

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОБЛЕМЫ МОРСКОЙ БИОЛОГИИ

К СТОЛЕТИЮ ИНСТИТУТА
БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«НАУКОВА ДУМКА»

КИЕВ — 1971

of an organism. Just this is the reason for a higher content of fat in the body of horse mackerel in comparison with scorpaena (10—15% and 1—2% respectively) and greater fluctuations of fat content during the annual cycle in the former.

Active and passive fishes differ not only in the quantity of fat, but also in its qualitative composition. Among the fats of horse mackerel readily reactive triglycerides dominate, while in scorpaena phospholipids and cholesterol ethers prevail. The fats of active fishes are more unsaturated and, consequently, have a higher reactivity than those of passive species. Horse mackerel in comparison with scorpaena exhibits an increased content of polyunsaturated fatty acids, predominantly of hexoenoic acid playing the most active part in metabolism.

In active fishes fat content considerably exceeds that of glycogen, whereas in passive ones this excess is far less pronounced. When swimming in a hydrodynamic pipe at cruising speed horse mackerel expends more than a half its store of glycogen during first 15 minutes after which fat becomes the dominant source of energy. In the muscular tissues of horse mackerel there is much greater content of lactate, ATP and creatinphosphate than in the muscles of scorpaena.

An elevated rate of energetical and plastic metabolism in active fishes requires intensified functioning of circulatory system. Indeed, active fishes possess an increased content of a highly reactive albumen fraction in serum proteins as well as a higher concentration of sugar, lactate, phosphoric compounds.

It should be apparent that the difference between active and passive species are not confined to the mentioned features. These features, however, clearly show that in the course of physiological and biochemical divergence of fishes their increased activity leads to the reorganization and extreme intensification of metabolism and affects the most various aspects of the latter. This surely indicates the fact that during physiological and biochemical divergence organisms respond to the changes in ecological conditions as integral systems wherein changes in any component part inevitably result in the reorganization of elements and, consequently, of the whole system.

БИОХИМИЯ МОРЯ

З. А. Виноградова

Биохимия, являясь одной из важнейших отраслей современной биологии, все возрастающими темпами проникает и в область познания биологических, химических и геологических процессов, происходящих в Мировом океане.

Хотя биохимическое изучение организмов южных морей было начато около 30 лет назад [1], наиболее интенсивные исследования осуществлены в период 1947—1970 гг. [1—5].

В настоящее время накоплен значительный объем научной фактической информации о биохимическом составе и его динамике, особенно в морском планктоне, в сезонном, географическом и экологическом аспектах и установлены закономерности изменчивости биохимического состава морских организмов [1—8].

Развиваемое в настоящее время отделом биохимии ИнБЮМ экологическое направление морских биохимических исследований, являясь неотъемлемой частью общей биохимии, имеет своей основной задачей изучение биохимических адаптаций морских организмов к изменяющимся экологическим условиям (абиотическим и биотическим) [6, 7].

Результаты этих исследований приобретают важное значение в решении проблем сравнительной и эволюционной биохимии [8], биопродуктивности Мирового океана [9], биогеохимии океанического планктона [10], биохимических аспектов формирования углеводородных фракций масел современных морских осадков [11], в выяснении состава органического вещества осадков Мирового океана [12] и ряда других проблем биологии, химии и геологии Мирового океана [26].

В результате изучения некоторых компонентов органического и неорганического состава тотального планктона и его отдельных массовых видов в Черном, Азовском и Каспийском морях, в экваториальной Атлантике и в Антарктике [4, 5] получены данные, показывающие сходные и отличительные биохимические признаки, присущие отдельным видам, родам, семействам и отрядам фито- и зоопланктона. Изучено количественное (суммарное) содержание органических и минеральных веществ, липидов, белковых веществ, аминокислот (свободных и связанных), стерина — провитамина Д и холестерина, пигментов (хлорофиллов, каротина и ксантофиллов), а также их химический элементарный состав.

Установлено, что в животных формах планктона преобладает холестерин, а в растительных — провитамины Д. Учитывая это, данные количественного содержания и соотношения провитаминов Д и холестерина в тотальном планктоне можно использовать в качестве критерия для установления в нем удельного веса фито- и зооформ [5].

Нашими многолетними исследованиями установлена поразительная сопряженность сезонных ритмов интенсивного развития морского планктона с его высокими кормовыми показателями (по общей калорийности, содержанию жира и белковых веществ) и с периодами повышения количества белковых веществ и жира у планктоноядных животных — крупных беспозвоночных и рыб. Выявлены два максимума в содержании органических веществ в планктоне и в планктоноядных организмах Черного моря [5, 7].

Установлено также, что общие запасы жира, его локализация и характер связи липидов со структурными компонентами состава тела морских веслоногих рачков, совершающих вертикальные миграции и не совершающих таковые, обнаруживают между собой существенные различия [7, 14].

Изучение индивидуальной вариабельности жиронакопления у *Calanus helgolandicus*, выловленных на различных глубинах

и в разное время года, показало чрезвычайно большую разнокачественность рачков по степени жирности, что дало основание нам высказать предположение о том, что *C. helgolandicus* (рачки V стадии и взрослые особи) в Черном море не имеют четко выраженного состояния диапаузы, характерной для *C. finmarchicus* и *C. glacialis* в северной Атлантике [15]. По имеющимся данным [16], суточные колебания жира у *C. helgolandicus* в Черном море происходят в основном у особей, совершающих вертикальные миграции. Липиды веслоногих рачков *C. helgolandicus*, *Pontella mediterranea*, *Acartia clausi*, диатомовых водорослей *Rhizosolenia calcar avis*, перидиниевых водорослей *Ceratium* (смесь *C. tripos*, *C. fusus* и *C. furca*), оболочников *Ciona intestinalis* и иглокожих *Amphiura stepanovi*, собранных нами в Черном море, показали большую гетерогенность (липиды разделены методом тонкослойной хроматографии на составляющие классы и идентифицированы А. Г. Мелиховой в нашей лаборатории). В составе липидов перечисленных видов обнаружены фосфолипиды, холестерин, свободные жирные кислоты, триглицериды, эфиры стерина и неидентифицированные углеводороды. Моно- и диглицериды обнаружены не у всех изученных видов.

Показано, что фосфолипиды составляют от 15 до 45% общих липидов, и существенной разницы между фито- и зоопланктоном в количественном содержании фосфолипидов не обнаружено. У *Calanus helgolandicus* установлено наиболее высокое содержание эфиров, которое составляет около 30% общих липидов. По имеющимся данным [21], у *Neomysis integer* наибольший процент липидов также приходится на фосфолипиды (до 50%).

Изучение свободных и белковых аминокислот черноморского планктона показало большое сходство в наборе аминокислот у фито- и зоопланктона, что свидетельствует о кормовой полноценности фитопланктона по аминокислотному составу. Существенные различия наблюдаются в количественном содержании отдельных аминокислот [17].

Выявлены особенности содержания и сезонные колебания количества стерина — провитамина Д и холестерина — в тотальном планктоне Черного моря и в планктоноядных рыбах [18, 19].

О важности биохимического изучения морских организмов свидетельствуют весьма интенсивные исследования, выполненные в различных районах Мирового океана рядом зарубежных авторов [21—25].

Между битуминозностью донных отложений и распределением биомассы планктона в поверхностных водах наблюдается достаточно четкая, прямая связь. Аналогичная связь проявляется и между распределением липидной фракции планктона и битуминозностью осадков, что подтверждает положение о ведущей роли липидов планктонных организмов в генерации битуминозных компонентов донных отложений. Намечается также

соответствие между обилием планктонных организмов и концентрацией органического вещества в донных отложениях открытых районов Мирового океана. Липидная фракция планктона, будучи относительно стабильной, довольно четко отображает в осадках общую картину своего распределения в планктоне [10].

Эти и другие [11] данные еще раз подтверждают исключительную важность детального, всестороннего изучения липидов и других компонентов биохимического состава морского и океанского планктона.

Как отмечают [13], «изучение процессов биологической продуктивности, трансформации органических веществ в Океане, использование этих последних в лечебных и технических целях, наконец, особенности метаболизма глубоководной фауны (жизнь без света, без растений и при высоком давлении) требуют развития биохимических исследований» (стр. 793).

Тесная диалектически неразрывная связь между организмами и окружающей водной средой в Мировом океане обуславливает необходимость синхронного изучения биохимии организмов и химии воды; только такой подход позволит приблизиться к познанию основных закономерностей биохимии моря, что, в свою очередь, будет способствовать решению теоретических и практических вопросов, связанных с использованием органических и минеральных ресурсов морей и океанов.

Учитывая современное состояние биохимии моря и исходя из основных наметившихся направлений биохимического изучения морей и океанов, следует подчеркнуть первоочередную важность разработки следующих проблем:

1) всестороннее биохимическое изучение организмов эпипелагиали (0—200 м) сравнительно с глубоководными животными, что имеет важное значение для понимания многих особенностей существования и метаболизма глубоководной фауны;

2) изучение динамики биохимических компонентов тела морских организмов и их прижизненных выделений (метаболитов), а также растворенных органических и неорганических компонентов в воде морей и океанов, что имеет важное значение для познания биологических, химических и геологических процессов в Мировом океане;

3) биохимическое изучение детрита, особенно соотношений в нем между основными компонентами химического состава и форм их нахождения по вертикали Мирового океана;

4) сравнительное изучение биохимии современных и ископаемых организмов и остатков скелетных частей их тела;

5) изучение путей обеспечения глубоководных животных витаминами, трансформации и происхождения последних в морских организмах на разных трофических и эволюционных уровнях в связи с их экологией.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова З. А. — В кн.: Биол. исслед. Черного моря и его промысл. ресурсов. «Наука», 1968.
2. Виноградова З. А. — В кн.: Витамин А в печени рыб Черного моря. Изд-во АН УССР, К., 1957.
3. Виноградова З. А. — Океанология, 4, 2, 1964.
4. Виноградова З. А. — Биохимия морских организмов. «Наукова думка», К., 1967.
5. Виноградова З. А. — В кн.: Биология северо-западной части Черного моря. «Наукова думка», К., 1967.
6. Виноградова З. А. — Гидробиол. журн., 5, 1968.
7. Виноградова З. А. — В кн.: Биоокеанограф. исслед. южных морей. «Наукова думка», К., 1969.
8. Виноградова З. А. — Вопр. эволюции и сравнительной витаминологии. Матер. симпоз. К., 1968.
9. Богоров В. Г. Основные проблемы океанологии. «Наука», М., 1968.
10. Богоров В. Г., Бордовский О. К., Виноградов М. Е. — Океанология, 6, 2, 1966.
11. Смирнов Б. А. — Океанология, 9, 5, 1969.
12. Романкевич Е. А., Артемьев В. Е. — Океанология, 9, 5, 1969.
13. Зенкевич Л. А. и др. — Океанология, 8, 5, 1968.
14. Виноградова З. А. — В кн.: Биол. проблемы океанографии южных морей. «Наукова думка», К., 1969.
15. Сушкина А. П. — Тр. ВНИРО, 46, 1, 1962.
16. Петипа Т. С. — ДАН СССР, 156, 6, 1964.
17. Степанюк И. А. — В кн.: Биол. проблемы океанографии южных морей. «Наукова думка», К., 1969.
18. Кандюк Р. П. — В кн.: Биол. проблемы океанографии южных морей. «Наукова думка», К., 1969.
19. Лисовская В. И. — В кн.: Биол. проблемы океанографии южных морей. «Наукова думка», К., 1969.
20. Петкевич Т. А. — В кн.: Биол. проблемы океанографии южных морей. «Наукова думка», К., 1969.
21. Raymont J. E. G., Austin J., Linford E. — Journ. mar. biol. Ass. U. K., 48, 3, 1968.
22. Raymont J. E. G., Austin J., Linford E. — Deep Sea Research, 14, 1, 1967.
23. Makoto Omori. — Marine biology, 3, 1, 1969.
24. Corner E. D. S., Cowey C. B. — Biol. Rev., 43, 4, 1968.
25. Raymont J. E. G. Srinivasagan and Raymont J. K. B. — Deep Sea Res., 16, 2, 1969.
26. Brongersma-Sanders M. — Koninkl. Nederl. Akad. Van Wetenschappen Amster. Ser. B, 70, 1, 1967.

MARINE BIOCHEMISTRY

Z. A. VINOGRADOVA

Summary

Although a study of biochemical composition of organisms was begun about 30 years ago [1], the most intensive researches were carried out within the period of 1947—1970 [1—5].

At the present time a considerable body of scientific information is available

concerning biochemical composition and its dynamics, particularly, in marine plankton in seasonal, geographical and ecological aspects. Certain trends as to the variation in biochemical composition of marine organisms are established [1—8].

In recent years a successful development of an ecological trend in marine biochemical investigations at the Odessa Branch of the Institute of Biology of Southern Seas has become an integral part of general biochemistry. Its main aim is a study of biochemical adaptations of marine organisms to changing ecological conditions (abiotic and biotic) [6, 7].

The results of these investigations assume great importance in the light of solving problems in comparative and evolutionary biochemistry [8], bioproduction of the Ocean [9], biogeochemistry of oceanic plankton [10], biochemical aspects of the formation of hydrocarbon oil fractions in the recent Ocean deposits [11], in elucidation of organic matter composition in the Ocean deposits [12], and a number of other problems of biology, chemistry and geology of the Ocean [26].

As a result of a study of some components of the organic and inorganic composition of total plankton and certain mass species in the Black, Azov and Caspian Seas, in the equatorial part of the Atlantic Ocean and the Antarctic [4, 5] data are obtained showing similar and distinct biochemical features pertaining to certain species, genera, families and orders of phyto- and zooplankton. The qualitative (total) content of organic and mineral substances, lipids, proteins, amino acids (free and bound), sterols — provitamins D and cholesterol, pigments (chlorophylls, carotenes and xanthophylls) as well as their chemical elementary composition were studied.

It is established that cholesterol predominates in animal forms of plankton; provitamins D — in plant ones. Taking this into consideration, data on the qualitative content and ratio of provitamins D and cholesterol in total plankton may be used as a criterion for establishing the specific weight of phyto- and zooforms [5].

Our long-term investigations helped to establish a striking affinity of seasonal rhythms and intensive development of marine plankton having a high food value (in terms of caloric content, composition of lipids and proteins) to periods of a rise in the amount of protein substances and lipids in plankton feeding animals, e. g. large invertebrates and fishes. Two maxima are revealed in the organic content of the Black Sea plankton and plankton feeding organisms [5, 7].

It is also shown that fat reserves, its localization and nature of lipid bound with structural components in marine Copepoda which do or do not migrate vertically differ significantly [7, 14].

The following problems are advanced: 1) a complete biochemical study of organisms of the epipelagic zone (0—200 m) in comparison to deep-sea organisms, which is of importance for understanding many peculiarities in existence and metabolism of these organisms; 2) a study of dynamics in biochemical components of marine organisms and their metabolites as well in soluble organic and inorganic components of sea and ocean water, which is of importance for studying biological, chemical and geological processes in the Ocean; 3) a biochemical study of detritus, especially the proportion of the main bioche-

mical constituents in it and forms of their finding along the vertical in the World ocean; 4) a comparative biochemical study of modern and fossil organisms, and remains of skeletal parts of their bodies; 5) an investigation of means for providing, transformation and origin of vitamins in marine organisms at different trophical and evolutionary levels in connection with their ecology.

РОСТОВЫЕ ФАКТОРЫ ВИТАМИННОЙ ПРИРОДЫ В ЧЕРНОМ И СРЕДИЗЕМНОМ МОРЯХ

А. Т. Супрунов

Работы по витаминам, растворенным в морской воде, были начаты на Севастопольской биологической станции АН СССР в 1962 г. В то время уже было известно, что многие планктонные водоросли, выращенные в аксенических культурах, нуждаются в некоторых органических факторах роста — витаминах группы В, присутствующих в морской воде [1]. Среди последних особое внимание исследователей привлекал витамин В₁₂, необходимый примерно 80% изученных в этом смысле водорослей. При его отсутствии в среде такие водоросли продолжали некоторое время расти за счет собственных витаминных запасов, затем их рост резко ослаблялся и полностью прекращался. Можно было предполагать, что этот витамин является одним из важных параметров среды, регулирующих продуктивность фитопланктона.

Свои работы по витамину В₁₂ мы начали с регулярных наблюдений за его содержанием в воде Севастопольской бухты с помощью методики, разработанной ранее [2]. Во время наблюдений содержание витамина в воде бухты колебалось в пределах 0,42—3,14 нг ¹/л. Наиболее высокие концентрации витамина были отмечены зимой, минимальные — в весенние месяцы. Проведенные на протяжении года наблюдения показали, что между содержанием витамина и размножением отдельных видов водорослей существовала определенная связь. Интенсивная вегетация одних организмов, таких как *Skeletonema costatum* и *Chaetoceros curvisetus*, происходила только после некоторого накопления витамина в воде, другие организмы, такие как *Thalassionema nitzschioides* и *Euxoiaella cordata*, начинали усиленно размножаться тогда, когда содержание витамина в воде было относительно низким. Обнаруженная связь указывала на то, что этот витамин, по-видимому, является одним из факторов, контролирующих размножение некоторых видов фитопланктона [3]. К аналогичному выводу пришли и другие авторы [4], которые после изучения содержания витамина В₁₂ в Саргассовом море установили, что ауксотрофные в отношении этого витамина диатомовые встре-

¹ нг = 10⁻⁹г.