

адренорецепторы, находясь на мембранах нервных клеток, в условиях *in vitro* не теряют своей способности осуществлять медиаторную функцию. Вместе с тем имеются указания о структурной значимости адрено- и холинорецепторов мозга [17]. Подтверждением явились проведенные нами исследования активности холинэстеразы в опытах *in vitro* на интактных необлученных животных. При действии холиномиметиков (ареколин, никотин) *in vitro* на активность холинэстеразы субклеточных фракций мозга облученных крыс отмечается резкое ингибирование фермента под влиянием ареколина (см. рисунок, а). Холинолитики (амизил бензогексоний) вызывают неоднозначный эффект: амизил активирует холинэстеразу в надосадочной фракции при любой дозе препарата, в митохондриях — активность фермента выражена при дозе  $1 \cdot 10^{-7}$  М. Бензогексоний вызывает противоположный эффект — резко снижает активность холинэстеразы в исследуемых фракциях мозга облученных крыс (см. рисунок, а).

Приведенные данные свидетельствуют о том, что чувствительность системы ацетилхолин — холинэстераза под влиянием облучения в дозе 40 р значительно изменяется, что сказывается на характере реагирования фермента на введение холинергических препаратов, с одной стороны, а с другой — лишний раз подтверждают роль М-холиноструктур в регуляции активности гексокиназы мозга.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кукулянская М. Ф. — В сб.: Вопросы радиобиологии. — Минск, 1969.
2. Кукулянская М. Ф., Хрипченко И. П., Астафьева В. А., Кохнюк В. И. — *Вопр. мед. химии*, 1972, т. 18, № 6, с. 574.
3. Кукулянская М. Ф., Хрипченко И. П. — *Вестн. АН БССР. Сер. биол. наук*, 1969, № 5, с. 79.
4. Руцак М. И. и др. — *Укр. биох. ж.*, 1964, т. 36, № 4, с. 584.
5. Cowry O. H., Rosebrough N. — *J. Biol. Chem.*, 1951, v. 193, N 1, p. 265
6. Hestip S. — *J. Biol. Chem.*, 1949, v. 180, p. 249.
7. Wilson John E. — *Biol. Chem.*, 1968, v. 13, p. 243.
8. Колдобская Ф. Д., Силяева М. Ф. — В сб.: Биохимия малых доз ионизирующей радиации. — Минск, 1964.
9. Силяева М. Ф. — *Докл. АН БССР*, 1963, т. 7, № 2, с. 42.
10. Черкасова Л. С., Рембергер В. Г. — В сб.: Биохимия малых доз ионизирующей радиации. — Минск, 1964.
11. Алексахина Н. В., Гончарова Н. Ю. *Частная энзимология*. — М., 1968.
12. Хрипченко И. П., Кукулянская М. Ф. — *Вестн. АН БССР. Сер. биол. наук*, 1971, № 3, с. 81.
13. Хрипченко И. П., Кукулянская М. Ф., Маркина В. Л., Панина Т. И. — *Радиобиология*, 1977, т. 17, № 4, с. 520.
14. Гурин В. Н. — В сб.: Фармакологическая регуляция организма через холинергические системы. — Л., 1970.
15. Поскаленко А. Н. — В сб.: Действие фармакологических веществ на эндокринные железы. — Л., 1965.
16. Де Робертис, Новинский В., Саэс Ф. *Биология клетки*. — М., 1967.
17. Манухин Б. Н., Турпаев Т. Н. — *Ж. эволюц. биох. и биофиз.*, 1971, т. 7, № 3, с. 14.
18. Лившиц Р. У., Кратинова М. А. — *Радиобиология*, 1975, т. 16, № 1, с. 69.
19. Нужный В. П. — *Радиобиология*, 1975, т. 16, № 1, с. 75.

Поступила в редакцию  
04.03.80.

Кафедра биохимии

УДК 577.472+578.08

Н. М. КРЮЧКОВА, Т. М. МИХЕЕВА,  
В. А. БАБИЦКИЙ, А. П. ГАНЧЕНКОВА

### НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ПЛАНКТОНЕ

До настоящего времени не вполне ясно, влияет ли трофический фактор на продолжительность развития планктонных животных в водоеме.

По данным литературы, прослеживается связь между пищевыми условиями и продолжительностью постэмбрионального развития ( $D_n$ ) ветвистоусых раков в лабораторных условиях. С увеличением концентрации корма (протококковые водоросли) в 13—20 раз  $D_n$  животных-фильтраторов, по нашим данным, снижалась на 12—50% [1—3]. Вместе с тем при одной и той же концентрации водорослей (заведомо в избытке) величина  $D_n$  в силу только индивидуальных особенностей развития диатомов различалась на 20% [4]. В наших опытах самая низкая концентрация пищи была невелика (0,5 мг/л сырого веса) и этим обстоятельством можно было бы объяснить сокращение  $D_n$  при более высокой биомассе корма. Однако в других опытах [4, 5] то же явление наблюдалось в условиях, казалось бы, полного удовлетворения пищевых потребностей животных. Авторы обзора [6] по питанию морского зоопланктона пришли к выводу, что отдельные виды водорослей имеют разное пищевое значение для зоопланктона и нет таких монокультур, которые бы полностью удовлетворяли пищевым потребностям животных. Следовательно, при изучении их скорости роста важно знать не только концентрацию пищи, но и насколько тот или иной вид полноценен для исследуемого объекта. Неясно, насколько велика роль трофического фактора в природе. Считают [7, 8], что в естественных условиях пища не является лимитирующим фактором. Весьма вероятно, что при ухудшении пищевых условий в водоеме для отдельного вида он вытесняется из планктона [9]. Большой интерес представляют опыты, выполненные [10] на пяти видах планктонных ракообразных, которых содержали на разных концентрациях пищи, полученных разбавлением воды эвтрофного оз. Миколайского. Опыты показали наличие связи продолжительности постэмбрионального развития рачков от концентрации пищи, что позволило автору говорить о зависимости  $D_n$  от трофности водоемов. Между тем пищевые условия в этих опытах, хотя и были близки к естественным, все же не отражали специфики фитопланктона озер разного типа, для которых характерно уменьшение доли мелких и возрастание доли крупных водорослей от олиго- к эвтрофным водоемам [11, 12].

Для выяснения влияния трофических условий на  $D_n$  водных животных нами была изучена скорость роста семи видов ветвистоусых ракообразных на естественном планктоне озер: мезотрофных (Рудаково и Нарочь), эвтрофного (Мястро) и высокоэвтрофного (Баторин).

### Материал и методика

Отловленных в озере самок с эмбрионами отсаживали в химические стаканы (100 мл) до выхода молоди, которую в возрасте 12 ч рассаживали по 1 экз. в склянки (50 мл) с притертыми пробками, заполненные озерной водой. В каждом опыте взято по десять параллельных склянок. Воду из оз. Нарочь отбирали ежедневно, из трех других водоемов привозили один раз в десять дней и хранили в погребе в открытых баллонах (20 л) при температуре около 10° С. Для удаления крупной взвеси воду фильтровали через газ № 46, при обильной взвеси (опыты с *D. brachyurum* и *S. reticulata* из озер Мястро и Баторин) — через сложенный в несколько раз газ № 70, что искусственно занижало концентрацию пищи. Для предотвращения оседания пищевых частиц склянки укрепляли на вращающемся диске (скорость вращения 16 об/ч) и затемняли. Один раз в сутки воду меняли, животных измеряли под микроскопом, отмечали появление выводковой камеры и яиц, молодь отсаживали.

Для учета начальной биомассы водорослей каждые трое—пятеро суток после предварительной фильтрации воды через газ отбирали для осаждения 0,5 л ее. Несколько раз за период исследования определяли общую концентрацию sestона методом бихроматного окисления и общую численность бактерий — методом прямого счета\*.

\* Численность бактерий учтена Г. А. Инкиной.

Средняя биомасса фитопланктона (В, мг/л сырого веса) в опыте

Вид животного	Год и месяц	t, °C	Экспозиция, сут	В, мг/л			
				оз. Рудаково	оз. Нарочь	оз. Мястро	оз. Баторин
<i>Sida crystallina</i> (O. F. Muller)	1973 июль	20,7	26	1,1	1,4	5,1	23,0
<i>Daphnia magna</i> Straus	октябрь	20,8	14	0,2	0,3	4,5	9,9
<i>Simocephalus vetulus</i> (O. F. Muller)	1974 июнь	21,0	22	0,4	0,7	6,3	12,2
<i>Moina rectirostris</i> Leydig	июнь	20,8	16	0,4	0,7	5,6	17,7
<i>Daphnia pulex</i> De Geer	июнь	20,8	15	0,4	0,7	5,6	17,7
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> Jurine	июль	17,4	16	0,2	0,6	11,1	3,6
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin)	август	19,8	26	0,2	1,0	9,2	6,3

Первая серия опытов выполнена в июле 1973 г. на биологической станции на оз. Нарочь. В период проведения экспериментов мелкий фитопланктон (диаметр до 60 мкм) составлял в мезотрофных озерах Рудаково и Нарочь 64 и 34% общей его биомассы, в эвтрофных озерах Мястро и Баторин — 7 и 16%. Средняя биомасса фитопланктона в исследованных озерах различалась от 1,1 до 23,0 мг/л (табл. 1). Численность бактерий составляла 1,7; 2,0; 3,8 и 13,8 млн. кл./мл соответственно (при биомассе 0,4; 0,5; 1,5 и 5,2 мг/л сырого веса). Концентрация сестона в оз. Рудаково была равна 2,0; в оз. Мястро — 8,6; в оз. Баторин — 46,0 мг/л сухого веса. Вторая серия проведена в лаборатории в г. Минске (октябрь 1973). Озерную воду хранили в холодильнике в открытых полиэтиленовых канистрах при температуре около 5° С. Дважды за период исследования определяли биомассу водорослей (см. табл. 1). Третья серия опытов проведена в июне 1974 г. В это время, в отличие от 1973 г., в фитопланктоне оз. Рудаково доминировали не золотистые и протококковые, а сине-зеленые и диатомовые; общая численность и биомасса водорослей были в два-три раза ниже (см. табл. 1). В оз. Нарочь место протококковых заняли пиррофитовые. Средняя численность водорослей была такой же, как в предыдущем году, а биомасса — вдвое ниже (0,7 мг/л) в связи с преобладанием мелкоклеточных организмов. В оз. Мястро существенно возросла роль сине-зеленых, которые составили половину биомассы фитопланктона (общая биомасса 17,4 мг/л); в оз. Баторин соотношение систематических групп не изменилось, хотя общий уровень развития фитопланктона снизился почти в 2,5 раза. Средняя его биомасса была равна 9,1 мг/л (против 23,0 мг/л). Во второй год исследований уменьшились, примерно, в 1,5—2,0 раза общая численность бактериопланктона и концентрация сестона.

### Результаты и их обсуждение

Типичным представителем фитофильного планктона озер была *S. crystallina*, использованная в первой серии опытов. Она достигала половозрелости на планктоне озер Нарочь, Мястро и Баторин при средней длине тела 2 мм (табл. 2). На воде мезотрофного оз. Рудаково у рачков при близких размерах (1,9 мм) сформировались лишь выводковые камеры, яйца же не появились до конца экспериментов («нулевая плодовитость»). Продолжительность постэмбрионального развития *S. crystallina* была одинаковой на планктоне озер разной трофности (Нарочь, Баторин) и составляла около 8,7 сут, близкой к ней — в оз. Рудаково и гораздо коро-

в оз. Мястро — 6,6 сут. (см. табл. 2). С увеличением концентрации пищи средняя плодовитость *Sida* возрастала от 1,4 до 4,5 яйца в кладке. Продолжительность эмбрионального развития ( $D_q$ ) была практически одинаковой (полученная в опыте разница величин не достоя зерна). В целом складывается впечатление, что, несмотря на большую биомассу фитопланктона, некоторые показатели развития *Sida* на воде оз. Баторин ниже, чем на воде из менее трофного оз. Мястро, т. е., темп роста животных в опыте определяли не только пищевые условия. Сопоставление  $D_n$  животных с общей биомассой водорослей (см. рисунок, а), суммарной биомассой водорослей и бактериопланктона, биомассой кор-

Таблица 2

Показатели развития ветвистоусых ракообразных  
на воде из озер разного типа

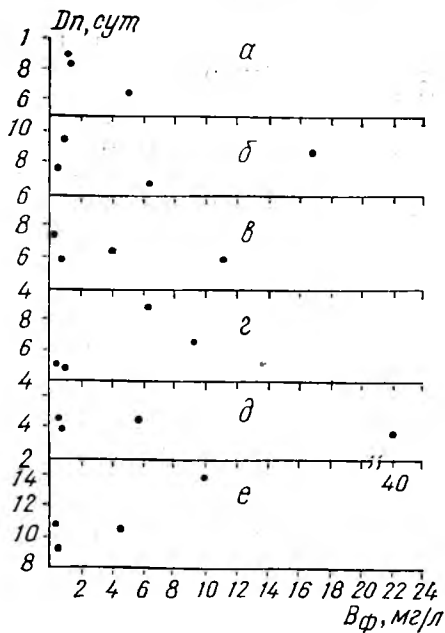
Вариант**	t, °C	$L_n$ , мм	$L_k$ , мм	$D_n$ , сут	$D_q$ , сут	Среднее число яиц у самки
<i>S. crystallina</i>						
1	20,7	1,90*	2,20	9,2*	—	—
2	20,7	2,01±0,02	2,30	8,7±2,6	2,9±1,2	1,4±0,3
3	20,7	2,00±0,08	2,60	6,6±0,7	2,9±1,0	4,5±2,4
4	20,7	1,99±0,06	2,30	8,6±1,0	3,3±0,9	4,5±1,1
<i>S. vetulus</i>						
1	21,0	1,43±0,07	1,58	7,7±0,5	3,3±0,5	1,8±0,5
2	21,0	1,42±0,11	1,74	9,8±0,5	2,7±0,5	2,5±1,1
3	21,0	1,61±0,05	1,97	6,6±0,5	2,9±0,6	6,8±2,4
4	21,0	1,37±0,08	1,70	8,9±1,2	2,8±0,9	4,8±1,7
<i>C. reticulata</i>						
1	17,4	0,54±0,03	0,59	7,5±2,1	3,6±1,0	2,0±0,4
2	17,4	0,54±0,02	0,59	5,9±1,7	3,1±0,7	1,9±0,7
3	17,4	0,52±0,02	0,58	5,7±1,0	3,0±0,6	2,2±0,5
4	17,4	0,52±0,02	0,58	6,2±0,8	3,0±0,8	2,4±0,8
<i>D. brachyurum</i>						
1	19,8	0,80*	0,80	5,0*	—	—
2	19,8	0,91±0,04	1,05	4,8±1,0	3,7±1,6	1,7±0,5
3	19,8	0,91±0,06	1,05	6,5±2,2	4,3±2,6	1,4±0,5
4	19,8	0,94±0,02	1,10	8,8±0,5	4,2±1,0	2,0±0,8
<i>M. rectirostris</i>						
1	20,8	1,06±0,05	1,33	4,8±0,9	2,5±0,5	7,7±2,7
2	20,8	1,02±0,03	1,25	4,0±0	2,5±0,7	5,0±1,6
3	20,8	1,00±0,03	1,17	4,5±0,7	2,3±0,7	5,0±1,8
Пруды	20,8	1,19±0,09	1,36	3,7±0,3	2,0±1,3	14,8±1,6
<i>D. pu lex</i>						
1	20,6	2,25±0,10	2,30	11,0±1,2	3,0±0	1,8±0,4
2	20,6	2,28±0,12	2,42	9,3±1,1	3,1±0,9	2,9±1,0
3	20,6	2,28±0,12	2,37	10,6±1,3	3,3±0,7	3,9±2,3
4	20,6	2,22	2,13	14,0	—	—

Примечания:  $L_n$  — средняя длина тела, при которой рачок достигает половозрелости;  $L_k$  — средняя длина тела к концу опыта.

\* Появление выводковой камеры (без яиц).

\*\* 1 — оз. Рудаково; 2 — оз. Нарочь; 3 — оз. Мястро; 4 — оз. Баторин.

мового фитопланктона и концентрацией сестона не выявило четкой связи  $D_n$  с трофностью водоема. Величины  $D_n$  колебались около некоторой средней, равной 8,3 сут, независимо от изменения пищевых условий в довольно широком диапазоне. Сопоставление  $D_n$  рачков с биомассой кормового фитопланктона позволило установить, что при самой низкой биомассе (оз. Мястро)  $D_n$  была наименьшей (6,6 сут), при вдвое большей (оз. Нарочь) — повышалась (8,7 сут), а на воде из оз. Рудаково при той же кормовой биомассе яйца у рачков так и не появились. В целом не выявлено четкой связи этого показателя с биомассой кормового фитопланктона:



Продолжительность постэмбрионального развития ветвистоусых ракообразных при разных пищевых условиях:

а — у *Sida crystallina*; б — *Simocephalus vetulus*; в — *Ceriodaphnia reticulata*; г — *Diaphanosoma brachyurum*; д — *Moina rectirostris*; е — *Daphnia pulex*

Зависимость продолжительности постэмбрионального развития от пищевых условий изучали также на двух представителях пелагического планктона — *C. reticulata* и *D. brachyurum*. Животные активно росли на планктоне из всех четырех озер (см. табл. 2). У *C. reticulata* время постэмбрионального развития более продолжительно на воде оз. Рудаково, чем на воде оз. Нарочь при близкой биомассе корма; на воде озер Мястро и Баторин  $D_n$  практически то же, что и на воде оз. Нарочь, несмотря на более высокие концентрации пищи (см. рисунок, в). В отличие от прочих видов ракообразных у *D. brachyurum* отмечена обратная связь  $D_n$  с пищевыми условиями. Продолжительность постэмбрионального развития этого вида на планктоне из эвтрофного оз. Мястро составила 6,5 сут, а из мезотрофного оз. Нарочь — только 4,8 сут. Наибольшая величина (8,8 сут) отмечена для высокоэвтрофного оз. Баторин, вода которого, как и в случае с другими видами, вероятно, тормозила развитие животных. Среднее значение  $D_n$  для этого вида 6 сут. (см. рисунок, г).

В опытах с типичным представителем прудового планктона *M. rectirostris*, кроме озерного планктона, использована вода из биологических очистных прудов. Планктон оз. Баторин сильно тормозил развитие рачков: на девятые сутки только у одной особи из девяти появилась выводковая камера, остальные животные погибли. Плодовитость *M. rectirostris* на прудовом планктоне была в два-три раза выше, чем на озерном (см.

Обитатель зарослевой зоны рассматриваемых озер *S. vetulus* наиболее активно рос на воде из оз. Мястро. Сроки достижения половозрелости у этого вида в оз. Мястро самые короткие — 6,6 сут (см. табл. 2). Наиболее продолжителен период постэмбрионального развития на воде из оз. Нарочь (9,8 сут). Несмотря на значительные колебания величин  $D_n$  четкой связи их с пищевыми условиями, как и в опытах с *S. crystallina*, не наблюдалось (см. рисунок, б). Величины  $D_n$  закономерно колебались и в среднем для всех озер составили около 8 сут. Все показатели развития рачков на воде из оз. Баторин были хуже, чем на воде из оз. Мястро, несмотря на самую высокую биомассу корма. Это относится и к плодовитости, и к величине  $D_n$ . Продолжительность эмбрионального развития для всех озер, кроме оз. Рудаково, одинакова — около 2,8 сут, в последнем она несколько выше — 3,3 сут.

табл. 2). Наибольшее время постэмбрионального развития (4,8 сут) зафиксировано на воде оз. Рудаково, наименьшее (3,7 сут) — на планктоне из прудов. Зависимость продолжительности постэмбрионального развития от пищевых условий у этого вида также не проявилась в большом диапазоне концентраций (см. рисунок, *д*).

Рост и развитие *D. magna* на воде оз. Мясро и Баторин также сильно заторможены; выводковые камеры (без яиц) появились у рачков только на планктоне озер Рудаково и Нарочь на девятые сутки, т. е. связь  $D_n$  с пищевыми условиями и у этого вида установлена не была.  $D_{\text{рифех}}$  достигала половозрелости на планктоне всех озер примерно при одной и той же длине тела — 2,2 и 2,3 мм (см. табл. 2). Время постэмбрионального развития их составляло 9,3—11,0 сут. Гораздо больше была величина  $D_n$  на планктоне из оз. Баторин (14 сут). У них отмечена высокая смертность (только две особи из десяти достигли половозрелости, остальные погибли), в то время как на планктоне других озер случаев смертности отмечено не было. Как видим, вода из оз. Баторин, как и в опытах с другими видами, угнетала рост дафний, что, вероятно, можно объяснить выделением метаболитов сине-зелеными водорослями. Заметная связь  $D_n$ , как и  $D_q$ , у дафний с трофическими условиями в пределах рассматриваемых величин биомассы фитопланктона обнаружена не была (см. рисунок, *е*). В среднем для дафний  $D_n$  составила около 10 сут; возросла лишь плодовитость рачков (от 1,8 до 3,9 яиц в кладке).

Итак, полученные результаты не позволяют сделать вывода о наличии четкой связи между  $D_n$  и пищевыми условиями в водоеме семи видов ветвистоусых ракообразных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х.— Экология, 1971, № 4, с. 44.
2. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х.— Вестн. Белорусского ун-та. Сер. 2, хим., биол., геол., геогр., 1972, № 3, с. 60.
3. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х.— Гидробиол. ж., 1974, т. 10, № 1, с. 41.
4. Маловицкая Л. М.— В кн.: Экология и биология пресноводных беспозвоночных.— М., 1965, вып. 8 (11), с. 58.
5. Richtan S.— Ecol. monogr., 1958, v. 28, № 3, p. 273.
6. Corner E. D. S., Cowey C. B.— Biol. Rev., 1968, v. 43, p. 393.
7. Lieder V.— Abhandl. aus der Fisch., 1953, v. 3.
8. Nauwerck A.— Symbolae. botanicae Upsaliensis, 1963, v. 17, № 5.
9. Steeman Nielsen E.— Rapports et process-verbaux des reunion, 1961, p. 156.
10. Weglenska T.— Ecol. Pol., 1971, v. 19, № 30, p. 427.
11. Gliwicz Z. M.— Ecol. Pol., seria A, 1969, v. 17, № 36, p. 664.
12. Михеева Т. М.— В кн.: Итоги исследований по МБП в Белорусской ССР. Минск, 1974, с. 97.

Поступила в редакцию  
23.05.79.

Отдел гидробиологии Проблемной НИЛ  
экспериментальной биологии

УДК 581.132

Л. В. КАХНОВИЧ, Л. Д. РАК

### ИЗМЕНЕНИЕ ПИГМЕНТНОГО ФОНДА И АКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИНГИБИТОРА БЕЛКОВОГО СИНТЕЗА

Исследования влияния ингибирования белкового синтеза на процессы хлорофиллообразования и формирование хлоропластов представляют значительный интерес в связи с регулированием деятельности аппарата хлорофиллообразования. В этом плане довольно широко исследуется действие хлорамфеникола, особенно на процессы синтеза хлорофилла. Установлено, что хлорамфеникол оказывает ингибирующее действие на накопление протохлорофиллида [1—3], причем степень ингибирования зависит от времени воздействия. Нарушение синтеза хлорофиллообразования связывают с нарушением биосинтеза ферментов и структурных