

ПРОВ 98

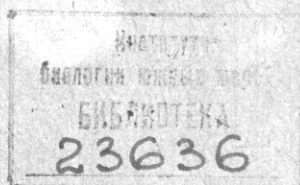
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО
ОДЕССКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

БИОЛОГИЯ МОРЯ

(Вып. 22)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОХИМИЯ
МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»
КИЕВ — 1971

БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛАНКТОНА ЧЕРНОГО МОРЯ

В.В.Денисенко, В.А.Шевченко, В.К. Головенко

Настоящая работа является продолжением биохимических исследований планктона южных морей, проводимых широким фронтом раньше на Одесской биологической станции, а теперь - в Одесском отделении Института биологии южных морей под руководством проф. З.А.Виноградовой.

Всестороннее и глубокое изучение биохимии планктона необходимо прежде всего для качественной и количественной характеристики трансформации вещества и энергии в сообществах морских организмов (Виноградов, 1938; Вернадский, 1940; Барашков, 1954; Кизеветтер, 1954; Богоров, 1960; Виноградова, 1960).

Материал для анализов собирали в 1966-1967 гг. в северо-западной части Черного моря в двух милях от берега в районе мыса Б.Фонтан - Сухой лиман, а также в августе 1967 г. в районе речных гидрофронтон северо-западной части и вдоль Кавказского побережья Черного моря.

Планктон собирали сетью Джели из сита № 67 (диаметр 105 см). Всего за исследованный период было собрано 170 проб тотального планктона с горизонтов 0 и 10 м.

Биологический анализ собранного материала с качественной и количественной оценкой доминирующих организмов (в % от общей биомассы) производился методом прямого счета под микроскопом МБИ-1 и МБИ-2.

Суммарное содержание органических веществ определялось сжиганием сухого вещества планктона в муфельной печи при температуре 550°C. Определение содержания жира в пробах тотального планктона производилось в аппарате Сокслета в модификации Рушковского. При определении калорийности пользовались известными коэффициентами - 9,3 ккал/г для жиров и 4,1 ккал/г для белков и углеводов. Суммарная калорийность складывалась из калорийностей белков, жиров и углеводов.

Биохимический анализ тотального планктона имеет свои преимущества и недостатки. При механическом или другом разделении организмов планктона мы неизбежно производим искусственное разделение естественно сложившегося биоценоза без учета его возрастных, размерных, видовых и других различий. И напротив, при анали-

зе тотального планктона получаем не дифференцированную, а общую биохимическую информацию, при этом суммируются биохимические величины двух групп организмов совершенно противоположных по направленности производимой ими работы - продуцентов (фитопланктон) и консументов (зоопланктон).

Не имея возможности достаточно полно дифференцировать отдельные планктонные организмы механическим путем, мы проводили полный биологический анализ проб, главным образом по двум параметрам: систематический состав организмов планктона и их количество в процентах от общей биомассы пробы планктона.

Суммарные результаты количественного биологического анализа материалов, собранных в исследуемый период, представлены на рис. 1 - 5.

Как следует из этих графиков, в районе Черноморки в 1966-1967 гг. наблюдались значительные колебания биомассы фитопланктона и зоопланктона (от 1 до 100%).

Из табл. 1 и 2 видно, что повторение альтернативных признаков планктона (фитопланктона - зоопланктона и наоборот) как в 1966 г., так и в 1967 г. приходится почти на одни и те же месяцы, что свидетельствует об определенной и довольно устойчивой закономерности развития растительного и животного планктона.

Органические вещества. Общее содержание органических веществ (в % сухого вещества) в планктоне, собранном на постоянной рейдовой точке в 1966-1967 гг., колебалось в пределах 34 - 83%, а в экспедиционных сборах в Черном море (в августе 1967 г.) от 33 до 86% (рис. 5 и 6). При этом отмечалось непрерывное изменение количества их в планктоне на 0 и на 10 м.

Как в 1966 г., так и в 1967 г. сочетание альтернативных признаков органических веществ в планктоне прослеживалось в те же сезоны (табл. 1 и 2), что хорошо согласуется с количеством зоопланктона в этих материалах. Напротив, содержание минеральных веществ находится в обратной связи с количеством зоопланктона и в прямой - с количеством фитопланктона.

Содержание золы колебалось в пределах 17 - 66% в расчете на сухое вещество.

Содержание белковых веществ в сухом веществе определялось только в планктоне, собранном в 1966 г., и составляло от 9 до 55% (рис. 7). Наибольшее количество их отмечалось в пробах с

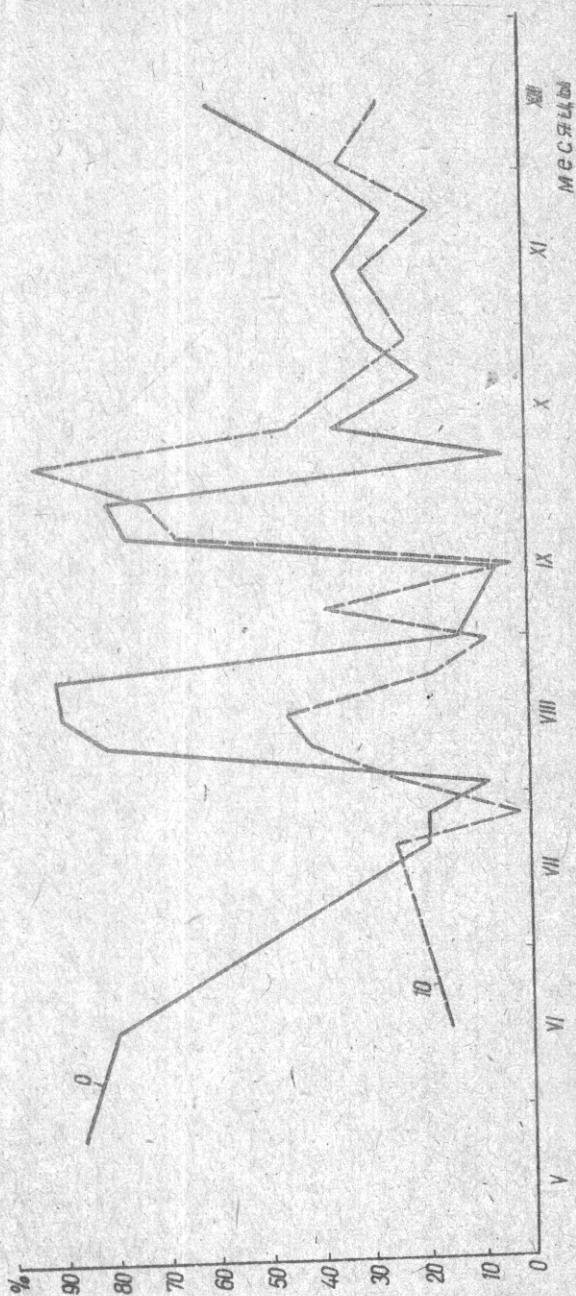


Рис. I. Процентное содержание фитопланктона в 1966 г.
Здесь и дальше - на горизонтах 0 и 10 м.

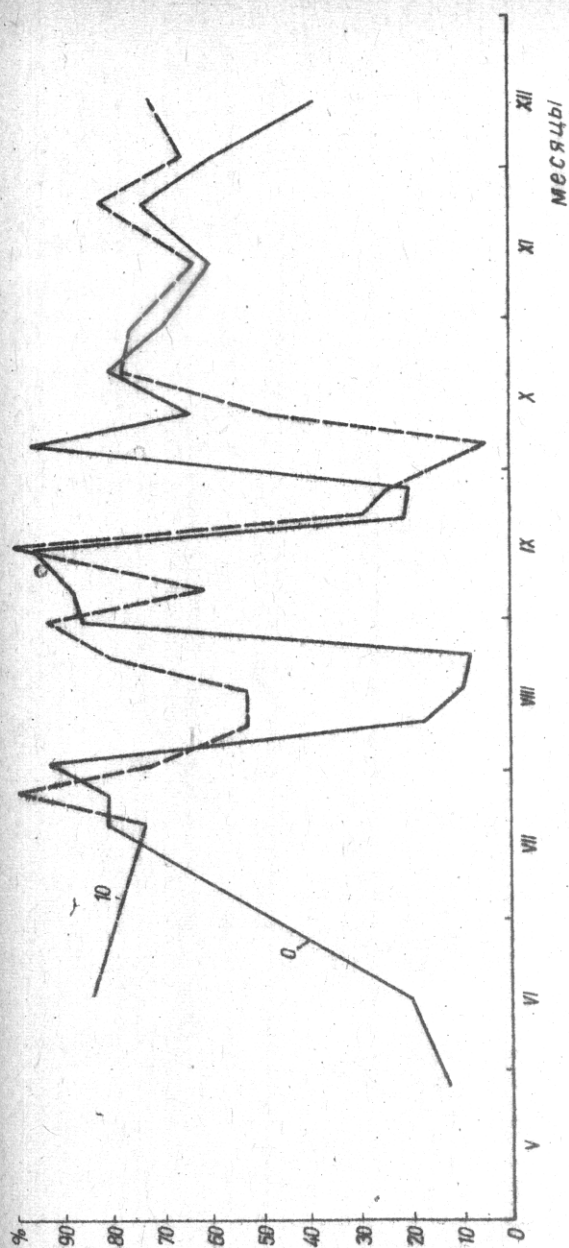


Рис.2. Процентное содержание зоопланктона в 1966 г.

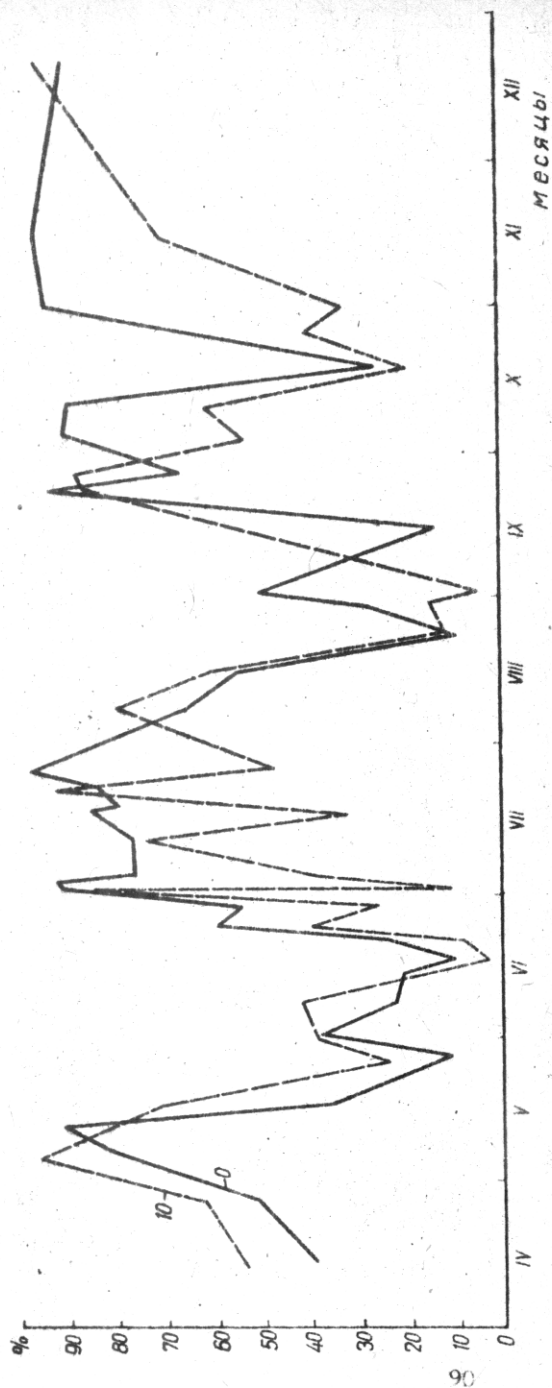


Рис.3. Процентное содержание зоопланктона в 1967 г.

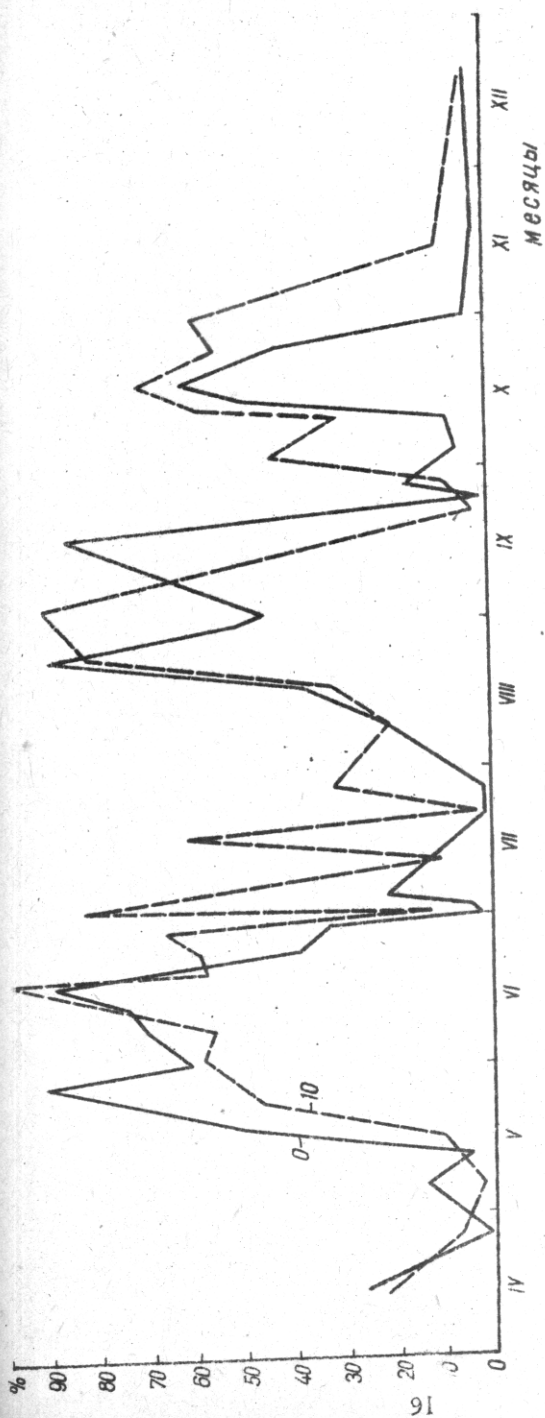


Рис. 4. Процентное содержание фитопланктона в 1967 г.

Интерпретация биологических и биохимических анализов двумя альтернативными признаками (мало - много). Горизонт

[illegible]

Примечание. 0 - мало, I - много, 0/I - в начале половини месяца мало, в конце - много;
I/0 - наоборот.

Таблица 2

Интерпретация биологических и биохимических анализов
двумя альтернативными признаками (мало - много). Горизонт 10 м

	Фитопланктон		Зола		Зоопланктон		Органические вещества		Углеводы		Белок		Калорийность		Мир	
	1966	1967	1966	1967	1966	1967	1966	1967	1966	1967	1966	1967	1966	1967	1966	1967
Ме- ся- цы																
I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
II	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
III	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
IV	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
V	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
VI	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
VII	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
VIII	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
IX	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
X	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
XI	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I
XII	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I	-----IHHIOOHHI	0/I

Примечание. Обозначения такие же, как в табл. I.

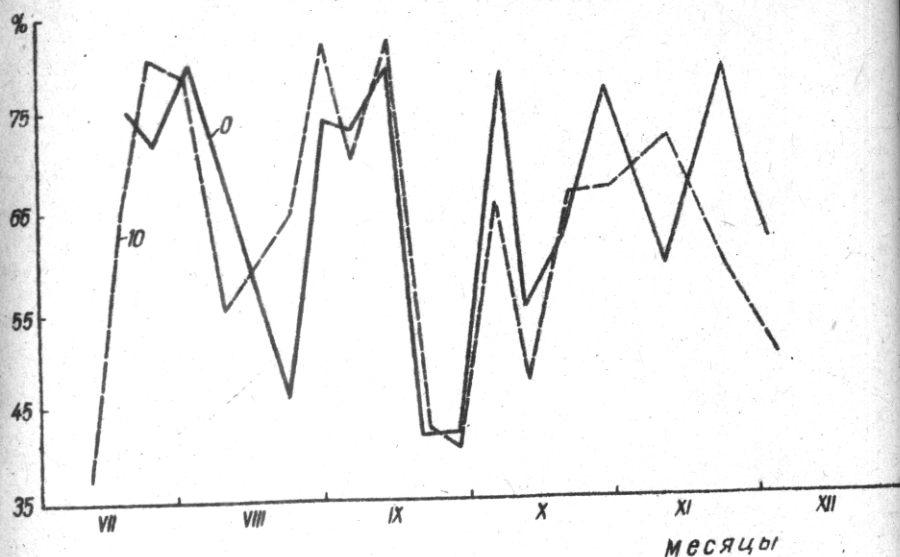


Рис.5. Процентное содержание органических веществ в планктоне в 1966 г.

преобладанием зоопланктона (90 - 92%) как с 0 м, так и с 10 м, с доминирующими организмами: *Acartia* + *Eudae*; *Acartia* + *Oithona*. Наименьшее содержание белковых веществ отмечалось в пробах, которые на 80-90% состояли из растительных организмов (*Rhizosolenia* + *Thalassionema*; *Seratiun* + *Chaetoceros* + *Serataulina*). В обоих случаях нами не обнаружено влияния видовых различий (в пределах растительных и животных группировок) на экстремальные содержания белковых веществ. По-видимому, количественное содержание белков в большей степени зависит от того, представлен ли планктон преимущественно водорослями или животными.

Жиры. Определения содержания жировых веществ в планктоне относятся преимущественно к 1966 г.

Содержание жира в пробах планктона, собранных на постоянной рейдовой точке в 1966 г., колебалось от 2,3 до 15,7% (рис.8), в 1967 г. - от 4,0 до 13,5%; в экспедиционных сборах - от 2,6 до 9% (табл.3).

Высокое содержание жира (14,1-15,7%) обнаружено как в растительном (90% *Rhizosolenia*), так и в животном планктоне (90% *Acartia* + *Oithona*). Минимальное же количество жира отмечалось

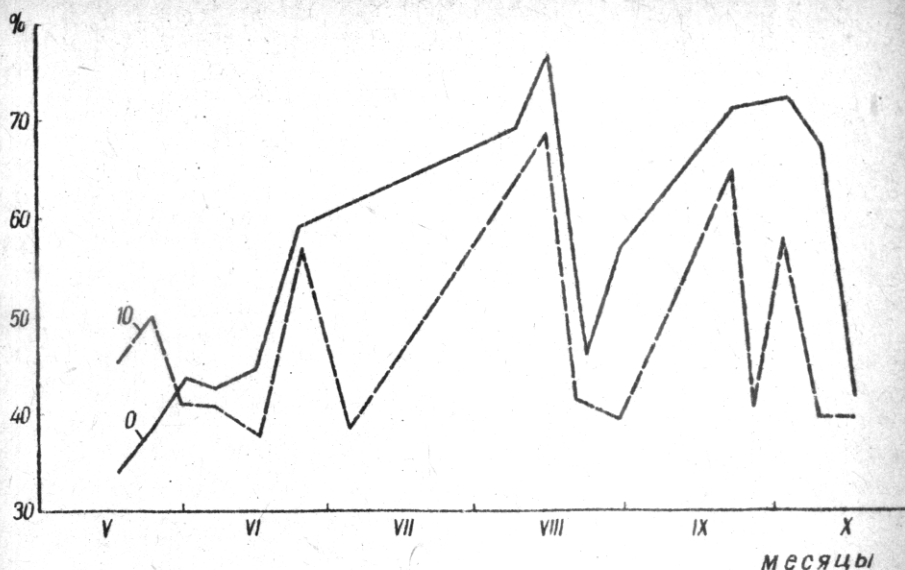


Рис.6. Процентное содержание органических веществ в планктоне в 1967 г.

при большом количестве животных (62% *Acartia* + *Oithona*) и растений (80% *Ceratium* + *Thalassionema*; 100% *Oscillatoria*) и при малом (20% зоопланктона, 30% фитопланктона), что хорошо согласуется с данными З.А.Виноградовой и др. (1962). По их данным, количество жира у диатомовых водорослей (*Rhizosolenia*, *Ch. curvisetus*) колеблется от 1,9 до 13,5%, а в зоопланктоне (*Copepoda* + *Penilia*; *Noctiluca* + *A. clausi*) - от 3,1 до 24,9%. По-видимому, по этой причине и в 1966-1967 гг. в одних случаях высокое содержание жира приходилось на большое количество фитопланктона, в других - на большое количество зоопланктона (см.табл. I и 2).

В отличие от других биохимических показателей (органические и минеральные вещества, белок, углеводы и суммарная калорийность) содержание жировых веществ в планктоне не имеет четко выраженной динамики в какой-либо одной группе организмов (см.табл. I и 2). Вероятность встречи того или иного количества жиров в планктоне показана на примере рейдовой точки в 1966-1967 гг. (см. рис. 8 и ниже уравнение Ia). Как видно из этого графика, вероятность встречи жирности планктона от 2,5 до 5,5% незна-

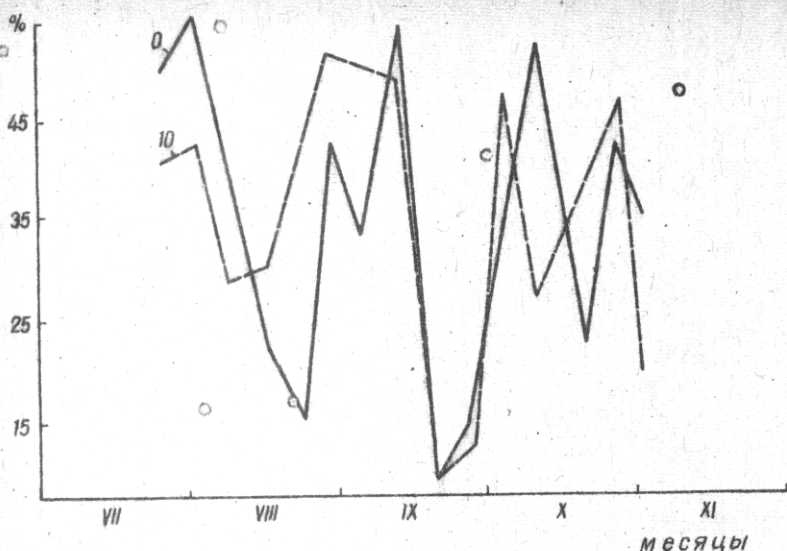


Рис.7. Процентное содержание белка в пробах тотального планктона в 1966 г.

чительная ($p = 0,24$), а вероятность встречи жирности планктона, от 10,7 до 15,7% ($p = 0,52$) вдвое больше:

$$p = \frac{\sum x_j f}{\sum x_0 f}, \quad (1a)$$

где x_0, x_1, x_j, x_n - % жирности планктона,
 f - частота встречи определенной жирности,
 p - вероятность встречи жирности.

Если сравнить вероятность встречи большого процентного содержания органических веществ в планктоне (70-85%) с вероятностью встречи большого (70-100%) количества зоопланктона или фитопланктона, то окажется, что эта вероятность не выше 0,24-0,31. Иными словами, на 52% случаев с большим содержанием жиров приходится 54% случаев с высоким содержанием фито- или зоопланктона.

Углеводы. О процентном содержании углеводов имеются данные только за 1966 г. В целом содержание углеводов составляло от 13 до 34%, т.е. было в 2,2 раза больше, чем содержание жиров, и в 0,7-1,6 раза меньше, чем белков.

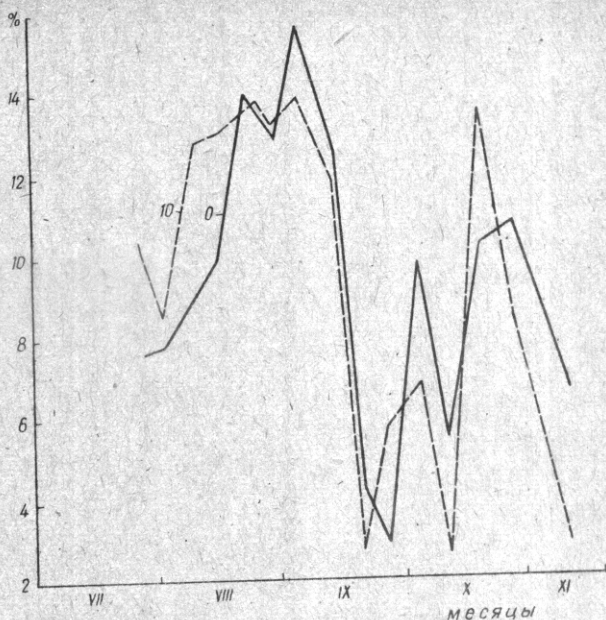


Рис.8. Процентное содержание жира в пробах тотального планктона в 1966 г.

Колебания содержания углеводов лишь отчасти согласуются с таковыми процентного содержания зоопланктона или органических веществ (см. табл. I и 2) и в какой-то степени подчинены сезонному ходу изменений этих компонентов. Наши данные хорошо согласуются с литературными (Виноградова, 1959-1962).

Суммарная калорийность планктона. По данным за 1966 г., суммарная калорийность планктона колебалась от 1,75 до 4,1 ккал/г сухого вещества, что в целом несколько выше результатов, полученных в 1960 г. для северо-западной части Черного моря (Виноградова, 1962). Сравнение этих величин с динамикой количества органических веществ и содержанием зоопланктона в пробах указывает на их тесную связь (см. табл. I и 2; рис.9), что хорошо согласуется с данными А.П.Остапеня, Н.Н.Хмелевой, Л.М.Сущени (1967) о прямой линейной зависимости, связывающей два параметра: процент органических веществ и калорийность планктона. Авторы приводят следующее уравнение:

$$y = 0,048 x + 0,327 \quad \text{при} \quad \sigma_{y/x} = 0,22 \text{ ккал/г,}$$

где y - калорийность (ккал/г),
 x - содержание органических веществ (%),
 σ - среднее квадратическое отклонение.

Таблица 3

Биологический и биохимический состав планктона Черного моря
в августе 1967 г. (в %)

№ станции	Зоопланктон	Фитопланктон	Органические вещества	Зола	Жир
3	I	99	4I	59	3,7
6	99	I	73	27	9,0
8	75	25	-	-	8,0
I4	89	5	-	-	5,9
I8	66	34	-	-	5,0
2I	I5	85	-	-	5,4
27	88	I2	64	34	7,2
29	40	58	50	50	5,9
3I	63	37	46	54	6,0
34	-	-	-	-	5,2
37	-	-	-	-	5,1
39	I4	86	-	-	6,2
42a	-	I00	77	23	3,1
42б	-	I00	86	I4	2,6

Однако следует заметить, что калорийность планктона тропической зоны океана (2,17 - 5,10 ккал/г) оказалась несколько выше таковой для северо-западной части Черного моря. Между тем из многочисленных литературных источников (Corner, 1961; Slobodkin, Richman, 1961; Остапеня, Сергеев, 1963; Paine, 1964; Богоров, 1966; Виноградова, 1967) известно, что калорийность планктона умеренных широт выше, чем в тропиках, и в среднем равна 5,6 ккал/г.

Последнее обстоятельство, по-видимому, связано с отличием результатов прямой калориметрии, которой пользовались авторы (Остапеня, Сушеня, Хмелева, 1967), и нашими данными, полученными расчетным путем. Если воспользоваться уравнением

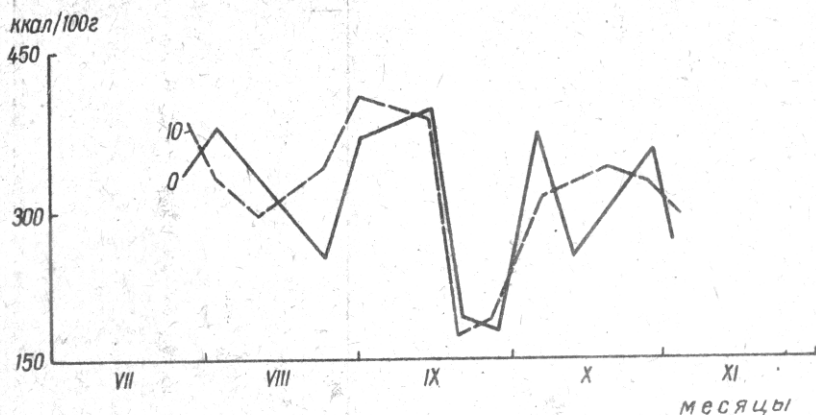


Рис.9. Суммарная калорийность тотального планктона в 1966 г.

$y = 0,0559x$ при $b_{y/x} = 0,28$ ккал/г (Остапена, 1967, Сергеев, 1963) зависимости (y) сухого вещества самых разных водных организмов средних широт от содержания органических веществ в их теле (x), то калорийность черноморского планктона при 33–84% содержания органических веществ составит 1,84 – 4,70 ккал/г, что не ниже таковой для тропиков. Если бы в 1966–1967 гг. в северо-западной части Черного моря количество органических веществ достигало 97%, как в работе А.П.Остапена, Л.М.Сушени и Н.Н.Хмелевой (1967), то калорийность черноморского планктона превосходила бы таковую тропиков и составила бы 5,42 ккал/г. Выведенное нами уравнение линейной зависимости между количеством органических веществ и калорийностью планктона, по данным за 1966 г., имеет такой вид: $y = 5x - 10$. Полученные экспериментальным путем точки по определению калорийности планктона этого года очень хорошо укладываются вдоль прямой, описываемой этим уравнением (рис.10).

Использование математического и статистического анализов и, в частности, степенных рядов первого, второго и т.д. порядков, а также частной корреляции с 2–3 и более параметрами заслуживает пристального внимания и несомненно является прогрессивным методом исследований.

Установление взаимообусловленности явлений позволяет обнаружить многие скрытые в огромном потоке эмпирических данных закономерности и, что самое важное, определить коэффициенты или уравнения перехода одного параметра к другому. Последнее осо-

бенно необходимо там, где имеется пробел в биохимической или биологической информации (например, в нашей работе биологических анализов 170, а по каждому параметру от 28 до 58). Нас прежде всего интересовала зависимость между количеством органического вещества $f(x)$ и содержанием зоопланктона $x(n)$ в одном и том же участке водоема.

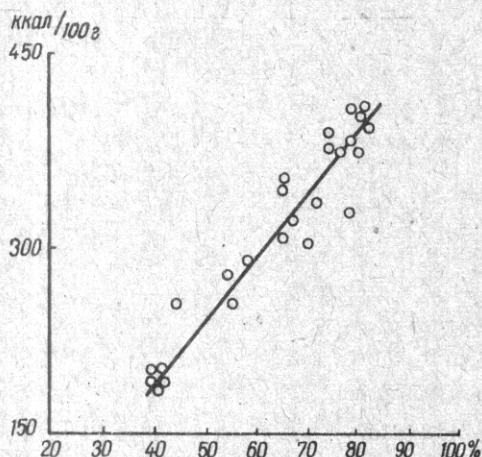


Рис. 10. Корреляция органического вещества и калорийности планктона в 1966 г.

Сопоставление биохимических и биологических данных как будто указывает на тесную взаимосвязь между этими двумя параметрами. Для аналитического выражения функциональной зависимости между этими величинами было применено уравнение Маклорена для разложения функции $f(x)$ в степенной ряд:

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n.$$

Два уравнения решены способом наименьших квадратов:

$$f(x) = a_0 + a_1 x;$$

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$$

и одно — методом приближенных вычислений:

$$f(x) = e^{kx}.$$

После нахождения соответствующих коэффициентов эти уравнения приняли такой вид:

$$f(x) = 37 + 0,39x; \quad (2)$$

$$f(x) = 40 - 0,053x + 0,005x^2; \quad (3)$$

$$f(x) = 39 + e^{0,0379x}. \quad (4)$$

Наилучшее распределение вариант наблюдается вдоль кривой уравнения (3) при $\sigma_{y/x} = 12\%$ органических веществ. Линии уравнений (2 и 4) расположились вдоль верхнего и нижнего поля вариантов.

Корреляционная зависимость между жирностью планктона $f(x)$ и процентным содержанием биомассы растительного и животного планктона (x_n) в пробах лучше всего описывается уравнением

$$f(x) = \frac{3}{2} \left(e^{0,141 \frac{x_n - 50}{3}} + e^{-0,141 \frac{x_n - 50}{3}} \right). \quad (5)$$

Кривая, построенная по уравнению (5), достаточно хорошо приближается к экспериментальным данным, особенно ее левая часть.

В результате анализа была обнаружена интересная закономерность в изменении жирности планктона от количества составляющих его растительных и животных компонентов. Оказалось, что жирность растет не только при увеличении зоопланктона, но и при увеличении фитопланктона.

В работе З.А. Виноградовой и др. (1962) приведены аналитические данные по жирности некоторых видов диатомовых водорослей (*Chaetoceros curvisetus*, *Ch. socialis*, *Rhizosolenia*, *Th. nitzschoides*), где указывается, что жирность их может колебаться от 1,93 до 13,51%. Следовательно, и на материале 1960 г. по планктону северо-западной части Черного моря правильность наших выводов подтверждается.

Корреляция содержания жира $f(x)$ и органического вещества (x_n) (рис. II) также должна описываться уравнением, близким к уравнению (5), но с другими коэффициентами. Наиболее близка к экспериментальным данным правая ветвь параболы, заданной уравнением

$$f(x) = 3,3 + e^{0,0395(x_n - 40)}. \quad (6)$$

Группы точек А, В, С, находящиеся вблизи левой ветви параболы, также подчинены определенной закономерности.

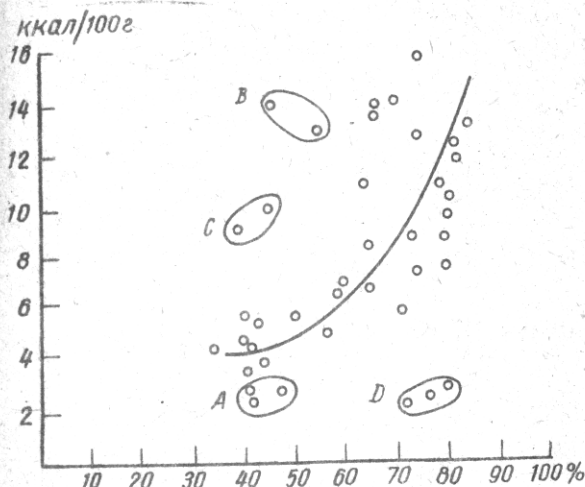


Рис. II. Корреляция содержания жира и органического вещества в планктоне в 1966-1967 гг.

Обозначим x и y каждой из групп точек (рис. II) альтернативными признаками (M - много, B - мало) и определим коэффициент корреляции по уравнению

$$\Gamma_{AB} = \frac{M_{ax} \cdot B_{by} - M_{bx} \cdot M_{ay}}{\sqrt{(M_{ax} + M_{bx})(B_{by} + M_{ay})(M_{ax} + M_{ay})(B_{by} + M_{bx})}}, \quad (7)$$

откуда $\Gamma_{AB} = 0,25$.

Таким же путем находим коэффициенты: $\Gamma_{AD} = -0,06$ и $\Gamma_{BD} = -0,32$. Произведем оценку полученных результатов:

Γ_{AB} - при малом проценте органических веществ (x), но преобладании диатомовых водорослей в пробах (80% биомассы) процент жира (y) в точке B может быть высоким;

Γ_{AD} - при большом x и преобладании синезеленых водорослей (более 95%) в точке D может наблюдаться только очень низкий процент жира;

Γ_{BD} - при большом и малом x , y пары точек B и D и разном систематическом составе планктона может наблюдаться достаточно тесная, но обратная взаимосвязь.

Содержание органических веществ в сухом веществе планктона не может быть больше или меньше некоторых чисел x_i и x_j , а содержание жира - некоторых чисел y_j и y_i . Следовательно, колебание жирности планктона происходит на числовом поле (x_i -

- x_j) и ($y_i - y_j$). Несомненно, между биохимическими параметрами такого поля существует определенная взаимосвязь. Но так как планктон морей состоит из организмов разного систематического происхождения, которые располагаются не хаотично, а только в определенных участках заданного поля, то все это качественное многообразие не укладывается вдоль одной линии, связывающей два признака. Кроме того, жиры являются главным источником энергетических затрат, поэтому определенному количеству органических веществ будет соответствовать несколько значений жирности (или энергетических уровней организмов планктона), т.е. будет отмечаться неполная взаимообусловленность явлений.

Таким образом, содержание жира не прямо пропорционально количеству растений и животных или количеству органических веществ, а существует гораздо более сложная связь жизнедеятельности и систематической принадлежности организмов, двух качеств, которые пока еще не нашли количественного выражения.

Итак, на основании анализа исследованных материалов было установлено, что такие параметры, как количество зоопланктона, фитопланктона, зола, органические вещества, белок и калорийность, имели сезонные колебания, сходные по частоте и направлению. Напротив, углеводы и особенно жиры не имели четкой картины динамики, сходной с таковой зоопланктона или фитопланктона.

Количество органических веществ хорошо коррелирует с количеством животного планктона и обнаруживает почти линейную зависимость. Количество белков в основном зависело от количества зоопланктона.

Калорийность очень четко коррелировала с органическим веществом планктона. Корреляция жира, органического вещества и зоопланктона была достаточно выраженной. Часть точек по причине статистического разброса, большой биологической неоднородности планктона и разного энергетического запаса организмов вышла за пределы линии корреляции.

В целом разложение функций $f(x, y, z$ и т.д.) в степенной ряд позволило составить ряд уравнений, выражающих биологические параметры через биохимические.

Л и т е р а т у р а

- Барашков Г. К. Химия водорослей. М., 1963.
Богоров В. Г. Географическое изменение жирности планктона в океане. - ИАН СССР, 134, 6, 1960.

Вернадский В. И. Биогеохимические очерки. М.-Л., 1940.

Виноградов А. П. Химический состав морского планктона. - Тр. ВНИРО, 7, 1938.

Виноградова З. А. Сравнительная характеристика содержания витамина А в печени рыб Черного моря. - В кн.: Витамины. Изд-во АН УССР, К., 1953.

Виноградова З. А. Биохимическое изучение черноморских беспозвоночных в связи с некоторыми вопросами их-тиологии и гидробиологии. - Тез. III эколог. конфер., 2. К., 1954.

Виноградова З. А. К познанию химического состава кормовых организмов и рыб Черного моря. - Тр. по фи-зиол. рыб. М., 1956.

Виноградова З. А. Биохимический состав планктона Черного моря. - ДАН СССР, 116, 4, 1957.

Виноградова З. А. Биохимические показатели кормовой ценности планктона северо-западной части Черного моря для промысловых рыб в 1954-57 гг. - Тез. докл. научн. сессии Ин-та гидробиол. АН УССР. Одесса, 1958.

Виноградова З. А. Біохімічний склад планктону північно-західної частини Чорного моря. - Наук. зап. Одеськ. біол. ст., I, 1959.

Виноградова З. А. Динаміка біохімічного складу і калорійності планктону Чорного моря в сезонному та географічному аспектах. - Наук. зап. Одеськ. біол. ст., 2, 1960.

Виноградова З. А. Особливості біохімічного складу та калорійності фіто- і зоопланктону північно-західної частини Чорного моря в 1955-59 рр. - Наук. зап. Одеськ. біол. ст., 3, 1961.

Виноградова З. А. Значение географической изменчивости биохимического состава морского планктона в познании экологических особенностей планктонных организмов. - В кн.: Вопросы экологии. "Вышая школа", М., 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. — В кн.: Экология и физиология синезеленых водорослей. "Наука", М.—Л., 1965.

Виноградова З. А. Биохимический состав антарктического планктона. — В кн.: Биохимия морских организмов. "Наукова думка", К., 1967.

Виноградова З. А. К биологии планктона экваториальной Атлантики. — В кн.: Биохимия морских организмов. "Наукова думка", К., 1967.

Виноградова З. А., Ковальский В. В. К изучению химического элементарного состава черноморского планктона. — ДАН СССР, 147, 6, 1962.

Виноградова З. А., Ковбасюк О. С., Кривошей Е. Е., Лисовська В. І., Мазуренко З. А. Біохімічний склад та калорійність фіто-і зоопланктону Чорного моря. — Наук. зап. Одеськ. біол. ст., 4, 1962.

Виноградова З. А., Анцупова Л. В. Индивидуальная вариабильность жиронакопления в морских веслоногих рачках. — В кн.: Биохимия морских организмов. "Наукова думка", К., 1967.

Кизеветтер И. В. О кормовой ценности планктона Охотского и Японского морей. — ТИНРО, 39, 1954.

Костылев Э. Ф. К изучению сезонных изменений биохимического состава гипонейстона северо-западной части Черного моря. — В кн.: Вопросы гидробиологии. М., 1965.

Костылев Э. Ф. Биохимический состав гипонейстона северо-западной части Черного моря. — В кн.: Биохимия морских организмов. "Наукова думка", К., 1967.

Остапеня А. П., Сергеев А. И. Калорийность сухого вещества кормовых водных беспозвоночных. — Вопр. ихтиол., 3, 1, 1963.

Остапеня А. П., Сущеня Л. М., Хмелева Н. Н. Калорийность планктона тропической зоны океана. — Океанология, 7, 6, 1967.

Петипа Т. С. Суточный ритм расхода и накопления жира у *Calanus helgolandicus* в Черном море. — ДАН СССР, 156, 6, 1964.

Цхомелидзе О. И. К биохимическому составу планктона восточной части Черного моря. — Сообщ. АН ГрузССР, 21, 2, 1958.

S l o b o d k i n L.B., R i c h m a n S. Calories /gr
in species of Animal. - Nature, 191, 4785, 1961.

C o r n e r E.D.S. On the nutrition and metabolism of zoo-
plancton. - J. Mar. biol. Assoc. U.K., 41, I, 1961.

P a i n e R.T. Ash and caloric determination of sponge
) and opisthobranch tissue. - Ecology, 40, 2, 1964.

ИЗМЕНЕНИЯ БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ГИПОНЕЙСТОНА В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД

Э.Ф. Костылев

В силу периодической смены гидрологических условий при-
поверхностного слоя, а также особенностей биологических циклов
его обитателей в развитии гипонейстонного комплекса организмов
отмечается четкая сезонная динамика (Зайцев, 1964; Закутский,
1966). При этом изменяется не только видовой состав гипонейсто-
на, но и количественные соотношения между отдельными видами и
группами организмов, что влияет на биохимический состав гипо-
нейстона в целом (Костылев, 1964-1967).

Гипонейстон как теплолюбивый комплекс достигает максимаь-
ного развития в теплое время года (Зайцев, 1964), поэтому объек-
том нашего исследования явился летне-осенний гипонейстон севе-
ро-западной части Черного моря. Материал и методика исследова-
ний описывались нами ранее (Костылев, 1966, и др.).

Летние пробы гипонейстона состояли главным образом из
мелких планктонных ракообразных (Cladocera, Copepoda и др.),
их науплиальных и копеподитных стадий, личинок донных беспозво-
ночных, простейших, яиц рыб (хамсы, ставриды и др.). В осенних
пробах яйца рыб исчезли. В конце лета в связи с окончанием ги-
понейстонного периода жизни личинок многих ракообразных, мол-
люсков и полихет численность их в осенних пробах значительно
сократилась, возрос удельный вес фитоформ. В октябре отмечалось
"цветение" воды, вызванное развитием диатомовых водорослей, что
сказалось на составе тотальных проб.

С о д е р ж а н и е с у х и х в е щ е с т в в гипо-
нейстоне от лета к осени 1963 г. возрастало (см. табл. I).

Наименьшее содержание сухих веществ было в июльских про-
бах гипонейстона, которые состояли главным образом из Clado-
сера (отличающихся малым содержанием сухих веществ). В этом
же месяце отмечается и минимальная для всего периода исследо-