

ПРИБ. 1971

ПРОВ 98

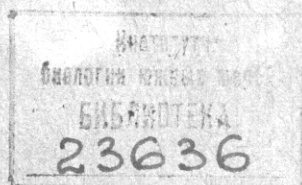
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО
ОДЕССКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

БИОЛОГИЯ МОРЯ

(Вып. 22)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ
МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ — 1971

Яценко Г.К., Анцупова Л.В.

Пигменты планктона северо-западной части Черного моря. - В кн.: Вопросы морской биологии. Тез. докл. на симпоз. молодых ученых. К., 1966.

Humphrey G.F. The concentration of plankton pigments in Australian waters. - Division of Fisheries and Oceanography Technical Paper, 9, 1960.

Margaleff R. Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur la productivite, composition taxonomique et proprietes dynamiques des populations. - Comm. Int. Explor. Sci. Mer. mediterr., Rapp. - Proc. Verb., 15, 2, 1960.

Skolka V.H. Nota preliminar asupra determinazii cantitative a pigmentilor asimilatori din fitoplanctonul Marii Negre. - Bull. Inst. de Cercetari si proiectari piscicole, 4, 1964.

Travers M. Recherches sur le phytoplancton du Golfe de Marseille. II. Etude quantitative des populations phytoplanctoniques du Golfe de Marseille (I). - Recueil Trav. Station Mar. D'Endoume, 41, 26, 1962.

СОДЕРЖАНИЕ КАРОТИНОИДНЫХ ПИГМЕНТОВ В ГИПОНЕЙСТОНЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Г.К.Яценко, Э.Ф.Костылев

Биологическая роль каротиноидов, наиболее распространенных в природе желтых пигментов, определяется участием их в окислительно-восстановительных процессах в клетках. Каротиноиды играют важную роль в фототропических реакциях рыб; они являются источником образования витамина А у рыб и у млекопитающих; совместно с хлорофиллом каротиноиды участвуют в процессах фотосинтеза растений (как высших, так и водорослей). Общая теория, объясняющая физиологическую роль желтых пигментов в животном и растительном мире, базируется на связи каротиноидов с процессами полового размножения организмов (Гудвин, 1954, и др.).

Каротиноиды морских беспозвоночных служат источником образования предшественников витамина А и самого витамина А у рыб (Гудвин, 1954; Kon, 1954; Morton, Goodwin, 1956; Виноградова, 1957, 1958, 1962; Fisher, 1962; Fisher, Kon, Thompson, 1964). Содержание каротиноидов в планктоне Черного моря изучалось З.А.Виноградовой (1957-1965).

Объектом настоящего исследования является приповерхностный пелагический биоценоз — гипонейстон, служащий пищей для рыб, особенно на ранних стадиях их развития.

Сбор проб гипонейстона производился в северо-западной части Черного моря — районе размножения и откорма многих пелагических планктоноядных рыб — на стационарной рейдовой точке в двух милях от берега у с. Черноморка (вблизи Одессы) летом 1965 г. Пробы гипонейстона и планктона (для сравнения) собирали при помощи нейстонного трала НТ-3 (Зайцев, 1962), изготовленного из газа № 38, пробы планктона — горизонтальным ловом на глубине 3 м. Сбор проб гипонейстона и планктона производился над глубинами порядка 20 м.

Свежую пробу очищали от примесей и крупных организмов *Isopoda*, *Decapoda*, *Amphipoda*, личинок и мальков рыб, присутствие которых даже в незначительных количествах может изменить биохимическую картину всей пробы, состоящей из намного меньших планктеров. Перед биохимическими анализами определяли видовой состав и количество организмов каждого вида в пробе. Видовой состав исследованных проб представлен в табл. I.

Для определения каротиноидов гипонейстона и планктона была использована методика, обычно применяемая для анализа фотосинтетических пигментов фитопланктона (Яценко, Виноградова, 1967). Навеску проб гипонейстона (1,5–2,0 г) или планктона (0,5 г) быстро растирали в фарфоровой ступке с чистым кварцевым песком, затем переносили на шотовский фильтр № 3, где пигменты экстрагировали холодным 90%-ным ацетоном. (Следует отметить, что каротиноиды гипонейстона легко извлекаются ацетоном, а пигменты фитопланктона извлекаются после 1,5–2 часов настаивания). Объем ацетоновой вытяжки — 40–50 мл, цвет оранжево-золотистый. Из ацетона пигменты переводились в серный эфир (Jeffrey, 1961). Сгущенная вытяжка каротиноидов использовалась для разделения и количественного определения каротина, ксантофиллов и суммы каротиноидов. Пигменты разделяли методом распределительной хроматографии на бумаге, количество их определяли колориметрически по общепринятой методике. Градуировочные кривые строили по азобензолу (Годнев, Терентьев, 1950). В связи с тем, что ксантофиллы составляют большую часть каротиноидов, сумма каротиноидов определялась по кривой для ксантофиллов. Количество каротиноидов рассчитывалось в мкг/г сырого вещества.

Для биохимических анализов во всех случаях брали тотальные пробы. Всего исследовано 14 проб гипонейстона и 4 пробы планктона, собранные одновременно с пробами гипонейстона. Результаты анализов сведены в табл.2.

Для исследований были подобраны пробы гипонейстона, в которых преобладал один вид планктеров (не "монокультуры", а лишь пробы со значительным преобладанием одного вида). Несомненно, что биохимический состав таких проб в основном обусловлен составом преобладающего в пробе планктера. Поэтому цель нашего исследования - изучить, в каких пределах может колебаться содержание каротиноидных пигментов в гипонейстоне в зависимости от его видового состава. Наиболее массовыми организмами в гипонейстоне были Copepoda, мелкие и крупные личинки донных беспозвоночных (Lamellibranchiata и Decapoda), яйца рыб и, в период "цветения" планктонных водорослей фитоформы (*Rhizosolenia calcar avis*).

Суммарное содержание каротиноидов в пробах с зооформами было несколько выше (порядка 41-91 мкг/г), чем в пробах с фитоформами или яйцами рыб. Наибольшим (85-91 мкг/г) было оно в пробах с крупными личинками донных беспозвоночных. В пробах, где преобладали копеподы, содержание каротиноидов находилось в основном на уровне 46-47 мкг/г. Поскольку суммарное содержание каротиноидов у диатомовой водоросли *Rhizosolenia calcar avis* низкое и колеблется в больших пределах, чем у копепод (Виноградова, 1962), то и суммарное содержание каротиноидов в гипонейстоне во время "цветения" этой водоросли было ниже (42 мкг/г). Наименьшее количество каротиноидов обнаружено в пробе, состоящей главным образом из яиц рыб (35 мкг/г).

Некоторая взаимосвязь наблюдается между содержанием каротиноидов и содержанием органических веществ (сумма) в сыром веществе гипонейстона. По содержанию каротиноидов и органических веществ в сыром веществе гипонейстона изученные пробы можно расположить в такой убывающей последовательности - пробы с крупными и мелкими личинками донных беспозвоночных, пробы с копеподами, пробы с фитоформами и яйцами рыб (содержание органических веществ в сыром веществе этих проб было соответственно: 12,3 - 11,8; 9,1; 5,9 и 5,8%).

Видовой состав исследованных проб гипонейстона

Номер проб	Copepoda						Cladocera		
	Всего	Acar- tia	Centro- pages	Oitho- na	Pon- tella	Monst- rilla	Всего	Peni- lia	Evad- ne
Гипонейстон									
78	30,5	9,5	1,9	-	19,1	-	-	-	-
80	34,9	28,1	-	4,5	2,3	-	3,1	1,6	1,5
81	50,5	42,5	1,8	4,9	0,9	0,4	2,7	0,9	1,8
82	38,0	34,4	-	2,4	0,8	0,4	1,2	-	-
83	70,6	66,7	1,0	1,9	-	1,0	5,8	-	-
84	28,0	16,0	-	-	12,0	-	4,0	-	-
85	54,9	52,7	-	-	2,2	-	-	-	-
90	20,0	12,0	-	4,0	-	-	-	-	-
94	-	-	-	-	-	-	-	-	-
96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	48,2	35,5	-	12,7	-	-	32,1	22,0	10,1
99	46,0	36,2	-	9,8	-	-	47,1	31,4	15,7
100	36,8	36,8	-	-	-	-	57,9	31,6	26,3

Планктон

79	38,6	37,3	0,3	-	0,7	0,3	1,8	-	1,8
91	+++	+++	-	-	-	-	-	-	-
95	8,6	6,8	-	1,8	-	-	89,8	87,2	2,6
101	++	++	-	-	-	-	+	+	-

Примечание. (-) - нет в пробе , (+) - есть в про-

Таблица I

(в % численности)

Личинки донных беспозвоночных						Ova Pisces (Engraulis)	Rota-toria (Asplanchna)	Rhizosolenia cal-car avis
м е л к и е								
Всего	Lamelli-branchiata	Gastro-poda	Poly-chaeta	nauplii Bala-nus	Deca-poda			

Гипонейстон

28,2	11,7	8,2	5,7	2,6	38,8	-	2,5	-
57,5	52,1	-	2,3	3,1	4,5	-	-	-
45,9	44,2	-	0,4	1,3	0,9	-	-	-
60,0	57,2	-		2,8	0,8	-	-	-
19,3	14,5	-	1,0	3,8	1,9	2,4	-	-
36,0	20,0	-	4,0	12,0	32,0	-	-	-
40,8	38,6	1,1	1,1	-	4,3	-	-	-
-	-	-	-	-	20,0	60,0	-	-
-	-	-	-	-	+	-	-	+++
-	-	-	-	-	+	-	-	+++
-	-	-	-	-	-	-	-	+++
0,5	-	-	-	-	-	0,6	-	+++
5,9	-	1,0	-	4,9	1,0	-	-	++
5,3	-	-	-	-	-	-	-	++

Планктон

56,5	49,5	5,2	0,3	1,5	0,7	-	2,4	-
-	-	-	-	-	+	+	-	-
1,6	-	-	0,8	0,8	-	-	-	++
-	-	-	-	-	+	-	-	+++

бе ", (++) - много , (+++) - преобладают .

Таблица 2

Биохимический состав исследованных проб гипонейстона

Доминирующие организмы	Но- мер проб	Кароти- ноиды	Каротин	Ксанта- филлы	Ксанта- филлы	% кароти- на к сумме ка- ротиноид- ов
		в мкг/г сырого вещества			Каротин	
Copepoda	81	66,44	2,71	63,73	23,5	4,1
	83	46,10	3,01	43,09	14,3	6,5
	85	47,12	4,21	42,91	10,2	8,9
В среднем		53,22	3,31	49,91		6,5
Крупные личин- ки донных бес- позвоночных (Decapoda)	78	91,41	6,05	85,36	14,1	6,6
	84	84,79	7,12	77,67	10,9	8,4
Мелкие личин- ки донных бес- позвоночных (La- mellibranchiata)	80	55,46	5,64	49,82	8,8	10,1
	82	62,12	4,09	58,03	13,9	6,6
Яйца рыб (Angraulis)	90	35,19	7,82	27,37	3,5	22,2
	94	48,52	1,37	47,15	34,4	2,8
Фитоформы (Rhizosolenia calcar avis)	96	56,29	3,04	53,25	17,5	5,4
	97	18,54	1,05	17,49	16,7	5,7
	98	41,38	2,27	39,11	17,2	5,5
	99	43,18	1,93	41,25	21,4	4,5
	100	46,99	1,61	45,38	28,2	3,4
В среднем		42,48	1,88	40,61	22,6	4,5

Каротиноиды гипонейстона были представлены ксантафиллами, составляющими основную массу всех каротиноидов, и каротином. По содержанию ксантафиллов изученные пробы гипонейстона располагаются, в зависимости от видового состава, в той же последователь-

ности, что и по суммарному содержанию каротиноидов (см. выше). Относительное содержание ксантофиллов (например, относительно каротина) было наибольшим в пробах, в которых преобладали фитоформы, что, вероятно, объясняется широким участием ксантофиллов в процессах фотосинтеза (Лебедев, 1961). В этих пробах ксантофиллов было более чем в 22 раза больше, чем каротина, а в пробе, состоящей почти исключительно из *Rhizosolenia calcar avis*, ксантофиллов было в 34 раза больше, чем каротина. В пробе, которая состояла преимущественно из яиц рыб, количество ксантофиллов всего лишь в 3,5 раза превышало содержание каротина. Наибольшее количество каротина было в гипонейстоне, когда в нем преобладали яйца рыб (7,8 мкг/г сырого вещества, или 22,2% всех каротиноидов). Высоким было содержание каротина и в пробах с личинками донных беспозвоночных. Но если содержание каротина в пробах с зооформами составляло 2,7-7,1 мкг/г, то в пробах с фитоформами 1,4-3,0 мкг/г, в среднем 1,9 мкг/г (соответственно здесь меньшей была и доля каротина в сумме каротиноидов).

Кормовая ценность гипонейстона как источника провитамина А наибольшая в тех случаях, когда в нем преобладают яйца рыб, личинки донных беспозвоночных и *Copepoda*. Но поскольку яйца рыб и личинки донных беспозвоночных представляют собой "временный" источник провитамина А для рыб (Гудвин, 1954), то кормовую (провитаминную) ценность гипонейстона характеризует биохимический состав проб, в которых преобладают *Copepoda*, которые Т.Гудвин называет "постоянным" источником витамина А для рыб.

Содержание каротиноидов в гипонейстоне зависит в основном от его видового состава, поэтому вполне правомочно предположить, что с изменением не только видового состава, но и количественных соотношений различных видов и групп организмов в пробах изменится и содержание каротиноидов. Мы сравнивали содержание каротиноидов в гипонейстоне и в планктоне (табл. 3), представленных в основном одними и теми же планктерами (за исключением яиц рыб, которых в гипонейстоне больше).

По содержанию каротиноидов исследованные пробы гипонейстона и планктона практически не отличаются друг от друга, а обнаруженные различия между гипонейстоном и планктоном - незначительны. Максимальное содержание каротиноидов в гипонейстоне (91 мкг/г) было обусловлено присутствием в нем личинок донных

Таблица 3

Сравнительная характеристика содержания каротиноидных пигментов
в гипонейстоне и планктоне (из параллельных сборов)

Номер проб	Кароти- ноиды	Каротин	Ксанто- филлы	Ксантофиллы каротин	% кароти- на к сум- ме каро- тиноидов
	в мкг/г сырого вещества				
Гипонейстон					
78	91,41	6,05	85,36	10,8	6,6
90	35,19	7,82	27,37	3,5	22,2
94	48,52	1,37	47,15	34,4	2,8
100	46,99	1,61	45,38	28,2	3,5
$\bar{x}$	55,53	4,21	51,32	19,3	8,8
$s_{\bar{x}}$	12,29	1,60	12,17	7,2	4,4
Планктон					
79	40,63	4,14	36,49	8,8	10,2
91	61,05	4,11	56,94	13,8	6,7
95	41,10	1,55	39,65	25,6	3,8
101	68,13	3,10	65,03	21,0	4,5
$\bar{x}$	52,72	3,22	49,50	17,3	6,3
$s_{\bar{x}}$	7,00	0,59	6,83	3,6	1,4
P	>0,5	>0,5	>0,5	>0,5	>0,5

беспозвоночных и Copepoda, а в планктоне (68 мкг/г) - присут-
ствием фитоформ и Copepoda. Поскольку ксантофиллы составляют
основную часть всех каротиноидов, максимальные и минимальные
величины содержания ксантофиллов отмечаются в тех же пробах ги-
понейстона и планктона, что и максимальные и минимальные величи-
ны содержания суммы каротиноидов. Каротин составлял 2,8 - 22,2%
суммы всех каротиноидов гипонейстона и 3,8 - 10,2% суммы каро-

тиноидов планктона. Максимальное содержание каротина в гипонейстоне (6,0 - 7,8 мкг/г) было обусловлено присутствием главным образом крупных личинок донных беспозвоночных и яиц рыб, а в планктоне (4,1 мкг/г) - присутствием *Copepoda* и мелких личинок донных беспозвоночных.

В ы в о д ы

1. Содержание каротиноидов в гипонейстоне зависит от видового состава гипонейстона, главным образом от доминирующего в пробе планктона.

2. Содержание каротиноидов в гипонейстоне колеблется в пределах 18,5-91,4 мкг/г сырого вещества, содержание каротина - 1,1-7,8 мкг/г (2,8 - 22,2% от суммы каротиноидов), содержание ксантофиллов - 17,5-85,4 мкг/г (в 3,5 - 34,4 раза больше, чем содержание каротина).

3. Пробы гипонейстона, представленные зооформами, содержали каротиноидов больше, чем пробы, богатые фитоформами.

4. По содержанию суммы каротиноидов и ксантофиллов, составляющих основную массу всех каротиноидов гипонейстона, в сыром веществе гипонейстона в убывающей последовательности можно расположить - пробы с крупными и мелкими личинками донных беспозвоночных, с *Copepoda*, фитоформами и с яйцами рыб; по содержанию каротина - пробы с яйцами рыб, крупными и мелкими личинками донных беспозвоночных, *Copepoda* и с фитоформами.

5. По содержанию каротиноидов гипонейстон и планктон с горизонта 3 м практически не отличались друг от друга.

Л и т е р а т у р а

В и н о г р а д о в а З . А . Витамин А в черноморских рыбах и колебание его запасов. Всесоюзное совещание по витаминам. - Тез. докл. Изд-во МГУ, 1957.

В и н о г р а д о в а З . А . Витамин А в рыбах и некоторых беспозвоночных Черного моря. Автореф.дисс., 1958.

В и н о г р а д о в а З . А . Каротиноїди та вітамін А в деяких масових формах планктону Чорного моря. - Матеріали ІІ наукової наради з біохімії та використання вітамінів. Изд-во АН УССР, К., 1962.

Виноградова З. А. Некоторые биохимические аспекты сравнительного изучения планктона Черного, Азовского и Каспийского морей. - Океанология, 4, 2, 1964.

Виноградова З. А. Биохимическое изучение синезеленых водорослей Днепровского лимана и северо-западной части Черного моря. - Экология и физиология синезеленых водорослей. "Наука", М.-Л., 1965.

Виноградова З. А., Яценко Г. К., Анцупова Л. В. К изучению сезонной изменчивости пигментного состава планктона северо-западной части Черного моря. - Океанология, 6, 5, 1966.

Годнев Т. Н., Терентьев В. М. О количественном определении хлорофилла и некоторых каротиноидов. - Тр. Ин-та физиологии растений АН СССР, 7, I, 1950.

Гудвин Т. Сравнительная биохимия каротиноидов. ИЛ, М., 1954.

Зайцев Ю. П. Орудия и методы изучения гипонейсто-на. - Вопросы экологии, 4, 1962.

Яценко Г. К., Виноградова З. А. Пигменты черноморского фитопланктона. - В кн.: Биохимия морских организмов. "Наукова думка", К., 1967.

Fisher L.R. Vitamin A problems in marine research. - Proc. Roy. Soc., A 265, 1322, 1962.

Fisher L.R., Kon S.K., Thompson S. Y. Vitamin A and carotenoids in certain invertebrates. VII. Crustacea: Copepoda. - J. Mar. biol. Assoc. U.K., 44, 3, 1964.

Jeffrey S. W. Paper-chromatographic separation of chlorophyll and carotenoids from marine algae. - Biochem. J., 80, 2, 1962.

ОСОБЕННОСТИ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ТОТАЛЬНОГО ПЛАНКТОНА СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

И.А.Степанюк

Азотистые соединения присутствуют во всех без исключения живых организмах, как животных, так и растительных, однако фонд их у разных организмов неодинаков. Различна и степень динамичности азотистых соединений, она зависит от общего характера обмена веществ у данной группы организмов и от их экологии.