

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КСВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 98

ИССЛЕДОВАНИЯ ИНБЕМ
В СРЕДИЗЕМНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ
библиографический обзор
/1957 - 1968 гг./

Институт
биологии южных морей
БИБЛИОТЕКА
22825

Издательство "Наукова думка"
Киев - 1970

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ
В ЧЕРНОМ И СРЕДИЗЕМНОМ МОРЯХ
ИНСТИТУТА БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ ИМ. А.О.КОВАЛЕВСКОГО
ЗА 1957-1968 гг.

В.А.Водяницкий

Изучение гидрологии и биологии Черного моря в послевоенные десятилетия проходило в тесной связи с расширением рыбопромышленной деятельности на новой технической основе и одновременно в направлении углубленной разработки ряда общих вопросов его биоокеанологии, таких как: водообмен в Черном море, его гидрохимический режим, биологическая структура, уровень биологической продуктивности, динамика популяций и биоценозов, колебания промысловых запасов, состав флоры и фауны, взаимодействие Черного моря со Средиземным и Азовским морями.

Наряду с этим, Черное море сохранило свое значение в общенаучном плане, как водоем, на котором в малом масштабе могут изучаться многие океанологические процессы, представляющие не только локальный интерес. Именно на этой основе возникла естественная необходимость сравнительного изучения биологических процессов на ряде морских водоемов средиземного типа.

Значительное развитие в работах Института получили многообразные экспериментальные исследования, направленные на углубленное познание экологии, физиологии и биохимии морских организмов, на разработку вопросов радиобиологии, функциональной морфологии и бионики, борьбы с обрастаниями и загрязнением моря.

В опубликованной ранее статье (1963 г.), посвященной

90-летию Севастопольской Биологической Станции нами были рассмотрены работы сотрудников Станции и ИнБЮМ за послевоенный период и приведена полная библиография, поэтому сейчас мы коснемся лишь деятельности СБС-ИнБЮМ за 1957-1968 гг.*)

С тех пор как СБС начала проводить экспедиции в зарубежных морях (1958 г.), ее деятельность на Черном море не только не сократилась, но получила дальнейшее развитие после преобразования Биологической станции в Институт биологии южных морей АН УССР (1961 г.). Сравнительные исследования в других морях способствовали более широкой постановке ряда вопросов и улучшению методик исследований. Вместе с тем они представили определенную часть общего движения советской науки к изучению зарубежных морских пространств, что связано, как известно, со многими важными практическими задачами и в настоящее время приобрело широкое значение.

Мы рассмотрим кратко некоторые общие результаты и направления исследований СБС-ИнБЮМ, в основном, связанные с вопросами изучения количественного развития жизни и продуктивности Черного и Средиземного морей.

Для проблемы биологической продуктивности Черного моря, а также для выявления закономерностей колебаний его промысловых запасов чрезвычайно важным является установление интенсивности взаимодействия окислительного и восстановительного слоев, и в целом, - вопрос о вертикальном водообмене.

С тех пор как двадцать лет назад Севастопольской биологической станцией была предложена гипотеза общего водообмена в Черном море и был предварительно определен период полного вер-

*) В обзор не вошли работы Одесского отделения ИнБЮМ, библиография которых публикуется самостоятельно.

тикального перемешивания в пределах 100-120 лет, интенсивные исследования по этому вопросу не прекращались до самого последнего времени. К решению его были привлечены различные методы - физические, химические и биологические, и выводы были получены согласные, а именно: период водообмена определяется в 80-100 лет (А.К.Богданова, М.А.Добржанская). Связанные с этим вопросом выступления советских ученых против сброса атомных отходов в глубины Черного моря, как известно, сыграли свою положительную роль (В.А.Водяницкий).

Существенное значение в гидрологических и биологических процессах в Черном море имеют связи его со Средиземным морем через пролив Босфор. За последние годы ИнБКУМ выполнил 15 комплексных съемок прибосфорского района с целью решения вопроса о размере поступления средиземноморских вод в Черное море и их влияние на гидрологию, гидрохимию и биологию Черного моря (коллективная монография - 1969 г.). В связи с вопросами о влиянии крупного гидростроительства на режим и продуктивность Черного моря проведено исследование межгодовых колебаний водообмена через Босфор под влиянием изменений материкового стока и разностей уровней Черного и Средиземного морей (А.К.Богданова). Изучен вопрос о происхождении и распространении холодных вод в промежуточном слое (Ю.Г.Георгиев).

В изучении гидрохимии Черного моря продолжались разнообразные гидрохимические исследования, связанные главным образом с вопросами продуктивности моря (М.А.Добржанская). Нужно отметить также новые направления исследований по метаболитам (К.М.Хайлов, З.П.Бурлакова) витаминам (А.Т.Супрунов) и жирным кислотам (Д.М.Витюк), а также микроэлементам (Л.И.Рожанская). Перспективность исследований метаболитов позволила сформулировать задачи экологической биохимии моря.

По изучению распределения, количественного развития, сезонной смены межгодовых колебаний планктона в Черном море продолжали выполняться периодические наблюдения: в Севастопольском районе с детальным анализом динамики популяций — силами ИнБЮМ и на всем пространстве Черного моря — силами Института рыбного хозяйства (АЗЧЕРНИРО — Керчь). Ежегодно повторяемый последним цикл исследований, в целях регулярного изучения кормовой базы планктоноядных рыб, доставляет необходимый вспомогательный материал для суждений о причинах колебаний промысловых запасов. На основе всей совокупности работ выявляются значительные межгодовые изменения в количественном развитии планктона в целом и отдельных его видов. Сделана убедительная попытка поставить эти колебания в связь с периодическими изменениями гидро-метеорологических условий и в частности с интенсивностью процессов вертикального перемешивания вод в зависимости от погодных условий в те или иные периоды.

Наряду с названными работами особенно существенное значение в последние годы получили углубленные исследования структуры пелагического сообщества и физиологической экологии планктонных организмов. В этом отразилось общее повышение роли экспериментальных исследований и непосредственных точных наблюдений над жизнедеятельностью и взаимозависимостью организмов. Так, в изучении темпов размножения и физиологии планктонных водорослей, а также их кормового значения для зоопланктона большую роль сыграли многочисленные культуры водорослей (Л.А.Ланская). Выполнен ряд работ по фотосинтезу фитопланктона (Д.К.Акинина и др.). Проведены исследования по первичной продукции в Черном море (Г.Г.Винберг, З.З.Финенко, Т.М.Кондратьева) и сделана попытка экспериментально установить значение в этих процессах отдельных видов и систематических групп организмов (Т.М.Кондрать-

ева). Продолжались исследования систематического состава, динамики и количественного развития фитопланктона (Г.К.Пицын, Е.В.Белогорская, Н.Ф.Михайлова, Л.В.Георгиева и др.). Впервые подверглись изучению мелкие жгутиковые, роль которых в круговороте веществ в море и в пищевых цепях еще далеко не ясна (М.И.Роухияйнен). Определялось общее количество сестона и содержание хлорофилла (Л.М.Сущеня, З.З.Финенко).

Проведены большие работы по питанию и энергетической характеристике многих видов зоопланктона Черного моря, главным образом, ракообразных (Т.С.Петипа, Е.В.Павлова, Е.П.Делало), а также ряда планктонных хищников (Г.Н.Миронов). Изучены жизненные циклы основных компонентов зоопланктона, описаны и изображены все стадии развития планктонных копепод, выявлена продолжительность их существования и пищевые потребности (Л.И.Сажина). Разработаны методы и формулы для определения продукции основных компонентов зоопланктона и дана общая характеристика структуры и продуктивности пелагического сообщества (В.Н.Грезе). На основе анализа пищевых отношений, роста, развития, размножения, миграций, сезонных смен и продукции организмов планктона дана сравнительная характеристика количественного развития и динамики двух основных подразделений пелагического сообщества, - тепловодного и холодноводного комплексов (Т.С.Петипа). Изучена изменчивость планктонных копепод Черного моря в различных районах Средиземноморского бассейна (А.В.Ковалев). Изучались явления биолюминесценции (Э.П.Битюков). Сделаны интересные и обнадеживающие попытки выразить в математических формулах процессы продуцирования и взаимоотношения компонентов планктона (В.С.Тен, В.Е.Заика, З.З.Финенко и др.). Целью этих работ поставлено создание математических моделей сообществ.

Важный раздел планктонных исследований в Черном море сос-

тавляет изучение ихтиопланктона, которое в равной степени является и необходимой частью ихтиологических исследований. После первоначальных работ Новороссийской и Севастопольской биологических станций в 20-30 годах, положивших начало данному направлению на Черном море, в изучение ихтиопланктона активно включились и другие учреждения (Керчь, Одесса, Карадаг), и вплоть до настоящего времени регулярные наблюдения за распределением, развитием и выживанием в море икринок и личинок рыб, питанием и миграциями личинок остаются одной из важнейших частей рыбохозяйственных исследований. Вместе с тем, существенно углубились методы работы. Исследования ихтиопланктона приобрели настолько важное значение и достигли такого уровня и результативности, которые ставят эту область планктонно-ихтиологических исследований в один ряд с изучением других основных компонентов планктона (Т.В.Дехник, Л.А.Дука, В.И.Синюкова и др.). Было изучено также развитие личинок у ряда видов рыб с демерсальной икрой (Э.П.Калинина и др.).

Выполнен большой цикл исследований по микробиологии Черного моря (при постоянном сотрудничестве с Институтом микробиологии АН СССР). Детально изучен систематический состав микробного населения, его количественное распределение по глубинам, значение микробов как биоиндикаторов водных масс, роль их в питании планктонных рачков (М.Н.Лебедева, Е.М.Маркианович). Из физиологических групп особенно углубленно изучены азотфиксаторы, среди которых найдено несколько новых для науки форм (Л.Н.Пшенин). Начаты исследования морских грибов (Н.Я.Артемчук).

В изучении бентоса, после предшествующих фундаментальных работ В.Н.Никитина, Л.В.Арнольди и Н.В.Морозовой-Водяницкой, за последние годы были развернуты крупные исследования на нескольких новых основах. Должны быть названы большие работы по

промысловым запасам и биологии основных видов водорослей (А.А. Калугина), выполненные с применением подводной техники. Эти работы отмечены золотой медалью ВДНХ (1967 г.). В изучении зообентоса значительный интерес представляют подробные исследования количественного распределения донных организмов вдоль Кавказских и Крымских берегов, позволившие установить изменения в составе и распределении биоценозов, происшедшие за послевоенные десятилетия, а также внести большую детализацию в характеристику биоценозов, в составе которых впервые изучались мелкие формы бентоса — мейобентос (М.И. Киселева). Подробно изучен биоценоз зарослей водорослей (Е.Б. Маккавеева). Выполнена большая серия работ по развитию и экологии личинок донных животных: полихет, моллюсков, мшанок (М.И. Киселева, Г.А. Киселева, В.Д. Чухчин, К.А. Захваткина, В.Д. Брайко). Изучено питание, размножение, рост, энергетика многих видов ракообразных и моллюсков (Г.Н. Миронов, И.И. Грезе, Л.М. Суцены, В.Д. Чухчин).

В изучении рыб Черного моря достигнуты большие успехи исследователями ряда черноморских стран. По состоянию на 1964 г. все основные данные по рыбам Черного и Азовского морей объединены в известной монографии А.Н. Световидова (Зоологический Институт АН СССР).

В работах ИнБЮМ, как было упомянуто ранее, было обращено большое внимание на изучение пелагических стадий развития рыб. Эти исследования внесли значительные дополнения в познание биологии многих видов рыб и позволили подойти к составлению сводных работ по ихтиопланктону Черного моря. Наряду с этим развивались другие направления ихтиологических исследований. Монографически изучены некоторые виды рыб, в том числе выполнено капитальное исследование видов рода ставрид, привлечших особое внимание в связи со вспышкой численности ставриды в Черном

море в послевоенные годы (Ю.Г.Алеев). При изучении мерланга (В.Д.Бурдак) отмечено явление "пелагизации" этого вида в условиях Черного моря - явление, которое оказалось нечуждым и ряду других видов животных, акклиматизировавшихся в Черном море. Специально изучался вопрос о характере икротетания черноморских рыб, установлена порционность такового у многих видов (Л.С.Овен). Изучено явление гермафродитизма у ряда рыб (Л.П.Салехова). Продолжались исследования биологии черноморского шпрота (Ю.Г.Алеев, Н.Н.Горбунова) и камбал (Э.П.Калинина). Ряд работ посвящен питанию и росту рыб (Н.Я.Липская). Выявлены интересные сравнительные закономерности роста рыб в морях Средиземноморского бассейна и Каспийского моря (Ю.Г.Алеев). Получены важные данные по поведению и органам чувств рыб (М.П.Аронов).

Проведены капитальные и в значительной мере новаторские исследования функциональной морфологии рыб (Ю.Г.Алеев, В.Д.Бурдак и др.), головоногих моллюсков (Г.В.Зуев), ряда морских млекопитающих (Ю.Е.Мордвинов, А.В.Чепурнов), чем положено начало развитию нового направления в работах ИнБЮМ, - нектонологии, как части гидробиологии, изучающей общие свойства и биологию организмов, обладающих независимым движением. Эти исследования дали ряд важных теоретических и практических выводов в области бионики (Ю.Г.Алеев). Проведен анализ многолетних колебаний уловов рыб в Азовском и Черном морях, и сделана попытка сопоставить их с периодическими изменениями гидрометеорологических условий (А.К.Богданова).

Выполнены многочисленные и разнообразные исследования по экологической физиологии беспозвоночных животных и рыб, по преимуществу в направлении изучения обмена веществ и энергетики организмов, а также воздействия ряда внешних факторов (В.С.Ивлев, И.В.Ивлева, Л.М.Сушеня, О.Г.Карандеева, М.Н.Виленкина,

З.А.Муравская, Г.Е.Шульман, К.Д.Алексеева, К.К.Яковлева, Н.Н.Хмелева и др.).

Многостороннее изучение биологии организмов обрастаний проводилось в тесной связи с разработкой практических мер по борьбе с обрастаниями судов (М.А.Долгопольская, Ю.А.Горбенко, З.С.Кучерова, В.Д.Брайко, А.З.Шапиро), причем большое внимание уделено изучению роли первичной пленки, образуемой бактериями и одноклеточными водорослями.

Большая и плодотворная работа проделана в области радиобиологии морских организмов (Г.Г.Поликарпов, Г.В.Баринев, В.П.Парчевский, В.Н.Иванов, Д.Д.Баранова, А.А.Бачурин, А.Я.Зесенко, Л.Г.Кулебакина и др.). Монография Г.Г.Поликарпова завоевала широкое признание как основа для дальнейшей разработки этой новой области исследования, впервые получившей широкое развитие в работах ИнБЮМ.

Проблемы санитарии моря изучались в двух направлениях : первое - использование океанографических факторов в процессах самоочищения морских вод (В.И.Зац) и второе - изучение нефтяного загрязнения моря и его экологического значения, а также роли организмов в разложении нефти в морских условиях (О.Г.Миронов). Эти исследования очень быстро нашли практическое применение в связи с задачами санитарной охраны морских побережий.

Обстоятельные исследования по паразитологии рыб и моллюсков значительно расширили изученность фауны паразитов и циклов развития ряда форм (В.М.Николаева, А.М.Парухин, А.В.Долгих, В.Е.Заика, Н.Н.Найденова, А.А.Ковалева и др.).

Изучение систематического состава фауны Черного и Средиземного морей, хотя и не являлось непосредственной задачей ИнБЮМ, никогда не выпадало из круга его интересов. Должен быть отмечен

значительный вклад в изучение систематического состава фауны планктонных копепод Средиземного моря (А.А.Шмелева), полная ревизия фауны мшанок (В.Д.Брайко), остракод (Е.И.Шорников) и гарпактицид (Р.Е.Грига) Черного моря, новые данные по сипункулидам Средиземного моря (В.В.Мурина) и др. Весьма важной работой в этом плане явилось составление общей сводки по фауне Черного и Азовского морей, каковая осуществлена в форме "Определителя" в трех томах, первый из которых вышел в 1968 г.Общее руководство этой работой выполнил Ф.Д.Мордухай-Болтовской при участии М.И.Киселевой и В.В.Муриной. Кроме сотрудников ИнБЮМ, авторами явились также специалисты Зоологического института АН СССР и румынских научных учреждений. В определителе описано около 2000 видов беспозвоночных животных, кроме паразитов, описание которых составит дополнительный, четвертый том, подготавливаемый под руководством В.М.Николаевой.

Мы коснемся несколько подробнее сравнительного изучения количественного развития планктона и бентоса в Черном и Средиземном морях, используя данные упомянутых ранее авторов-сотрудников ИнБЮМ.

В Черном море известны около 470 видов планктонных водорослей, не считая около 230 временно проникающих в него пресноводных и солоноватоводных видов - преимущественно в северо-западной части моря (данные А.А.Иванова и Т.М.Кондратьевой). Для сравнения приведем количество видов в хорошо изученном Адриатическом море, каковое составляет около 710 видов (по сводке в диссертации В.В.Денисенко). При этом можно отметить определенное отличие в систематическом составе, именно, в Черном море на 220 видов меньше представителей *Rhizophyta* и на 110 видов больше *Bacillariophyta*, чем в Адриатическом море, что придает фитопланктону Черного моря несколько более северный

характер. Но в целом, фитопланктон Черного моря, по числу видов, лишь менее, чем в два раза беднее Адриатического моря. В этом имеется значительное отличие от систематического состава зоо - планктона, который в Черном море беднее, чем в Адриатическом море в десять раз (отметим попутно, что такое же примерно отношение в видовом составе имеется между донной растительностью и донным животным населением Черного и Средиземного морей.

Но совсем иное соотношение мы находим в количественном развитии фитопланктона в этих морях, именно, в числе клеток на единицу объема воды, в их суммарной биомассе и продукции. В то время, как в Черном море, в среднем, можно принять около 140 миллионов растительных клеток в кубометре поверхностных слоев, и они образуют биомассу 120 миллиграмм в кубометре, численность организмов фитопланктона в разных частях Средиземного моря по многим пробам составляет лишь от 9 до 37 миллионов (среднее - 20 миллионов), а биомасса - от 15 до 38 миллиграмм (среднее - 28 миллиграмм на кубометр). В Черном море содержание хлорофилла в планктоне (определения по методу Енча) в среднем равно 1,29 миллиграмм на литр, а во всех исследованных районах Средиземного моря количество хлорофилла в 2-5 раз меньше. Наиболее бедным оказалось Ионическое море, а в среднем по всему бассейну - 0,4 мг/л. (что все же значительно превосходит содержание хлорофилла в тропических и субтропических водах Атлантики). Расчет сухого и сырого веса фитопланктона по хлорофиллу, с применением общепринятых коэффициентов, показал, что в Черном море он составляет 40 и 200 мг/м³, а в Средиземном море в среднем - 10-20 и 50-100 мг/м³. Эти расчетные величины биомассы фитопланктона для Черного моря почти в два раза больше только что приведенных средних величин, выведенных из данных по прямому подсчету, но в точности совпадают с величинами биомассы фитопланктона,

установленными в свое время Н.В.Морозовой-Водяницкой. Общее количество сестона (осадок на мембранном фильтре, обработанный по методу бихроматного окисления) в Черном море в два раза выше, чем в восточной части Средиземного моря.

Характерным отличием фитопланктона Черного и Средиземного морей является то, что в открытых районах последнего, как правило, отсутствуют доминирующие виды: общая численность, биомасса и продукция слагаются в Средиземном море в основном из малых величин большого количества видов различных систематических групп, при преобладании мелких и мельчайших организмов, в то время, как в Черном море преобладают крупные формы небольшого числа видов, при общем богатом систематическом составе фитопланктона. По ряду определений продукция фитопланктона составляет в Черном море в среднем 430 миллиграмм в сутки под квадратным метром поверхности моря, а в Средиземном море почти вдвое меньше - 240 миллиграмм. Можно отметить, что если Черное море по развитию и продукции фитопланктона занимает промежуточное положение между более богатым Каспийским морем и Средиземным морем, то Средиземное море занимает промежуточное положение между Черным морем и еще более бедной тропической частью Атлантического океана.

Несмотря на то, что темпы деления многих видов водорослей в Средиземном море более высокие, чем в Черном море, повидимому по причине более высокой температуры в первом, общая продукция фитопланктона в Средиземном море характеризуется в 2-8 раз (в разных районах) более низкими показателями, чем в Черном море, вследствие значительно более низких исходных величин биомассы. Одной из причин этого, возможно, является, по некоторым данным, более слабое относительное выедание фитопланктона организмами зоопланктона в Черном море сравнительно с другими морями.

По количественному развитию зоопланктона Черное море в 10 раз и более богаче большинства районов Средиземного моря, из числа которых наиболее богатым является Адриатическое море, уступающее Черному морю по развитию зоопланктона примерно в 4 раза. Представление об относительном богатстве зоопланктоном разных частей средиземноморского бассейна видно из сопоставления следующих величин биомассы для слоя 0-200 м.

Черное море	210 мг/м ³	Левант и Сирт	18 мг/м ³
Адриатическое	50 "	Балеарское и	
Ионическое	30 "	Эгейское	12 "
Тирренское	12-15 "		

Отметим попутно, что в Красном море количество планктона оказалось равным от 20 (в северной части моря) до 50 мг/м³ (в южной части моря), а в Аденском заливе равно таковому в Черном море - 200 мг/м³. Для тропической Атлантики содержание зоопланктона, в верхнем 200-метровом слое, найдено в пределах 50-60 мг/м³ (в более богатых восточном и западном районах) и в пределах 20 мг/м³ в центральных частях тропической зоны океана.

На основе определения веса 125 видов массовых планктонных организмов стало возможно не только произвести впервые точное определение биомассы зоопланктона в ряде морей средиземноморского бассейна, но и выяснить участие в ней различных систематических групп, а также осуществить анализ трофической структуры пелагического биоценоза моря. Анализ состава пищи основных видов и групп, наряду с данными по их биомассе, позволил определить весовые соотношения в планктоне фитофагов и зоофагов и сопоставить их с показателями биомассы фитопланктона. Результа-

ты этих расчетов показали, что в верхних слоях моря потребляется практически почти вся растительная продукция.

Были выяснены также многие характеристики, необходимые для составления общей картины продукционно-биологического процесса в Черном море, в частности получены данные по темпу развития и роста копепод. Установлено, что продолжительность науплиальных стадий, в зависимости от температуры воды и видов рачков, колебалась в пределах 10-20 дней и, примерно, столько же длилось развитие на всех копеподитных стадиях. Данные по скорости развития и роста аппендикулярий были получены на основе анализа сезонной динамики численности разных размерных групп этих организмов. Продолжительность их развития до максимальных размеров колебалась в пределах от 10-12 до 15-19 дней.

Исследование состава пищевых рационов позволило распределить имеющийся в Черном море набор планктонных организмов по трем трофическим категориям. Наряду с определением состава питания были установлены величины потребления пищи основными группами организмов, что привело к расчетам общего потребления фитопланктона растительноядными копеподами. Подсчеты показали, что летом, в халистатической области, они потребляют в сутки около 1150 мг сухого вещества водорослей, находящихся под 1 м² в верхнем 100-метровом слое моря. Это соответствовало, примерно 80% продукции водорослей.

Сведения по составу и количественным характеристикам рационов основных компонентов зоопланктона, дают возможность произвести расчеты перехода энергии от первого ко второму и отчасти к третьему звену трофической системы пелагиали моря.

На основании данных по темпу роста и плодовитости копепод и круглогодичных наблюдений за численностью и возрастным составом их популяций было выяснено, что величина продукции состав-

ляла около 9% биомассы в сутки. Аналогичные расчеты для саггит дали показатели продукции порядка 20% биомассы в сутки.

Установлено существование значительных колебаний биомассы отдельных видов веслоногих рачков в одинаковые сезоны разных лет. Амплитуда этих колебаний в большинстве случаев составляет превышение максимальных значений над минимальными в 2-4 раза, а у *Oithona similis* даже до 20 раз. Главная роль в общей биомассе копепод сохраняется за наиболее мелким, но многочисленным видом - *O. minuta*, который составляет в отдельные сезоны от 1/3 до 1/2, а в среднем за год около 40% всей их биомассы.

Суточные коэффициенты удельной продукции (Р/В) по сезонам более стабильны по сравнению с колебаниями биомассы. Больше постоянство темпа продукции в течение года наблюдается в популяциях более холодолюбивых видов, у теплолюбивых этот коэффициент менялся в разные сезоны года в 2-3 раза. Выявлена относительная стабильность Р/В коэффициентов в один и тот же сезон при многолетнем сравнении. Лишь в редких случаях отклонение от средней превышает $\pm 20-25\%$. Положение это весьма существенно для расчетов продукции популяций по их биомассе. Общий диапазон наблюдавшихся средних сезонных значений Р/В коэффициентов различных видов копепод лежит в пределах от 0,04 до 0,20. Суммарно для всех видов Р/В коэффициенты низкопродуктивного сезона колеблются в пределах 0,04-0,09 и высокопродуктивного от 0,09 до 0,17 (исключение составляет лишь *P. elongatus*, у которого и в низкопродуктивный сезон Р/В коэффициент равен 0,14).

Среднее для всей совокупности видов копепод годовое значение суточного Р/В коэффициента определяется равным 0,09. Вычислено, что в среднем за годовой цикл совокупность всех популяций копепод создаст в слое 0-40 метров в неритической зоне 1,67 г/м³ средней биомассы при колебаниях по годам от 1 г/м³ до

Библиотека южных морей

БИБЛИОТЕКА

22.825

2 г/м³. Основной вклад вносят *O. minuta* до 30-40%, *P. elongatus* - до 2 г/м³.

Так как эта группа рачков является основным пищевым ресурсом молоди и взрослых планктоноядных рыб, то выяснение диапазонов колебаний продукции, так же как и темпов воспроизводства копепод, может представлять существенный интерес при оценке условий развития промысловых рыб Черного моря.

На основании исследования состава пищи и рационов организмов зоопланктона выявлены пути переноса вещества и заключенной в нем энергии в эпи- и батипланктонном сообществах Черного моря. Основное направление потока вещества и энергии в эпиланктонном сообществе проходит через мелкие формы продуцентов, растительноядные организмы и хищников низших порядков. В батипланктонном сообществе, в противоположность эпиланктонному, основной поток вещества и энергии проходит через крупные мигрирующие организмы. Расчеты показали, что экологическая эффективность, т.е. эффективность передачи вещества (отношение количества вещества, которое изымается из данного уровня в виде пищи последующим уровнем к количеству вещества, которое данный уровень потребляет) у всех трофических уровней в батипланктонном сообществе колеблется незначительно и равна в среднем 20-30%. В эпиланктонном сообществе только хищники имеют такую же экологическую эффективность, а в уровнях потребителей смешанной пищи и растительноядных экологическая эффективность повышается до 40-80%. Высокая эффективность передачи вещества свидетельствует о большой доле выедания вещества данного уровня по сравнению с поступлением вещества в уровень, а следовательно и большей напряженности процессов между трофическими уровнями. Кроме того, повидимому, однородность или изменчивость экологической эффективности позволяет судить о степени стабильности сообществ, а

именно, — чем постояннее эти коэффициенты, тем более стабильно сообщество. По этим показателям более стабильным оказывается батипланктонное сообщество.

В эпипланктонном сообществе мелкие формы обладают малой биомассой, но высокой активностью в отношении темпов продуцирования вещества и темпов энергетического обмена. В батипланктонном сообществе и мелкие и крупные формы при низкой температуре обладают низкими темпами прироста, а наличие миграций должно вызвать большие траты на движение. Однако, специальные приспособления в виде ритмики выедания, пассивного состояния в глубоких слоях, создания энергетического запаса — определяют довольно высокую фактическую продукцию и фитопланктона и некоторых гетеротрофных уровней, а также снижают энергетические расходы. Фактическая продукция фитопланктона в батипланктоне равна 90% потенциальной продукции (т.е. теоретически возможной без потерь), а в эпипланктоне фактическая продукция водорослей составляет только 60% потенциальной. Энергетические расходы большинства гетеротрофов в батипланктоне ниже, чем в эпипланктоне, а прирост выше или равен приросту соответствующих уровней в эпипланктоне. В среднем за сутки биомасса батипланктонного сообщества увеличивается несколько быстрее (на 4-5%), чем эпипланктонного. Основная масса детрита образуется в результате выделения фекальных масс и смертности некоторых организмов на разных стадиях развития. В целом, эпипланктонное сообщество поставляет детрит с большей скоростью, чем батипланктонное (В.Н. Грезе, Т.С.Петипа, Е.В.Павлова, Л.И.Сажина, Г.Н.Миронов и др.).

Большой интерес представляет сопоставление развития бентоса в Черном море и других морях Средиземноморского бассейна.

Специальное внимание было уделено изучению зарослевых биоценозов во всех этих морях. Установлено, что зарослевые биоце-

нозы морей средиземноморского бассейна, включая и Черное море, имеют много общих видов, особенно среди форм мейобентоса, или замещаются близкими в систематическом отношении формами. Отмечено, что в формировании зарослевых биоценозов ведущую роль играет форма слоевища макрофита-субстрата.

В морях с различной соленостью на одном и том же виде макрофита-субстрата обитает более сходная фауна, чем на различных видах макрофитов в морях с близкой соленостью. Эти наблюдения интересны в экологическом и зоогеографическом аспекте и согласуются с данными Торсона о существовании в различных морях на однотипных субстратах и поверхностях "параллельных сообществ".

Биоценоз цистозирн в Черном море в количественном отношении богаче одноименного биоценоза в южной части Адриатического моря. При расчете на 1 кг цистозирн биомасса животных в Черном море значительно выше, чем в Адриатическом. Так биомасса червей в зарослях Черного моря выше, чем в Адриатическом в 62 раза, моллюсков - в 40 раз, ракообразных - в 23 раза.

При изучении бентоса в других биотопах морей средиземно-морского бассейна также была отмечена очень низкая численность и биомасса организмов по сравнению с аналогичными биотопами Черного моря.

Особенно низкая биомасса бентоса отмечалась в Эгейском море и в центральном районе восточной части Средиземного моря. В батнали восточной части Средиземного моря бентос (как макро-, так и мейо-) часто отсутствовал. Повидимому, плотность донного населения здесь такая низкая, что бентос практически не улавливается дночерпателем.

В Средиземном море можно ориентировочно наметить две зоны обитания донной жизни: 1 зона до 1000-1200 м - зона обитания всех размерных групп бентосных животных и 2 зона - от 1200 м

до максимальных глубин — зона обитания мейобентоса и микробентоса (макробентос чрезвычайно редок). Если в Черном море наличие только 3-х зон обитания групп бентоса обусловлено заражением глубин сероводородом, то в Средиземном море зональность в распределении бентоса связана с бедностью грунтов и придонного слоя воды органическими частицами (детрит), служащими пищей донным животным.

Центральная часть Средиземного моря по содержанию взвеси приближается к центральным районам океана. При этом только 12-17% взвеси органогенного происхождения, что в 4 раза меньше, чем в Черном море. Часть взвешенного органического вещества минерализуется в толще воды и только небольшая доля его оседает на дно и делается доступной донным животным. Из исходного количества органического углерода, связанного организмами в водной толще, дна достигает лишь ничтожная часть. Бедность грунтов органикой влечет за собой бедность и фауны, в частности, отсутствие массового развития фильтрующих форм.

Иная картина наблюдается в Адриатическом море и в предсубэктическом (или в преднильском) районе Средиземного моря, где береговой сток значительно больше. В этих районах наблюдается разнообразный качественный состав и довольно высокая численность организмов мейобентоса, сравнительно высокая общая биомасса бентоса. Так, максимально численность мейобентоса, отмеченная в биотопе ила в Адриатическом море, была в 15 раз выше, чем максимальная численность мейобентоса в Эгейском море. Численность организмов бентоса в Черном море, как правило, в десятки раз превышает численность бентоса в Средиземном море, а биомасса бентоса в отдельных биотопах Черного моря превосходит биомассу бентоса в соответствующих биотопах Средиземного моря даже в сотню раз (М.И.Киселева, Е.Б.Маккавеева, В.Д.Чухчин).

Изучение личиночных форм рыб позволило выявить некоторые общие закономерности их биологии в морях средиземноморского бассейна. Для всех видов рыб Черного моря, по которым на основании анализа ловов получены кривые выживания, максимальная смертность проявляется в эмбриональный период и в период желточного питания. Смертность личинок с момента перехода на внешнее питание резко снижается. Выявлены следующие особенности питания личинок: 1) постоянство качественного состава пищи; 2) питание одними и теми же излюбленными организмами при разных их концентрациях и различном соотношении видов в составе зоопланктона; 3) отсутствие в планктоне в светлое время суток личинок с пустыми кишечниками (за исключением личинок хамсы, характеризующихся своеобразным типом питания); 4) отсутствие существенной зависимости между величиной суточных рационов и концентраций пищевых организмов в море; 5) низкие общие величины выедания зоопланктона всеми личинками рыб в период их максимальной численности; 6) отсутствие конкурентных межвидовых взаимоотношений.

Все эти данные свидетельствуют, что в Черном море пищевой фактор не может рассматриваться как существенная причина массовой гибели личинок рыб. Анализ взаимоотношений личинка-пища и хищник-личинка показывает значительное многообразие в видовом и экологическом аспектах второй связи и ее существенное значение в судьбе личиночных стадий рыб. Первая связь определяется необходимым наличием излюбленных пищевых организмов по отношению к общей численности личинок (1:3000 в среднем по многолетним данным) и скоростью движения личинок, в десять раз превосходящей скорость движения их жертв.

Наблюдения, проведенные в разных морях в течение нескольких лет, показывают сравнительное постоянство численности их-

тиопланктона в пределах каждого моря. Так, средняя численность личинок рыб в планктоне в Черном - от 1,1 до 3,2 и в Азовском море - от 4,6 до 5,5 экз/м³. В прибрежных районах Средиземного моря численность личинок рыб во многих случаях не ниже, чем в Черном море, но в срединных частях первого она в несколько раз ниже, чем в черноморских открытых районах. (Т.В.Дехник, Л.А.Дука, В.И.Синюкова).

На примере Азовского моря, на основе анализа опубликованных материалов и промысловой статистики показано наличие цикличности в колебаниях численности популяций всех видов рыб и существование связи между колебаниями гидрологических факторов и развитием отдельных видов организмов и промысловой продуктивности моря в целом. При правильной организации промысла численность популяций продолжает испытывать циклические колебания, оставаясь на высоком среднем уровне воспроизводства. Уменьшение амплитуды колебания численности при снижении среднего уровня воспроизводства наступает при чрезмерном промысловом изъятии. Амплитуда колебания численности осетровых, сельди, судака, леща, тарани, чехони, начиная с 40 годов XX века постепенно затухает при снижении среднего уровня воспроизводства. Это уменьшение началось задолго до зарегулирования стока р.Дон (т.е. до 1952 г.) под воздействием чрезмерного вылова без должного учета запаса. В колебаниях запасов морских рыб с коротким периодом жизни, как хамса и тюлька, не наблюдается уменьшения амплитуды, а численность бычков наоборот, начиная с 1954 г., увеличилась и колебания происходят вокруг более высокого среднего уровня. Для большинства промысловых видов рыб Азовского моря найдены корреляционные связи между колебанием численности поколений и ежегодных уловов с циклическими колебаниями гидрологических факторов. Установлены некоторые закономерности коле-

бания численности для отдельных видов, что позволяет указать периоды повышенной и пониженной урожайности.

Найденные коэффициенты и уравнения регрессии могут быть использованы для предвычисления изменений запасов видов рыб с коротким жизненным циклом и ранним половым созреванием (хамса, тьялка, бычки). Для проходных и полупроходных рыб возможно предвидеть годы с относительным повышением или понижением численности, именно для тех рыб, численность которых еще не снизилась до минимума и испытывает циклические, хотя и небольшие колебания (сельди).

В то время, как уловы в Азовском море хорошо отражают запасы рыб, уловы в Черном море отражают их менее четко, к тому же в течение последних 40 лет значительно увеличилось число рыболовных судов. Отмечаются малые циклы в колебаниях запасов: 2-4, 5-7 лет и более длительные в 10-14 лет. Для некоторых рыб Черного моря наблюдается повышение среднего уровня уловов, вокруг которого происходят колебания. Средний уровень улова повысился для ставриды, камбалы, хамсы. Снижение численности, несмотря на увеличение рыболовных усилий, отмечается на проходных рыбах - осетровых, сельдях. Некоторое снижение среднего улова отмечается на кефалях, барабулях, тьялке и бычках. Однако суммарная кривая уловов дает даже увеличение общих уловов, что указывает на то, что Черное море может давать значительную продукцию при правильной организации уловов. Дальнейшее углубленное изучение этих вопросов поможет выделить основные факторы среды, определяющие колебания численности и биомассы морских организмов от года к году (А.К.Богданова).

Упомянем в заключение, что сравнительные исследования количественного развития жизни в ряде средиземных морей позволили подойти к определению места Черного моря в этой системе во-

доемов. Оказалось возможным подтвердить высказанное ранее положение, что Черное море по количественному развитию жизни занимает среднее место между Каспийским и Средиземным морями, а поэтому были неправильны некоторые прежние суждения, как о чрезвычайной бедности Черного моря, так и о его повышенном богатстве.

Обращаясь к задачам дальнейших биологических исследований на Черном море, мы можем прежде всего разделить их на две основные категории. Во-первых, должны продолжаться и углубляться регулярные режимные наблюдения. Во-вторых, должны развиваться лабораторные экспериментальные и стационарно-экспериментальные работы, направленные на специализированные исследования жизнедеятельности организмов, структуры, динамики и продуктивности популяций и сообществ.

Перед исследованиями первой группы стоит следующий основной вопрос: "В какой мере общие колебания уровня продуктивности Черного моря и его промысловых запасов являются проявлением планетарных процессов и в какой мере проявлением специфических особенностей природы самого Черного моря." Имеются сторонники и того и другого мнения. Первые считают, что колебания уловов в Черном море обнаруживают такую же периодичность, как, например, в Адриатическом море, а вторые утверждают, что вследствие своеобразия гидрологического режима Черного моря, продукционные процессы в нем находятся в особенно напряженном состоянии и имеют тенденцию подвергаться резким колебаниям по годам в зависимости, например от той или иной интенсивности подъема глубинных вод. Последняя может зависеть от степени зимнего охлаждения поверхностных вод и от действия ветров.

По существу, между этими двумя точками зрения нет принципиальной разницы, так как именно метеорологические колебания и могут иметь периодический характер, оказывая соответственное

воздействие на интенсивность перемешивания вод. С другой стороны, нет оснований предполагать наличие в Черном море какой-то особой напряженности пищевых отношений и, в целом, всех продукционных процессов. Несмотря на действительно имеющиеся значительные различия по годам в развитии планктона, едва-ли в самом существе взаимоотношений компонентов планктонного сообщества имеется какое-либо специфическое черноморское своеобразие (как в структуре сообществ, так и в интенсивности процессов), отличающее Черное море от других морей средиземноморского бассейна. Так, детальное изучение структуры пелагического сообщества Ионического моря (В.Н.Грезе) выявило значительную напряженность пищевых отношений между трофическими уровнями. Надо думать, что это имеет место во всех случаях, когда исходные пищевые вещества не присутствуют постоянно в избытке. Анализ структуры, круговорота вещества и потока энергии в планктонном сообществе Черного моря (Т.С.Петипа и др.) позволил составить удовлетворительный баланс для конкретно изученных периодов, но предстоит еще дальнейшее углубление этих исследований в многолетнем плане.

Попутно следует отметить, что в общем анализе трофической структуры пелагиали еще недостаточно отчетливо учитывается значение некоторых категорий планктона, таких как многочисленные личинки и мальки рыб, инфузории, мельчайшие жгутиковые. Исследования в этом направлении налаживаются. В целом, мы знаем о планктоне Черного моря уже достаточно много, чтобы можно было приступить к разумно спланированным регулярным исследованиям, комбинируя полевые данные с экспериментальными. Заманчивая задача заключается в том, чтобы довести исследования до математико-кибернетического выражения и четкого моделирования. Для молодежи в этом отношении открываются большие перспективы. Одним из интригующих и важных вопросов в черноморской планктонологии

является вопрос о значении обеспеченности пищей личиночных стадий рыб в их выживании. По этому вопросу имеются различные точки зрения.

В изучении бентоса все в большей степени будут внедряться экспериментальные методы, которые позволяют дать картину продукционных процессов в донных сообществах. В этом отношении уже достигнуты определенные успехи, но для построения общей схемы требуется еще много частных исследований. Как для планктона, так и для бентоса, как для животных организмов, так и для растительных будут все шире развиваться исследования о роли различных растворенных в воде органических веществ, в том числе, витаминов и ферментов, о роли и путях превращений детритных частиц, о роли бактерий в круговороте веществ.

В области ихтиологии, помимо продолжения и углубления работ по биологии отдельных видов рыб, и в особенности по изучению малькового периода жизни и динамике популяций, перед рыбохозяйственной наукой стоит задача развития исследований по вопросам воспроизводства запасов морских рыб. Не говоря об осетровых рыбах, стоит вопрос о разработке методов разведения нескольких видов чисто морских рыб. В этом отношении за границей, как известно, уже достигнуты некоторые результаты. Это влечет за собой разработку методов разведения кормовых организмов и использования для зимнего содержания некоторых рыб промышленных теплых вод. Для этого цикла исследований необходимо создать солидную экспериментальную базу.

Отметим, что за последние годы в ИнБЮМ созданы некоторые новые лаборатории: структуры и динамики планктонных сообществ (Т.С.Петипа), физиологии водорослей (З.З.Финенко), санитарной биологии моря (О.Г.Миронов), донной растительности (А.А.Калугина), изотопного обмена (Г.А.Баринев), биолюминесценции

(Э.П.Битюков), кабинет масс-спектрометрии (Л.Н.Пшенин). Создан отдел нектона (Ю.Г.Алеев) и отдел ихтиологии с тремя лабораториями : экологии рыб (Л.С.Овен), ихтиопланктона (Т.В. Дехник) и паразитологии (В.М.Николаева). Во всех этих новых подразделениях Института исследования развиваются широким фронтом. Намечается строительство новых лабораторных зданий и ряда специальных экспериментальных установок, приобретение среднетоннажного экспедиционного корабля. Все это даст возможность значительно улучшить и расширить постановку исследований в соответствии с растущими требованиями к изучению и освоению разнообразных морских ресурсов и использованию природы морей для ряда народно-хозяйственных задач.