

С. В. БРУЕВИЧ

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ДИНАМИКА ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА
В КАСПИЙСКОМ МОРЕ**

(Представлено академиком С. А. Зерновым 29 VII 1939)

Изучение динамики биогенных элементов в море непосредственно связано с количественным изучением распределения живого вещества моря между основными группами живых организмов моря—бактериями, планктоном, бентосом, nekтоном и с изучением «оборачиваемости» живого вещества, его Р/В-коэффициента (отношение продукции к биомассе) для каждой отдельной группы. Изучение биологии Каспийского моря продвинулось в настоящее время настолько, что мы можем уже в основных чертах осветить как распределение живого вещества среди основных групп гидробионтов моря, т. е. дать биомассы их, так и дать наметку темпов их создания и распада, т. е. их «валовую» продукцию. Под последней мы подразумеваем полную сумму живого вещества, продуцированного данной группой организмов за данный период времени независимо от дальнейшей судьбы произведенных организмов. Ниже мы приводим данные по биомассам и Р/В-коэффициентам и химическому составу для основных групп гидробионтов Каспия.

Бактерии. Общее количество бактерий в Каспийском море определялось Е. В. Диановой и А. А. Ворошиловой, работы которых опубликованы лишь частично^(1,5). Определения производились прямым подсчетом под микроскопом бактерий, задержанных на мембранном ультраfiltре при фильтровании 50—100 мл морской воды. Средний размер бактерии принят по Диановой и Ворошиловой равным 1 куб. микрону. Общая масса бактерий, принимая среднее содержание в 100 тысяч бактерий в 1 мл и средний объем бактерий по Диановой и Ворошиловой, для всего моря равна 8 миллионам тонн сырого веса. При этом нами не учитывалось бактериальное население морских грунтов за отсутствием сколько-нибудь надежных данных. Сухое вещество в бактериях, по сводке Фурмана, составляет 20—25%. Нами принята средняя влажность равной 80%. Средний химический состав бактерий нами принят по сводке Федорова⁽⁶⁾.

Значительно сложнее обстоит дело с определением продукции бактерий. Подсчет наш базировался на следующих соображениях. Как показано Ворошиловой и Диановой⁽¹⁾, увеличение накопления бактерий в предварительно прокипяченной или ультрафильтрованной воде объясняется прежде всего элиминированием влияния зоопланктона—потребителя бактерий. Этим же в значительной степени объясняется и накопление бак-

терий в изолированных пробах природных вод. Согласно Ворошиловой и Диановой, общее число бактерий, учитываемых прямым счетом на ультрафильтре, в этих условиях увеличивается в первые сутки в 1.6—4.5 раза, в среднем в сутки около 3 раз. Таким образом, можем принять, что полная продукция бактерий за сутки в условиях непоедания их зоопланктоном составляет грубо ориентировочно около 3 начальных биомасс (при температуре 20°). По темпам размножения бактерий в естественных условиях нам известны лишь неопубликованные данные М. А. Кастальской, относящиеся к бочагам р. М. Истра. Число делений составляло при 18°—2.1 при 12°—0.8 и при 5.2°—0.2 в сутки. Таким образом продукция бактерий в р. М. Истра составляют около $\frac{2}{3}$ продукции в Каспии. Отсюда принимаем в среднем для всего Каспия, $\frac{3}{4}$ объема которого имеют температуру 5—7° в течение всего года, среднюю величину 0.7 в сутки. Отсюда средний годовой Р/В-коэффициент для бактерий равен $0.7 \times 3 \times 365 \approx 250$. Цифра эта, разумеется, является крайне ориентировочной и в лучшем случае дает лишь порядок величины «оборачиваемости» живого вещества бактерий. Более низкий по сравнению с фитопланктоном Р/В коэффициент для бактерий объясняется тем, что первый относится к гораздо более высокой температуре поверхностного прогретого слоя.

Ф и т о п л а н к т о н. На основании данных П. И. Усачева (ВНИРО) общая биомасса фитопланктона для всего Каспийского моря за август—октябрь 1934 г. равна ориентировочно 3.500.000 тонн сырого веса. Биомасса определялась осадочным методом для каждого вида в отдельности. Для августа—октября 1934 г. состав фитопланктона по классам определялся следующим образом: диатомовые—47%, *Euxviella cordata*—33%, сине-зеленые—6% и прочие 14%. Содержание азота и фосфора в планктоне определялось по данным последней, еще не опубликованной, сводки химического состава планктона А. П. Виноградова. Общая биомасса фитопланктона в июне—августе 1936 г. по нашим подсчетам по данным П. И. Усачева составила уже около 11 миллионов тонн сырого веса. В очень значительной степени это громадное увеличение произошло за счет громадного развития *Rhizosolenia calcar-avis*. Таковы громадные колебания запасов живого вещества в такой основной группе организмов в море, как фитопланктон. Суточная «оборачиваемость»—Р/В-коэффициент—для фитопланктона, согласно нашим прежним определениям продукции фитопланктона по суточным колебаниям кислорода, может быть принята ориентировочно равной 1.5, или годовой коэффициент около 300 (считая годовую продукцию равной продукции 200 летних дней).

З о о п л а н к т о н. Данные по биомассе зоопланктона нами приводятся согласно В. А. Яшнову (ВНИРО). Общее количество зоопланктона, согласно этому автору, в августе—октябре 1934 г. составило около 5 миллионов тонн сырого веса. Содержание сухого вещества в зоопланктоне нами принято равным 10% от сырого веса. Данные по химическому анализу нами приводятся по сводке Виноградова. Для вычисления Р/В-коэффициента для зоопланктона у нас нет достаточно надежных данных. А. В. Окул для Азовского моря определил годовую продукцию на основании ежемесячных наблюдений над изменением биомассы и учитывая потребление планктоноядными рыбами. Р/В-коэффициент для *Copepoda* в этих условиях был определен Окулом равным 30. Так как при этом не было учтено естественное отмирание, то несомненно истинный коэффициент будет значительно выше. Вследствие отсутствия данных по Каспийскому морю и принимая во внимание высокий удельный вес *Copepoda* в общем зоопланктоне этот коэффициент принят нами и для зоопланктона Каспийского моря.

Таблица 1

Биомасса и продукция отдельных групп гидробионтов Каспийского моря и содержание в них азота и фосфора
(Вес в тысячах тонн)

	Биома с с а				Годовой коэффициент Р/В	Годовая продукция			
	Сырой вес	Сухой вес	% от сухого веса	Азот		Фосфор	Сырой вес	Сухой вес	% от сухого веса
Бактерии (1935 г.)	8 000	1 600	18	200	20	2 000 000	400 000	75.0	
Фитопланктон (1934 г.)	3 500	350	3.8	13.2	2.24	1 000 000	100 000	18.7	
Зоопланктон (1934 г.)	5 000	500	5	50	5	150 000	45 000	2.8	
Зообентос (1935 г.)	30 000	4 500	49	450	45	1 200 000	48 000	3.3	
Фитобентос (1935 г.)	3 000	375	4	6	0.7	3 000	375	0.07	
Рыба (1934—1935 гг.)	6 000	1 800	20	170	21	3 000	900	0.16	
Морской зверь	70	21	0.2	2.1	0.24	25	7	0.001	
Всего	55 600	9 150	100	891	94	—	—	100	
Ежегодный улов рыбы (1934—1937 гг.)	450	130	—	13	1.6	—	—	—	
Фитопланктон (1935 г.)	41 000	4 100	—	—	—	—	—	—	

З о о б е н т о с. Общее количество бентоса дается нами по неопубликованным данным Я. А. Бирштейна, основанным на собственных наблюдениях и наблюдениях М. М. Брискиной и Д. З. Демина (ВНИРО). Ориентировочно биомасса бентоса для 1935 г. составляла 30 миллионов тонн сырого веса. Среднее содержание сухого вещества в зообентосе принято нами равным 15% от сырого веса; химический состав принят по сводке Виноградова. Как показали дальнейшие наблюдения, биомасса бентоса может, по крайней мере для отдельных районов моря, давать по годам громадные колебания.

По данным А. А. Шорыгина Р/В-коэффициент для зообентоса может быть принят в среднем равным четырем.

Ф и т о б е н т о с. Общее количество фитобентоса в Каспийском море—главным образом харовых и *Zostera nana*—по крайне ориентировочной оценке М. С. Киреевой и Т. Ф. Шаповой (ВНИРО) может быть принято равным 3 миллионам тонн сырого веса. Сухой вес приблизительно в 8 раз меньше. Химический состав приведен по сводке Виноградова (2). Годовой Р/В-коэффициент для всего Каспия в целом, согласно Киреевой и Шаповой, может быть принят равным единице.

Р ы б а. Общее количество рыбы в Каспийском море может быть определено лишь крайне ориентировочно, исходя из следующих данных. Средний улов рыбы за 1934—37 гг. составлял около 450 тысяч тонн. Принимаемая ежегодный вылов приблизительно равным одной трети от всего количества взрослой промысловой рыбы—цифра, принимаемая большинством ихтиологов—получаем запас взрослой промысловой рыбы равным около 1½ миллионам тонн. Вес молоди промысловых рыб принимаем ориентировочно равным весу взрослой промысловой рыбы. Таким образом, общее количество промысловой рыбы в Каспии предположительно равно приблизительно 3 миллионам тонн для 1934—1936 гг. Громадное количество кильки, распространенной по всему Каспию, не может быть сколько-нибудь точно учтено, так как улов кильки ни в какой степени не отражает истинных запасов ее в море. Принимая количество кильки вместе с бычками, также почти не отражающимися в уловах рыбы, равным количеству промысловой рыбы, получаем грубо ориентировочно общую биомассу рыбы в Каспии равной 6 миллионам тонн. Данные по химическому составу промысловых рыб Каспия принимаем согласно М. П. Осипову (4).

М о р с к и й з в е р ь (н е р п а). По данным С. Ю. Фреймана (ВНИРО), каспийское стадо нерпы оценивается приблизительно в 1—3 миллиона голов. В среднем принимаем 2 миллиона голов при среднем весеннем весе 35 кг, что составляет 70 тысяч тонн в сыром весе. Годовой Р/В-коэффициент для нерпы, согласно Фрейману, равен около 0.35.

Сводка по биомассе и продукции отдельных групп гидробионтов Каспия в сыром и сухом весе и данные по содержанию азота и фосфора приведены в табл. 1. Соотношение биомасс зообентоса, рыбы, зоопланктона и фитопланктона (в сухом весе) равно 2.5 : 1 : 0.25 : 0.2. Принимая же очень грубо, что планктоноядные рыбы (главным образом килька) составляют половину всей биомассы рыб, получаем отношение биомасс планктоноядных рыб к зоопланктону и фитопланктону 1 : 0.5 : 0.4. Отношение зообентоса к рыбам—бентофагам и хищникам—очень грубо 5 : 1. Принимая во внимание, что в бимоассе рыб бентофагов по расчету половина падает на молодь, часть которой питается планктоном, истинное отношение бентоса к рыбе выше, чем 5 : 1. Отношение биомасс рыб, зоопланктона и фитопланктона, убывающее в этом ряду, от рыб к фитопланктону, становится понятным при рассмотрении годовых продукций, которые располагаются в обратном порядке (табл. 2).

Улов рыбы в 450 тысяч тонн сырого веса составляет около 1.4% от всего живого вещества в море (в сухом весе). С этим количеством рыбы уходит

Таблица 2

Годовая продукция без бактерий

	Годовая продукция	
	в тысячах т	в %
Фитопланктон	100 000	75
Зообентос	18 000	13
Зоопланктон	15 000	11
Рыба	900	0.7
Фитобентос	375	0.3
Морской зверь	7	0.005
Всего	134 300	100.0

из моря 13 тысяч тонн азота и 1600 тонн фосфора. Это количество составляет около 2.6% всего минерального азота и 3.6% всего минерального фосфора верхней 50-метровой зоны всего Каспийского моря. Если принять грубо, что на Сев. Каспий падает $\frac{3}{4}$ всей добычи рыбы, то азот годового улова рыбы в Сев. Каспии составляет около 28% всего минерального азота и фосфор улова около 18% всего минерального фосфора Сев. Каспия.

Эти цифры показывают, что если изъятие биогенных элементов с рыбой по отношению ко всем легко усвояемым ресурсам верхней 50-метровой продуктивной зоны Каспия составляет очень маленькую величину, то по отношению к Сев. Каспию это изъятие уже существенно.

Всероссийский научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии
Москва

Поступило
1 VIII 1939

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. А. Ворошилова и Е. В. Дианова, Микробиология, VI, вып. 6. (1937). ² А. П. Виноградов, Труды биохимической лаборатории АН СССР, III (1935). ³ С. А. Зернов, Общая гидробиология (1934). ⁴ М. П. Осипов, Химический состав и питательная ценность свежих рыб Волго-Каспийского района, Астрахань (1932). ⁵ А. В. Трофимов, Метеорология и гидрология, № 6, (1938). ⁶ М. В. Федоров, Микробиология (1936).