ние дегенерационного процесса, причем, судя по значениям ИД, более чем в 2 раза.

Обнаруженное явление ускорения ранней дегенерации двигательных нервных волокон под влиянием рутина и кверцетина представляет самостоятельный интерес, так как может служить определенным ограничением для применения флавоноидов при нервно-мышечных патологиях свободнорадикального генеза. Имеются основания предполагать, что это явление опосредуется способностью флавоноидов функционировать в качестве прооксидантов — генераторов супероксиданион-радикалов, а также гидроксильных радикалов [15, 16, 17]. Кроме того, известно, что кверцетин вызывает высвобождение ионов кальция из внутриклеточных депо [18], что, как уже отмечалось, также может быть отнесено к факторам, ускоряющим процесс дегенерации.

Таким образом, анализ экспериментальных результатов свидетельствует о существенном различии действия природных соединений с антиоксидантными свойствами на развитие ранней дегенерации двигательных нервных волокон: замедляющем (противодегенерационном) α -токоферола и ускоряющем рутина и кверцетина.

Список литературы

1. Del Maestro R. // *Acta Physiol. scand.* 1980. V. 492: Suppl. 1. P. 133.
2. Davison A., Tibbits G., Shi Z., Moon J. // *Journ. Moll. Cell. Biochem.* 1988. V. 84. N 1. P. 199.
3. Hall E. D. // *Brain Res.* 1987. V. 413. N 1. P. 175.
4. Okamoto M., Riker W. F. // *Journ. Gen. Physiol.* 1969. V. 53. N 2. P. 70.
5. Ко С.-П. // *Journ. Physiol. (Gr. Brit.)*. 1981. V. 32. N 2. P. 627.
6. Давишавили Е. Г., Ернн А. Н., Прилипко Л. Л. // *Биохимия*. 1986. Т. 51. № 3. С. 472.
7. Спиричев В. Б., Конь И. Я. // *Итоги науки и техники. Сер. Физиология человека и животных*. 1989. Т. 37. С. 160.
8. Mata M., Staple J., Fink D. // *Journ. Neurobiol.* 1986. V. 17. N 9. P. 449.
9. Medinacelli L. D., Church A. C. // *Exp. Neurol.* 1984. V. 84. N 2. P. 396.
10. Pellmar T. C. // *Neuroscience*. 1987. V. 25. N 2. P. 447.
11. Zaleska M., Wilson D. // *Journ. Neurochem.* 1989. V. 52. N 1. P. 255.
12. Cavallini L., Bindoli A., Silipandri N. // *Pharm. Res. Commun.* 1978. V. 10. N 8. P. 133.
13. Костюк В. А., Потапович А. И., Терещенко С. М., Афанасьев И. Б. // *Биохимия*. 1988. Т. 53. № 8. С. 1365.
14. Afanas'ev I. B., Dorozhko A. I., Brodskii A. V. et al. // *Biochem. Pharmacol.* 1989. V. 38. N 11. P. 1763.
15. Hodnick W. F., Kung F. S., Roettger W. J. et al. // *Ibid.* 1986. V. 35. N 6. P. 2345.
16. Loughton M. J., Halliwell B., Evans P. J., Hoult J. R. S. // *Ibid.* 1989. V. 38. N 17. P. 2859.
17. Костюк В. А., Потапович А. И. Кислородные радикалы в химии, биол. и мед. Рига, 1988. С. 45.
18. Bozena A., De Han K., Magotoshi M., Noriaki J. // *Biochem. Biophys. acta: Biomembranes*. 1985. V. 816. N 1. P. 9.

УДК 577.472(28)

Н. М. КРЮЧКОВА

РОСТ И РАЗВИТИЕ ВЕТВИСТОУСЫХ РАКОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ПЛАНКТОНЕ ОЗЕР РАЗНОГО ТИПА

До настоящего времени не вполне ясно, в какой степени влияет 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 фильтратов, по нашим данным, снижалась на 12—50 % [1, 2, 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] то же явление наблюдалось в условиях, казалось бы, полного удовлетворения пищевых потребностей животных.

Авторы обзора по питанию морского зоопланктона [5] пришли к выводу, что отдельные виды водорослей имеют разное пищевое значение для зоопланктона и нет таких монокультур, которые бы полностью удовлетворяли пищевые потребности животных. Следовательно, при изучении скорости их роста важно знать не только концентрацию пищи, но и насколько тот или иной вид полноценен для исследуемого объекта.

Не выяснена роль трофического фактора в природе. Считают [6, 7], 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.

Большой интерес представляют опыты, выполненные Т. Венгленской [8] на пяти видах планктонных ракообразных, которых содержали на разных концентрациях пищи, полученных разбавлением воды эвтрофного оз. Миколайского. Опыты показали наличие связи между продолжительностью постэмбрионального развития рачков и концентрацией 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 возрастные доли крупных водорослей от олиго- к эвтрофным водоемам [9, 10].

Для выяснения влияния трофических условий на D_n планктонных ракообразных необходимы эксперименты на естественном планктоне водоемов. Прежде всего необходимо оценить, насколько вариabilен этот показатель у ветвистоусых раков, выращенных на воде одного и того же озера, но в разные годы наблюдения.

Материал и методика

Продолжительность развития двух представителей фитофильной фауны оз. Нарочь *Simocephalus vetulus* O. F. Muller, *Sida crystallina* O. F. Muller изучали на естественном планктоне этого озера с 1968 по 1980 гг. на протяжении вегетационного сезона (V — X месяцы). Вышедшую из выводковой камеры молодь (самки отлавливались в озере планктонной сетью) рассаживали по одному экземпляру в 50-мл склянки, затянутые газом № 38, через который свободно могла проходить пищевая взвесь (фито-, бактериопланктон и детрит). Последние устанавливались в литоральной зоне озера. Ежедневно измеряли температуру воды в озере, молодь, отмечали появление яиц, промывали газ и склянки. Полученные результаты представлены в табл. 1 и 2.

Сопоставляя данные по продолжительности постэмбрионального развития симоцефалуса и сиды как на протяжении всего вегетативного сезона, так и одного месяца в течение ряда лет, нетрудно заметить, что полученные различия нельзя объяснить только температурными условиями в озере. Так, например, в июне 1979 г. D_n симоцефалуса при 19,3° составляло 9,0 сут, в июле того же года при более низкой температуре (17,7°)—7,6, в августе при той же температуре — 8,5 сут. Не объясняют этой разницы и трофические условия. В сезонной динамике фитопланктона по многолетним данным в оз. Нарочь в июне наблюдается минимум, а в августе максимум биомассы (Михеева и др., 1981). Продолжительность же развития рачков в эти месяцы выразилась очень близкими величинами (9,0 и 8,5 сут). Та же закономерность отмечалась и в 1978 г. В июле при 18,1° D_n составляло 8 сут, а в августе при той же температуре (13,2°) было на 50 % больше (12 сут). То же можно сказать и о про-

Продолжительность развития симоцефалюса на естественном планктоне оз. Нарочь (литораль)

Месяц	Показатели	Годы						Средняя	
		1968	1974	1977	1978	1979	1980		
VI	$t, ^\circ\text{C}$	$18,6 \pm 2,63$	—	—	$15,0 \pm 1,6$	$19,3 \pm 1,6$	$19,6 \pm 2,3$	18,1	
	$D_n, \text{сут}$	$9,0 \pm 0$	—	—	$10,0 \pm 0$	$9,0 \pm 0$	$6,0 \pm 0$	8,5	
	$l_{\text{пол.}}, \text{дел.}$	$70,6 \pm 1,1$	—	—	$70,8 \pm 0,9$	$67,6 \pm 1,3$	$79,3 \pm 1,5$	72,0	
VII	$t, ^\circ\text{C}$	—	$21,0^1$	$19,7 \pm 1,8^2$	$18,1 \pm 0,8$	$17,7 \pm 0,9$	$17,8 \pm 1,8$	18,8	
	$D_n, \text{сут}$	—	$8,2 \pm 1,3$	$7,8 \pm 0,9$	$8,0 \pm 0$	$7,6 \pm 0,5$	$8,4 \pm 0,7$	$8,0 \pm 0,3$	
	$l_{\text{пол.}}, \text{дел.}$	—	$58,3 \pm 3,1$	$65,3 \pm 3,0$	$72,8 \pm 2,4$	$71,7 \pm 2,6$	$72,0 \pm 2,3$	68,0	
VIII	$t, ^\circ\text{C}$	—	—	—	$18,2 \pm 1,0$	$17,9 \pm 0,8$	$17,9 \pm 3,9$	—	18,0
	$D_n, \text{сут}$	—	—	—	$12,0 \pm 1,1$	$8,5 \pm 0,5$	$7,3 \pm 0,5$	—	9,3
	$l_{\text{пол.}}, \text{дел.}$	—	—	—	$66,5 \pm 2,4$	$74,4 \pm 1,1$	$76,7 \pm 1,2$	—	72,5
IX	$t, ^\circ\text{C}$	—	—	—	—	$17,0 \pm 1,6$	—	—	17,0
	$D_n, \text{сут}$	—	—	—	—	$8,9 \pm 0,8$	—	—	8,9
	$l_{\text{пол.}}, \text{дел.}$	—	—	—	—	$69,8 \pm 2,5$	—	—	69,8

Примечания: 1 — получена в лабораторных условиях на планктоне озер Рудаково, Нарочь, Мястро, Баторино (средняя); 2 — на планктоне оз. Нарочь при разной плотности посадки рачков; $l_{\text{пол.}}$ — длина тела, при которой достигается половозрелость (в делениях).

Продолжительность развития сиды на естественном планктоне оз. Нарочь

Месяц	Показатели	Годы				Средняя	
		1973	1978	1979	1980		
VI	t , °C	—	$15,4 \pm 1,8$	$19,3 \pm 1,6$		$19,6 \pm 2,3$	19,1
	D_n , сут	—	$12,0 \pm 3,1$	$11,8 \pm 1,7$		$6,0 \pm 0$	9,9
	$l_{пол.}$, дел.	—	$81,9 \pm 2,0$	$87,7 \pm 4,9$		79,0	82,9
VII	t , °C	20,7 ¹	$17,8 \pm 0,8$	$17,7 \pm 0,9$		$17,8 \pm 1,8$	18,5
	D_n , сут.	$8,0 \pm 1,2$	$8,5 \pm 1,5$	$9,4 \pm 0,9$		$10,8 \pm 0,5$	9,2
	$l_{пол.}$, дел.	$80,0 \pm 2,1$	$87,3 \pm 4,0$	$87,6 \pm 4,0$		80,0	83,7
VIII	t , °C	—	—	$18,4 \pm 3,8$	$17,9 \pm 3,9$	—	18,2
	D_n , сут	—	—	$11,1 \pm 0,3$	$8,9 \pm 0,8$	—	10,0
	$l_{пол.}$, дел.	—	—	$86,9 \pm 3,0$	$85,5 \pm 1,6$	—	86,2
IX	t , °C	—	$11,4 \pm 0,8$	$14,9 \pm 2,3$	—	—	13,2
	D_n , сут	—	$15,4 \pm 1,0$	19,0 ²	—	—	15,4
	$l_{пол.}$, дел.	—	$82,0 \pm 0,9$	—	—	—	82,0

Примечания: 1 — в лабораторных условиях на планктоне озер Рудаково, Нарочь, Мястро, Баторино (средняя); 2 — половозрелость не наступила при экспозиции 19 сут.

должительности развития сиды (см. табл. 2). Вероятно, в условиях озера на темп роста рачков влияет целый комплекс факторов: концентрация пищи, температура, ее суточные колебания, индивидуальные особенности подопытных объектов и др. Не имея возможности оценить и учесть их комбинированное воздействие, мы усреднили по месяцам, а потом и за сезон полученные результаты. Оказалось, что в течение летнего периода времени при температурах $15-21^\circ$ (в пределах температур жизнедеятельности этих видов) продолжительность постэмбрионального развития симоцефалюса увеличилась в два раза (от 6 до 12 сут) и в среднем составила при 18° 8,7 сут. Половозрелость наступила при длине тела 70,6 дел. Что же касается сиды, то в этом же диапазоне температур ($15,4-20,7^\circ$) D_n была равна 9,7 сут (при средней температуре $18,3^\circ$); половозрелость наступила при длине тела 84,3 дел. При снижении температуры до 11° продолжительность развития сиды была значительно длиннее и составила 15,4 сут.

Таким образом, проведенные исследования выявили значительные колебания темпов роста ветвистоусых раков в условиях одного озера, которые можно объяснить совместным действием температурных и трофических условий водоема.

Список литературы

1. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х. // Экология. 1971. № 4. С. 44.
2. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2: Хим. Биол. Геогр. 1971. № 1. С. 44.
3. Крючкова Н. М., Рыбак В. Х. // Гидробиол. журн. 1974. № 1. С. 41.
4. Маловицкая Л. М. // Экология и биология пресноводных беспозвоночных. М., 1965. Вып. 8 (11). С. 58.
5. Cogner E. D. S., Cowey C. B. // Biol. Rev. 1968. № 43. P. 393.
6. Lieder V. // Abh. vom. aus der Fischerei. 1953. Bd. 3. № 5. S. 605.
7. Nauwerck A. // Symbolae Botan. Upsal. 1963. Bd. 17. S. 1.
8. Węglenska T. // Ekol. Polska. 1969. V. 19. № 3. P. 412.
9. Gliwicz Z. // Ibid. P. 205.
10. Михеева Т. М. // Итоги исследования по МБП в Белоруссии. Мн., 1974. С. 97.