

фотосинтетических мембран в клетке и в единице ассимиляционной ткани. Фотоактивная поверхность хлоропластов в единице площади листа значительно снижается при ингибировании синтеза белка хлоропластов (см. табл. 2), что связано с уменьшением объема и поверхности хлоропластов в клетке. Свидетельством влияния ингибирования синтеза белка в хлоропластах на изменение их параметров являются также данные по индексу площади хлоропластов (отношение суммарной поверхности хлоропластов в листе к площади листа). Снижение данного параметра под действием ингибитора свидетельствует о развитии малоактивного фотосинтетического аппарата, так как существует прямая корреляция между величинами индекса площади хлоропластов, размерами хлоропластов и интенсивностью фотосинтеза [6, 7].

Следовательно, действие ингибитора белкового синтеза хлорамфеникола вызывает изменение в структурной организации листа, выражающееся, в первую очередь, в снижении числа клеток, размеров хлоропластов. В то же время рост клеток практически не замедляется, но не наблюдается увеличение числа хлоропластов в клетке в процессе роста и развития листа при действии ингибитора, что в какой-то мере может представлять интерес в плане данных о геномно-пластомном контроле за числом и размерами хлоропластов [4, 8—10], поскольку взаимодействие пластогенов и ядерных генов в процессе онтогенеза определяют оптимальное число хлоропластов на клетку [10]. Полученные нами результаты отражают тесные структурно-функциональные взаимосвязи в листе и выявляют в какой-то мере специфику действия хлорамфеникола на структуру листа, оцениваемую по целому ряду параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кислякова Т. Е., Голубкова Е. М., Кузнецова Л. И.— В кн.: Хлоропласты и митохондрии.— М., 1969, с. 173.
2. Николаева М. К., Власова М. П., Осипова О. П.— Физиология растений, 1970, т. 17, № 1, с. 5.
3. Абдулаев Х. А., Муаффарова С. М., Насыров Ю. С.— Докл. АН Тадж. ССР, 1975, т. 8, № 9, с. 59.
4. Борзенкова Р. А., Мокроносов А. Т.— Научн. докл. высш. школы. Биол. науки, 1975, № 6 (138), с. 75.
5. Nobel P. S., Zaragoza L. I., Smith W. K.— Plant. Physiol, 1975, v. 55, № 6, p. 1067.
6. Karija K., Tsunoda S.— Tohoku J. Agr. Res. 1972, v. 23, № 1, p. 1.
7. Karija K., Tsunoda S.— Tohoku J. Agr. Res., 1973, v. 24, № 1, p. 1.
8. Мокроносов А. Т., Багаутдинова Р. И.— Физиология растений, 1974, т. 21, № 6, с. 1134.
9. Цельникер Ю. Л.— Физиология растений, 1975, т. 22, № 2, с. 262.
10. Усманов П. Д., Усманова У. В.— В сб. III Всес. симпозиум. Молекулярные механизмы генетических процессов. Тез. докл.— М., 1976, с. 107.

Поступила в редакцию
15.11.79.

Кафедра физиологии растений

УДК 577.472(28) : 591.524.11

В. А. БАБИЦКИЯ

МИКРОЗООБЕНТОС ОЗЕР НАРОЧАНСКОЙ ГРУППЫ 1. ПРОДУКЦИЯ ДАННОЙ МИКРОФАУНЫ (БЕЗ ПРОСТЕЙШИХ) В ОЗЕРАХ

Получение данных, характеризующих продукцию любого звена водной экосистемы, является необходимым моментом в оценке круговорота вещества и потока энергии в водоемах. Микрозообентос — составная часть единого ценоза донных организмов и по количественному развитию не уступает макрозообентосу [1—3]. Вместе с тем следует отметить весьма слабую изученность этой группировки животных в особенности с про-

Таблица 1

Среднесезонная численность, тыс. экз/м³ (числитель) и биомасса, г/м³ (знаменатель), основных групп микрозообентоса за два вегетационных сезона

Группы организмов	1970			1971		
	Нарочь	Мястро	Баторини	Нарочь	Мястро	Баторини
Нематоды	3,8	6,5	3,2	2,6	2,7	0,8
	10,4	17,4	8,4	7,1	6,7	2,2
Олигохеты	1,1	4,9	1,8	1,4	1,8	1,2
	110,8	478,5	181,6	138,8	183,7	119,2
Кладоцеры	1,9	5,2	5,3	1,6	3,4	1,0
	50,9	130,3	31,1	39,9	105,8	19,5
Копеподы	23,6	39,1	9,3	11,5	23,3	7,6
	799,6	1337,6	369,9	566,5	651,9	277,5
Остракоды	2,0	1,0	0,7	1,2	0,1	0,8
	160,7	77,5	67,7	54,5	5,1	36,7
Хирономиды	3,3	3,4	0,5	2,4	1,6	0,6
	179,7	197,2	26,3	129,0	84,4	34,4

дукционной точки зрения. Как в отечественной, так и в зарубежной литературе практически полностью отсутствуют сведения, характеризующие продукцию отдельных групп и микрозообентоса в целом.

Материал и методика

Изучение донной микрофауны, предпринятое впервые на мезотрофном оз. Нарочь, эвтрофном оз. Мястро и высокоэвтрофном оз. Баторини, проводили с мая 1970 по май 1972 г. Пробы отбирали микробентометром МБ-ТЕ [4] в модификации автора. На каждом озере было установлено определенное число постоянных станций (Нарочь-11, Мястро-8 и Баторини-6), расположенных на различных глубинах и типах грунта. Сбор и обработку материалов проводили по методике [5]. При расчете численности и биомассы донной микрофауны в среднем по всему водоему использовали действительную среднюю (взвешенную), при расчете которой инвесируются различия в количественном развитии донных животных на площадях, ограниченных определенными изобатами. Параллельно с отбором проб на каждой станции измеряли температуру воды в придонном слое. При расчете продукции доминирующих групп животных пользовались методом [6] и физиологическим способом [7]. Для перевода значений обмена у отдельных систематических групп животных, которые необходимы при расчете продукции физиологическим способом, от 20° С к температурам водоемов, использовали температурные поправки для «нормальной кривой» Крога [8].

Результаты и их обсуждение

Наибольшие величины численности и биомассы во всех озерах зарегистрированы у олигохет, нематод, кладоцер, копепод и хирономид (табл. 1). Количественное развитие у большинства групп за первый вегетационный сезон было значительно выше, чем за второй. Эти различия обусловлены тем, что 1970 г. был значительно теплее последующего. Средняя за вегетационный сезон температура воды в придонном слое оз. Нарочь в первый год исследований была 15,1, а во второй — 13,7° С, в оз. Мястро соответственно 16,4 и 14,4 и в оз. Баторини — 16,9 и 13,6° С. Как правило, наибольшие величины численности и биомассы микробентических животных наблюдались в оз. Мястро.

Результаты определения продукции и *P/V*-коэффициентов
трех доминирующих групп микрозообентоса

Озера	Группа микрозообентоса	В, ккал/м ²	<i>P</i> за вег. сезон, ккал/м ²	<i>P/V</i> за вег. сезон,	<i>P</i> за вег. сезон, ккал/м ²	<i>P/V</i> за вег. сезон
			по [6]		по [7]	
Нарочь	Нематоды	6,24	20,2	3,2	19,8	3,2
	Олигохеты	66,48	186,0	2,8	330,0	5,0
	Хиროномиды	107,82	308,3	2,9	1447,2	13,4
Мястро	Нематоды	10,44	35,2	3,4	37,8	3,6
	Олигохеты	178,10	1415,4	4,9	2131,2	7,4
	Хиროномиды	118,32	303,7	2,6	1503,0	12,7
Батория	Нематоды	5,04	11,9	2,4	19,8	3,9
	Олигохеты	109,56	516,0	4,7	718,2	6,6
	Хиროномиды	15,78	62,0	3,9	208,2	13,2

Микробентические кладоцеры в озерах Нарочанской группы представлены в основном хидоридами (24 вида из 39). В связи с этим при расчете продукции животных использовались сезонные *P/V*-коэффициенты, полученные для *Eugyercus lamellatus* из литоральной зоны оз. Нарочь [9] и для *Chydorus sphaericus* из придонного слоя изученных озер [10].

Микробентические копеподы в озерах представлены в основном старшими копеподитными стадиями пелагических циклопов, которые во время пребывания в бентосе резко затормаживают свое развитие. Таким образом, происходит перераспределение продукции пелагических циклопид, часть ее изымается и поступает в донные отложения. Учитывая малоактивный образ жизни этих животных в бентали, сезонный *P/V*-коэффициент для них условно приняли равным 1. В этом случае сезонная продукция копепод будет равна их среднесезонной биомассе (см. табл. 1).

Наличие определенных закономерностей в развитии отдельных систематических групп микрозообентоса, о чем свидетельствуют данные по динамике численности и биомассы этих групп в озерах за два вегетационных сезона, позволяет использовать для определения продукции микробентических животных метод [6], который отличается простотой расчетов. Для обозначения получаемой величины авторы предложили термин «кажущаяся продукция». Однако в этом случае термин «продукция» не имеет определенного содержания, и лучше получаемые величины именовать «приростом биомассы» [8].

Для сравнения величин прироста биомассы, получаемых методом [6], пользовались физиологическим способом расчета продукции [7]. Интенсивность обмена у отдельных систематических групп высчитали по уравнениям, выведенным для нематод [11], олигохет [12] и хиროномид [13]. При переходе от объема потребленного кислорода к калориям использовали оксикалорийный коэффициент равный 4,86. Калорийность сырой биомассы микробентических животных в среднем принималась равной 600 ккал/г. При расчете продукции нематод, олигохет и хиროномид был принят коэффициент использования на рост энергии усвоенной пищи $K_2=0,25$, что близко к величине (0,3), применяющейся при расчете энергетического баланса макрозообентоса в разных водных экосистемах. По данным [14], у нематод из рода *Pelodera* в среднем значение K_2 также близко к 0,25. Результаты расчета продукции, полученные обоими методами, на примере вегетационного сезона 1970 г. приведены в табл. 2. Величины продукции *P* и *P/V*-коэффициентов у нематод, полученные двумя методами, оказались практически одинаковыми. У микробентиче-

Таблица 3

Среднесезонная биомасса, мг/м³ сыр. в-ва, сезонная продукция, мг/м³ сыр. в-ва, и *P/B*-коэффициенты основных групп и микрозообентоса в целом за два вегетационных сезона

Озера	Год	Показатели	Немато- ды	Олиго- хеты	Остра- коды	Кладо- церы	Хироно- миды	Весь микро- бентос
Нарочь	1970	<i>B</i>	10,4	110,8	160,7	50,9	179,7	1310,0
		<i>P</i>	33,6	554,0	454,2	962,5	2407,9	5210,0
		<i>P/B</i>	3,2	5,0	2,8	18,9	13,4	3,9
	1971	<i>B</i>	7,1	138,3	54,5	39,9	129,0	950,0
		<i>P</i>	32,7	617,7	178,6	696,5	1341,6	3440,0
		<i>P/B</i>	4,6	4,9	3,3	17,4	10,4	3,6
Мястро	1970	<i>B</i>	17,4	478,5	77,5	130,3	197,2	2230,0
		<i>P</i>	58,7	3538,7	228,6	2204,0	2504,4	9870,0
		<i>P/B</i>	3,4	7,4	2,9	16,9	12,7	4,4
	1971	<i>B</i>	6,7	183,7	5,1	105,8	84,4	1040,0
		<i>P</i>	12,8	900,1	19,0	1747,8	886,2	4220,0
		<i>P/B</i>	1,9	4,9	3,7	16,5	10,5	4,1
Баторин	1970	<i>B</i>	8,4	182,6	67,7	31,1	26,3	690,0
		<i>P</i>	19,0	1205,2	216,6	532,3	347,2	2710,0
		<i>P/B</i>	2,4	6,6	3,3	17,8	13,2	3,9
	1971	<i>B</i>	2,2	119,2	36,7	19,5	34,4	490,0
		<i>P</i>	4,6	584,1	136,0	416,5	357,8	1960,0
		<i>P/B</i>	2,1	4,9	3,7	21,8	10,4	4,0

ских олигохет и хирономид продукция и *P/B* во всех озерах, рассчитанные физиологическим способом, значительно выше, чем при использовании метода [6]. Олигохеты и хирономиды из состава микробентоса в озерах представлены в основном молодью макрозообентоса. Величины *P/B*, полученные физиологическим способом, оказались даже несколько выше значений этих коэффициентов, приводимых в литературе для этих животных из состава макробентоса [15, 16]. Несомненно, что темп прироста более ранних стадий развития должен быть выше, чем у последующих. В связи с изложенным при расчете продукции микробентических олигохет и хирономид был использован физиологический способ. При расчете продукции остракод, мы сочли возможным применить метод [6], так как полученные этим методом величины сезонных *P/B*-коэффициентов у ракушковых рачков соответствуют приводимым в литературе и полученным экспериментальным путем [17]. Величины сезонной продукции остракод приведены в табл. 3.

Таким образом, можно констатировать, что метод [6] обеспечивает корректные величины продукции и *P/B* только у тех групп животных, жизненный цикл которых начинается и завершается в составе микробентоса. У временных представителей донной микрофауны, т. е. у тех животных, которые при своем развитии из микробентоса переходят в состав макробентоса, наиболее реальные величины продукции и *P/B* дает физиологический способ [7].

Результаты определения продукции доминирующих групп микробентических животных в озерах за два вегетационных периода приведены в табл. 3. Как видим, в оз. Нарочь основная роль в формировании продуктивности микробентоса принадлежала хирономидам и кладоцерам, в озерах Мястро и Баторин — олигохетам и кладоцерам. Из приведенных данных видно, что неблагоприятные по сравнению с 1970 г. климатические условия 1971 г. оказали влияние не только на величины биомассы *B*,

но и продукции микробентических животных. Помимо продукции, большой интерес представляют величины P/B -коэффициентов, характеризующие темп продуцирования. Как видим (см. табл. 3), несмотря на существенные различия в величинах продукции и биомассы у отдельных групп, значения сезонных P/B в разных озерах в оба сезона выразились сходными величинами и не были связаны с уровнем трофии водоемов. Это позволило осреднить значения P/B -коэффициентов за оба сезона по всем озерам, которые оказались у нематод $2,9 \pm 0,4$; олигохет — $5,6 \pm 1,1$; остракод — $3,3 \pm 0,2$; кладоцер — $18,1 \pm 0,7$; хирономид — $11,8 \pm 1,5$.

Для понимания закономерностей продуцирования донной микрофауны важно располагать данными по продукции не отдельных групп, а всей этой группировки.

В озерах Нарочанской группы основная масса микробентоса представлена грунтоедомы, детрито- и фитофагами. К хищникам относится небольшое число гидрокопан, некоторые личинки хирономид и донные половозрелые циклопы. Указанные группы животных составляют ничтожную часть в общей биомассе микробентоса. Исходя из этого представилось возможным рассчитать суммарную продукцию микрозообентоса без разделения его на трофические уровни (см. табл. 3). Наибольшая величина суммарной продукции микробентоса наблюдалась в оз. Мястро в 1970 г. ($9,87 \text{ г/м}^2$ сыр. в-ва), наименьшая — в оз. Баторин в 1971 г. ($1,96 \text{ г/м}^2$ сыр. в-ва) за вегетационный сезон. В целом этот водоем характеризуется меньшей продуктивностью микробентоса по сравнению с озерами Нарочь и Мястро. По данным [18], для оз. Баторин характерны наибольшие величины продукции хищных макробентических животных и бентоядных рыб, источником пищи которых наряду с макробентосом служит и микробентос. За два сезона исследований продукция донной микрофауны в оз. Мястро превышала таковую в оз. Нарочь в 1,2—1,9 раза, в оз. Баторин — в 2,2—3,6 раза. Вместе с тем значения P/B -коэффициентов у микробентоса в озерах отличались незначительно и находились в пределах 3,6 (оз. Нарочь) — 4,4 (оз. Мястро). Согласно данным [18], эффективная продукция макрозообентоса (суммарная продукция мирных и хищных животных за вычетом рациона хищников) в озерах Нарочь, Мястро и Баторин за вегетационный сезон 10,1; 1,1 и $7,0 \text{ ккал/м}^2$, или в пересчете на весовые единицы 21,4; 2,3 и $14,9 \text{ г/м}^2$ сыр. в-ва. Сравнимая величины продукции двух группировок донной фауны видим, что эффективная продукция макрозообентоса в озерах Нарочь и Баторин оказалась в четыре—пять раз выше продукции микрозообентоса. Зато в оз. Мястро этот показатель у микрозообентоса оказался в четыре раза выше, чем у макробентических животных. Несмотря на такие различия, в величинах сезонной продукции двух группировок зообентоса значения сезонных P/B -коэффициентов у них выразились сходными величинами, и у микро- и макрозообентоса во всех озерах находились соответственно в пределах 3,6—4,4 и 2,3—4,8 и не были связаны с уровнем трофии изученных озер.

Данные, характеризующие количественное развитие и продукцию микрозообентоса в трех озерах различного типа, послужат основой для расчета энергетического баланса этой группировки животных и для оценки относительного значения животных в биотическом балансе и продуктивности изученных водоемов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурвич В. В.— В сб.: Труды зонального совещания по типологии и биологическому обоснованию рыбохозяйственного использования внутренних (пресноводных) водоемов Южной зоны СССР.— Кишинев, 1962, с. 100.
2. Михайлов А. Е.— В сб.: Биологические исследования на внутренних водоемах Прибалтики.— Минск, 1973, с. 73.
3. Окунева Т. Л.— В сб.: Новые материалы по фауне и флоре Байкала.— Иркутск, 1976, с. 116.
4. Травянко В. С., Евдокимова Л. В.— Гидробиол. ж., 1968, т. 4, № 1, с. 94.

5. Гурвич В. В.—Бюл. внутр. вод. Информ. Бюлл., 1969, № 3, с. 57.
6. Nelson D. J., Scott D. C.—Limnol. and Oceanogr., 1962, v. 7, № 3, p. 396.
7. Винберг Г. Г.—В сб.: Круговорот вещества и энергии в озерных водосомах.— М., 1967, с. 132.
8. Методы определения продукции водных животных. Под ред. Г. Г. Винберга.— Минск, 1968.
9. Бабицкий В. А.—Гидробиол. ж., 1970, т. 6, № 4, с. 37.
10. Бабицкий В. А.—Экология, 1976, № 5, с. 47.
11. Shiemeг E., Dupсап A.—Oecologia, 1974, v. 15, № 2, p. 121.
12. Камлюк Л. В.—Ж. общ. биол., 1974, т. 35, № 6, с. 874.
13. Годераш И. К.—В сб.: Биологические ресурсы водоемов Молдавии.— Кишинев, 1975, с. 13, 154.
14. Marchant R., Nicholas W. L.—Oecologia, 1974, v. 16, № 3, p. 237.
15. Поддубная Т. Л.—В кн.: Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов.— М., 1975, с. 192.
16. Соколова Н. Ю.—В кн.: Методы определения продукции водных животных.— Минск, 1968, с. 226.
17. Иванова М. Б., Алимов А. Ф., Ляхнович В. П.—В сб.: Продукционно-биологические исследования экосистем пресных вод.— Минск, 1973, с. 191.
18. Винберг Г. Г., Бабицкий В. А., Гаврилов С. И. и др.—В сб.: Биопродуктивность озер Белоруссии.— Минск, 1971, с. 5.

Поступила в редакцию
23.05.79.

Отдел гидробиологии Проблемной
НИЛ экспериментальной биологии

УДК 581.132 : 174+575.222.7 : 633.15

Л. Ф. СМЕРНОВА, А. Н. ПАЛИЛОВА

ВЛИЯНИЕ Rf-ГЕНА НА ПИГМЕНТНЫЙ ФОНД ЛИСТЬЕВ И АКТИВНОСТЬ ХЛОРОПЛАСТОВ В РЕАКЦИИ ХИЛЛА

Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС) вызывается нарушением ядерно-плазменных взаимоотношений или неблагоприятным сочетанием стерильной цитоплазмы и рецессивных ядерных факторов (rf), ответственных за фертильность. Доминантные аллели Rf-гена, взаимодействуя с измененной цитоплазмой, производят соответствующую репарацию нарушений процессов метаболизма и тем самым способствуют восстановлению фертильности пыльцы. Гены Rf в известной мере устраняют нарушения физиолого-биохимических процессов как в генеративных, так и в вегетативных органах [1]. Физиолого-биохимическое изучение восстановителей фертильности на стерильной основе в сравнении с соответствующими стерильными линиями позволяет исследовать влияние различных аллелей Rf-гена на ход отдельных процессов метаболизма.

Фотосинтетический аппарат, чутко реагирующий на изменения внешних и внутренних условий, без сомнения, также подвержен влиянию генетических, ядерных и внеядерных факторов, связанных с явлением ЦМС и восстановлением фертильности. На образование хлорофилла и коррелятивно связанное с ним формирование структуры хлоропласта [2] оказывают влияние ядерные гены, однако наличие в хлоропластах собственной ДНК указывает на их известную автономность. Следовательно, хлоропласт, его структура и функции могут быть тестом при изучении влияния как ядерных генов, так и плазмогенов и всего комплекса веществ, определяющих эффект цитоплазмы [1].

Целью настоящего исследования явилось изучение накопления хлорофиллов и каротиноидов в листьях, активности хлоропластов в реакции Хилла под влиянием рецессивных и доминантных аллелей ядерных факторов, ответственных за фертильность.

Материал и методика

Работа проведена на материале лаборатории нехромосомной наследственности Института генетики и цитологии АН БССР, а также на материале, выращенном в учебно-опытном хозяйстве БГУ имени В. И. Ленина. Опытные растения выращивали в мелкоделяночном полсвом опыте в