

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР

Институт биологии южных морей  
им. А.О. Ковалевского

ВОПРОСЫ ПРОДУКЦИОННОЙ, САНИТАРНОЙ  
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ГИДРОБИОЛОГИИ ЮЖНЫХ  
МОРЕЙ

Институт  
биологии южных морей  
БИБЛИОТЕКА

23722

Издательство "Наукова думка"  
Киев - 1971

З. А. ВИНОГРАДОВА

## БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

Коллектив отдела биохимии в 1966-1970 гг. проводил исследования по разделу "Биохимические аспекты биологической структуры и продуктивности южных морей" в рамках темы "Продуктивность биологических систем в южных морях", под руководством автора этого доклада.

Основными исполнителями работ были: З.А.Виноградова, Р.П.Кандюк, Т.А.Петкович, Э.Ф.Костылев, А.Г.Руденко, И.А.Степанюк, Г.М.Коган, В.В.Денисенко, Л.В.Анцупова, В.И.Лисовская, А.С.Федягин, В.К.Головенко, Н.З.Еремина, Нгуен Ким Хунг.

Основные задачи исследований:

1. Изучение вопросов трансформации веществ морскими организмами на разных гетеротрофных уровнях.
2. Изучение сезонной, межгодовой и географической изменчивости биохимического состава и биохимических механизмов превращения веществ в организмах в целях получения динамической характеристики массовых видов по химическим признакам.
3. Изучение пространственных закономерностей изменчивости биохимического состава организмов планктона и бентоса.
4. Разработка основ биохимического районирования морей.

Сравнительно-географический подход к изучению биохимических признаков на разных трофических и эволюционных уровнях осуществлялся путем получения материалов из Черного, Азовского и Каспийского морей, Экваториальной Атлантики, Антарктики и Тихого океана. Исследовались: морские бактерии, фито- и зоопланктон, донные беспозвоночные и рыбы. Общее количество впервые изученных в той или иной степени видов достигает 106. Однако, основным объектом изучения был морской планктон.

Биохимическое изучение морского и океанского планк-

тона приобретает актуальность также и в аспекте изучения экологических систем пелагиали. Изменчивость количественных соотношений растительных и животных форм в пелагиали различных районов океана проявляется также в биохимическом составе тотального планктона, поэтому чрезвычайно важно синхронное изучение компонентов биохимического состава планктона и распределение массы его живого вещества во всей толще воды, населенной планктоном.

За отчетный период в ходе исследований в отделе биохимии ИнБЮМа оформилось приоритетное научное направление в биохимии и биоокеанографии, названное **экологической биохимией морских организмов**.

Теоретические аспекты проблем экологической биохимии морских организмов сформулированы в ряде работ [1-5].

В исследованиях использованы современные методы анализа, в частности, для определения:

1. Микроэлементов – эмиссионный спектральный анализ.
2. Белковых веществ – микро-Кельвиль и Лоури.
3. Аминокислот свободных и связанных – методы распределительной хроматографии на бумаге и препаративной хроматографии на тонком слое.
4. Липидов – метод Сокслета в модификации З.А. Виноградовой, по Фолчу в модификации Дайера [6].
5. Классов липидов и их отдельных фракций – метод препаративной тонкослойной хроматографии.
6. Стеринов – фотометрический и спектрофотометрический методы, а также метод препаративной тонкослойной хроматографии.
7. Фотоактивных пигментов – колориметрический, спектрофотометрический и хроматографический методы.

Всего за отчетный период проведено около 52 тысяч анализов. Их результаты подвергнуты статистической обработке.

Основные результаты исследований заключались в следующем. Установлены закономерности изменчивости биохимического состава морского планктона (Черного и Азовского морей) в сезонном, годичном, многолетнем, географи-

ческом и экологическом аспектах. Наличие весеннего и осеннего максимумов в количественном содержании важнейших компонентов органического состава тотального планктона (100-0 м), установленного ранее [7,8], было подтверждено на основании изучения планктона разных микрогоризонтов по вертикали вод Черного моря (0-50 см, 1, 3, 5, 10 и 18 м). Этими исследованиями установлено большое сходство в биохимическом составе и в сезонной динамике отдельных компонентов биохимического состава тотального планктона на перечисленных горизонтах Черного моря.

Основные биохимические характеристики поверхностного планктона (слой 0-5 см) достоверно не отличаются от таковых у планктона на глубинах 3 и 10 м. Изучение количественного распределения фотоактивных пигментов в планктоне северо-западной части Черного моря на 6 микрогоризонтах показало, что в планктоне с горизонтами 1, 5, 10 и 18 м содержание пигментов выше, чем в поверхностном планктоне (слой 0-5 см).

На основании статистической обработки результатов исследований основных компонентов биохимического состава планктона Черного моря за 1966-1967 гг. и биологического анализа этого планктона установлены коррелятивные связи между биологическими и биохимическими параметрами тотального планктона, что показало принципиальную возможность аналитически дополнять недостающую информацию и возможность выражать одни параметры через другие или даже одни через несколько других.

Корреляция между растительными и животными формами с процентным содержанием минеральных и органических веществ в тотальном планктоне настолько значительна, что может быть выражена уже линейным уравнением первого порядка вида

$$y = a_0 + a_1 x.$$

Статистическая обработка (двухфакторный дисперсионный анализ для количественных признаков) результатов биохимического и биологического изучения летнего планктона Азовского моря 1962, 1963 и 1965 гг. позволила сделать вывод о том, что в море в целом не обнаружено

существенных межгодовых отличий в биохимической структуре тотального планктона. Однако региональные отличия проявляются довольно четко. Вероятность встречи высокой зольности и низкого содержания органических веществ в планктоне в западном, восточном и центральном районах, а в таганрогском — высокой органики хотя бы один раз в три года превосходит 75%, т.е. является частым событием.

В 1969 и 1970 гг. впервые по системе полигонов произведены сборы планктона для выявления пространственных закономерностей изменчивости биохимического состава организмов приповерхностного планктона в слое 0–50 см в области континентального склона западной половины Черного моря. Для этих сборов сконструирована специальная сеть и разработан метод синхронного сбора копеподного и тотального планктона. При этих сборах определена масса живого вещества в граммах за час лова. Таким путем получена количественная характеристика массы поверхностного планктона на различных полигонах, на внутренней — и межполигонных разрезах. Эти данные крайне важны для выявления мало- и высокопродуктивных районов моря при разработке биохимических аспектов биологической структуры приповерхностного планктона морей и океанов.

Так, сборы приповерхностного планктона на полигонах в западной части Черного моря в УШ-1Х-1969 г. и биохимический анализ этих материалов позволил установить [9], что масса живого вещества приповерхностного (0–50 см) планктона на Шаблинском полигоне характеризуется значительной мозаичностью распределения, при которой ее количество колебалось в пределах 20–224 г/час, а в среднем составило 68 г/час. Амплитуда колебаний веса планктона достигает 11. Содержание органических веществ (марное) на данном полигоне варьировало в пределах 50–80% сухого веса. Однако наиболее высокие величины органических веществ (80–90%) получены лишь в районе 3 из 18 станций полигона.

Шаблинский полигон, хотя и отличается от других полигонов сравнительной бедностью поверхностного планктона, однако по содержанию липидов (в среднем 6,81% сухого веса) и по калорийности (325 ккал/100 г сухого

вещества планктона) он превосходит Бургасский и лишь незначительно уступает Румелийскому полигону.

На Бургасском полигоне поверхностный планктон хотя и распределен мозаично, однако четко выделяются районы его богатого скопления напротив Бургасского залива. На этом полигоне прослеживаются два богатых планктоном профиля, чередующихся с профилями со сравнительно бедным (от 2 до 5 раз) планктоном. Вес живого вещества на Бургасском полигоне колебался в пределах 34–224 г/час. Амплитуда колебаний веса планктона равна 6,5. В среднем для полигона масса планктона составила 102 г/час.

Планктон на "богатых" профилях характеризуется высоким содержанием органических веществ. Содержание органических веществ колебалось в пределах 50–90%. Однако наиболее высокие величины органического вещества (80–90%) получены лишь для планктона прибосфорского профиля полигона. В среднем для планктона полигона органические вещества составляют 69, а липиды 6,8% сухого веса. Калорийность планктона равна 319 ккал/100 г.

Румелийский полигон, расположенный в прибосфорском районе Черного моря, отличался еще большей мозаичностью в распределении поверхностного планктона, нежели Шаблинский и Бургасский. Масса живого вещества планктона здесь колебалась в пределах 20–384 г/час. На самом богатом профиле полигона, расположенному ближе к Бургасско-Румелийскому разрезу, вес планктона менялся в пределах 116–384 г/час. В среднем для полигона вес планктона составил 98 г/час. Амплитуда колебаний веса планктона Румелийского полигона достигает 19, что почти в 3 раза больше, чем на Бургасском полигоне.

Содержание органического вещества в планктоне Румелийского полигона испытывало наиболее резкие колебания от 30 до 90% сухого веса. В среднем органические вещества составили 75, а липиды 5,38% сухого веса планктона. Калорийность планктона Румелийского полигона (335 ккал/100 г) превышает калорийность планктона Шаблинского и Бургасского полигонов.

В августе – сентябре 1970 г. был повторен полигонный сбор материалов по планктону в западной части Черного моря.

ря. В отличие от прежних лет, в данном рейсе мы отказались от способа лова путем циркуляции судна на одном месте. Лов приповерхностного планктона (0–50 см) производился на малом ходу по курсу судна на прямой одновременно с обоих бортов судна сетями – "близнецами", отличающимися лишь размером ячеек планктонного газа. Новый способ лова по сравнению с общепринятым имеет два преимущества: 1 – обеспечивает синхронность сбора тотального и копеподычного планктона; 2 – более реально отражает картину пространственного распределения приповерхностного планктона, ибо во время лова, осуществляемого на малом ходу по курсу, судно идет по направлению следующей станции, проходя за 0,5 часа около 1/5 расстояния от одной станции до другой. Станции устанавливались через 10 миль. Одновременный дифференцированный сбор приповерхностного планктона позволил впервые получить большое число проб, состоящих в своей преобладающей массе из одного либо небольшого числа видов зоопланктона, главным образом, веслоногих раков.

Распределение приповерхностного планктона, как и в 1969 г., обнаруживает чрезвычайно большую мозаичность, однако наиболее богатым планкtonом оказался район между П и Ш полигонами. Этот же район и в 1969 г. характеризовался относительно высокими величинами массы приповерхностного планктона (Бургасский полигон – 102 г/час).

Так, масса тотального планктона на разрезе между П и Ш полигонами в 1970 г. колебалась в пределах 246–708 г/час, в среднем для разреза масса тотального планктона составила 385 г/час и была более чем в 3,5 раза выше, чем в 1969 г.

I полигон (район Румелийского полигона 1969 г.) заметно уступает Ш полигону, но превосходит П полигон по богатству приповерхностным планкtonом. Масса планктона на I полигоне колебалась в пределах 26–238 г/час, в среднем оказалась весьма сходной с таковой в 1969 г. и составила 98 г/час.

В 1969 г. масса приповерхностного планктона в этом же районе была равна в среднем 99 г/час.

П полигон характеризуется относительной бедностью как тотальным, так и копеподным планктоном. Масса тотального планктона в среднем для полигона не превышает 80 г/час и колеблется в пределах 26 – 93 г/час.

Ш полигон отличается от 1 и П полигонов более высокими величинами массы приповерхностного планктона. Так, масса тотального планктона на данном полигоне колебалась в пределах 44–240 г/час, в среднем она составила 139 г/час.

Синхронное с нашими сборами изучение основных гидрохимических, гидрологических и биологических характеристик района полигонов и разрезов обеспечивает экологический фон для выяснения причин сходства и возможных различий в важнейших биохимических признаках приповерхностного планктона западной и юго-западной части Черного моря.

Таким образом, усовершенствование способа лова путем применения разработанного З.А.Виноградовой нового метода сбора, описанного выше, позволило получить более соответствующую действительности картину распределения массы живого вещества приповерхностного планктона, что обеспечивает возможность более полной биохимической характеристики планктона на всей изучаемой акватории моря и будет способствовать более полному решению биохимических аспектов биологической структуры морей и океанов.

Примерно через каждые 4–5 лет (1951, 1956, 1961, 1966 и 1970 гг.) среднегодовое содержание органических веществ и калорийность в летнем планктоне северо-западной части Черного моря достигает максимальных величин, значительно превышающих многолетние данные, вычисленные за 1951–1965 гг.

Чередование высококалорийного и низкокалорийного планктона с ритмичностью, равной 4–5 годам, хорошо коррелируется с ритмичностью величины суммарного стока рек Дуная и Днепра [10].

К изучению вариабельности жиронакопления у морских копепод впервые применен подход на организменном (индивидуальном) уровне с предварительным тотальным

окрашиванием организма суданом ІІ, что позволило вскрыть особенности жиронакопления и локализации липидов у мигрирующих и немигрирующих копепод на разных стадиях их развития.

Исследованиями фракционного состава липидов морских организмов методом тонкослойной хроматографии установлены количественные соотношения отдельных фракций (фосфолипидов, триглицеридов, моно- и диглицеридов, свободных жирных кислот, холестерина, эфиров стеринов, углеводородов и др.).

Тонкослойной хроматографией определено количественное содержание основных провитаминов Д в планктоне Черного моря и выявлены сезонные колебания этих стеринов в планктоне горизонтов 0 и 10 м.

Установлены существенные различия в количественных соотношениях отдельных классов липидов как между планктоном и печеночным жиром рыб, так и жиром красных и белых мышц рыб.

Исследован аминокислотный состав тотального планктона и его отдельных массовых растительных и животных форм.

Планктон районов гидрофронтов важнейших рек Черного моря обладает более высоким содержанием аминокислот, чем планктон сходного видового состава, собранный в других районах моря.

Исследована способность бактерий толщи вод Черного моря продуцировать витамины группы В.

Детальное изучение стеринов и их природы в печени рыб южной Атлантики выполнено совместно с отделом фотобиохимии Института биохимии АН УССР. В печени меч-рыбы обнаружен в значительных количествах неизвестный сверхбыстро действующий стерин, природа которого еще не установлена.

Исследовано количественное содержание 23 микроэлементов у более 40 видов морских организмов.

В ходе выполнения темы было опубликовано 110 работ объемом 40,3 п.л. и сдано в печать 35 объемом 15,2 п.л.; подготовлено и защищено 10 кандидатских диссертаций. Кроме того, завершается оформление диссертаций В.И.Лисовской и Л.В.Анцуповой.

Одним из показателей признания ведущего положения нашего отдела в СССР в этой новой области биохимии – в экологической биохимии морских организмов – является начало постановки подобных исследований в ряде других научно-исследовательских учреждений Союза, для которых под нашим руководством через аспирантуру либо консультацией проводится подготовка необходимых специалистов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ВИНОГРАДОВА З.А.-Вопросы биоокеанографии, 1967.
2. ВИНОГРАДОВА З.А.-Гидробиологический журнал, 1968.
3. ВИНОГРАДОВА З.А.-Вопросы эволюционной и сравнительной витаминологии, 1968.
4. ВИНОГРАДОВА З.А. Биологические исследования Черного моря и его промысловых ресурсов, 1968.
5. ВИНОГРАДОВА З.А. Биологические проблемы океанографии южных морей, 1969.
6. DYER W. I., *Gen. I. Bioc. Physiol.*, 1959, 37.
7. ВИНОГРАДОВА З.А.-Уч.зап. Одесской биол.стации, 1960, 2.
8. ВИНОГРАДОВА З.А. Биология северо-западной части Черного моря, 1967.
9. ВИНОГРАДОВА З.А., ГОЛОВЕНКО В.К. Вопросы рыбоводческого освоения и санитарно-биологического режима водоемов Украины, часть 1, 1970.
10. ДЕМЕНТЬЕВА Т.Ф., САФЬЯНОВА Т.Е. Биоокеанографические исследования южных морей, 1969.