

O.S. Bondarenko

Odesa Branch A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas NAS of Ukraine

DESCRIPTION THE STATE TAKSOTSEN OF WORMS OF THE ODESA MARINE REGION IS IN A MODERN PERIOD

Twenty one species of polychaetes, 17 of which are attributed to the macrozoobenthos, 4 to eumeiobenthos were registered. The resumption of *M. palmata* and *P. cirrifera*, and a decrease of in *N. succinea* abundance were noted. The mass reproduction of *Melina* and settling larvae of *P. cirrifera*, *P. limicola* and *C. capitata* were recorded in December.

*Key words:* worms, macrozoobenthos, eumeiobenthos, settling

УДК 551.464.09:582.232

А.В. БОРОДИНА, А.А. СОЛДАТОВ

Институт биологии южных морей НАН Украины  
пр-т Нахимова 2, Севастополь 99011

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА  
КАРОТИНОИДОВ В ТКАНЯХ РАЗЛИЧНЫХ ЦВЕТОВЫХ МОРФ  
MYTILUS GALLOPROVINCIALIS LAM.**

Максимальный уровень каротиноидов отмечен в гепатопанкреасе. Идентифицировано 6 видов каротиноидов: β-каротин, пектенолон, комплекс аллоксантин-диатоксантин, митилоксантин, пектенол А. Определена тканевая специфика их содержания. Содержание каротиноидов и их разнообразие уменьшалось в ряду: черная морфа → черно-коричневая морфа → коричневая морфа.

*Ключевые слова:* каротиноиды, ткани, цветные морфы, *Mytilus galloprovincialis* Lam.

Черноморские популяции *Mytilus galloprovincialis* Lam. характеризуются наличием двух цветных морф: коричневой и черной и ряда переходных форм [1]. Анализ изоферментного спектра эстераз (Est-2) и гибридологические исследования показали, что различия в окраске моллюска генетически детерминированы [7, 8]. Между цветными морфами установлены различия в скоростях соматического роста [9], особенностях формирования и прочности биссусных нитей [2], состоянии антиоксидантного ферментативного комплекса [3], содержании каротиноидов [6]. Показано, что представители коричневой морфы тяготеют к гипоксическим илистым субстратам, тогда как особи черной морфы чаще встречаются в скальных биотопах с относительно высоким содержанием кислорода [1]. Во многих работах каротиноиды рассматриваются как эндогенный источник кислорода [4]. В этой связи представляет интерес изучение тканевого распределения данной группы соединений и их качественного состава у моллюсков разных цветных морф.

**Материал и методы исследований**

Исследования проводились в феврале 2007 г. Материал собран с коллекторов мидийной ферме в районе Мартыновой бухты (г. Севастополь). Объектом исследования являлись особи *M. galloprovincialis* с длиной раковины 5,0–5,5 см. По окраске створок раковины моллюски были разделены на 3 группы: черные, черно-коричневые и коричневые. У животных препарировали жабры, гепатопанкреас, ногу. Образцы тканей гомогенизировали и проводили экстракцию 100% ацетоном. Суммарные каротиноиды в экстрактах определяли по методике [4]. Для исследования качественного состава каротиноидов ацетоновый экстракт *M. galloprovincialis* упаривали в вакууме при температуре до 25<sup>0</sup>С, затем растворяли в хлороформе. Разделение пигментов проводили при помощи тонкослойной хроматографии на пластинках «Силуфол» (Чехия) в системе ацетон-гексан (3:7). Для идентификации каротиноидов использовали значения подвижности R<sub>f</sub>, спектры видимой области, качественные химические реакции на наличие кетогруппы (реакция с NaBH<sub>4</sub> в метаноле) и сопряженной связи (реакция с йодом, на 100 мл гексана 1 г йода) [10-12]. Идентификацию проводили путем сравнения полученных спектров в видимой области и стандартных образцов [11, 13].

Цифровая информация обработана статистически с использованием t-критерия Стьюдента. Результаты представлены как  $\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$ . Объемы выборочных совокупностей – по 10 экземпляров для каждой цветной морфы.

**Результаты исследований и их обсуждение**

Максимальный уровень каротиноидов отмечали в гепатопанкреасе моллюсков (рис. 1). Он в 8-10 раз превосходил содержание данных соединений в ноге и жабрах животных. По абсолютным значениям полученные результаты совпадали с отмеченными ранее для данного вида [15]. На графике заметно снижение содержания каротиноидов в ряду: черная морфа → черно-коричневая морфа → коричневая морфа. Однако только для жабр различие было статистически выражено. В остальных случаях оно носило характер тенденции.

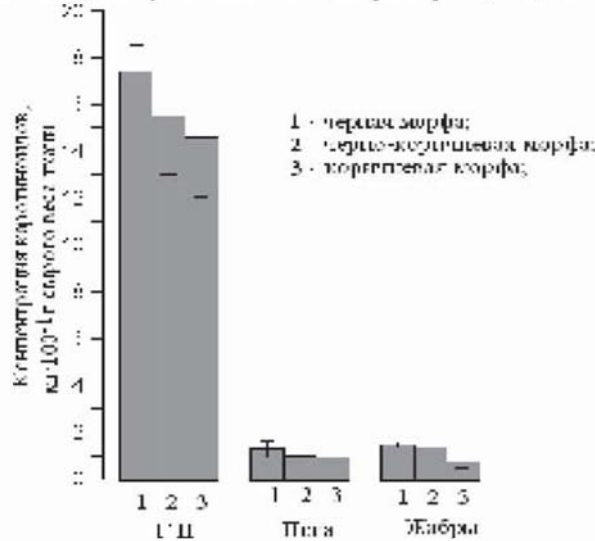


Рис. 1. Концентрация суммарных каротиноидов в органах ГП, ноге, жабр у 3 цветных морф *M. galloprovincialis*

Оценка качественного состава каротиноидов позволила выявить ряд характерных различий между цветовыми морфами моллюска. На рис. 2 представлены хроматограммы суммы каротиноидов черной, коричневой и светло-коричневой морфы мидий. В тканях черной морфы мидии содержалось наибольшее число пигментных полос: 14. В черно-коричневой и коричневой морфах количество полос было снижено: 13 и 11 соответственно. На рис. 2 видно, что большинство пигментных полос в тканях мидий повторяются у всех 3-х морф, и лишь некоторые полосы уменьшались или исчезали вовсе по мере снижения пигмента в раковине моллюска.

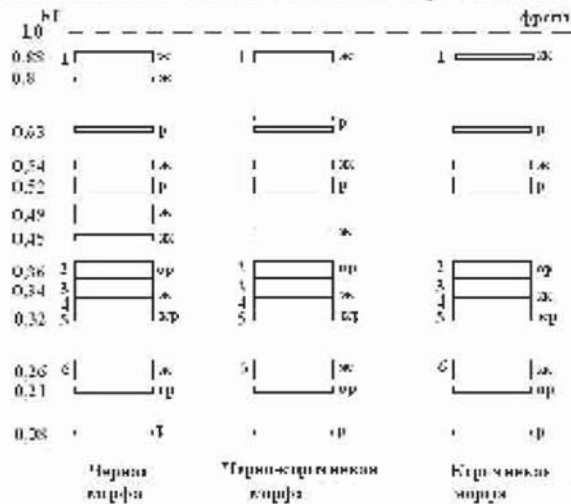


Рис. 2. Хроматограмма суммарного экстракта каротиноидов мидий трех цветных морф: 1) β-каротин; 2) пектенолон, 3) диатоксантин; 4) аллоксантин; 5) митилоксантин, 6) пектенола А

Из повторяющихся пигментных полос по спектрам, величинам  $R_f$ , качественным реакциям были идентифицированы только 6 каротиноидов: β-каротин, пектенолон, аллоксантин+диатоксантин, митилоксантин, пектенол А. Из-за трудности в разделении аллоксантина и диатоксантина они были определены в комплексе.

Тканевое распределение идентифицированных каротиноидов в мидиях разных цветных морф представлено в табл. 1. У мидий черной морфы наиболее высокая концентрация отмечена для

## МОРСЬКА ГІДРОБІОЛОГІЯ

пектенолона, митилоксантина и алло-диатоксантинового комплекс. Их высокое содержание отмечено в ноге и жабрах. Пониженное содержание этих каротиноидов в гепатопанкреасе, возможно, вызвано особенностями их метаболизма. Для черной морфы также характерно также высокое содержание пектенола А в жабрах.

Таблиця 1

Качественный состав каротиноидов различных цветовых морф *M. galloprovincialis*

Орган	Процент от суммы каротиноидов					Неопределенные каротиноиды
	$\beta$ -каротин	Пектенолон	Аллоксантин + Диатоксантин	Митилоксантин	Пектенол А	
Черная морфа						
Н.	8,0 $\pm$ 3,1	21,0 $\pm$ 5,2	17,7 $\pm$ 2,0	22,2 $\pm$ 5,6	7,8 $\pm$ 2,8	~24
Г.П.	2,7 $\pm$ 0,9	9,3 $\pm$ 0,4	8,4 $\pm$ 0,7	11,9 $\pm$ 1,4	7,6 $\pm$ 0,4	~60
Ж.	–	10,5 $\pm$ 4,3	28,0 $\pm$ 2,7	19,7 $\pm$ 1,9	15,3 $\pm$ 2,8	~27
Черно-коричневая морфа						
Н.	1 $\pm$ 1	16,5 $\pm$ 6,2	30,3 $\pm$ 3,5	33,0 $\pm$ 2,2	11,5 $\pm$ 2,2	~3
Г.П.	4,2 $\pm$ 0,6	10,9 $\pm$ 2,7	14,6 $\pm$ 1,7	9,9 $\pm$ 3,6	10,5 $\pm$ 0,5	~50
Ж.	–	9,0 $\pm$ 3,9	37,1 $\pm$ 4,4	17,26 $\pm$ 1,8	25,7 $\pm$ 4,5	~11
Коричневая морфа						
Н.	3,3 $\pm$ 3,3	–	35,8 $\pm$ 4,0	26,5 $\pm$ 3,2	31,7 $\pm$ 0,6	–
Г.П.	4,5 $\pm$ 0,4	11,1 $\pm$ 0,6	18,6 $\pm$ 1,2	17,1 $\pm$ 1,3	14,3 $\pm$ 0,5	~34
Ж.	–	16,6 $\pm$ 3,1	38,6 $\pm$ 6,1	18,0 $\pm$ 3,8	22,0 $\pm$ 6,0	~4

Сходные закономерности в распределении каротиноидов по тканям наблюдались и в двух других морф, однако были и существенные отличия. По мере осветления раковины моллюска, наблюдалось снижение содержания большинства минорных полос, на фоне увеличения содержания алло-диатоксантинового комплекса, митилоксантина и некоторого увеличения пектенола А. У коричневой морфы каротиноидный состав ноги содержал только идентифицированные пигменты. При этом во всех тканях преобладали аллоксантин, диатоксантин, митилоксантин и пектенолон А.

### Выводы

Максимальный уровень каротиноидов отмечен в гепатопанкреасе всех цветовых морф моллюска – 14–18 мг 100 г<sup>-1</sup> сырого веса. В остальных тканях (жабры, нога) оно было в 8–10 раз ниже. Идентифицировано 6 видов каротиноидов:  $\beta$ -каротин, пектенолон, комплекс аллоксантин-диатоксантин, митилоксантин, пектенол А. Спектр каротиноидов имел ярко выраженную тканевую специфику. Содержание каротиноидов и их разнообразие уменьшалось в ряду: черная морфа → черно-коричневая морфа → коричневая морфа.

1. *Биология* культивируемых мидий. / [В.Н. Иванов, В.И. Холодов, М.И. Сеничева и др.] – К.: Наук. думка, 1989. – 100 с.
2. Булатов К.В. Генетическая природа окраски раковин у черноморских мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. / К.В. Булатов // ДАН УССР. – 2000. – Серия Б., № 6. – С. 54–56.
3. Гостюхина О.Л. Антиоксидантный ферментативный комплекс тканей различных цветовых морф черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. / О.Л. Гостюхина, А.А. Солдатов, И.В. Головина, А.Я. Столбов // Экология моря. – 2005. – Вып. 68. – С. 42–47.
4. Карнаухов В. Н. Биологические функции каротиноидов / В.Н. Карнаухов – М.: Наука, 1988. – 223 с.
5. Поспелова Н.В. Содержание каротиноидов в системе: «взвешенное вещество – мидия (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.)- биотложения мидий» / Поспелова Н.В., Нехорошев М.В // Экология моря – 2003. – Вып. 64. – С. 62–66.
6. Солдатов А.А. Ферментативная система антиоксидантной защиты у черноморского моллюска *Mytilus galloprovincialis* Lam. с пигментированными и депигментированными тканевыми структурами / А.А. Солдатов, О.Л. Александрова, И.В. Головина, А.Я. Столбов // Доп. НАН України – 2003. – № 5. – С. 162–166.
7. Столбова Н.Г. Генетический полиморфизм мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. у берегов Крыма / Столбова Н.Г., Ладыгина Л.В. // Цитология и генетика. – 1994. – Т. 28, № 2. – С. 62–66.
8. Столбова Н.Г. Наследование цвета раковины у мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. / Н.Г. Столбова, А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина // Цитология и генетика. – 1996. – Т. 30, № 6. – С. 62–65.
9. Щербань С.А. Особенности соматического и генеративного роста у некоторых цветовых морф мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. / С.А.Щербань // Экология моря. – 2000. – Вып. 53. – С. 77–81.
10. Maoka T. Characterization of fucoxanthin and fucoxanthinol esters in the Chinese surf clam, *Macra chinensis* / T. Maoka, Y. Fujiwara, K. Hashimoto, N. Akimoto // J. Agric. Food Chem. – 2007. – № 55. – С. 1563–1567.
11. Matsuno T. Isolation of diatinoxanthin, pectenoxanthin, pectenolone, and a new carotenoid, 3,4,3'-trihydroxy-7',8'-didehydro- $\beta$ -carotene from arkshell and related three species of bivalves / Matsuno T., Maoka T. // Bull. Japan. Soc. Sci. Fish. 1981. – Vol. 47, N 4. – P. 495–499.

12. *Ookubo M.* Carotenoids of sea squirts - II. Comparative biochemical studies of carotenoids in sea squirts / *Ookubo M., Matsumo T.* // J. Comp. Biochem. Physiol. 1985. – Vol. 81. – P. 137–141.
13. *Jeffrey S.W.* Data for identification of 47 key phytoplankton pigments / S.W. Jeffrey, R.F. Mantoura, C.T. Bjornland / *Phytoplankton pigments in oceanography: guidelines to modern methods.* – UNESCO Publishing: Paris, 1997. – P. 493–553.

*О.В. Бородіна, О.О. Солдатов*

Інститут біології південних морів НАН України, Севастополь

**ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ВМІСТУ І СКЛАДУ КАРОТИНОЇДІВ В ТКАНИНАХ РІЗНИХ КОЛІРНИХ МОРФ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.**

Максимальний рівень каротиноїдів відмічений в гепатопанкреасі. Ідентифіковано 6 видів каротиноїдів :  $\beta$ -каротин, пектенолон, комплекс аллоксантин-диатоксантин, митилоксантин, пектенол А. Встановлена тканинна специфіка їх змісту. Вміст каротиноїдів і їх різноманітність зменшувався в ряду: чорна морфа  $\rightarrow$  чорно-коричнева морфа  $\rightarrow$  коричнева морфа.

*Ключові слова:* каротиноїди, тканини, кольорні морфи, *Mytilus galloprovincialis* Lam.

*A.V. Borodina, A.A. Soldatov*

Institute of Biology of the Southern Seas of NAS of Ukraine, Sevastopol

**COMPARATIVE ESTIMATION OF CAROTENOID CONTENT AND COMPOSITION IN TISSUES OF DIFFERENT COLOUR MORPHS OF *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAM.**

The peak carotenoid concentration has been found in hepatopancreas. Six carotenoids ( $\beta$ -carotene, pectenolone, alloxanthin-diatoxanthin complex, mytiloxanthin, pectenol A) have been identified. Tissue specificity in their content has been determined. The concentration and diversity of carotenoids decreased in the series: black morph  $\rightarrow$  black-brown morph  $\rightarrow$  brown morph.

*Key words:* carotenoids, tissues, colour morphs, *Mytilus galloprovincialis* Lam.

УДК 577.164.12.001.5:591

**О.К. БУДНЯК, А.В. СОРОКІН, З.Є. ЗАХАРІЄВА, С.А. ПЕТРОВ**

Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова  
вул. Дворянська, 2, Одеса 65026

**СЕЗОННІ ЗМІНИ ВМІСТУ ФЛАВІНІВ ТА АКТИВНОСТІ СУКЦІНАТДЕГІДРОГЕНАЗИ В ОРГАНАХ ЧОРНОМОРСЬКИХ МІДІЙ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS***

Встановлено, що показники активності сукцинатдегідрогенази (СДГ) і вмісту всіх форм рибофлавіна були більш істотними у жовтні 2008 р. і зменшувалися у квітні 2009 р. (на 10–30%). Величина ФАД – ефектів СДГ у квітні 2009 р. свідчить про дефіцит рибофлавіна в органах мідій.

*Ключові слова:* флавінові коферменти, сукцинатдегідрогеназа, чорноморські мідії

Моллюски як біофільтратори є невід'ємними учасниками самоочищення природних вод. З біохімічної точки зору у чорноморської мідії *Mytilus galloprovincialis* добре досліджені процеси енергетичного обміну, реакції і регуляція активності основних біохімічних циклів (гліколіз, інші анаеробні цикли і продукти метаболізму) [3]. Менше досліджений вітамінний баланс мідій. Хоча є окремі публікації з цієї тематики, велика частина досліджень була присвячена харчовій цінності мідій. Фактично існують одиничні роботи, пов'язані з метаболізмом коферментів і їх регуляторним зв'язком з відповідними кофермент-залежними ферментами. Вітамін B<sub>2</sub> – рибофлавін – не є винятком.

Метою роботи було вивчити сезонні відмінності вмісту метаболітів вітаміну B<sub>2</sub> і активності сукцинатдегідрогенази в органах чорноморських мідій.