

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А.О. КОВАЛЕВСКОГО

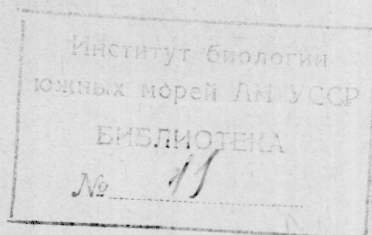
ПРОВ 2010

БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 28

ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНКТОНА ЮЖНЫХ МОРЕЙ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ — 1973

ПРОДУКЦИЯ ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПЛАНКТОНОЯДНЫХ РЫБ ЧЕРНОГО МОРЯ

В.Н.Грезе, А.И.Федорина, В.Д.Чмыр

Существующие в настоящее время методы общей оценки биологической продуктивности водоемов, в том числе морей и океанов, в основном исходят из учета биомассы планктона и донного населения. При этом принимается, что между количественными показателями биомассы и рыбопродукции существует некоторая зависимость. Однако более точной характеристикой биологической продуктивности следует считать количество живой материи, создаваемое в водоеме в определенную единицу времени. Для оценки этой величины, кроме биомассы, необходимо знать также скорость, с которой в данных условиях протекает процесс ее воспроизводства.

Существенным шагом вперед в этом направлении явилась разработка достаточно достоверных методов измерения первичной продукции. Однако для суждения о реальной производительности кормовой базы рыб, питающихся в основном животной пищей, необходимо выяснить темпы воспроизводства вторичной продукции. Эта задача, связанная с немалыми методическими трудностями, решена на примере некоторых черноморских копепод (Грезе, Балдина, 1964), что дало возможность перейти к определению скорости воспроизводства и общих величин продукции черноморского зоопланктона в целом.

В настоящей статье излагаются результаты исследования, касающиеся главным образом ракообразных, а также саргитт, как наиболее существенных элементов кормового для рыб планктона.

Для изучения возрастного состава и численности популяций основных видов зоопланктона материал был собран на протяжении четырех сезонов года на разрезе м.Херсонес-Босфор, а также проведены систематические наблюдения через 10-15 дней на четырех по-

стоянных станциях 10-мильного разреза у Севастополя. Наряду с этим, А.И.Федориной, в соответствии с договором о совместных исследованиях между отделом планктона ИнБЮМ и лабораторией кормовой базы АзЧерНИРО, использован материал, собранный в пяти планктонных съемках северо-западной части Черного моря и на разрезах у м.Меганом (у Феодосии), у Новороссийска, Сочи и Батуми. Всего с ноября 1968 г. по ноябрь 1969 г. собрано более 320 проб зоопланктона на 57 станциях (рис.1).

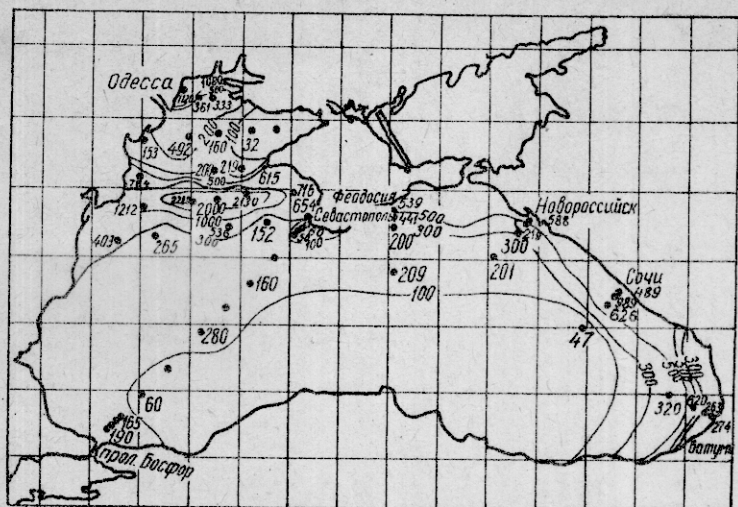
При сборе планктона на разрезах м.Херсонес - Босфор использовали сеть Джеди с газом № 49 и диаметром отверстия 36 см, на разрезах в западной и восточной частях моря - такую же сеть с газом № 38, у Севастополя - планктонметр конструкции В.Н.Гресе (1962) с фильтром из газа № 69. Материал обрабатывали по стандартной счетной методике в камере Богорова. Сбор и обработка проб на разрезе у Севастополя выполнены Э.П.Балдиной и О.К.Билевой.

Численность и возрастной состав видовых популяций

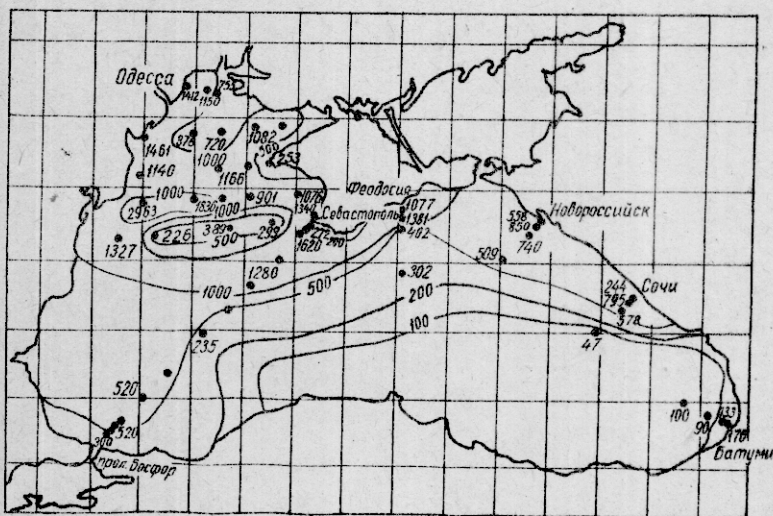
Среди используемых черноморскими рыбами - планктонофагами организмов основное значение имеют шесть видов копепоид - *Calanus helgolandicus*, *Acartia clausi*, *Pseudocalanus elongatus*, *Paracalanus parvus*, *Oithona similis*, *O. nana*, а в летнее время также *Penilia avirostris* и некоторые другие *Cladocera*. Велика также биомасса *Sagitta setosa*, поедаемой рыбами в небольшом количестве, но имеющей значение скорее как их конкурент в потреблении других элементов зоопланктона.

Видовые популяции этих организмов были исследованы с точки зрения численности их разных возрастных стадий в различные сезоны, что необходимо для расчета годовой продукции. При этом для получения ее суммарной величины было произведено картирование численности всех этих стадий для расчета средневзвешенных величин и суммарных количеств для всего моря. Всего составлено около 40 карт, благодаря которым рассчитаны требуемые величины численности.

Сложность получения достоверных данных по возрастному составу и численности популяций для всего моря в целом усугублялась тем, что исходные материалы были методически разнородны и, следовательно, требовали корректировки. Поэтому прежде всего были рассмотрены отдельно исходные данные по району Севастополя по разрезу м.Херсонес - Босфор и по всему морю в целом.



Q



5

Рис. 1. Распределение численности половозрелых особей (а) и копепоидов (б) *Pseudocalanus elongatus* в Черном море.

Т а б л и ц а 1

Средневзвешенные значения численности (в экз/м³) основных видов зоопланктона у Севастополя (1), на разрезе м.Херсонес - Босфор (2) и по Черному морю (3) по сезонам

В и д	Статья разме- тия	З и м а			В е с н а			Л е т о			О с е н ь	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
<i>G. helgolandicus</i>	N.	140		150		220	107		38	47		105
	Cop.	5		5		30	15		64	32		15
	Im.	3		6		14	23		17	27		12
<i>P. elongatus</i>		148		161		264	145		119	106		152
	N.	1970	780	404	1125	680	367	234	1100		570	185
	Cop.	720	340	317	510	680	500	390	2050	427	260	110
	Im.	88	90	249	114	150	248	44	440	248	62	76
		2548	1210	970	1749	1510	1115	668	259	675	892	371
<i>P. parvus</i>	N.	585			800			2612			935	
	Cop.	370	180	133	652	290	73	3045	210	169	1432	202
	Im.	142	75	45	102	150	102	555	230	133	255	110
		1097	255	178	1554	440	175	6212	440	302	2622	330
<i>A. clausi</i>	N.	992	30		5324	210	71	2360	420	67	970	11
	Cop.	80	30	19	2512	270	152	1492	510	392	280	38
	Im.	36	14	31	184	110	101	576	320	287	120	12
		1116	74	50	8020	590	324	4428	1250	746	1370	61

O. nana	N.	1164	2087			1470	6233
	Cop.	4370	3900	840		4238	7385
	Im.	660	1753	400		2300	2125
		6194	591	7740	1240	736	8008
							2150
							1474
							15743
							1600
O. similis	N.	445	1315	120		179	842
	Cop.	254	626	1400		326	459
	Im.	121	147	680		441	128
		820	291	2088	2200	985	701
							1429
							445
C. ponticus	N					155	
	Cop.					32	
	Im.					14	
						201	
P. avirostris Apyrne Cladocera Sagitta		2	3	2	4	16	
						1034	437
						520	26
						130	50
						42	37
							13

Район Севастополя. Полученные в течение года данные оореднены по сезонам: зима (январь – март), весна (апрель – июнь), лето (июль – сентябрь), осень (октябрь – декабрь) (табл. I). Данные таблицы свидетельствуют о том, что наиболее многочисленным представителем ракообразных в данном районе являлась *O. naup.* Ее количество достигало максимума осенью (15743 экз/м³), а в зимний период было равно 6194 экз/м³. Только весной незначительно преобладала *A. clausi* (8020 экз/м³), в то время как численность *O. naup.* достигала 7740 экз/м³. *A. clausi* сохраняла высокую численность также летом (4428 экз/м³), а осенью и зимой ее количество было лишь несколько выше 1000 экз/м³. Значительным колебаниям была подвержена также численность *P. praeus*, достигавшая максимума летом (6212 экз/м³), а зимой достигавшая 1097 экз/м³.

Беднее были представлены копеподы холодноводного комплекса. Так, *C. helgolandicus* встречался довольно редко, в единичных экземплярах, *P. elongatus* достигал наибольшей численности зимой (2548 экз/м³). Летом численность его падала до 668 экз/м³. *O. similis* была наиболее многочисленна весной (2088 экз/м³), достигая минимума в зимний период (820 экз/м³).

Летом были обнаружены кладоцеры, причем в значительных количествах только *P. avirostris* (1034 экз/м³). Остальные *Gladocera* составляли не более 186 экз/м³. Осенью количество кладоцер было незначительным (36 экз/м³).

Численность копепод складывалась, главным образом, за счет науплиальных и младших копеподитных стадий.

При рассмотрении возрастного состава популяции обнаружено, что характерным для большинства видов является соотношение науплиусы – копеподиты – половозрелые порядка 6-3-1. Оно существенно нарушается только в самый теплый период, когда несколько уменьшается процентное содержание науплиусов.

Естественно, для каждого вида в деталях соотношения возрастных групп имеются свои характерные особенности. Так, у *P. elongatus* половозрелые стадии составляли менее 10, а науплиальные – более 60%, за исключением летнего периода. *P. praeus* отличался более высоким содержанием копеподитов и низким – науплиусов, что особенно резко проявлялось в летне-осенний период. *A. clausi* свойственны значительные отклонения от соотношения 6-3-1 зимой и осенью из-за большего содержания науплиусов. Однако в течение весенне-летнего периода содержание последних уменьшалось, а копеподитов и половозрелых возрастало.

Для *O. similis* указанное соотношение возрастных групп существенно нарушалось только летом, когда содержание науплиусов составляло до 20, а копеподитов - 46%.

Соотношения возрастных групп различных видов дают возможность предположить, что устойчиво заниженное содержание науплиусов *O. naupia* является результатом недолова, поскольку этот вид отличается наименьшими размерами и ее науплиусы первых стадий развития могут проходить через ячей планктонного сита.

Проведенные измерения показали, что большинство ячеек сита № 69 близки к прямоугольнику, большая сторона которого равна 0,10 мм, а меньшая - 0,07 мм, в то время как длина предположительно теряемых первых стадий науплиев *O. naupia* равна 0,10 - 0,20 мм.

Сравнивая процентный состав популяций по результатам ловов ситом № 69 с данными, полученными с использованием сита № 49 на разрезе Херсонес - Босфор, можно предположить, что в последнем случае теряются полностью науплии *O. naupia*, большая часть науплиев *O. similis* и *P. parvus*, а также значительная часть науплиев *A. clausi*. Вероятно, при работе сетями, оборудованными ситом № 49, размеры ячеек которого равны 0,125 x 0,125 мм, теряется большая часть организмов длиной менее 0,40 мм. Следовательно, при этом с достаточной достоверностью можно характеризовать возрастной состав популяций только самых крупных представителей копепод - *P. elongatus* и *C. helgolandicus* (табл. 2, 3). В табл. 2, в первой графе приведены данные, полученные в результате ловов ситом № 69, во второй - ситом № 49, в третьей - данные средневзвешенных значений численности и возрастного состава планктона по всему Черному морю, рассчитанные главным образом по данным АзЧерНИРО, полученным с использованием сита № 38. Сравнение этих данных с предыдущими дает возможность предполагать, что при использовании сита № 38 с более крупными ячейками теряется также и часть первых науплиальных стадий *P. elongatus*, а следовательно, и часть копеподитных стадий более мелких видов.

Разрез м. Херсонес - Босфор (рис. 2). Для этого района приведена численность популяций без науплиальных стадий, чтобы исключить искажение относительной картины сезонных изменений у разных видов, неизбежное при использовании планктонного сита № 49.

Как и в прибрежной зоне, наибольшей численностью (1240 - 2140 экз/м³) характеризовалась популяция *O. naupia*, которая до-

Возрастной состав популяций колюнок (в %) у Севастополя (1), на разрезе м. Лерссонес - Бюфюр (2) и по Черному морю (3) по сезонам

Вид	Стадия развития	Зима			Весна			Лето			Осень	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
<i>C. helgolandicus</i>	N	94,6	93,3	93,3	83,3	73,8	31,9	44,4	79,5			
	Сор.	3,4	3,3	3,3	11,4	10,6	53,8	30,2	11,4			
	Им.	2,0	3,5	3,5	5,3	15,6	14,3	25,4	9,1			
		100	100	100	100	100	100	100	100			100
<i>P. elongatus</i>	N	68,1	64,5	41,6	64,6	45,0	32,9	35,0	43,5	63,9	49,9	
	Сор.	28,1	28,1	32,7	29,1	45,0	44,9	58,4	40,5	29,2	29,6	
	Им.	3,7	7,4	25,7	6,3	10,0	22,2	6,6	17,0	47,0	6,9	20,5
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>P. parvus</i>	N	53,6	70,6	74,6	51,6	65,9	41,5	42,0	47,7	35,9	66,6	
	Сор.	33,6	29,4	25,4	41,9	34,1	58,5	49,0	56,0	54,6	9,5	33,3
	Им.	12,8	29,4	25,4	6,5	84,1	9,0	9,0	44,0	9,5	33,3	
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>A. clausi</i>	N	88,4	40,5	38,8	66,3	35,6	22,0	53,3	33,6	8,9	70,8	18,0
	Сор.	8,0	40,5	38,8	31,3	45,8	47,0	33,6	40,8	52,6	20,4	62,3
	Им.	3,6	19,0	61,2	3,4	18,6	31,0	13,1	25,6	38,5	8,8	19,7
		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

O. zana	N.	18.7	88.5	27.0	67.7	18.4	44.6	39.5
	Cop.	70.6	11.5	50.4	32.3	52.9	55.4	47.1
	Im.	10.7	100	22.6	100	28.7	100	13.4
		100		100		100		100
								67.5
								32.5
								100

O. similis	N	54.3	15.8	63.2	5.4	18.9	10.1	58.8
	Cop.	31.3	36.1	30.0	65.7	34.5	56.9	32.2
	Im.	14.7	48.1	6.8	30.9	46.6	33.0	9.0
		100	100	100	100	100	100	100
								32.6
								67.4
								100

C. ponticus	N	77.1
	Cop.	15.9
	Im.	7.0
		100

Т а б л и ц а 3

Корректированная средняя численность (в экз/м³) популяций
копепод в Черном море

В и д	Стадия разви- тия	Зима			Весна			Лето		
		n	%	n ₁	n	%	n ₁	n	%	n ₁
<i>C. helgolandicus</i>	N	150	93	150	107	74	107	47	45	47
	Сор.	5	3	5	15	11	15	32	30	32
	Им.	6	4	6	23	15	23	27	25	27
		161	100	161	145	100	145	106	100	106
<i>P. elongatus</i>	N	404	68	1200	367	50	748		42	489
	Сор.	317	28	317	500	40	500	427	41	427
	Им.	249	4	249	248	10	248	248	17	248
		970	100	1766	1115	100	1496	675	100	1164
<i>P. parvus</i>	N		54	188		52	866		42	619
	Сор.	133	33	119	73	42	704	169	49	725
	Им.	45	13	45	102	6	102	133	9	133
		178	100	352	175	100	1672	302	100	1477
<i>A. clausi</i>	N		55	170	71	45	378	67	40	764
	Сор.	19	35	109	152	43	363	392	45	861
	Им.	31	10	31	101	12	101	287	15	287
		50	100	310	324	100	842	746	100	1912
<i>O. nana</i>	N		50	591		60	1104		45	1207
	Сор.		45	532		30	552		40	1078
	Им.		5	59		10	184		15	403
		591	100	1182	736	100	1840	1474	100	2688
<i>O. similis</i>	N		40	187		60	1478		30	300
	Сор.		25	118		30	738		40	400
	Им.		35	165		10	246		30	300
		282	100	470	985	100	2462	701	100	1000

П р и м е ч а н и е: n - численность по первичным данным,
n₁ - откорректированная, % - принятый для
корректировки процентный состав популяции
по возрастам.

минировала в течение года, за исключением весеннего периода (табл.2). Весной наиболее многочисленной была *O. similis* (2080 экз/м³), высокая численность которой сохранялась также и летом (1460 экз/м³).

Отчетливо была выражена сезонная динамика численности *A. clausi* с максимумом в августе (830 экз/м³) и минимумом в феврале (44 экз/м³). Менее выражены сезонные колебания численности *P. parvus* - от 250 экз/м³ в феврале до 440 экз/м³ в мае и августе.

Возрастной состав популяций перечисленных видов не может быть правильно оценен из-за полного (*O. pana*) или частичного (остальные виды) недолова науплиальных стадий.

Полными, вероятно, можно считать лишь данные по численности и возрастному составу популяций *P. elongatus* и *C. helgolandicus*.

Численность популяции *P. elongatus* достигала максимума (2590 экз/м³) в августе, хотя содержание науплиусов в это время было минимальным (42,5%). Наблюдения у Севастополя в 1969 г. указывают на еще меньшее среднее содержание науплиусов (35%) в летний период. Содержание науплиусов в мае (42%) и ноябре (45%) было несколько ниже соответствующих весенних и осенних средних на разрезе у Севастополя.

C. helgolandicus численно преобладал в мае (264 экз/м³), главным образом за счет науплиусов (83,3%). Их содержание было высоким также в феврале (94,6%) и ноябре (79,5%), только в августе было отмечено падение до 38%. В это же время была минимальной и численность популяций *C. helgolandicus*. Кладоцеры встречались только в августе. Численность *P. avirostris* составляла 520, остальных клadoцер - 130 экз/м³.

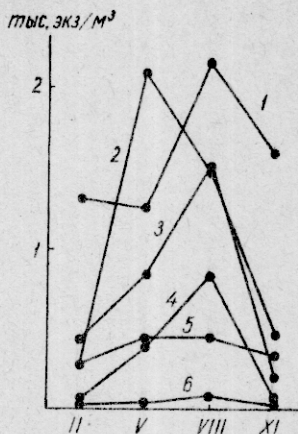


Рис.2.Сезонная динамика численности планктонных ракообразных на разрезе м.Херсонес - Босфор:

1 - *Oithona pana*, 2 - *Oithona similis*, 3 - *Pseudocalanus elongatus*, 4 - *Acartia clausi*, 5 - *Paracalanus parvus*, 6 - *Calanus helgolandicus*.

Черное море. Для определения средневзвешенных значений численности зоопланктона по всему морю использованы главным образом данные АзЧерНИРО по разрезам у Батуми, Сочи, Новороссийска, Феодосии и съемкам мелководного северо-западного района, а также данные по разрезу м.Херсонес - Босфор.

Средневзвешенные значения численности для большинства видов копепоид рассчитаны отдельно по трем возрастным группам и только для популяций *O.nana* и *O.similis* они оценивались по суммарному количеству копепоидов и половозрелых особей. Наиболее многочисленной в Черном море, как и в рассмотренных выше отдельных его участках, в течение большей части года являлась популяция *O.nana*. Ее численность достигала максимума в августе (около 1500 экз/м³), а в феврале снижалась до 600 экз/м³. Численность *O.similis* была максимальной (около 1000 экз/м³) в мае и минимальной (400 экз/м³) в феврале. Популяция *P.rargus* характеризовалась максимальной численностью (400 экз/м³) в августе, а зимой и весной численность ее составляла около 175 экз/м³. Численность популяции *A.clausii* в феврале составляла 50 экз/м³, а к августу значительно возрастала (до 685 экз/м³). Популяция *P.elongatus* не проявляла резких сезонных колебаний и находилась, вероятно, в пределах 550 - 680 экз/м³. Возрастной состав ее в среднем по морю характеризовался более низким, чем на разрезе м.Херсонес-Босфор, содержанием науплиусов. Так, в феврале на разрезе м.Херсонес - Босфор они составляли 64,5% популяции, а по всему морю - 41,6%. Однако, возможно, что эти различия являются следствием использования разного планктонного сита.

Общая численность популяции *C.helgolandicus* в течение года не была подвержена значительным колебаниям (106 - 161 экз/м³), но возрастной состав менялся весьма заметно. Так, в феврале популяция состояла главным образом из науплиусов (93,2%), а летом их было только 44,4%.

Кладоцерн отмечены весной и летом. Весной они встречались только в северо-западном районе, вероятно, ввиду более быстрого прогревания вод. Летом повсюду в массовых количествах развивается *P.avirostris*, достигая в среднем по морю концентрации 437 экз/м³. Общая численность остальных черноморских кладоцерн составляла в среднем по морю 50 экз/м³.

Все рассмотренные исходные данные по оценке численности различных видов зоопланктона и их возрастных стадий для Черного моря в среднем, ввиду некоторой неполноценности проб, получаемых

сетью с газом № 38, нуждались в корректировке. Так как наиболее достоверными следовало считать результаты, полученные в районе Севастополя планктонометром с газом № 69, то в основу корректировки были положены процентные показатели возрастного состава, определенные именно в этих материалах. Такой выбор основывался также и на том, что полученные здесь величины были более репрезентативны как средние за ряд наблюдений в течение каждого сезона.

Кроме того, при корректировке использовались результаты, полученные на разрезе м.Херсонес - Босфор, также более репрезентативные, чем полученные на остальных разрезах более редким газом (табл.3). Производя корректировку учитывали, что численность взрослых стадий, а у более крупных видов и копеподитов, определялась сетями с газом № 38 достаточно достоверно. На основании величин их численности и процентного соотношения в общем составе популяций были определены и реальные величины численности молодых стадий в популяциях. Для Черного моря такие исправленные данные получены по трем сезонам, а по разрезу м.Херсонес - Босфор - по четырем.

В дальнейшем эти величины были приняты в качестве исходных при определении общей биомассы и продукции популяций в море.

Продукция видовых популяций

При расчете продукции, биомассы и коэффициентов удельной продукции популяций отдельных видов в разные сезоны в качестве исходных данных приняты определенные в табл.3 средние для Черного моря значения численности возрастных стадий, а также данные Г.Н.Миронова (1970), Л.И.Сажиной (1960, 1961, 1969), Е.В.Павловой (1959, 1964) по характеристике роста различных животных планктона. Методика расчетов взята из работ В.Н.Грезе и Э.П.Балдиной (1964), В.Н.Грезе (1968). Для определения продукции *P. avirostris* принят вычисленный ранее суточный Р/В-коэффициент, равный 0,18 (Грезе, 1966). Для популяций сагитт эти коэффициенты рассчитаны для лета - 0,17, осени - 0,14, зимы - 0,03 и весны - 0,06. Анализ данных таблицы показал, что кормовой зоопланктон, составляемый ракообразными, имеет в среднем по Черному морю биомассу от 33,6 мг/м³ зимой до 102,6 мг/м³ летом и производит в сутки 2,7 - 11,5 мг/м³ сырого веса. При этом основными компонентами как в целом по всему морю, так и на разрезе Херсонес - Босфор оказались *C. helgo-*

Биомасса (В, мг/м³) и суточная продукция (Р, 10⁻³ мг/м³) основных компонентов кормового зоопланктона в слое 0-100 м

В и д	На разрезе Херсонес - Босфор										Среднее по Черному морю										
	Зима			Весна			Лето			Осень			Зима			Весна			Лето		
	В	Р	В	В	Р	В	В	Р	В	В	Р	В	В	Р	В	В	Р	В	В	Р	
<i>C. helgolandicus</i>	5,69	251	21,36	1513	28,94	2191	14,89	883	8,12	297	25,42	1213	33,17	1689							
<i>P. elongatus</i>	10,36	1262	17,14	2648	41,57	5904	6,82	985	20,54	2142	28,09	3428	26,0	3039							
<i>P. parvus</i>	1,76	61	4,30	264	6,34	687	3,23	202	1,07	39	3,75	252	4,29	473							
<i>A. clausi</i>	0,60	33	4,68	375	13,00	1713	0,58	57	1,73	95	5,08	389	12,78	1857							
<i>O. nana</i>	2,14	108	2,99	209	7,47	985	3,97	321	0,98	56	1,59	123	2,80	397							
<i>O. similis</i>	1,16	64	7,45	620	5,44	484	2,64	190	1,21	58	2,97	258	2,55	214							
<i>P. avirostris</i>																					

П р и м е ч а н и е.

Здесь и в табл. 5 пустые графы - отсутствие животных в данный период, прочерк - отсутствие данных.

landicus и *P. elongatus*. Летом около 20% биомассы и продукции образует *P. avirostris*, отсутствующая в другие сезоны.

Преобладающая роль *C. helgolandicus* и *P. elongatus*, более многочисленных в открытых водах с большими глубинами, чем в прибрежных, отличает планктон этих районов от неритического планктона, где относительно большое значение имеют мелкие виды - *O. nana*, *P. parvus*.

Значительную часть общей биомассы и продукции зоопланктона составляют сагитты. Их потребление планктоноядными рыбами ограничено, и в исследованиях АзЧерНИРО на ряде разрезов им не уделялось внимания. Однако поскольку они все же составляют некоторую часть рациона планктофагов и, кроме того, важны как конкуренты этих рыб, проведены расчеты их биомассы и продукции на разрезе Херсонес - Босфор (табл.4). Летом и осенью биомасса сагитт составляет около 25% биомассы ракообразных, а в зимний сезон даже превосходит ее, хотя по величине продукции продолжает уступать ракообразным, как и во все другие времена года.

На основании данных о биомассе и образуемой ею суточной продукции получены показатели удельной продукции (Р/В-коэффициенты) для популяций отдельных видов и для всего кормового зоопланктона в целом (табл.5).

Сезонные показатели удельной продукции получены как произведение суточных Р/В-коэффициентов на число суток в сезоне. При этом была принята следующая продолжительность сезонов: зима - 92, весна - 53, лето - 127 и осень - 98 суток.

Наиболее интересно сопоставить суточные коэффициенты удельной продукции разных видов и в разные сезоны. Как видно из табл.5, их минимальная величина составляла 0,03 у зимней популяции *P. parvus* на разрезе Херсонес - Босфор, где в этот сезон преобладали малорастущие взрослые особи. Средний коэффициент для всей черноморской популяции был несколько выше - 0,04.

Самый высокий показатель удельной продукции (0,18) обнаружен у *P. avirostris* в летний сезон. В это же время он достигал годового максимума у всех копепод, за исключением *P. elongatus*, у которого весной популяция имела темп продукции несколько выше летнего - 0,15 против 0,14. Средневзвешенная величина Р/В-коэффициента, полученная по суммарным величинам биомассы и продукции всех ракообразных по сезонам, колебалась от 0,08 зимой и осенью,

Институт 12 Биологии
морей ГИИ СССР

БИБЛИОТЕКА

№

11

Т а б л и ц а 5

Суточные (1) и сезонные (2) коэффициенты удельной продукции кормового зоопланктона в слое 0-100 м

В и д	На разрезе Херсонес - Босфор						Среднее по Черному морю					
	З и м а		Весна		Лето		Осень		Зима		Весна	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
<i>C. belgolandicus</i>	0,04	3,68	0,07	3,71	0,08	10,16	0,06	5,58	0,04	3,68	0,05	2,65
<i>P. elongatus</i>	0,12	11,04	0,15	7,95	0,14	17,78	0,14	13,02	0,10	9,20	0,12	6,36
<i>P. parvus</i>	0,03	2,76	0,06	3,18	0,11	13,97	0,06	5,58	0,04	3,68	0,07	3,71
<i>A. clausi</i>	0,05	4,60	0,08	4,24	0,13	16,51	0,10	9,30	0,05	4,60	0,08	4,24
<i>O. nana</i>	0,05	4,60	0,07	3,71	0,13	16,51	0,08	7,44	0,06	5,52	0,08	4,24
<i>O. similis</i>	0,05	4,60	0,08	4,24	0,09	11,43	0,07	6,51	0,05	4,60	0,09	4,77
<i>P. avirostris</i>					0,18	22,86						0,18
Всех ракообраз- ных	0,08	7,36	0,10	5,30	0,13	16,51	0,08	7,44	0,08	7,36	0,08	4,24
<i>S. setosa</i>	0,03	2,76	0,06	3,18	0,17	21,59	0,14	13,02	-	-	-	-

когда рост и размножение снижены, до 0,13 в период летнего максимума жизнедеятельности большинства видов.

Коэффициенты удельной продукции, определенные для популяций в районе Херсонес - Босфор, почти не отличались от коэффициентов, рассчитанных для популяций среднего для всего моря возрастного состава. Так, летом Р/В-коэффициент здесь был несколько выше - 0,13 в сутки, против 0,11 для моря в среднем. Однако, учитывая, что в основе этих расчетов лежат единовременные материалы, не вполне точно характеризующие состояние популяций в течение сезона в целом, принимая во внимание и другие источники возможных неточностей, такую разницу нельзя считать существенной.

Общая оценка продукции кормового зоопланктона

Полученные в табл.5 величины суточной продукции основных видовых популяций зоопланктона и их суммы, как и величина средней сезонной биомассы и рассмотренные выше Р/В-коэффициенты, дали возможность рассчитать биомассу и продукцию кормового планктона во всем Черном море.

Некоторая сложность заключалась в определении этих величин для осеннего периода, по которому имелись данные лишь на разрезе Херсонес - Босфор. При расчете величин, средних для всей акватории моря, был применен метод экстраполяции, с учетом материалов по разрезу Херсонес - Босфор. При их анализе было определено, что осенняя величина биомассы всех ракообразных на разрезе - 32,13 мг/м³ (табл.4) составляет 40% биомассы, средней из трех остальных сезонов, с учетом их продолжительности (79,3 мг/м³). Допустив, что общие сезонные изменения биомассы для моря в целом достаточно близки к тем, которые наблюдались на разрезе Херсонес - Босфор, можно принять, что и средняя для всей акватории осенняя биомасса составляет 40% среднезвешенной ее величины за другие сезоны года, равной 72,3 мг/м³, т.е. около 28,9 мг/м³.

Аналогичный расчет сделан исходя из данных табл.5, по величинам сезонных коэффициентов продукции. На разрезе Херсонес - Босфор осенью он составлял 7,44, в то время как сумма коэффициентов за остальные три сезона - 29,17. Таким образом, Р/В-коэффициент осеннего сезона здесь составлял около 26% суммы их за три остальных сезона. При этом соотношении на всей акватории моря Р/В-коэффициент осенью составил около 6,65.

На основании этих данных были рассчитаны биомасса и суммар-

ная годовая продукция ракообразных планктона в Черном море (табл.6).

Т а б л и ц а 6

Производственная характеристика ракообразных планктона
Черного моря в слое 0-100 м

Показатель	Зима	Весна	Лето	Осень	За год
Средняя биомасса, г/м ²	3,36	6,68	10,26	2,89	6,10
Общая биомасса, тыс.т	1411,2	2805,6	4309,2	1213,8	2562,0
Сезонный Р/В-коэф- фициент	7,36	4,24	13697	6,65	35,35
Средняя продукция, г/м ²	24,73	28,32	143,33	19,22	215,63
Общая продукция, тыс.т	10886	11896	60200	8072	90554

Наряду с определением продукции этого главного элемента кормовой базы планктоноядных рыб Черного моря, на основании данных по разрезу Харсонец-Босфор (табл.4 и 5), была произведена приближенная оценка продукции сагитт. В этом районе среднегодовая биомасса ракообразных составляла 67,3 мг/м³, а продукция за год - 2815,6 мг/м³. Сагитты имели биомассу 24,6 и продукцию 979,2 мг/м³, т.е. соответственно около 36% биомассы и 35% продукции ракообразных. Отсюда следует, что для акватории Черного моря в целом биомасса сагитт в слое 0-100 м составляет 2,2 г/м² и 930 тыс.т, а продукция - 76 г/м² и 31700 тыс.т. Средний годовой Р/В-коэффициент для популяции сагитт равен 34,5.

Таким образом, в целом для основных компонентов кормовой базы рыб-планктофагов характерен такой темп воспроизводства, при котором средняя биомасса возобновляется около 35 раз в год. Эта величина очень близка к предположительной оценке интенсивности воспроизводства зоопланктона, равной 30 раз в год, сделанной В.Г.Дашко (1951, 1959).

Полученные результаты были сопоставлены с величинами годовых уловов рыб-планктофагов в Черном море. Согласно статистическим данным АзЧерНИРО, к концу 60-х годов общие уловы рыбы достигали 130-150 тыс.т, из которых большую часть составляла хамса, а также некоторые другие планктофаги. Если учесть, что зарубежный промы-

сел, хотя и значительно меньший, использует также главным образом планктофагов, то цифру 150 тыс.т можно принять в качестве максимального современного вылова планктофагов в Черном море в целом.

Наши расчеты (Гресе, 1965) показали, что в большинстве случаев промыслом используется лишь около 20-25% продукции, создаваемой популяциями рыб. В частности, для азовской хамсы и только эти величины составляют соответственно 24 и 18%. П.А. Моисеев (1969) также определяет размеры уловов в Черном море в пределах 20-40% ежегодной продукции популяции рыб. Отсюда следует, что общая годовая продукция планктофагов должна составлять до 600-750 тыс.т.

Сопоставляя эту величину с 90550 тыс.т ежегодной продукции ракообразных кормового зоопланктона, можно видеть, что эффективность ее использования планктофагами составляет всего 0,6 - 0,8%. Эти коэффициенты несколько ниже средних соотношений между величинами продукции зоопланктона + бентоса и рыб, которые приводят П.А.Моисеевым (1969) для Азовского, Каспийского и некоторых других морей и равны 1-2%. Это указывает на то, что в Черном море относительно велика роль планктонных хищников, к числу которых относятся и рассмотренные здесь сагитты, а также медузы, ноктилюка. Потребляя наряду с рыбами часть кормового зоопланктона, эти организмы значительно снижают возможности продукции рыб-планктофагов, конкурируя с ними в питании.

Дальнейший расчет путей утилизации создаваемой зоопланктонной продукции и, в частности, определения продукции пелагических рыб, представляет собой следующую самостоятельную задачу, решение которой должно базироваться на данных, полученных в настоящем исследовании.

В ы в о д ы

1. Возрастной состав видовых популяций, во многом определяющий их общие биопродукционные характеристики, изменяется в зависимости от сезона года и фазы репродуктивного цикла, в которой вид находится. Картирование численности видовых популяций по стадиям развития, проведенное в разные сезоны, показало, что у большинства копепоид соотношение науплиальных, копеподитных и взрослых стадий равно примерно 6:3:1.

2. Расчеты показали, что при наблюдающихся в разные сезоны соотношениях возрастных стадий в популяциях различных компонентов зоопланктона суточные коэффициенты их удельной продукции

(Р/В-коэффициенты) составляет в среднем по Черному морю зимой - у копепод 0,08, у сагитт 0,03; весной - у копепод 0,08, у сагитт 0,06; летом - у копепод 0,11, у кладонер 0,18, у сагитт 0,17; осенью - у копепод 0,08, у сагитт 0,14.

Общий годовой Р/В-коэффициент для ракообразных черноморского планктона составил 35,3.

3. Данные о темпе продукции планктонных животных, составляющих кормовую базу черноморских рыб, позволили определить и абсолютные количества воспроизводимой ими продукции. Она составляет свыше 215 г/м^2 сырого веса только ракообразных (в слое 0-100 м) или 90,5 млн.т в расчете на всю акваторию Черного моря площадью 420 тыс. км^2 .

Продукция сагитт составила в среднем около 76 г/м^2 или 31,7 млн.т в год.

4. Сопоставление вероятной величины годовой продукции популяций рыб-планктофагов, которая оценивается в пределах 600 - 750 тыс.т, с рассчитанной величиной продукции их пищи показал, что эффективность использования корма составляет не более 0,6 - 0,8%. Это обстоятельство, как и наличие большой продукции сагитт и некоторых планктонных хищников, способных конкурировать в питании с рыбами, указывает на значительное развитие в пелагиали Черного моря этого промежуточного звена трофической цепи, существенно снижающего эффективность системы.

Л и т е р а т у р а

Грезе В.Н. Опыт применения планктометра при исследованиях морского планктона. - Океанология, 2, 2, 1962.

Грезе В.Н. Темп роста и продукционные возможности популяций рыб. - Гидробиол. журн., 1, 2, 1965.

Грезе В.Н. Темп продукции в популяциях гетеротрофных морских организмов. - В кн.: Вопр. океаногр., "Наукова думка", К., 1966.

Грезе В.Н. Методы определения продукции популяций с растянутым периодом размножения. Графический метод расчета продукции. - В кн.: Методы определения продукции водных животных. "Высшая школа", Минск, 1968.

Грезе В.Н., Балдина Э.П. Динамика популяций и годовая продукция *Acartia clausi* Giesbreg. и *Centropages klöyeri* Giesbreg. в неарктической зоне Черного моря. - Тр. Севастоп. биол. ст., 17, 1964.

Данко В.Г. О вертикальном распределении органического вещества в Черном море. — ДАН СССР, 77, 6, 1961.

Данко В.Г. Органическое вещество в водах южных морей СССР. Изд-во АН СССР, М., 1959.

Миронов Г.Н. О линейном и весовом росте черноморской *Sagitta setosa* Müll. — В кн.: Биология моря, 19. "Наукова думка", К., 1970.

Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. "Пищевая промышленность", М., 1969.

Павлова Е.В. Пищевые потребности и их удовлетворение у черноморской клады *Penilia avirostris* Dana. — Тр. Севастоп. биол.ст., 15, 1964.

Павлова Е.В. Цикл развития и некоторые данные по росту *Penilia avirostris* в Севастопольской бухте. — Тр. Севастоп. биол.ст., 11, 1969.

Сажина Л.И. Развитие черноморских Copepoda. II. Науплиальные стадии *Acartia clausi* Giesb., *Centropages kroyeri* Giesb., *Oithona minuta* Kritz. — Тр. Севастоп. биол.ст., 13, 1960.

Сажина Л.И. Развитие черноморских Copepoda. II. Науплиальные стадии *Calanus helgolandicus* (Claus). — Тр. Севастоп. биол.ст., 14, 1961.

Сажина Л.И. Развитие черноморских copepod. IV. Копеподитные стадии *Acartia clausi* Giesb., *Centropages ponticus* Kargavaj., *Oithona minuta* Kritz. — В кн.: Биология моря, 17. "Наукова думка", К., 1969.

О МАКСИМАЛЬНОЙ ДЛИНЕ И КОЭФИЦИЕНТЕ Р/В У ЧЕРНОМОРСКОЙ САГИТТЫ

Г.Н.Миронов.

Сведения о черноморской сагитте публикуются уже более 100 лет. За это время большинство авторов указывают наибольшую длину ее тела — 22 мм, и только М.А.Галадаев (1948) пишет о сагиттах длиной 20 — 25 мм.

В планктоне, собранном в апреле 1969 г. в 5 милях к западу от Севастополя, оказался экземпляр, длина которого, измеренная с точностью до 0,1 мм, была равна 24,5 мм. Найденный экземпляр не имел никаких признаков деградации и находился в стадии икримета.