Итак, результаты опытов позволяют высказать предположение о том, что усиление транспорта ионов при дефиците цинка зависит от многих причин, однако в значительной степени оно сопряжено с изменениями в структуре и функциях клеточных мембран в данных условиях.

Таблица 4

Активность Na^+ , K^+ АТФ-азы растений фасоли на фоне цинка и при его исключении из питательной среды (Р, мкг/мг белка)

Исследуемая фракция	С катионами $\text{Na}^+ + \text{K}^+$		Без катионов	
	с цинком	без цинка	с цинком	без цинка
Надосадочная корней	157,94 $\pm$ 10,15	300,34 $\pm$ 10,58	128,24 $\pm$ 3,35	216,19 $\pm$ 11,53
Клеточные стенки корней	307,65 $\pm$ 8,52	454,51 $\pm$ 21,04	252,56 $\pm$ 9,67	351,75 $\pm$ 13,23

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кислякова Т. Е., Голубкова Б. М., Кузнецова Л. И. Влияние хлорамфеникола на структуру и функцию фотосинтетического аппарата картофеля. — В кн.: Хлоропласты и митохондрии. М., «Наука», 1969, с. 173—182.
2. Молотковский Ю. Г., Смирнов А. М. Действие хлорамфеникола на синтез белка в растениях. — «Физиология растений», 1963, т. 10, № 3, с. 325—333.
3. Парибок Т. А., Кузнецова Г. Н., Алексеева-Попова Н. В. Влияние недостатка цинка, меди и железа на поступление микроэлементов в растения. — «Агрохимия», 1964, № 9, с. 98.
4. Парибок Т. А. Поступление, распределение и метаболизм фосфора у растений, по-разному обеспеченных цинком. — В кн.: Физиологическая роль микроэлементов у растений. Л., «Наука», 1970, сер. 4, вып. 20, с. 159—172.
5. Парибок Т. А. Дыхание томатов в зависимости от обеспеченности цинком. — «Физиол. и биох. культурн. растений», 1972, т. 4, вып. 4, с. 379.
6. Пилипенко Т. І. Вплив дефіциту цинку на вміст фосфорних сполук та білка у цитоплазматичних структурах рослин квасолі. — «Вісн. Харк. ун-ту. Біологія», 1971, вип. 3, с. 55—58.
7. Хавкин Э. Е., Мазель Ю. Я. Влияние актидиона, пуромидина и хлорамфеникола на поглощение P^{32} корнями кукурузы. — «Физиология растений», 1970, т. 17, № 3, с. 452—457.
8. Fiske C. H., Subbarow Y. The colorimetric determination of phosphorus. — «J. Biol. Chem.», 1925, vol. 66, p. 375.
9. Marsel Dioris, Michel Penet. Augmentation de la perméabilité au P^{32} sous l'action du NaF en fonction de la concentration en phosphates. — «C. r. Acad. Sci.», 1972, D. 275, № 23, p. 2647—2650.
10. Michel Penet. Action stimulatrice du NaF sur la perméabilité tissulaire au P^{32} . — «C. r. Acad. Sci.», 1968, D. 266, № 9, p. 885—888.

11. Millican C. R. Effect of different levels of zink and phosphorus on the growth of subterranean clover *Trifolium subterranean* L. — «Austral. J. Agr. Res.», 1963, vol. 14, № 2, p. 180.
12. Wacker W. E. Nucleic acid and metals. III. Changes in nucleic acid, protein and metal content as a consequence of zinc deficiency in *Euglena gracilis*. — «Biochem.», 1962, vol. 1, № 5, p. 859.

УДК 581.133.5

В. П. ИЛЮЩЕНКО, Н. Д. ТИМАШОВ, д-р биол. наук

ВЛИЯНИЕ БОРА НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АППАРАТА ПОГЛОЩЕНИЯ У РАСТЕНИЙ ГОРОХА

В литературе имеются данные о влиянии бора на поглощение и распределение фосфора растениями. Согласно [1] уровень поглощения P^{32} корневой системой овса и томатов был несколько ниже при борном голодании. По данным Г. Нелубовой [3], недостаток и избыток бора у подсолнечника приводил к задержке поступления и передвижения P^{32} .

В нашей лаборатории В. Рапотой [5] на растениях гороха было показано, что недостаток бора тормозит адсорбцию и передвижение P^{32} в надземную часть проростков только при начальной недостаточности. При поздней же недостаточности, вследствие усиления пассивного механизма поглощения фосфора, последний легче поступал из корней в листья. В связи с тем, что большинство исследователей рассматривали целые корни и иногда с поздней борной недостаточностью, был изучен процесс адсорбции и транслокации P^{32} растущей частью кончиков корней, испытывающей депрессию роста в начальной стадии недостатка бора. Для этой цели мы использовали прибор, описанный Р. Лямбертом [13], позволяющий снабжать нужный участок корня радиоактивным фосфором, а также проследить за его передвижением в стебель.

Растения гороха (Рамондский-77) выращивали методом водной культуры с бором и без него до начала задержки роста главного корня в безборном варианте. Затем отрезали участок корня (6 см) и помещали его в прибор Лямберта, где пятимиллиметровый сегмент (0—5 мм) снабжался $KH_2P^{32}O_4$ (с конечной активностью 10 мкКи/мл и удельной активностью — 33 мКи/мМ). Радиоактивность определяли в этом и в двух последующих сегментах (5—10, 10—15 мм). Время адсорбции составляло 5 ч. После этого отрезали три сегмента по 5 мм (0—5, 5—10, 10—15) и споласкивали в течение 30 сек сначала водным раствором нерадиоактивного фосфора (150 мг KH_2PO_4 /л), а затем водой на протяжении 30 мин при встряхивании. Промытые образцы суспендировали в этаноле и определяли радиоактивность всей суспензии с помощью счетчика УСД-1.

Из данных табл. 1 видно, что три участка кончика корня (с бором и без бора) обладают разной радиоактивностью. Она резко снижается по мере удаления от корневого чехлика. Максимальную радиоактивность имеет первая зона, которая снабжалась P^{32} . Что же касается различий между вариантами, то у отрезков корней бордефицитных растений наблюдается значительное снижение уровня радиоактивности, свидетельствующее о потере способности

адсорбировать и проводить P^{32} . Например, адсорбционная способность первого участка (0—5 мм) в варианте без бора снижалась на 35%. Поскольку опыты проводили с отрезанными участками корня, что исключало влияние надземной части проростка, причину различной способности поглощать и транспортировать P_n опытными и контрольными растениями следует искать в нарушении метаболизма клеток корневого участка.

Т а б л и ц а 1

Адсорбция и транслокация P^{32} 5-миллиметровыми участками корней бордефицитных и нормальных растений, *имп/мин* на *мг* сырого вещества

Участок корня, мм	Изучаемый процесс	Вариант	1-й опыт	%	2-й опыт	%
0—5	Адсорбция	С бором	2938 ± 39	100	2374 ± 110	100
		Без бора	1524 ± 65	51,9	1887 ± 176	79,4
5—10	Транслокация	С бором	758 ± 18		314 ± 20	
		Без бора	296 ± 7		195 ± 4,4	
10—15	Транслокация	С бором	316 ± 18		60,3 ± 2,0	
		Без бора	162 ± 4		43,5 ± 1,7	

Значительное число исследователей объясняет процесс активного переноса ионов через биомембраны с точки зрения гипотезы о мембранных переносчиках [6, 11]. Основные положения этой гипотезы обстоятельно изложены в монографии Д. Сатклиффа [7]. Однако ряд вариантов гипотезы о природе и механизме движения комплекса ион — переносчик не лишен противоречий. Многие авторы на основании собственных данных приходят к выводу о связи механизма активного переноса с уровнем АТФ-азной активности. Существенно необходимыми факторами для биологических «насосов» являются также АТФ, ионы натрия и калия. В связи с этим возникает вопрос, имеется ли подобный «насос» в кончиках корней проростков гороха и какое действие на него оказывает бор.

Целью наших дальнейших исследований явилось изучение уровня активности К, Na-зависимой АТФ-азы на фоне различной обеспеченности бором (0; 250 $\mu\text{кг}$ H_3BO_3 на л). Для опыта отрезали 20-миллиметровые сегменты кончиков корней, которые затем диализовали против бидистиллята 12 ч при 4°С. После диализа образцы гомогенизировали в среде, содержащей 0,25 М сахарозы на 0,025 М трис-НСI буфере [рН 7,4]. АТФ-азную активность гомогенатов определяли в 3 мл инкубационной среды, содержащей трис-НСI буфер (рН 7,4) — 0,025 М; Na — АТФ — 2,5 мМ; $\text{MgCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ — 3 мМ. Реакцию проводили в течение 30 мин при 37°С и останавливали прибавлением в инкубационную среду 0,5 мл 30% ТХУ. Минеральный фосфор определяли по Я. Туракулову [9], белок по методу Н. Лоури [15]. Количество клеток подсчитывали методом Р. Брауна [4]. При изучении К, Na, Са-зависимой и строфантин — К-чув-

ствительной АТФ-азы раствор Na-АТФ пропускали через ионообменную смолу КУ-2 для удаления ионов натрия. В инкубационную среду вводили трис-АТФ (рН 7,4). Повторность опытов трехкратная.

Результаты исследований, приведенные на рисунке, показывают, что уровень АТФ-азной активности у голодающих по бору растений несколько выше, чем у нормальных. Максимум активности фермента приходится на второй сегмент (5—10 мм) в варианте с бором и без бора.

Таблица 2

Влияние ионов натрия, калия и кальция на АТФ-азную активность в гомогенате отрезков (0—20 мм) корней гороха. Недостаточность по бору — 4 сут, данные в мкг Р_н/мг белка

Вариант	Добавки		
	Без добавок	К — 10 мМ Na — 50 мМ	Са — 50 мМ
С бором	144,5 ± 2,1	142,2 ± 2,3	146,8 ± 1,0
Без бора	223,4 ± 1,04	220,5 ± 0,6	234,8 ± 2,9

Таблица 3

Влияние ионов кальция на АТФ-азную активность гомогената кончиков корней гороха с бором и без бора, мкг Р_н/мг белка

Вариант	мМ Са(NO ₃) ₂				
	Без Са ⁺⁺	1,5	3,0	6,0	9,0
С бором	169,2 ± 8,8	188,2 ± 10,6	181,0 ± 9,4	173,2 ± 7,6	162,2 ± 9,4
Без бора	223,0 ± 1,2	215,0 ± 9,6	224,6 ± 10,6	216,8 ± 7,8	206,0 ± 8,2

Как известно, строфантин и строфантиндин представляют собой стероидные глюкозиды, вступающие в прочные соединения с мембранами животной клетки, что обуславливает их ингибирующее действие на К, Na-насос [2]. По-видимому, применив эти ингибиторы, можно определить возможную потребность клетки в ионах-активаторах АТФ-азы.

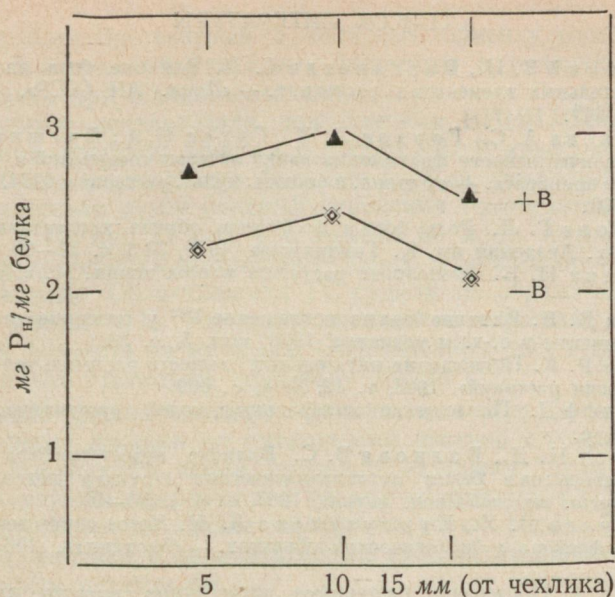
Таблица 4

Влияние строфантина — К (1·10⁻⁴ М) на АТФ-азную активность кончиков корней бордефицитного гороха с различным временем преинкубации

Вариант	мг Р _н /мг белка	
	С бором	Без бора
Преинкубация в строфантине ¹		
+ строфантин	1,11 (4,66) ²	1,34 (3,81)
— строфантин	1,15 (4,83)	1,26 (3,58)
Преинкубация в воде		
+ строфантин	1,085 (4,50)	1,306 (3,24)
— строфантин	1,076 (4,62)	1,270 (3,78)

Примечание. ¹ Преинкубация в строфантине-К 20 мин (1·10⁻⁴М) при 20°С;

² Данные в скобках — мкг Р_н/10³ клеток. В табл. 4 приведены данные двух опытов.



Влияние бора на АТФ-азную активность различных участков корней гороха.

Опыты по изучению совместного действия бора и ионов калия, натрия и кальция, а также бора и строфантина-К показали, что уровень АТФ-азной активности растущей части корня (0—20 мм) не изменяется в присутствии натрия и калия (табл. 2), а также строфантина-К (табл. 4) в инкубационной среде; добавление же в среду ионов кальция несколько стимулирует работу этого фермента, причем только в варианте с бором (табл. 3).

Таким образом, результаты опытов с кончиками корней растений гороха не подтвердили существования К, Na-«насоса» (судя по активности К, Na-зависимой АТФ-азы) или потребности этого растения в ионах натрия и калия. Аналогичные данные были получены в опытах с растениями фасоли [10] и подсолнечника [14]. Результаты наших исследований по изучению АТФ-азной активности корней гороха в расчете на белок согласуются с данными [12] об усилении АТФ-азной активности при недостатке бора. Необходимо отметить, что в наших опытах сравнительное количество клеток в кончиках корней бордефицитных растений значительно уменьшалось, но их размеры увеличивались. Пересчет суммарной АТФ-азной активности на 1 клетку выявил обратную зависимость, а именно АТФ-азная активность одной клетки меньше, чем у контрольных растений (табл. 4). Для выяснения биологического смысла этого явления необходимы дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журбицкий З. И., Вартапетян С. М. Влияние бора на передвижение питательных элементов в растениях. — «Докл. АН СССР», 1954, т. 96, № 6, с. 1249.
2. Муравьева А. С., Гордон Л. Х., Гусев Н. А., Орешников В. Л. Метод количественного фракционирования меченых соединений в одной пробе тканевого препарата. — «Физиол. и биохим. культ. растений», 1974, т. 6, вып. 4, с. 397—400.
3. Нелюбова Г. Л. Роль бора в фосфорном обмене хлопчатника. — «Докл. Моск. с.-х. Академии им. К. Тимирязева», 1958, № 3, с. 22—25.
4. Обручева Н. В. Физиология растущих клеток корня. М., «Наука», 1965. 109 с.
5. Рапота В. В. Влияние бора на поглощение P^{32} у подсолнечника. — В кн.: Микроэлементы в с.-х. и медицине, 1969, вып. 5, с. 33.
6. Салеев Р. К. Поглощение питательных веществ растительной клеткой. — «Физиология растений», 1965, т. 12, № 4, с. 569.
7. Сатклифф Д. Поглощение минеральных солей растениями. М., «Мир», 1964, 148 с.
8. Тимашов Н. Д., Волкова В. С. Влияние недостатка бора на включение 35-метионина в белки цитоплазматических структур подсолнечника. — «Докл. высш. школы. Биол. науки», 1967, т. 4, с. 93—95.
9. Туракулов Я. Х., Кургульцева Л. И. Метод определения неорганического фосфора в биологических объектах. — «Биохимия», 1967, вып. 32, с. 106.
10. Уоллес А. Поглощение растениями питательных веществ из растворов. М., «Колос», с. 114, 1966. 138 с.
11. Epstein E. Dual Pattern of Ion Absorption by plant Cells and by Plants. — «Nature», 1966, vol. 212, № 5068, p. 1324.
12. Hinder R. W., Finch A. G. Aminoacid — dependent atp — pyrophosphate exchange in normal and boron deficient bean roots. — «Phytochemistry», 1966, vol. 5, № 4, p. 619.
13. Lambert R. G., Linch A. G. Comparison of the uptake of P^{32} and K^{42} by Intakt Alfalfa and Oat Roots. — «Plant Physiol.», 1964, vol. 39, № 6, p. 920—924.
14. Lardy H. A., Wellman H. The catalytic Effect of 2,4 — DNP on adenosinetriphosphate Hydrolysis by cell Particles and Soluble enzymes. — «J. Biol. Chem.», 1953, vol. 201, № 1, p. 357.
15. Rosebrough N. J., Farr L. A., Randell R. J. Relationship of boron nutrition to radiosensitivity of sunflower plants. — «J. Biol. Chem.», 1951, vol. 193, № 1, p. 140—145.

УДК 581.133.8 : 577.07

А. П. РОМАНЦОВ

ВЛИЯНИЕ НЕДОСТАТКА БОРА НА АКТИВНОСТЬ ГЛЮТАМАТДЕГИДРОГЕНАЗЫ И ГЛЮТАМИНСИНТЕАЗЫ В РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНАХ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Одной из важнейших реакций усвоения азота растениями является путь через глутаминовую кислоту [1]. Глутаматдегидрогеназа (ГДГ, к. ф. 1.4.1.3) и глутаминсинтетаза (ГС, к. ф. 6.3.1.2) — два основных фермента, участвующих в процессах ассимиляции аммиака растениями. Изучение активности этих ферментов у двудольных растений не проводилось, а это необходимо для выяснения влияния

недостатка бора на азотный и белковый обмен у растений. Нами исследована активность указанных ферментов в различных органах подсолнечника при борном голодании.

Для опытов использовали подсолнечник ВНИИМК-6540. Схема выращивания растений описана в работе [6]. В качестве источника фермента брали растворимую фракцию листьев, семян и корней, которую получали путем центрифугирования гомогенатов (ГДГ при 25 тыс. *g*, а ГС при 17 тыс. *g* в течение 20 мин). Активность ГДГ определяли по реакции восстановительного аминирования α -кетоглutarовой кислоты. Об активности ГС судили по образованию гидроксамовых кислот [11]. Удельную активность выражали в единицах активности фермента на мг белка. Определение белка в ферментативных экстрактах проводили по методу Лоури [12].

Оценивали ферментативную активность в листьях и семенах на 6 сут после посадки на питательный раствор с исключением бора, когда появляются явные признаки задержки роста первичных листьев. Активность ферментов в корнях определяли на 3 сут после исключения бора до начала побурения точки роста. Определение свободного аммиака в ферментативных экстрактах проводили микродиффузионным методом [4].

Анализ полученных данных показывает, что выращивание подсолнечника на питательной среде без бора существенно влияет на активность ГДГ и ГС (табл. 1 и 2). В листьях и корнях растений, голодающих по бору, удельная активность ГДГ повышается соответственно на 148% и 29%. В семенах же обнаруживается снижение ее активности на 36%. У боробеспеченных (контрольных) растений активность ГДГ во всех исследуемых органах находится почти на одном уровне.

Таблица 1
Влияние недостатка бора на активность глутаматдегидрогеназы у подсолнечника

Органы	С бором (контроль)		Без бора (опыт)	
	Удельная активность $E_{340} \times 1000$ за 1 мин на мг белка	%	Удельная активность $E_{340} \times 1000$ за 1 мин на мг белка	%
Первичные листья с почкой роста	$36,2 \pm 2,46$	100	$90,1 \pm 3,44$	248
Семядоли	$31,5 \pm 0,37$	100	$20,0 \pm 0,06$	64
Корни	$32,6 \pm 2,34$	100	$42,2 \pm 2,36$	129

Интересно отметить, что у растений с иной реакцией на борную недостаточность таких, как горох и кукуруза, активность ГДГ в корнях выше, чем в листьях [1, 9]

Удельная активность ГС (табл. 2) в первичных листьях бордефицичного подсолнечника повышается на 59%, в корнях на 67%. Обнаружено различие удельной активности ГС в разных органах у боробеспеченных (контрольных) растений. Наиболее высокая активность отмечена в семядолях, в первичных листьях она несколько ниже, а в корнях — самая низкая.

Таблица 2

Влияние недостатка бора на активность глутаминсинтетазы
у подсолнечника

Органы	С бором (контроль)		Без бора (опыт)	
	Удельная актив- ность мкМ/мг белка	%	Удельная активность мкМ/мг белка	%
Первичные листья	0,13 ± 0,01	100	0,21 ± 0,02	159
Семядоли	9,8 ± 0,20	100	10,19 ± 1,84	103
Корни	1,78 ± 0,69	100	2,97 ± 1,61	167

Сравнивая наши данные об активности ГДГ и ГС у подсолнечника с данными Харпера и Паульсена [10], полученными на пшенице, обнаруживаем существенные различия в чувствительности ферментативной активности этих культур при борной недостаточности в питательной среде. Выявленные различия заключаются в том, что глутаматдегидрогеназная активность в бордефицичных растениях подсолнечника (первичные листья и корни) повышается в значительной мере, в то время как у пшеницы, если и повышается, то незначительно. Активность ГС в первичных листьях подсолнечника повышается, а у пшеницы она остается без изменений.

Как известно, при борном дефиците у двудольных растений наблюдается подавление развития всех органов и отмирание точек роста, а у однодольных развиваются вегетативные побеги и отсутствие бора в питательной среде оказывает существенное влияние только при закладке репродуктивных органов [7, 8]. Наши данные, а также результаты работы Харпера и Паульсена [10] указывают на существенные различия в регуляции азотного обмена в органах двудольных и однодольных растений в начальный период роста растений.

Поскольку аммиак имеет важное значение в регуляции активности этих ферментов [1], мы определили концентрацию свободного аммиака в ферментативных экстрактах.

Оценка свободного аммиака (табл. 3) в различных органах подсолнечника показала, что наибольшее количество его содержится в первичных листьях, значительно меньше в корнях и еще меньше в семядолях. В первичных листьях растений, испытывающих голодание по бору, повышается содержание свободного аммиака по сравнению с контрольными растениями. В корнях и семядолях этих различий не обнаружено.

Увеличение концентрации свободного аммиака на общем фоне повышения активности ферментов, ответственных за синтез глутаминовой кислоты и глутамина, можно, по-видимому, объяснить тем, что при дефиците бора наряду с биосинтетическими реакциями идут процессы распада белков и дальнейшее дезаминирование аминокислот. Поскольку известно индуцирующее влияние аммиака на активность ГДГ и ГС^[1-3], можно предположить, что и у первичных листьев подсолнечника происходит увеличение активности этих ферментов под влиянием аммиака.

Таблица 3

Содержание свободного аммиака при недостатке бора,
мкг/г сырого веса

	С бором (контроль)	Без бора (опыт)
Первичные листья	17,3 ± 1,67	28,8 ± 2,23
Семядоли	7,2 ± 0,81	7,1 ± 1,35
Корни	11,0 ± 1,26	10,0 ± 1,09

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кретович В. Л. Обмен азота в растениях. М., «Наука», 1972. 527 с.
2. Кретович В. Л., Ткемаладзе Г. Ш., Карякина Т. И. Регуляция действия глутаматдегидрогеназы *in vivo*. — «Докл. АН СССР», 1970, т. 190, № 1, с. 222.
3. Кретович В. Л., Карякина Т. И., Языкова В. В. Индукция аммонием глутаматдегидрогеназы в проростках люпина. — «Физиология растений», 1974, т. 21, № 2, с. 247—251.
4. Любимов В. И., Львов Н. П., Кирштейн Б. Э. Модификация микроdiffузионного метода определения аммиака. — «Прикл. биохим. и микробиол.», 1968, т. 4, № 1, с. 120—121.
5. Методы биохимического исследования растений. Под ред. А. И. Ермакова и др. Л., «Колос», 1972. 456 с.
6. Романцов А. П. Влияние борной недостаточности на содержание аминокислот в белках клеточных стенок подсолнечника. — «Вестн. Харьк. ун-та. Биология», 1975, № 7 с, 100—103.
7. Троицкая Е. А., Батыгина Т. Б. Влияние недостатка бора на формирование вегетативных и генеративных органов пшеницы. — В кн.: Физиол. роль микроэлементов у растений. Л., «Наука», 1970, с. 22—37.
8. Школьник М. Я. Микроэлементы в жизни растений. Л., «Наука», 1974. 324 с.
9. Яковлева В. Н., Кретович В. Л., Горетов В. П. Очистка и свойства глутаматдегидрогеназы растений. — «Биохимия», 1966, т. 31, № 5, с. 887—892.
10. Harper J. E., Paulsen A. M. Nitrogen and Protein Synthesis in Wheat Seedlings as Affected by Mineral Nutrition. II Micronutrients. Plant Physiol. 1969, vol. 44, N 5, p. 636—640.
11. Kanamori T., Matsumoto H. Glutamine Synthetase from Rice Plant Roots. — «Arch. Bioch. a Bioph.», 1972, vol. 152, N 1, p. 404—412.
12. Lowry H. O., Rosebroug T. U., Farr G. A. Randall R. I. Protein measurement with the Folin phenol reagent. — J. Biol. Chem., 1951, vol. 193, p. 265—275.