

Федеральное агентство по рыболовству РФ (Росрыболовство)  
Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр  
(ФГБНУ «ТИНРО-Центр»)

# ИЗВЕСТИЯ ТИНРО

## 1928–2018



Владивосток  
2018

УДК 639/2/.6:001.89(08)

ББК 47.4г

ИЗЗ

**Известия ТИНРО. 1928–2018** : сборник статей / Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр ; сост. В.П. Шунтов, В.Н. Акулин. — Владивосток : ТИНРО-Центр, 2018. — 278 с.  
ISBN 978-5-89131-133-6

Сборник статей посвящен 90-летию научного журнала «Известия ТИНРО». В нем воспроизведены некоторые из опубликованных в 1928–2018 гг. в разных томах Известий ТИНРО научные сообщения и небольшие статьи, позволяющие дополнить представление о масштабах и комплексности рыбохозяйственных исследований, а также дан обзор публикаций с 1 по 193-й том (первое полугодие 2018 г.). 90-летний период разбит на несколько временных этапов: организация Тихоокеанской научно-промышленной станции (ТОНС) и начало рыбохозяйственных исследований (1928–1936), становление рыбохозяйственной науки и военные годы (1937–1945), послевоенное десятилетие (1946–1955), эпоха активного морского и океанического рыболовства (1956–1978), рыбохозяйственные исследования после введения экономических зон до распада СССР (1979–1991), исследования на рубеже 20 и 21-го столетий (1994–2002) и современный период (2003–2018).

Сборник адресован всем интересующимся историей развития рыбохозяйственной науки на Дальнем Востоке России.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В нормально развивающихся обществах всегда сохранялся большой интерес к истории. К истории цивилизаций, стран, народов и их деяний на военном и мирном поприщах. Государства, в которых имелось понимание, выражаясь современным языком, основополагающего значения научно-технического и культурного прогресса, достигали наибольшего развития и благополучия. Обращение к прошлому является не только просто интересом (хотя и это важно), главное — это опыт прежних поколений, позволяющий ориентироваться в современных событиях, которые всегда бывают противоречивыми. Особенно очевидно это для развития науки — фундаментальной и прикладной, где всегда при оценке разных событий имеются разные парадигмы, вызывающие дискуссии, которые облегчают путь к истине. Не менее важным является и накопление первичной информации за продолжительные ряды лет. Известно, что даже выдающиеся идеи в конечном счете должны подтверждаться фактами. Сказанное выше относится и к развитию науки.

Рыбохозяйственная наука — это совокупность дисциплин, занимающихся комплексным изучением водных биологических ресурсов. Сердцевиной ее содержания являются экологические вопросы и проблемы. Но в связи с тем, что она работает для рыбного хозяйства, в ее структуре обязательны разработки вопросов рационального рыболовства и природопользования в целом, комплекс исследований по технологии и обработке сырья (в том числе для фармакологических целей), по аквакультуре, конструкциям орудий лова, способам и технике добычи промысловых объектов, а в итоге и по экономике рыбной отрасли.

В разных странах функционируют и развиваются разные модели рыбного хозяйства. На Дальнем Востоке России структура крупного рыбохозяйственного комплекса начала создаваться во второй половине 1920-х гг. В 1925 г. в связи с этим была организована Тихоокеанская научно-промысловая станция (ТОНС), которая через 10 лет выросла до Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО, ныне ТИНРО-Центр). С 1928 г. в ТОНС появилось свое научное издание «Известия ТОНС» (вскоре и ныне Известия ТИНРО). Это издание отражает основные этапы развития и функционирования института. За 90 лет (это большая часть 20-го века и современный период в текущем столетии) в нашей стране и в мире произошло много грандиозных (плохих и хороших) событий. На разных этапах менялись условия и приоритеты исследований, были спады и несомненные успехи. Все это подтверждается и результатами работ рыбохозяйственного комплекса, с которым ТИНРО всегда работал в тесном контакте.

Настоящее издание задумано как путеводитель по 193 томам и более 4 тыс. публикаций от основания института и журнала до первой половины 2018 г. Есть надежда на то, что издание окажется полезным не только для новых поколений, приходящих в науку (в том числе рыбохозяйственную), но и для тех, кто отдал служению ей десятки лет. Первым это нужно, чтобы знать, а вторым — чтобы помнить опыт проб и ошибок, а также достижения в познании природы речных и озерных систем, морей и океанов, направленном в течение многих десятилетий на разработку принципов рационального природопользования и на благо рыбной отрасли нашей страны.

Директор ТИНРО-Центра  
А.А. Байталюк

## ВВЕДЕНИЕ

Известия ТИНРО — старейшее российское периодическое издание, в котором публикуются результаты изучения водных биологических ресурсов на Дальнем Востоке России, условий их формирования, добычи, обработки и хозяйственного использования. При этом всегда отдается приоритет морским и океаническим биоресурсам.

Появление этого издания логично связано с историей ТИНРО-Центра, которая начинается с 1925 г., когда во Владивостоке было создано первое научно-промысловое учреждение — Тихоокеанская научно-промысловая станция (ТОНС). В 1929 г. она была реорганизована в Тихоокеанский институт рыбного хозяйства (ТИРХ), а в 1934 г. — в Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО). На Сахалине и Камчатке в 1935 г., а на Амуре в 1933 г. были созданы его отделения.

Изначально, т.е. со дня основания ТОНС, а затем и института, была предусмотрена комплексность исследований: изучение биологии промысловых гидробионтов, гидрологических и гидробиологических условий их обитания, разработка технологий обработки, техники, способов и орудий лова добываемого сырья.

Уже в 1928 г. был издан первый том Известий ТОНС, после 1929 г. он стал называться Известиями ТИРХ, а в 1937 г. получил название, сохранившееся до настоящего времени, — Известия ТИНРО. К 1937 г. увидели свет 8 томов, а с 1937 по 2017 г. — 183 тома. В настоящем юбилейном сборнике, посвященном 90-летию журнала «Известия ТИНРО», дается обзор публикаций, содержащихся в томах с 1 по 193-й.

Значительная часть опубликованных в Известиях работ подготовлена специалистами дальневосточных рыбохозяйственных институтов, которые в настоящее время объединены в ассоциацию НТО «ТИНРО». В то же время, особенно в 2000-е гг., в Известиях публикуются и статьи специалистов из институтов Академии наук и вузов, в том числе из западных районов нашей страны. Как в прошлом, так и настоящем столетии в Известиях появляются работы ученых из стран Северотихоокеанского региона (в основном из США, Японии и Канады), с которыми ТИНРО-Центр взаимодействует при изучении трансграничных биологических ресурсов и по работе по крупным международным программам.

Специалисты НТО «ТИНРО» публикуются в других изданиях, а кроме того, в ТИНРО-Центре (так же как и в других институтах НТО «ТИНРО») выпускаются монографии, труды конференций и другие издания. И тем не менее по многочисленным публикациям именно в Известиях вполне прослеживаются основные этапы развития и исследований, и функционирования рыбной отрасли, не только обусловленные научной логикой познания, но и связанные с социально-политическими, экономическими и международными обстоятельствами.

Рассматриваемый 90-летний период был сложным и противоречивым, как и вся история нашей страны. В нем выделяются временные этапы, сильно различающиеся во всех отношениях условиями и задачами исследований. В этом смысле очевидны специфичные условия становления дальневосточной рыбохозяйственной науки в конце 1920-х и в 1930-е гг., разрушительного периода Великой Отечественной войны и восстановления после нее, эпохи морского и океанического рыболовства, закончившейся введением в середине 1970-х гг. 200-мильных экономических зон, распада Советского Союза и коллапса рыбной отрасли и современного периода постепенного восстановления рыбной отрасли и все еще кризисного состояния рыбохозяйственной науки.

Анализ публикаций в Известиях ТИНРО ниже дается по перечисленным периодам, при этом подчеркиваются особо значимые достижения. Кроме того, для каждого периода подобрана серия статей, характеризующая не только широкий спектр (комплексность) исследований, но и особенности стиля и мышления в разные исторические периоды. Из-за ограниченности объема издания для этих целей подобраны только статьи небольшого размера (научные сообщения).

## ОРГАНИЗАЦИЯ ТИХООКЕАНСКОЙ НАУЧНО-ПРОМЫСЛОВОЙ СТАНЦИИ (ТОНС) И НАЧАЛО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (1928–1936 ГГ.)

Планомерных и сколько-нибудь последовательных рыбохозяйственных исследований в дальневосточных водах России до создания в 1925 г. ТОНС не проводилось, хотя временами Дальний Восток посещали и результативно работали отдельные крупные естествоиспытатели из западных районов страны.

ТОНС по существу создавался на «голом месте». Только в 1922 г. на Дальнем Востоке закончилась разрушительная гражданская война и японская оккупация. Не было помещений, оборудования, морских плавсредств и главное — почти не было квалифицированных специалистов. Поэтому для организации станции был приглашен ленинградский профессор гидробиолог К.М. Дерюгин, с которым прибыла хотя и немногочисленная, но дееспособная группа ученых-биологов.

Очевидно, что в таких условиях тема публикации результатов будущих исследований сразу не поднималась. Но это имелось в виду, и уже в 1928 г. вышли 1 и 2-й тома Известий ТОНС. В 1929 г. к ним добавился 3 и 4-й, в 1930 г. — 5-й, в 1931 г. — 6-й, в 1934 г. — 7 и 8-й тома. В 1935 и 1936 гг. выход томов из печати приостановился и был возобновлен только в 1937 г. Этот перерыв во многом был связан с так называемым «кризисом ТИРХ». В то время рыбохозяйственная наука попала под первый критический пресс с соответствующими оргвыводами со стороны партийных органов и руководителей рыбной отрасли. От нее требовали развернутых рекомендаций для рыбных организаций всего Дальнего Востока, что было нереально для ограниченного количества научных работников без серьезной материально-технической базы, в том числе отсутствия научных судов.

В общей сложности в первых восьми томах Известий ТОНС и ТИРХ содержится 37 публикаций. Но 5 выпусков данного периода представляют собой солидные монографии:

**И.И. Кузнецов** Некоторые наблюдения над размножением амурских камчатских лососей (1928 г., т. 2, вып. 3, 195 с.);

**Э.М. Ляйман** Паразитические черви рыб залива Петра Великого (1930 г., т. 3, вып. 6, 118 с.);

**В.К. Солдатов и Г.У. Линдберг** Обзор рыб дальневосточных морей (1930 г., т. 5, 576 с.);

**А.И. Амброз** Сельдь (*Clupea harengus* Pallass) залива Петра Великого (1931 г., т. 6, 313 с.);

**А.И. Разин** Морские промысловые моллюски южного Приморья (1934 г., т. 8, 108 с.).

В томах 1 и 7 значительное место занимают статьи технологов. Поскольку в этот период в уловах преобладала жирная сардина, основные работы касаются рыбьих жиров и их использования.

Заслуживает упоминания том 2 (вып. 2, 1928 г., стр. 3–67), содержащий объемную статью Б.П. Пентегова с соавторами «Физико-химическая характеристика нерестово-миграционного голодания кеты». Эта статья из-за важных практических выводов широко цитировалась в международных биохимических журналах вплоть до 1980-х гг.

Также представляет интерес статья Г.И. Гайла «Очерк водорослевого пояса Приморского побережья в связи с некоторыми общими вопросами его использования: отчет по поездкам вдоль Приморского побережья в 1928 и 1929 гг.» (1930 г., т. 4, вып. 2, с. 3–37).

Перу основателя ТОНС профессора К.М. Дерюгина в первом томе Известий принадлежат три статьи, особый интерес из которых представляют подробные описания всех этапов организации ТОНС и отчеты о проделанной работе в первый год исследований. Эту работу характеризует большая детализация, при этом лишенная бюрократического налета. Из-за ограниченности места из этой публикации ниже воспроизводятся только отдельные выдержки.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ТИХООКЕАНСКОЙ НАУЧНО-ПРОМЫСЛОВОЙ СТАНЦИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЫБОЛОВСТВА И ЕЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ

Проф. К.М. Дерюгин

### 1. Организационные работы

Давно уже на Дальнем Востоке ощущалась громадная потребность в создании центрального научно-промыслового исследовательского учреждения, которое могло бы прийти на помощь падающему лососевому промыслу и помогло бы вообще использовать более рационально могучие природные производительные силы дальневосточных водоемов. Такое учреждение удалось, наконец, осуществить теперь при Дальневосточном Управлении Рыболовства (Дальрыба) под именем Тихоокеанской Научно-Промысловой Станции.

Отдельные этапы в создании этого учреждения, имеющего общегосударственное важное значение, протекали при следующих условиях.

В конце июля 1925 года в Ленинграде меня посетил Уполномоченный Комиссариата Земледелия на Дальнем Востоке, П.Т. Мамонов, и предложил принять на себя организацию Тихоокеанской Научно-Промысловой Станции.

Ввиду того, что личными переговорами были устранены некоторые недоразумения, возникавшие при предыдущих телеграфных сношениях, а также в виду того, что владивостокские научные и общественные организации также выразили пожелание видеть именно меня организатором этой Станции, я принял предложение и обещал выехать на Дальний Восток с сибирским экспрессом, отходящим из Москвы 5-го августа. П. Мамоновым немедленно по телеграфу были затребованы из Хабаровска 2000 р. на первоначальное снаряжение и переезд моей партии из четырех человек. Однако, деньги своевременно получены не были, и перед нами встал вопрос о невозможности выполнения соглашения с П. Мамоновым по организации Станции в текущем году, так как следующий сибирский экспресс уходил 19-го августа, что было бы слишком поздним временем для начала работ. К счастью, мне удалось достать необходимую сумму в Ленинграде заимообразно, чтобы выехать с сотрудниками в намеченный срок.

Имея в виду, что основной задачей организуемой Станции является восстановление на научной базе рационального рыбного хозяйства, я пригласил к участию в совещании по этому вопросу заведующего Отделом Прикладной Ихтиологии Гос. Инст. Опытн. Агрономии проф. Л.С. Берга, считая весьма полезным для дальнейшего успеха создаваемого дела опираться на высоко компетентное центральное учреждение, руководящее издавна научно-промысловыми исследованиями в России. По совещании с Л. Бергом выяснилось, что наиболее подходящим моим помощником по научно-промысловой части мог бы быть ученый специалист Отдела Прикладной Ихтиологии И.Ф. Правдин, который и принял мое предложение в сотрудничестве.

Кроме того, для организационных и исследовательских работ мною были приглашены преподаватель Ленинградского Госуд. Университета М.Л. Пятаков (быв. помощник заведующего Севастопольской Зоологической Станцией) и научный сотрудник Мурманской Биологической Станции, И.Г. Закс.

Хотя времени на подготовку снаряжения до отъезда оставалось мало, тем не менее, благодаря энергичной работе сотрудников и содействию некоторых учреждений (особенно Госуд. Гидрологического Института, Отдела Прикладной Ихтиологии и Зоологического Музея Ленинградского Госуд. Университета), удалось получить и закупить самые необходимые приборы для исследовательских работ.

4-го августа мы выехали из Ленинграда, а 16-го августа были в Хабаровске, причем И. Закс проехал с вещами прямо во Владивосток, а я, И. Правдин и М. Пятаков

остались в Хабаровске, чтобы принять участие в совещаниях при Уполномоченном Наркомзема по вопросам организации Станции.

На состоявшемся совещании под председательством П.Т. Мамонова и при участии, кроме моих сотрудников, начальника Дальрыбы А.М. Головского, старшего инспектора рыболовства П. Русанова, специалиста по звериным морским промыслам А. Батурина, я сделал доклад об организационном плане по учреждению Станции, а также о намеченных нами к осуществлению немедленно научно-промысловых исследованиях. Все наши предположения были встречены весьма сочувственно и мы имели возможность получить уверенность, что наши работы встретят полную поддержку со стороны, как самого Уполнаркомзема П.Т. Мамонова, так и начальника Дальрыбы А.М. Головского.

Ввиду изложенного, мы считаем днем основания Станции 16 августа 1925 года.

Во время совещания в Хабаровске выяснилось, что материальной базой для бюджета Станции является сумма 5 % отчисления с общей суммы арендной платы за рыбные промыслы, что в общем может дать 135.000–150.000 руб. ежегодно.

К сожалению, к нашему приезду значительная часть сумм по этому фонду была уже израсходована.

50.000 руб. было забронировано на приобретение исследовательского судна для Станции, около 70.000 руб. было отпущено на работы по рыбоводству И.И. Кузнецова и около 6.000 руб. израсходовано заведующим Научным Бюро при Дальрыбе Н. Навозовым. Таким образом, на организационную часть по Станции осталась до 1-го октября весьма скромная сумма около 19.000 руб., на которую нам и предстояло развернуть все работы. Однако, и эти деньги первое время невозможно было получить по тем или иным основаниям и недели три мы оборачивались теми суммами, которые я заимообразно привез с собою из Ленинграда и которые были мне возвращены во Владивостоке. Только с 10-го сентября началось более регулярное снабжение деньгами (получены первые 10.000 руб.). Это обстоятельство в значительной мере усложнило осуществление всех работ.

После совещания в Хабаровске мы немедленно выехали во Владивосток, куда и прибыли 17-го августа. Нас сопровождал начальник Дальрыбы А.М. Головской, который не мало помог нам в наших первых шагах во Владивостоке, как и его помощник В.Я. Кривоборский.

Первой задачей по прибытии во Владивосток было подыскание подходящего помещения для Станции. Особая комиссия из меня, моих сотрудников, А. Головского, В. Кривоборского, Н. Навозова и преподавателей Дальневосточного Университета биологов Г. Гассовского и Г. Линдберга, 20 августа осмотрела два помещения в самом городе на Эгершельде, подысканные для Станции Н. Навозовым. Однако, оба они, по общему мнению комиссии, оказались совершенно непригодными для Станции. За одно помещение на берегу Амурского залива, состоящее из двух небольших зданий типа барской виллы, расположенных при том на значительной высоте (около 10–15 саж. над ур. м.), владелец запросил 100.000 руб.; другое помещение оказалось отрезанным от моря железнодорожными путями и сооружениями, и, в лучшем случае, могло бы служить местом канцелярии, а не научно-промыслового исследовательского учреждения.

Пришлось взять катер и 21-го августа совершить поездку вдоль побережья Владивостока и его ближайших окрестностей в направлении от Амурского к Усурийскому заливу.

Из всех осмотренных мест наиболее подходящим оказался полуостров Басаргина, расположенный при выходе Босфора Восточного в Усурийский залив, верстах в 5–6 от Владивостока...

...

...Обдумывая еще ранее теоретически общую структуру Станции и познакомившись на месте с условиями работы, я пришел к определенному взгляду, что Тихоокеанской Научно-Промысловой Станции суждено сделаться на Дальнем

Востоке центральным Научно-Исследовательским Институтом не только всесоюзного, но и международного масштаба. Колоссальные водные пространства, почти совершенно до сего времени не исследованные, громадные природные богатства в виде разнообразнейших рыбных пресноводных и морских объектов, наличие и других водных организмов (крабы, креветки, устрицы, мидии, трепанги, морская капуста и т. под.), вполне пригодных как пищевые продукты, открытые морские мировые пути, наличие обширных рынков сбыта и внутри Союза, и в соседних странах, — все это намечает широкие перспективы для развития научно-исследовательской и руководящей промыслово-экономической деятельности Тихоокеанской Научно-Промысловой Станции...

...

## II. Исследовательские работы

...Хотя подводить итоги исследовательских работ осени 1925 г. еще преждевременно, но все же можно отметить некоторые, наиболее существенные результаты.

По группе рыб Г. Линдбергом по нашим сборам и материалам наблюдательных пунктов установлено (частью совместно с проф. В. К. Солдатовым) несколько совсем новых видов рыб, как *Ulvaria derbekii* (из *Blenniidae*), *Bathymaster derjugini* (из *Bathymasteridae*) и *Syngnathus soldatovi* (из *Syngnathidae*). Кроме того, ряд новых видов для фауны морей СССР, как из семейств:

*Galeidae* — *Mustelus manazo* Bleeker — покупалась мною неоднократно на рынке;

*Scombridae* — *Auxis thazard* (Lacépède) — приобреталась мною неоднократно также на Владивостокском рынке;

*Priacanthidae* — *Priacanthus japonicus* Schlegel — доставлена Н. Добржанским из Тавайзы;

*Scomberesocidae* — *Cololabis saira* (Brevoort) — доставлены три экземпляра из зал. Ольга наблюдателем Полутовым.

*Stromateidae* — *Rhombus* sp. (paru) — доставлен Н. Добржанским из Тавайзы;

*Triglidae* — *Chelidonichthys kumu* (Lesson & Gar.).

*Blenniidae* — *Azuma emmion* J. & St.

“ — *Neozarces steindachneri* J. & St.

“ — *Ozortho dictyogrammus* (Herat),

*Gobiidae* — *Acanthogobius flavimannus* Schl.

“ — *Rhinogobius virgatulus* J. & Sn.

“ — *Cliloe* sp.

“ — *Aboma* sp.

*Echeneididae* — *Echeneis* sp.

Большинство из этих форм раньше было известно для японских вод. В этом отношении вообще наблюдается весьма интересное явление, а именно, как бы проникновение ряда японских рыб в наши воды. Это касается не только упомянутых выше, все же довольно редких форм, но и нескольких промысловых форм. Так, теперь в промысловом количестве стала приходить в залив Петр Великий роскошная крупная японская макрель (*Scomber japonicus*), которая все лето продавалась корзинами на Владивостокском рыбном базаре; я усердно посещал его из-за весьма ценного материала, который там удавалось обнаруживать среди рыб и других животных (крабы, креветки, моллюски, особенно головоногие, и др.). То же надо сказать и про японскую сардельку (*Sardinella melanosticta*), которая теперь в промысловом количестве подходит к берегам в определенные сроки, а летом ловилась понемногу и постоянно появлялась на рынке. Интересны массовые миграции в заливе Петра Великого японского анчоуса, тунца и нек. др. рыб...

...

## III. Общие соображения

...Ознакомившись на месте с состоянием рыбной промышленности на Дальнем Востоке, а также с современным укладом общественной жизни Дальнего Востока,

я имею основания утверждать, что создание Тихоокеанской Научно-Промысловой Станции, построенной по типу Научно-Исследовательского Института, должно иметь не только местное, но и общегосударственное значение; я мог бы прибавить даже — и международное.

Современная государственность Союза Советских Республик не стремится к соревнованию между народами путем вооруженных между ними конфликтов; это особенно ярко бросается в глаза на Дальнем Востоке. Здесь, в борьбе за свою политическую и хозяйственную самостоятельность, приходится опираться на подъем общей культуры, подъем максимального использования производительных сил природы, подъем общественной и индивидуальной самодеятельности.

При необъятных пространствах Дальнего Востока и слабых путях сообщения, при чрезвычайной пестроте населения, разоренного гражданской войной и интервенцией, при громадной роли иностранного капитала в рыбной промышленности, представляющей жизненный узел всего края, восстановление и дальнейший прогресс народного хозяйства встречают чрезвычайные затруднения. На этом пути необходимо стремиться к сплочению всех культурных сил Дальнего Востока, объединенных в различные общественные, научные и промысловые организации...

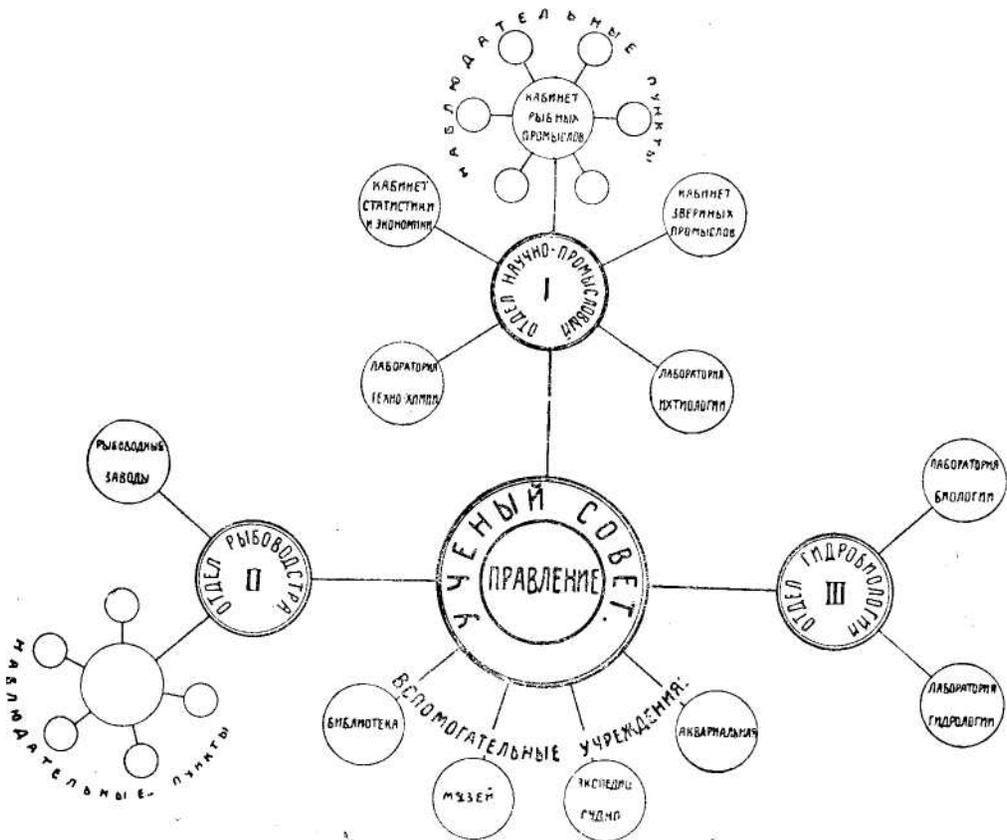


Схема структуры Тихоокеанской научно-промысловой станции

Б.П. Пентегов, С.И. Георгиевский и Ю.Н. Ментов

### ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОРБУШИ И ЕЕ ЖИРА

Нами были произведены анализы горбуши, пойманной 4 июля 1926 года вблизи Владивостока, две самки и самец в Амурском заливе и самец у мыса Басаргин.

Для взятия пробы рыба после взвешивания очищалась от внутренностей. Голова и хвостовой плавник отделялись, и рыба разрезалась на 10 равных частей, из которых брались для пробы части через одну. Кожа и кости отделялись. Проба измельчалась на мясорубке, тщательно перемешивалась, и из нее квартованием набиралась в склянку с притертой пробкой проба для анализа. Вся операция взятия пробы проделывалась быстро. Самок было взято два экземпляра и получена средняя проба, а самцов по одному экземпляру. Влага определялась просушиванием до постоянного веса при 100°. Азот определялся по Кьельдалю. Жир — экстракцией в аппарате Сокслета сухим эфиром. Йодное число жира определялось по Гюблю. Результаты анализа приведены в таблице.

Пол горбуши	Самец	Самка	Самец
Место лова	Амурский залив		Мыс Басаргин
Время лова	4 июля 1926 г.		
Вес в граммах	1245	1245 и 1248	2105
Процентное содержание в мясе:			
Вода	69,42	68,87	69,72
Азотистые вещества (N X 6,25)	19,48	20,16	19,96
Жир	7,76	8,78	7,96
Зола	1,49	1,55	1,49
Экстрактивные вещества:			
Общее количество экстрактивных веществ	5,65	5,79	5,95
Альбумины	1,37	1,12	1,43
Зола	1,19	1,13	1,13
В сухом веществе:			
Азотистые вещества (N X 6,25)	63,70	64,76	65,92
Жир	25,38	28,21	26,29
Зола	4,87	4,98	4,92
Экстрактивные вещества:			
Общее количество экстрактивных веществ	18,48	18,60	19,55
Альбумины	4,48	3,60	4,72
Зола	3,89	3,63	3,73
Константы жира:			
Йодное число	143,45	140,20	—
Число омыления	190,50	191,04	—
Неомыляемый остаток	2,56	—	—
Число кислотности	5,51	6,26	—
Температура затвердевания	—7°C	—8°C	—
Температура плавления	—2°C	—3°C	—
Эфирное число	185	184,8	—
Молекулярный вес	281,8	281,0	—

Обращает на себя внимание близкий состав самцов и небольшое отклонение у самки в сторону повышения жира. Константы жира у самца и самки также близки друг к другу.

Б.П. Пентегов и Р.Н. Нянковская

## К ХИМИЧЕСКОМУ ИЗУЧЕНИЮ ПРИМОРСКОЙ САРДИНЫ-ИВАСИ (*CLUPEA MELANOSTICTA*)

В 1925 году нами были изучены с химической стороны как свежая сардина, пойманная осенью в конце октября у Владивостока, так и продукты ее консервирования: сардины и шпроты завода «Океан», а также исследован ее жир. В 1926 году мы предполагали произвести анализы сардины, пойманной как в начале ее хода — в начале лета, так и осенью — в конце хода. Ниже приведены результаты нашего исследования сардины, пойманной ставными сетями у мыса Басаргин 30 июля, во время первого ее хода.

Самцов было взято 13 и самок 19 штук.

	Самцы			Самки		
	Минимум	Максимум	Среднее	Минимум	Максимум	Среднее
Длина см	22,5	25,5	23,8	23	26	24,25
Обхват см	10,5	11,5	11	10,5	12	11,48
Вес г	—	—	114,76	—	—	127,52
Отбросов %%	—	—	31,71	—	—	32,96

Отсюда видно, что самки крупнее самцов.

Далее самки и самцы, очищенные от внутренностей, с отрезанными головами и хвостами шли на приготовление двух проб для анализа измельчением в мясорубке. Влага определялась просушкой с прокаленным песком в шкафу в струе  $\text{CO}_2$  при  $100^\circ\text{C}$ . Азот определялся по Кьельдалю, а жир экстрагированием безводным эфиром в аппарате Сокслета. Зола осторожным озолением. Результаты анализа видны из таблицы:

	Самцы		Самки	
		На сухое		На сухое
Влага	59,36	—	57,26	—
Азотистые вещества (N x 6,25)	17,35	42,7	16,70	39,07
Сырой жир	21,14	52,02	24,52	57,38
Зола	1,27	3,13	1,37	3,20

Отсюда видно, что самки жирнее самца и беднее самца водой. Далее, сравнивая вышеприведенные цифры содержания жира с наблюдаемыми нами у сардины улова конца октября 1925 г., когда для самцов и самок в среднем было найдено 15,61% жира, видим, что летняя, данная, сардина чрезвычайно богата жиром, которого в сухом веществе сардины более 50%.

Что касается осеннего лова 1926 года, то нами была взята сардина с мыса Басаргин, пойманная 25 октября в количестве 11 штук весом 983,4 г, т. е. средний вес рыбы 89,4 грамма. Процент отброса был равен 34,5. Половые признаки были в данном случае очень слабо выражены, и разделение по ним на самцов и самок было трудно произвести.

По виду внутренность рыбы казалась менее жирной, чем первого лова. К сожалению, по независящим от нас обстоятельствам, химического анализа данной пробы мы произвести не могли. Между тем ход иваси прекратился, и новой пробы получить было невозможно.

К.М. ДЕРЮГИН

### НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНО-ПРОМЫСЛОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОХОТСКОМ МОРЕ, ОСУЩЕСТВЛЕННЫХ В 1915–17 ГГ. ПОД РУКОВОДСТВОМ ПРОФЕССОРА МАРУКАВА

В 1915, 1916 и 1917 гг., т.е. в период мировой войны, когда европейские народы занимались разорением своих стран и уничтожением самыми ухищренными способами своих и чужих граждан, японцы под общим руководством профессора Рыболовного Института в Токио Н. Марукава организовали обширные исследования гидрологии и биологии Охотского и Японского морей. Конечно, главной задачей было не только научное изучение этих морей, но и рыбохозяйственное, так как японцы и до войны держали в своих руках значительную долю наших дальневосточных рыбных промыслов, особенно на побережья Камчатки. В настоящее время это участие японцев в наших промыслах на Дальнем Востоке еще более увеличилось, причем даже с устья Амура и с ближайших к Владивостоку районов рыба уходит на японский рынок.

Насколько хорошо было поставлено дело исследования, можно судить по тому, что в работах, кроме основного исследовательского судна Токийского Рыболовного Института «Унио-мару», принимали участие еще три судна: «Коси-мару», принадлежащее Институту морских продуктов в провинции Фукуяма, «Осиоро-мару», принадлежащее Агрикультурному Факультету Северо-восточного Университета, и «Танкай-мару», обслуживающее Экспериментальную станцию морских продуктов в Хакодате.

Все эти суда производили планомерные гидрологические разрезы в Японском и, особенно, в Охотском морях. В Охотском море работы выполнены в гораздо более крупном масштабе, так как оно значительно продуктивнее в рыболовном отношении. Особенно тщательные исследования произведены вдоль Западно-Камчатского побережья, где располагаются главнейшие рыбалки.

Результаты этих исследований изложены проф. Марукава в нескольких томах изданий Рыболовного Института в Токио, которые опубликованы исключительно на японском языке. Во время организации Тихоокеанской Научно-Промысловой Станции нам удалось познакомиться с имевшимися на Станции тремя книгами этого издания по переводу, сделанному переводчиком Станции Н. Михайловским. Одна книга относится к октябрю 1918 г. (вып. 6), другая к февралю 1919 г. и третья к марту 1919 г. (вып. 8)\*.

Не касаясь здесь обширного гидрологического материала, излагаемого мною в другой статье, я остановлюсь лишь на некоторых интересных наблюдениях, касающихся биологии и промысла трески, палтуса и лососевых рыб.

По исследованиям проф. Марукава, в море вдоль западного побережья Камчатки существуют превосходные места для морского рыбного промысла, что в общих чертах было известно и раньше. Особенно тщательно были обследованы районы почти от южной оконечности Камчатки до р.р. Калпаковой и Ичи на севере.

В рыболовном отношении здесь главный интерес представляет континентальное плато, расположенное вдоль западного побережья Камчатки с глубинами до 100 саж.

Стосаженная изобата достаточно ясно определяет границы этого пространства. Если учесть площадь между берегом и линией 100 саж. глубины с 51° с.ш. до 56° с.ш., то, по вычислению проф. Марукава, получается обширное рыбное пастбище в 11.974 кв. мили. Проф. Марукава любезно предоставляет нам трехмильную полосу (248 кв. миль) территориальных вод, а все остальное пространство считает международной сферой, «где всякий может заниматься рыбным промыслом». Вряд ли мы можем со-

\* К сожалению, полного издания получить не удалось, так как все издание погибло во время пожара, вызванного громадным землетрясением 1923 г.

гласиться с таким толкованием, так как на Дальнем Востоке всегда принималась районом территориальных вод 12-ти мильная полоса.

Линия 100-саженной глубины идет вдоль берега на расстоянии приблизительно 30–48 миль. Только к югу от 52° с.ш. уклон дна быстрее и на траверзе р. Озерной 100 саженная глубина — уже в 13 милях от берега.

На всем этом пространстве между берегом и 100 саж. глубиной дно ровное и покрыто мелким песком, к которому к берегам примешивается гравий и галька. Илистых мест сравнительно мало, и только на траверзе р. Озерной дно илистое. Таким образом, все это пространство весьма благоприятно для тралового лова.

Кроме этой полосы, по американским данным, имеются банки в области 54°45' с.ш. и 148°50' в.д., на которых весьма успешно можно промысливать такую ценную рыбу, как палтус (*Hypoglossus hippoglossus*). Что касается до остального района, то он изобилует промысловыми рыбами, особенно треской (*Gadus callarias macrocephallus*) и лососевыми. Центральным районом для трескового промысла проф. Марукава считает область между устьем р. Озерной и, далее на север, до 54° с.ш., на глубинах с 20 саж. и до 100 саж. По его мнению, здесь располагаются лучшие в мире тресковые рыболовные участки. Для нас является весьма существенным, что изобата в 20 саж. идет в районе р. Озерной уже в 2 милях от берега. Таким образом, уже здесь у самого почти берега имеются прекрасные тресковые рыболовные участки. Далее к северу изобата в 20 саж. отходит от берега и проходит уже в 17 милях от берега.

Несмотря на обилие на западном берегу Камчатки рек, особенно сильного опреснения в прибрежных районах моря не ощущается, и соленость на глубине около 20 саж. держится около 32,00‰ – 32,8‰. Температура в августе на поверхности была около 10–12 °С. На глубинах благоприятной температурой для промысла трески проф. Марукава считает не выше 5°, что здесь и имеет место.

По биологии трески сделан ряд весьма ценных наблюдений.

Нерест трески в Охотском море происходит, вероятно, в феврале и марте, хотя процесс этот затягивается и отдельные индивиды нерестуют значительно позже. Так, по данным проф. Марукава, у западного побережья Камчатки в 1915 г. отдельные яйца трески в планктоне и только-что вылупившиеся мальки попадались в середине мая (15–20-го) и далее значительно позже (почти до середины июня). Сам проф. Марукава в августе у побережья Камчатки извлек из желудка горбуши массу мальков трески длиной от 1 до 6 сантиметров. Он же приводит весьма интересное наблюдение, сделанное на судне «Унио-мару», что в августе 1915 г. в 6.000 штуках вскрытой трески не оказалось ни одного половозрелого экземпляра.

На основании работ того же времени выяснилось, что величина рыб колебалась в пределах от 2 до 100 см. Определялся возраст трески по чешуе и изучалась зависимость роста от возраста рыб, выраженная многочисленными таблицами. Не приводя их здесь полностью, я остановлю внимание лишь на табличке, которая дает конечный вывод и указывает на соотношение между возрастом и длиной тела трески.

Возраст по чешуе	Средняя длина тела в сантиметрах	Число исследованных экземпляров
0	4,2	7
I	19,0	4
II	34,0	11
III	53,3	28
IV	68,3	116
V	77,8	116
VI	86,5	23
VII	91,0	18
VIII	95,8	7
IX	99,5	3

Хотя исследованный материал и не очень велик, тем не менее на основании этих данных можно прийти к выводу, что молодая треска растет очень быстро, а с пятилетнего возраста рост замедляется. Как-раз на этом году, по наблюдениям проф. Марукава, наступает размножение охотской трески.

Изучение пищи трески, на основании многочисленных вскрытых экземпляров, показало, что она является весьма хищной и прожорливой рыбой. Впрочем, это было и раньше достаточно известно об атлантической треске.

В желудке трески обнаружены разнообразные рыбы (в том числе и крупная горбуша), ракообразные, моллюски, черви и даже иглокожие.

Самыми благоприятными местами для лова трески являются глубины с 20–60 саж.

Подсчет соотношения самцов и самок (на основании 750 экз.) показал, что в среднем на два самца приходится три самки, иногда даже процент самок бывает более значительным, (до 4 самок на 1 самца).

Кроме трески, проф. Марукава указывает на изобилие других рыб в тех же морских районах вдоль западного побережья Камчатки. Так, здесь «в большом количестве» водится весьма ценный палтус (*Hippoglossus hippoglossus*). Все пойманные в августе 1915 г. экземпляры были небольшой величины, от 69–105 см, притом с недоразвитыми половыми железами. Возраст их колебался в пределах 9–12 лет. Таким образом, нерест, происходящий, вероятно, летом, наступает у более взрослых и крупных индивидов. Палтус около 2 м длины имеет 20 лет.

Хотя проф. Марукава имел не очень большой материал по палтусу, тем не менее он дает соотношение возраста и длины тела этой рыбы:

Возраст	9 л.	10 л.	11 л.	12 л.
Длина тела	66–72 см	73 см	84–95 см	105 см

В рассматриваемом районе существует и богатый промысел лососевых, который весьма успешно используют японцы на морских прибрежных участках. Точные размеры этого промысла учесть нам весьма затруднительно, так как весь товар идет в японские руки. Проф. Марукава указывает лишь на некоторые пробные ловы. Так, в 1917 г. в районе от 3—21 мили от западного побережья Камчатки и на протяжении с 51°33' с.ш. до 57°24' с.ш. опытные ловы дали: горбуши — 11.151 шт., кеты — 1.883 шт., нерки (красной) — 1.174 шт. и кижуча (серебряной кеты) — 47 шт.

Лучшие уловы кеты в открытом море получились к северу от устья р. Большой, а нерки — в районе самой р. Большой.

В смысле расстояния от берега проф. Марукава считает, что наиболее богатым районом является море: для нерки в 7,5 милях от берега, а для кеты и горбуши — в 17 милях от берега. Попутно с этими данными автором излагается и целый ряд интересных биологических наблюдений, имеющих большее или меньшее промысловое значение.

Так, напр., оказывается, что ночью горбуша часто плавает в изобилии в поверхностном пятифутовом слое и легко здесь попадает в плавные сети.

В открытом море издали можно отличить прыгающую кету от горбуши. Кета прыгает подобно дельфину, изгибая тело и погружаясь снова в воду головой, тогда как горбуша во время прыжка падает в воду хвостовой частью.

Кроме трески, кеты, горбуши и нерки, на морских рыболовных участках попадают и другие различные промысловые рыбы, как кижуч, кунджа, мальма из лососевых и многие другие:

*Hippoglossus hippoglossus* (палтус); *Hippoglossoides hamiltoni*, *H. elassodon*, *Lepidopsetta bilineata*, *Limanda aspera* и *L. proboscidea*, *Pleuronectes quadrituberculatus*, *Platyichthys stellatus*, *Theragra chalcogramma*, *Hemilepidotus jordani*, *Gymnacanthus pistilliger*, *G. galeatus*, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*, *Megalocottus platycephalus*, *Agonomalus jordani*, *Percis japonicus*, *Podothecus accipiter*, *Ammodytes tobianus*, *Eleginus navaga* (навага) и др.

Заканчивая этим небольшой обзор работ японских исследователей в Охотском море в 1915, 16 и 17 годах, нельзя не отметить, что это только незначительная часть

больших и весьма ценных научных и научно-промысловых материалов, полученных совершенными ими экспедициями. Особенно значительны и интересны результаты работ гидрологических (и биологических), которые подводят научный фундамент под рациональное использование производительных сил природы.

Мы не сомневаемся, что морские промыслы дальневосточных морей могут иметь громадную будущность и для нашей рыбной промышленности. И можно лишь пожалеть, что до сего времени в этом направлении русскими рыбопромышленными организациями почти ничего не сделано.

Одной из основных задач Тихоокеанской Научно-Промысловой Станции является поднять в широком масштабе этот вопрос и приступить к планомерному изучению морских рыбных богатств Охотского и Японского морей и выяснению наиболее рациональных методов их использования.

**Е.Ф. КУРНАЕВ**

## **VI. ПРИМЕНЕНИЕ РЫБЬИХ ЖИРОВ ДЛЯ ПИЩЕВЫХ ЦЕЛЕЙ В ЖИДКОМ (НАТУРАЛЬНОМ) ВИДЕ**

В статье об использовании гидрированных рыбьих жиров\* М.П. Белопольский и О.Б. Максимов отметили уже большое потенциальное значение их в выработке маргарина. Пример Германии, потребившей для изготовления его в 1929 г. 659040 ц. рыбьих жиров (вместе с китовым) и все более увеличивающей применение их в этой области, служит тому лучшим доказательством.

Немалое значение в качестве пищевых жиров гидрированные рыбы жиры могут иметь и сами по себе — без переработки на маргарин. Отсутствие специфического запаха и вкуса, присущих исходному материалу, делает возможным их применение даже для деликатесов — печенья, пирожных и разных тонких гастрономических блюд.

Но этим пищевое значение рыбьих жиров не ограничивается. И в жидком, натуральном виде употребление их для ряда пищевых целей вполне возможно и представляет, особенно в условиях ДВ, большой практический интерес.

Потребитель обычно подходит к жидким рыбьим жирам как пищевым с пренебрежением. Причиной такого отношения является то обстоятельство, что встречающиеся в нашем обиходе рыбы жиры обычно бывают крайне низкого качества и действительно не пригодны для пищи.

Однако, с удовлетворением съедая соленую иваси, кету, лососевые балыки, жареную сельдь или иваси и т. д., мы никогда даже не задаемся вопросом о качестве тех жиров, которые заключены в этих продуктах. Они ничем не проявляют себя с дурной стороны. А между тем в мясе иваси наших приморских уловов или в мясе сельди летней и осенней добычи сухое вещество больше чем наполовину состоит из жира.

Но если из тех же самых тушек иваси, сельди или лососевых выделить заключающийся в них жир в чистом виде, без особых предосторожностей, например в одностенном котле на голом огне, и такой жир дать потребителю как пищевой, ничего, кроме самого плохого отзыва о нем, мы не получим, а сколько-нибудь требовательный потребитель даже не назовет его пищевым.

Все дело, следовательно, не в природной недоброкачественности рыбьих жиров, а в несовершенстве обычных приемов выделения их из тела рыбы. Это в значительной мере является следствием установившегося взгляда на рыбы жиры прежде всего как на технические, предназначенные, главным образом, для целей кожевенного производства, которое удовлетворяется и дурнопахнущими, сильно денатурированными жирами.

С существовавшим до сих пор взглядом нельзя, однако, согласиться. Рыба — пищевой продукт, и жиры, заключающиеся в ее теле, по природе своей в большинстве случаев представляют высокоценные пищевые жиры, что обязывает стремиться к использованию и прежде всего в пищевом направлении. На технические нужды должны идти те жиры, которые по самой своей природе не пригодны или мало пригодны для целей питания, или те (из рыбьих и других), которые по своим природным качествам хотя и должны быть отнесены к пищевым, но не могут быть получены в хорошем состоянии из-за различных технических затруднений.

Рыбы жиры, имея в своем составе большое количество высоконенасыщенных кислот, крайне легко подвержены воздействию различных физико-химических реагентов. Они легко портятся от высокого нагревания, от действия солнечных лучей, кислорода воздуха, воды, от загрязненности белковыми веществами. Поэтому для

\* См. выше табл. 5.

того, чтобы выделить жир из той или другой части тела рыбы в хорошем пищевом состоянии, нужно соблюдать следующие условия:

1) применять при добыче невысокую температуру — не выше 100 °С (вытапливая в котле с двойными стенками с паровой или водяной рубашкой, или в одностенном, но с помощью пара, или, наконец, в автоклаве парового обогрева);

2) закрывать сосуд, в котором вытапливается жир, крышкой, чтобы свести к минимуму соприкосновение с кислородом воздуха;

3) после выделения жира дать ему хорошо отстояться от примесей белковых частиц и воды;

4) отстоявшийся жир слить в чистую посуду — плотную деревянную или железную бочку, железные бидоны или стеклянные бутылки, заполнив их почти нацело (оставив лишь небольшое пространство для возможного расширения жира от повышения температуры), чтобы удалить из посуды почти весь воздух;

5) посуду плотно закрывать или, при соответствующей таре, запаять;

6) хранить в холодном месте, защищенном от солнечных лучей (особенно важно для стеклянной тары), по возможности в темном месте на леднике.

Если все перечисленные условия соблюдены, полученный жир будет обладать высокими пищевыми качествами без всякой специальной очистки и не испортится даже при долгом хранении. Такой жир будет близок по своим свойствам и качествам к природному рыбьему жиру.

Разумеется, те элементарные требования, которые предъявляются вообще к сырью, служащему для изготовления пищевых продуктов, должны быть соблюдены и здесь.

Непременным условием для получения из различных рыбных отходов жира, непосредственно годного для пищевого потребления, является свежесть этих отходов. Лежалое сырье, находящееся уже в той или другой стадии разложения, даст только технический жир. Равным образом и по природе своей сырье должно быть вполне годным для переработки на пищевые цели. Так, внутренности рыбы, взятые для выварки жира целиком, как правило, не могут быть рекомендованы для получения жира, годного для пищевого потребления без дополнительной специальной очистки, в силу наличия в них рыбных экскрементов и могущих находиться ядовитых выделений паразитов и прочих загрязнений\*. Если же жир заключен во внутренностях в виде специальных отложений — ожирков — и последние практически легко отделить от остальной массы внутренностей (как, например, у крупных частичковых), то такой жир может быть с успехом получен во вполне пригодном для непосредственного пищевого потребления состоянии.

Сама добыча жира (обработка отходов) должна производиться в полном соответствии с общими правилами санитарии и гигиены: аппаратура и посуда должны быть надлежащей чистоты, в процессе производства не должны допускаться никакие вредные для человеческого организма вещества, которые могли бы задержаться в вырабатываемом пищевом жире.

Применение рыбьих жиров в натуральном виде непосредственно для целей питания в нашей практике встречается пока что лишь в редких случаях.

На Дальнем Востоке в последнее время стал приобретать некоторое значение в качестве такого жира ивасевый «бульонный» жир. Как известно, при выдержке ивасевых консервов перед закаткой в паровом ящике из тушек иваси выделяется значительное количество бульона, достигающее 15 проц. от содержимого баночки. Этот бульон содержит значительное количество жира. Так как обработка в паровом ящике производится при относительно невысокой температуре — около 100° — и в атмосфере водяных паров, сами же по себе консервируемые тушки иваси представляют продукт

\* Этот жир может быть превращен в пищевой путем гидрогенизации (так как органические ядовитые начала под действием тех высоких температур, которые применяются при гидрировании жиров, уничтожаются), но мы в данной главе говорим об использовании жиров только в натуральном виде.

прекрасных пищевых качеств, то и получающийся жир обладает весьма высокими пищевыми достоинствами, без всякой дополнительной обработки.

Еще в 1929 г. ученый специалист ЦНИРХа А.С. Шибалов, в бытность его на Дальнем Востоке, предложил применить этот жир для заливки консервов — иваси в масле. Проведенные опыты дали вполне положительные результаты\*. По просьбе А.С. Шибалова позднее лабораторией ТИРХа было заготовлено еще несколько ящиков таких консервов. При дегустации и сравнении этих консервов (приготовленных и без всякой добавки растительного масла и с 50-процентной примесью его) с обычными консервами, изготовлявшимися для внутреннего рынка на кунжутном масле, — консервы, приготовленные на чистом рыбьем жире, получили, в общем, даже лучший отзыв\*\*.

А.С. Шибалов готовил консервы на различной смеси масел. По его сообщению, наилучшие результаты по вкусу дали последовательно следующие смеси и масла: 1) чистое оливковое масло, 2) жир иваси пополам с оливковым, 3) жир иваси с примесью 25 проц. кунжутного масла, 4) жир иваси с примесью 50 проц. кунжутного масла, 5) жир иваси с примесью 25 проц. оливкового масла, 6) чистое кунжутное масло, 7) чистый жир иваси.

Хотя А.С. Шибалов в своем сообщении и отмечает, что консервы, приготовленные только на одном жире иваси, получаются, несколько сыроватыми на вкус, и чистый жир иваси отнесен им на последнее (седьмое) место, но из приведенного списка видно, с другой стороны, что примесь ивасевого жира к кунжутному маслу облагораживает последнее, т. к. чистое кунжутное масло в этом списке стоит на предпоследнем месте (на шестом), а смесь его с 75 проц. ивасевого жира — на третьем, с 50 проц. — на четвертом. Эти две последние смеси дают, по А.С. Шибалову, также лучший результат, чем смесь 75 проц. ивасевого жира и 25 проц. оливкового масла.

В 1929 г. мы поставили также ряд опытов по применению бульонного жира для жарения рыбы. Была испробована поджарка наваги, корюшки, камбалы, кеты, сазана и ряда других рыб. Все эти блюда получили от всех лиц, пробовавших их, наилучший отзыв. Большинство не могло даже различить происхождения жира, пошедшего на обжарку перечисленных рыб.

Нужно отметить также, что сама иваси жарится всегда на собственном жире (содержащемся в мясе в количестве около 20 проц.).

В 1932 г. К.А. Башкиров применил этот бульонный жир для изготовления консервов — фарша повышенного качества из камбалы. Из этих консервов в одной из столовых г. Владивостока\*\*\* был приготовлен ряд блюд, которые затем подверглись широкой дегустации посетителями этой столовой и специалистами. И в этом случае отзывы были вполне положительными\*\*\*\*.

Подобные же опыты еще в 1928 г. проводил Ю.Н. Ментов на консервном заводе Н. Пронге (в лимане Амура) с лососевыми жирами. Он вываривал жир в надлежащих условиях из голов лососевых (кеты) и применял его вместо растительного масла для изготовления закусовых консервов. При сравнительной дегустации большинство или не замечало никакой разницы между обычными закусовыми консервами и опытными (приготовленными на жире из голов), или давало более высокую оценку опытным.

---

\* См. «Бюллетень рыбного хозяйства» за 1929 г. Опыт применения рыбьего жира при приготовлении консервов — А. Шибалов.

\*\* Дегустации производились 30 декабря 1929 г. в теххимической лаборатории института и 17 января 1930 г. в ДГРТ при участии иностранных специалистов консервного дела Р. Одлунд и С. Карос. Летом и осенью 1930 г. опыты были повторены с такими же положительными результатами.

\*\*\* Столовая рыбокооп. № 1 для ответственных работников рыбной промышленности.

\*\*\*\* Результаты опытов описаны К.А. Башкировым в отчете консервирования камбалы. Материалы ТИРХа.

На возможное широкое использование рыбьих жиров для изготовления рыбных же консервов указывает и проф. М.Д. Ильин в своей статье «Стерилизованные пищевые консервы и их отличие от закусовых»\*.

Значительное место вопросу использования жидких рыбьих жиров для пищевых целей отводится в работе «Использование рыбных отходов столовых г. Москвы», принадлежащей ряду сотрудников ЦНИРХа\*\*. В работе приводится вполне положительный отзыв Государственного института питания о подобном использовании их, а также дается подробная инструкция вытопки пищевого жира из внутренностей чистиковых.

По имеющимся сведениям, в самое последнее время на некоторых промыслах Дальнего Востока ивасевый бульонный жир стал с успехом применяться для целей питания (в том виде, в каком он получается на консервных заводах) более широко. И хотя такое использование его вызывается, главным образом, недостатком пищевых растительных масел, но самый факт успешного применения заслуживает внимания.

Широкого использования в различных отраслях пищевой промышленности рыбы жиры в натуральном виде никогда, надо думать, не найдут, но для двух целей их можно безусловно рекомендовать при всяких условиях и применение расширить до возможных пределов, а именно:

1) для заливки рыбных консервов и

2) в кулинарии — при изготовлении различных рыбных блюд, в первую очередь для жарения рыбы (в общественных столовых, на фабриках-кухнях, да и в индивидуальных хозяйствах).

В этих случаях они несомненно могли бы послужить достойной заменой пищевых растительных масел.

Препятствием к широкому применению натуральных рыбьих жиров в кулинарии является их специфический запах и вкус, проявляющиеся резко при повышении температуры (которая обычно бывает необходима для изготовления различных блюд) и нарушающие совершенно естественный запах и вкус различных растительных продуктов и продуктов, изготовляемых из скотского мяса. Но при изготовлении рыбных же блюд такого нарушения естественных свойств рыбного мяса не бывает или если и бывает, то мы этого зачастую даже и не замечаем, т. к. от рыбного блюда мы всегда ожидаем рыбного вкуса и запаха.

Такое же положение имеет место и при изготовлении рыбных консервов на рыбьем же жире.

Применение рыбьих жиров для рыбных консервов имеет под собой уже достаточно опытную научную базу, и в этом отношении нужно только приложить руки.

Особенное значение жидкие рыбы жиры должны иметь при использовании тощих рыб. Использование многих из них крайне затрудняется тем обстоятельством, что мясо их само по себе малоценно, и обычными приемами обработки (посолом, сушкой) трудно превратить их в продукт хорошего качества, например, камбалу, навагу, корюшку. Применение их в свежемороженом виде ограничено определенными месяцами, а кроме того при изготовлении из них хороших блюд — жареной рыбы (как наилучшего вида использования) — требуется много масла, при недостатке которого этот лучший вид использования отпадает. В результате многие из тощих рыб, ценных, однако, своей белковой частью, используются у нас крайне слабо. Приготовление же из них консервов-фарша с добавкой на месте производства нескольких процентов рыбьего жира (до 5 проц. и выше) резко повышает их питательные достоинства, а при изготовлении из такого фарша различных блюд — котлет, битков и пр. — количество жира, необходимого для их поджарки, весьма значительно уменьшается. Тощим ры-

\* Журнал «За социалистическое рыбное хозяйство» № 3 1931 г. См. также его же статью в журнале «Бюллетень рыбного хозяйства» № 7, 8 1930 г. «Астраханский рыбоконсервный комбинат и стерилизованные пищевые консервы из воibly».

\*\* А.С. Шибалов, И.А. Денисов, К.П. Петров, Е.М. Сенатская, О.И. Шапиро. Опубликовано в трудах ЦНИРХа за 1931 г., т. III.

бам такое применение рыбьих жиров открывает широкую дорогу к столу потребителя.

К.А. Башкиров,\* добавив к консервам — фарш из камбалы — около 5 проц. ивасевого жира, довел питательную ценность их до ценности лососевых консервов-натюрель.

Гораздо большее значение должны занять жидкие рыбы жиры и в применении их для заливки тех рыбных консервов, направляемых на внутренний рынок, которые давно уже изготавливаются, но для которых до сих пор употребляется растительное масло. По нашему мнению, чистым рыбьим жирам в этом отношении иногда можно даже отдать предпочтение перед некоторыми недостаточно хорошо отрафинированными растительными маслами. Добавка последних к рыбному консерву, не повышая зачастую в нужной мере общего вкусового эффекта, вносит вместе с тем элементы постороннего, не рыбного вкуса. Не даром целый ряд лиц, пробовавших лососевые консервы, приготовленные на чистом лососевом жире, или ивасевые — в масле — на бульонном ивасевом жире, отдавали им предпочтение перед обычными.

Конечно, если употреблять для заливки рыбных консервов только высококачественные, хорошо отрафинированные растительные масла, например хорошие сорта оливкового, то им рыбы жиры будут уступать во вкусовых достоинствах. Но рассчитывать только на такие масла, вряд ли рыбная промышленность имеет основания. Напротив, нужно стремиться к тому, чтобы рыбная промышленность освободилась по возможности от «импорта» растительных масел. При изготовлении экспортных консервов приходится считаться исключительно с требованиями заграничных рынков, но для внутренних потребностей, по нашему мнению, это мероприятие надо проводить в жизнь, применяя рыбы жиры, смотря по объектам, или в чистом виде, или в смеси с растительными маслами. У рыбной промышленности своих жировых ресурсов больше, чем где-либо; надо только их разумно использовать.

Наконец, шире надо использовать применение высококачественных жидких рыбьих жиров, подобных бульонному ивасевому, для жарения рыбы и разных рыбных блюд. И если из-за своего специфического вкуса и запаха они не могут быть рекомендованы, как мы выше уже отметили, для поджарки картофеля, скотского мяса и других продуктов, то для жарения рыбы правильно выработанные (доброкачественные) рыбы жиры окажутся нисколько не худшими, чем многие растительные масла. Важно только иметь в виду, что рыбы жиры, как правило, очень легко разлагаются при применении высоких температур. Поэтому здесь в особенности нужно избегать пригорания жира; надо брать по возможности для поджарки больше жира, чем это делается, например, для подсолнечного масла (избыток потом можно опять слить и использовать позднее вновь), и избегать нагревания на сильном огне.

Использование жидких рыбьих жиров для жарения рыбы может иметь большое значение на промыслах. По разным причинам подвоз жиров для питания рабочих отдельных (отдаленных) промыслов может задержаться и недостаток жирового питания может довольно резко ощущаться. Между тем, имея у себя же на промысле в больших количествах таких жирных рыб, как иваси, летняя или осенняя сельдь, лососевые (голова их, кости и плавники), многие частичковые (внутреннее сало их, голова, кости, плавники), можно с успехом выйти из положения и питаться не только не хуже, а даже лучше обычного.

Мы считаем вполне целесообразным распространение жидких рыбьих жиров, подобных бульонному из иваси, для жарения рыбы и среди городского населения в обычных условиях существования. В особенности это можно рекомендовать для общественных столовых и фабрик-кухонь. На Дальнем Востоке в виде опыта следовало бы распространить для пищевого потребления некоторую долю бульонного ивасевого жира среди местного населения (через кооперативы) с указанием рецептуры его употребления.

---

\* См. упомянутую выше его работу.

Для жарения рыбы жиры можно также применять в смеси с растительными маслами.

Для того, чтобы жидкие натуральные рыбы жиры нашли себе заслуженное применение в пищевом направлении, надо только уметь получать их во вполне доброкачественном состоянии.

Общие правила, какие должны соблюдаться при вытопке и хранении рыбьих жиров, выше уже были отмечены. Выполнение их вполне возможно даже при наличии лишь примитивного оборудования.

Хорошим сырьем для добывания пищевого жира в ДВ рыбной промышленности являются:

1) головы, кости и плавники лососевых рыб — кеты, горбуши, красной, кижуча, чавычи, симы;

2) тушки иваси и сельди — летнего и осеннего лова (если при разделке иваси или сельди внутренности их оказываются отделенными от головок, то последние могут также пойти на пищевой жир)\*;

3) головы, плавники, кости и внутреннее сало (ожирки) крупных частиковых пород — сазана, толстолобика, верхогляда и др. (нагульного периода);

4) печени (не зараженные паразитами) тресковых и других пород рыб.

(Некоторые из перечисленных жиров могут иметь и медицинское значение.)

Перед тем, как начинать вытопку жира из перечисленных объектов, их нужно прежде всего хорошо вымыть в чистой пресной или морской воде (так, как это делается с рыбой перед изготовлением из нее того или другого блюда), а затем размельчить.

Самую вытопку, в зависимости от имеющегося оборудования и требуемого количества жира, можно вести в различной посуде.

Когда жира требуется очень не много, вытопку можно производить в простой кастрюле, вставленной в железный бак или даже в большое ведро, куда должна быть налита вода. Бак будет нагреваться на голом огне, кастрюля же только водой. Условия котла с водяной рубашкой будут здесь соблюдены и температура вытопки выше 100° никогда не поднимется.

При больших масштабах работы, при отсутствии специальных котлов, можно вполне успешно обойтись с обыкновенными одностенными, взяв два котла различных размеров и вставив и укрепив меньший в большем так, чтобы получился своего рода двустенный котел с водяной рубашкой.

Посуда, служащая для вытопки жира, должна быть обязательно накрыта крышкой.

Для равномерного и постепенного прогрева всей вывариваемой массы нужно ее чаще перемешивать, приспособив мешалку так, чтобы перемешивание оказалось доступным по возможности без открывания крышки.

Выделившийся после достаточной проварки массы и некоторого отстаивания жир может быть осторожно счерпан и после фильтрования в горячем состоянии через более или менее плотную ткань сразу же применен для различных надобностей — для промысловых столовых, для заливки консервов.

Если вытопка ведется из расчета длительного хранения жира, ему после счерпывания нужно дать хорошо отстояться в тепле, в закрытом сосуде, после чего только хорошо отстоявшуюся часть жира можно будет профильтровать и затем слить в посуду для длительного хранения, соблюдая в дальнейшем все упоминавшиеся выше условия.

Оставшуюся в котле массу следует подвергнуть отжимке в имеющихся прессах для дополнительного извлечения жира, а остатки высушить и отправить на экстракционную установку для дальнейшей переработки на технический жир и кормовую муку.

---

\* В настоящее время для вытопки пищевого жира можно было бы с успехом использовать тушки иваси, отбраковываемые на консервном заводе.

Если на промысле имеется автоклав, то лучше всего вести выделение пищевых жиров в нем. Полная изоляция от кислорода воздуха весьма облегчает получение их в хорошем состоянии.

На целесообразность применения автоклава для получения рыбьих жиров высокого качества указывает ряд авторов. Мы в своей практике очень часто наблюдали влияние вытопки жиров в герметической посуде при заготовке проб различных частей тела рыбы для химического анализа. При консервировании, например, для этих целей внутренностей иваси в консервных банках — выделяющийся в них после стерилизации жир по своему цвету, вкусу и запаху почти ничем не отличается от бульонного жира иваси, выделяющегося из хорошо вымытых тушек.

Для крупного производства пищевого жира из тушек иваси, голов лососевых, частичковых и др. рыб вполне пригодными нужно признать американские утилизационные установки фирмы California dress Co, нашедшие уже широкое применение на Дальнем Востоке. Нужно только подготавливать соответственно чистым сырьем и держать в полной опрятности всю аппаратуру и части машин, где сырье или жир с ними непосредственно соприкасаются.

Эту возможность применения американских утилизационных установок мы особенно подчеркиваем. Значительная доля рыбных отходов, которая в настоящее время перерабатывается на технический жир без всяких новых затрат и переоборудований этих установок, может быть переработана на пищевой жир, годный для непосредственного употребления в качестве такового. Это прежде всего относится к головкам, костям и плавникам лососевых и частичковых пород. Нужно только эти отходы обрабатывать отдельно от внутренних органов, могущих загрязнять пищевой жир.

Как показал в своей работе П.Е. Ювалов\*, печень, молоки, сердца и внутренности лососевых, в случае направления их в утилизацию, вообще не требуют обработки в варильнике и последующей прессовки, т. к. жира они содержат всего лишь 2—3 проц. и при варке не только не выделяют его, но, напротив, поглощают значительную долю жира из таких жирных частей, как головы, кости, плавники. Совместная выварка их с жирными отходами приносит определенный вред делу. В конечном продукте (туке или кормовой муке) в этом случае остается не менее 15 проц. жира (в расчете на сухую массу), в то время как при отдельной обработке голов, плавников и костей высушенные и отпрессованные остатки их содержат всего лишь 5—6 проц. жира.

Для тощих отходов П.Е. Ювалов рекомендует только измельчение и сушку (высокой температурой).

Использование всех указанных выше возможностей рыбной промышленности оказало бы большую помощь нашей маслобойно-жировой промышленности в решении проблемы пищевых жиров.

В заключение несколько слов необходимо сказать о жирах морского зверя. Их использование для непосредственного пищевого потребления также вполне возможно, и в случае необходимости они могут употребляться в этих целях.

Не говоря о туземном населении Севера, для которого сало морского зверя служит одним из основных видов питания, а также об использовании китового сала в тех же целях в Японии, укажем на случаи питания жирами морского зверя на отдельных наших промыслах. Так, по свидетельству И.В. Говоркова, в 1930 г. на Тауйском заводе по переработке белухи широкое применение в промысловом питании имел жир, вытопленный из ее подкожного сала.

Нам известны довольно многочисленные случаи использования этого жира для непосредственного пищевого потребления в последнее время различными лицами, причем всегда мы слышали о нем вполне хороший отзыв.

Не имея в виду рекомендовать подобное применение жиров морского зверя как нормальное питание, мы все же считаем нужным отметить приведенные примеры и

---

\* Утилизация отходов лососевых. — Неопубликованный отчет о работе по утилизации отходов амурских лососевых. Архив ТИРХ.

указать на эти жиры как на возможный источник жирового питания в необходимых случаях.

Из сала морзверя получение пищевого жира удастся легче, чем из рыбных отходов, т. к. жиры морзверя в общем менее подвержены разложению при различных физико-химических воздействиях. При осторожной вытопке даже в одностенном котле на голом огне (что, конечно, нельзя рекомендовать) получается жир сравнительно еще удовлетворительного качества.

Из сала морзверя очень удобно получать жир холодным путем, пропуская куски сала через мясорубку или соответствующие салорезки. Из подсоленного сала киты в 1930 г. получили выход такого жира в 70 проц., при пропускании через простую кухонную мясорубку; жир получился очень хорошего качества.

Жир холодной добычи необходимо только после выделения простерилизовать, чтобы убить возможные вредные микроорганизмы.

Все указания, которые сделаны в отношении хранения рыбьих жиров, следует соблюдать и здесь.

## ПЕРИОД СТАНОВЛЕНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ И ВОЕННЫЕ ГОДЫ (1937–1945 ГГ.)

Начало развития рыбохозяйственной науки на российском Дальнем Востоке проходило в трудных условиях. Среди многих объективных причин (слабая материально-техническая база, в том числе отсутствие научного флота, дефицит квалифицированных кадров, почти полная неизученность биологических ресурсов и условий их формирования и обитания) негативные следствия имели и политические обстоятельства. В 1930-е гг. не обошли институт и репрессии, в связи с чем часть сотрудников покинула институт и уехала в западные районы страны. Наиболее существенный урон понесло технологическое направление, отличающееся высокой продуктивностью в конце 1920-х – начале 1930-х гг. и, естественно, лишившееся возможности поддерживать этот высокий уровень. Тем не менее институт продолжал функционировать и в большинстве направлений исследований имел позитивные результаты.

В 1937 г. вышло из печати уже 5 томов (номера с 9 по 13), а до 1940-х гг. еще 5. В годы Великой Отечественной войны (1941–1945) удалось опубликовать только 3 тома. В общей сложности в 1937–1945 гг. было напечатано 52 работы.

Важно подчеркнуть, что по некоторым направлениям исследований уже тогда было накоплено много новой информации, при этом достаточной для солидных обобщений в виде монографий. В ряде подобных случаев под монографию отдавался весь очередной том.

**Е.М. Крохин, Ф.В. Крогиус** «Очерк бассейна р. Большой и нерестилищ лососевых, расположенных в нем (из работ Камчатского отделения ТИНРО)» (1937 г., т. 9, 156 с.).

**А.Я. Таранец** «Краткий определитель рыб советского Дальнего Востока и прилежащих вод» (1937 г., т. 11, 200 с.).

**И.В. Кизеветтер** «Агар-агар из багрянки анфельции (*Ahnfeltia plicata*)» (1937 г., т. 13, 133 с.).

**В.А. Арсеньев** «Распределение и миграции белухи на Дальнем Востоке» (1939 г., т. 15, 109 с.).

**Р.С. Семко** «Камчатская горбуша. Из работ Камчатского отделения ТИНРО» (1939 г., т. 16, 111 с.).

**И.Ф. Правдин** «Обзор исследований дальневосточных лососей» (1940 г., т. 18, 105 с.).

**И.В. Кизеветтер** «Техно-химическая характеристика дальневосточных промысловых рыб» (1942 г., т. 21, 225 с.).

Кроме того, весь т. 19 (1945 г.) (11 статей, 272 с.) был посвящен камчатскому крабу — «Материалы по биологии, промыслу и обработке камчатского краба». Среди статей в этом томе заслуживают упоминания две обзорные: Л.Г. Виноградов «Годичный цикл жизни и миграции краба в северной части западнокамчатского шельфа» (с. 3–54) и И.В. Кизеветтер, А.И. Некрасов «Производство крабовых консервов» (с. 105–234).

Даже если исходить только из тематики обобщающих монографических томов Известий (биология лососей, камчатского краба и морских млекопитающих, технология производства агар-агара и крабовых консервов), хорошо видно, что с самого начала функционирования института его исследования имели прикладную направленность, что имело чрезвычайно большое значение для начавшей возрождаться рыбной отрасли. В то же время сразу стало очевидным, что только инженерная направленность исследований была недостаточна для понимания сложных явлений и процессов, происходящих в морской среде. Требовались оценки био- и рыбопродуктивности вод, состава и структуры сырьевой базы и возможных перспектив наращивания уловов. По существу весь комплекс перечисленных вопросов, тем и проблем в тот период не был

разработан. Но одновременно необходимо было продолжить начатые еще в 19-м веке работы по инвентаризации фауны и флоры дальневосточных морей. Эти направления включают исследования по систематике и таксономии фауны и флоры, а также биогеографии. Упомянутый выше подготовленный А.Я. Таранцом и опубликованный в 1937 г. определитель рыб Дальнего Востока явился весьма значительным и удачным этапом работ в этом направлении. Он включает таблицы для определения 727 видов рыб, при этом указываются районы их обитания. Эта книга была в течение нескольких десятилетий настольной при определении рыб в экспедициях и в институтских лабораториях.

В 1920–1930-е гг. промыслового рыболовного флота на Дальнем Востоке было мало, а имеющиеся суда предназначались для работы в основном в прибрежных водах. Не случайно, что основу вылова в то время составляли идущие на нерест тихоокеанские лососи, нерестовая сельдь и нагуливающаяся у берегов Приморья сардина иваси. Соответственно, на прибрежные объекты были направлены и усилия молодой рыбохозяйственной науки. Правда, в 1932 г. вступила в строй первая китобойная флотилия «Алеут», во всех рейсах которой в открытые воды принимали участие научные работники. Удалялись из прибрежных вод в открытые воды и специалисты при воздушной разведке ледовых тюленей и сардины иваси.

В качестве характерных для рассмотренного периода публикаций ниже помещены 6 статей.

В.А. Арсеньев

## О МИГРАЦИЯХ БЕЛУХИ В САХАЛИНСКОМ РАЙОНЕ<sup>1</sup>

В настоящей работе мы хотим дать характеристику миграций белухи (*Delphinapterus leucas* Pall.) вдоль сахалинских берегов в сезон 1934 и 1935 гг. Наблюдения за ходом белухи проводились на промысле Люги, расположенном на западном побережье острова Сахалина, в северной части Рыбновского района. Границами этого района (называемого нами «Люгинским») мы считаем с южной стороны банку Зотова, а с северной стороны залив Байкал.

Подробная характеристика миграций белухи в рассматриваемом районе опубликована в работах С.В. Дорофеева и С.К. Клумова — «Промысловая характеристика миграций белухи в районе о. Сахалина» («Морские млекопитающие Дальнего Востока», труды ВНИРО, т. III, Москва, 1936 г.) и В.А. Арсеньева — «Некоторые данные о белухе и ее промысле на Сахалине» (Журн. «Рыбное хозяйство ДВ», 1-й квартал 1935 г.). Здесь же мы даем ее в виде схемы, останавливаясь подробно на миграциях 1934 и 1935 гг.

Проводимые в течение четырех лет наблюдения позволили установить, что за промысловый сезон, равный четырем месяцам (приблизительно с 15 июня по 15 октября), на Люги бывает в среднем 50 ходов<sup>2</sup> белухи. Результатом этих наблюдений явилась схема миграции белухи, сущность которой такова: миграция белухи в районе Люги имеет два вида. Первый — когда белуха идет громадными косяками, достигающими иногда нескольких тысяч голов. Эти ходы стоят в очень тесной связи с ходами лососевых рыб. Начинаются они, обычно, дней за 10–15 перед массовым ходом лососевых, совместно с их гонцами. С момента начала массового хода рыбы ходы белухи замирают. По окончании хода рыбы, в течение нескольких дней, могут быть опять крупные ходы белухи (см. графики за 1933 год). Иногда, в виде исключения, большой ход белухи может иметь место в самый разгар хода рыбы. Другой вид миграции — когда белуха проходит небольшими, относительно, косяками до 200–300 голов. По времени эти ходы приурочены к перерывам между ходами лососевых рыб. С ходами рыбы они связаны в меньшей степени.

Миграция белухи прежде всего зависит от питания животного. Главным объектом питания служат лососевые рыбы и, в меньшей степени, сельди. В погоне за рыбой белуха, проходя вдоль сахалинских берегов, идет в Амур. От характера пищи зависит и поведение зверя. Мелкие косяки белухи идут медленно, надолго уходят под воду, иногда возвращаются назад. В это время белуха питается разной мелкой рыбой (корюшка, навага и пр.) и придонными ракообразными. Крупные косяки идут быстро, прямо, часто показываются из воды. Желудки белухи в это время, обычно, полны лососевыми.

На приводимых графиках за 1933 год видны соотношения между ходами белухи и рыбы. Уловы рыбы указаны суммарно по колхозам, начиная от д. Вискво (53°35' с.ш.) на севере до д. Верещагино включительно (53°20' с.ш.) на юге. Точками как для рыбы, так и для белухи обозначено отсутствие в этот день того или другого. Разрыв сплошной и пунктирной линии указывает, что улов рыбы (ход белухи) был большой. В таком случае в каждой точке выше разрыва стоит цифра, обозначающая величину улова рыбы или количество голов проходившей белухи. (Графики № 1, 2, 3 и 4).

Наблюдения 1934 года показали, что этот год является исключением из общего правила.

---

<sup>1</sup> Как в настоящей работе, так и в работах, опубликованных ранее, говорится о миграциях белухи только в береговой зоне (на расстоянии видимости с берега). Данных о скоплениях и перемещениях белухи вдали от берега (в открытом море) у нас нет.

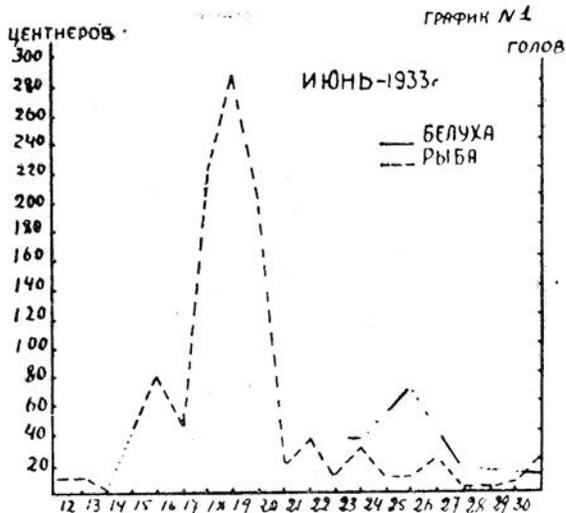
<sup>2</sup> Ходом белухи мы называем прохождение в районе видимости с берега одного косяка (стада).

По 6 сентября (день нашего выезда с промысла) было отмечено 19 ходов белухи. Из этого количества 7 ходов было в то время, когда на море еще плавал лед, т.е. такие ходы, которые в другие годы не учитывались.

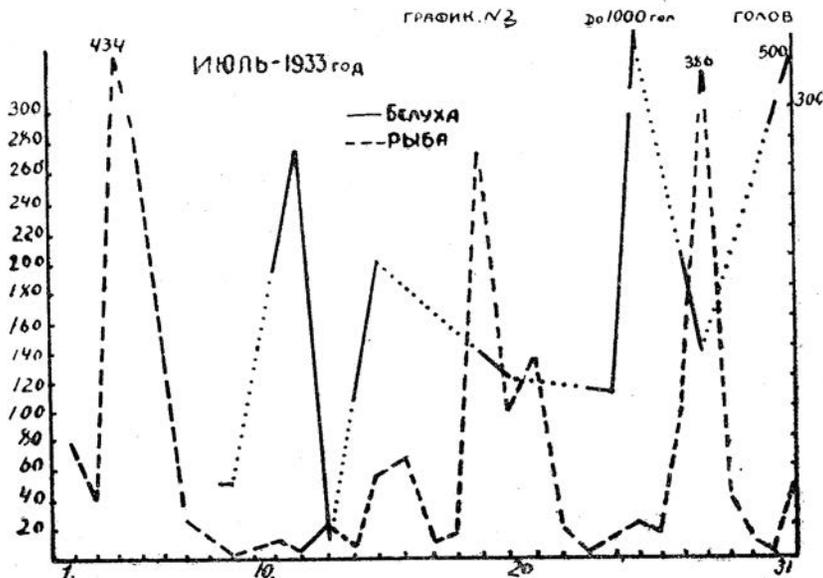
Значит, непосредственно в течение промыслового сезона было 12 ходов.

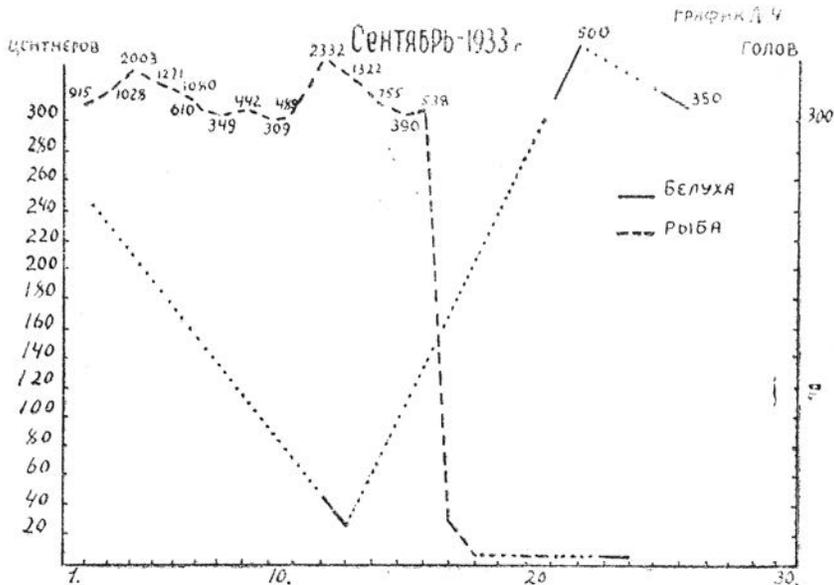
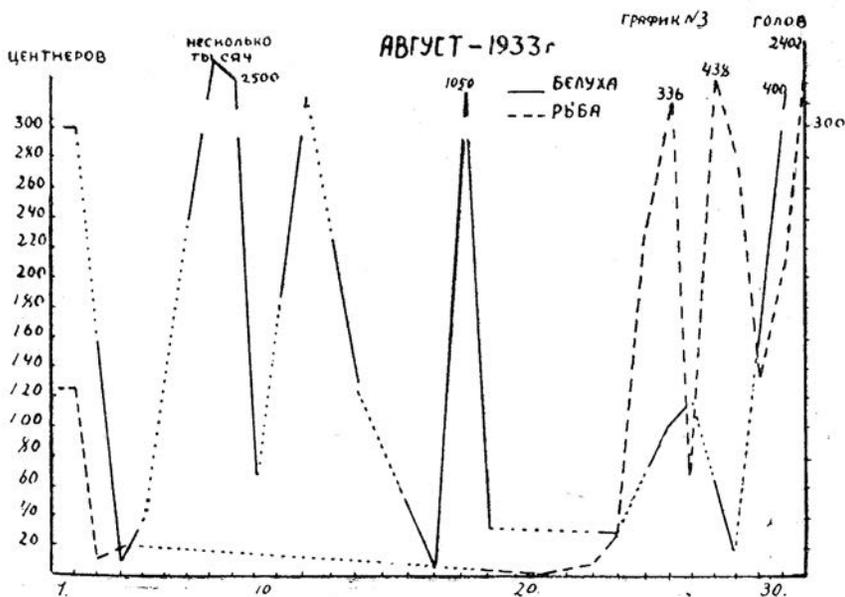
По полученным нами сведениям, после нашего отъезда с промысла (6 сентября) было всего два или три хода. Прибавив еще и их, получим не больше 15 ходов за весь сезон, т.е. всего 30% от нормального количества. По месяцам ходы белухи разбиваются так: в мае — 2 (30 и 31), в июне — 7, в июле — 4 и в августе — 6. Из наблюдений прежних лет известно, что наибольшее количество ходов белухи бывает в две первые декады августа — в перерыв между летней и осенней кетой, когда белуха идет почти ежедневно и зачастую бывает несколько ее ходов в день. В текущем году картина получилась такая: 2 августа — один ход (3 шт.), 15 августа — три хода в день и 16 августа — два хода. Величина косяков проходившей белухи в 1934 году очень незначительна. Так, 7 июня прошло 90–100 шт., 15 августа — один косяк в несколько десятков и другой в несколько сотен и 16 августа — один косяк в несколько тысяч голов. Численность всех остальных косяков не превышала двух десятков голов.

Если обратиться к ходам рыбы 1934 г., то мы видим следующее. Этот год характеризуется очень большим количеством рыбы и, в особенности, летней кеты. Так, старые жители Сахалина говорят, что такого хода летней кеты, как в 1934 г., они и не помнят. Кроме этого, ходы рыбы были настолько растянуты, что летняя кета перекрывает горбушу, т.е. начала идти еще тогда, когда шла горбуша. Поэтому на графике, где рыба нанесена не по породам, а суммарно, даже трудно разобрать, когда кончается ход горбуши и начинается ход летней кеты. Графика за август нет потому, что к нашему отъезду колхозы еще не получили от госпромыслов квитанций на сдачу рыбы. Коротко можно сказать: летняя кета шла, примерно, до 10 августа, массовый ход осенней кеты начался 23–24 августа. Но 7 августа промыслом Люги было поймано несколько сотен летней кеты и,



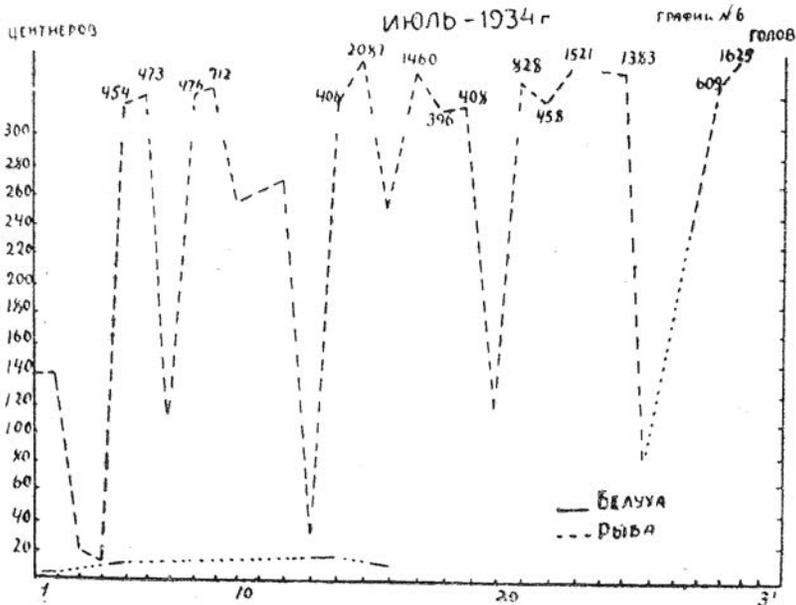
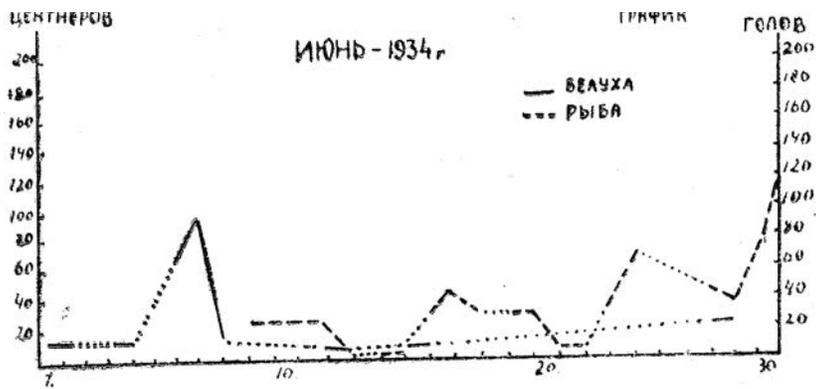
Если обратиться к ходам рыбы 1934 г., то мы видим следующее. Этот год характеризуется очень большим количеством рыбы и, в особенности, летней кеты. Так, старые жители Сахалина говорят, что такого хода летней кеты, как в 1934 г., они и не помнят. Кроме этого, ходы рыбы были настолько растянуты, что летняя кета перекрывает горбушу, т.е. начала идти еще тогда, когда шла горбуша. Поэтому на графике, где рыба нанесена не по породам, а суммарно, даже трудно разобрать, когда кончается ход горбуши и начинается ход летней кеты. Графика за август нет потому, что к нашему отъезду колхозы еще не получили от госпромыслов квитанций на сдачу рыбы. Коротко можно сказать: летняя кета шла, примерно, до 10 августа, массовый ход осенней кеты начался 23–24 августа. Но 7 августа промыслом Люги было поймано несколько сотен летней кеты и,





в то же время, до 10 шт. гонцов осенней кеты. Значит, фактически полного перерыва между летней и осенней кетой не было. На графиках уловы рыбы суммированы по следующим колхозам: им. Блюхера (дер. Астрахановка, Кирпичики и Невельская), «Китобой» (дер. Половинка, Успеновка и Суворовка) и «Бургин — Сахалин» (дер. Кефь и Наумовка). Замечания относительно точек и обрывов линий относятся в равной степени и к графикам за 1934 год. (Графики № 5 и 6).

Необычность ходов белухи в 1934 году, по-видимому, может быть объяснена большим количеством рыбы, от которой ход белухи в значительной степени зависит. Ведь лососевые рыбы являются главным объектом питания белухи. Идя за ними в Амур, белуха проходит вдоль берегов Сахалина, причем, как уже было указано, во время самого хода рыбы она, за редким исключением, не идет. Что же мы видим в 1934 году? Во-первых, рыбы было очень много и, во-вторых, в связи с тем, что ходы ее были очень растянуты, она была почти без перерывов в течение всего промыслового сезона. Отсюда можно заключить, что белуха была обеспечена пищей в море и поэтому не имела нужды идти в Амур. Это предположение до некоторой степени подтверждается тем фактом,



что в августе белуха появилась у берегов. Перерыв в ходе летней и осенней кеты (если не считать, что в это время шли гонцы осенней) был наиболее продолжительным, он равнялся, примерно, 13–15 дням, и мы видим, что в это время белуха частично подошла к берегам: 15 и 16 августа отмечены большие ходы ее. Вскрытие желудков белух этих ходов показало, что они были пусты. Этим подтверждается предположение, что рыбы в море не стало, почему белуха и пошла в Амур.

1935 год тоже дал достаточно сильное отклонение от схемы. Правда, наши наблюдения в этом году не охватывают всего промыслового сезона. Они были начаты 22 июля и окончены 30 августа, захватив все же основной период. За это время отмечено 15 ходов. По непроверенным данным, с начала навигации до начала наших наблюдений было не больше пяти ходов, каждый из которых не превышал десятка голов. Относительно ходов белухи после 30 августа мы не имеем сведений. В 1935 г., в отличие от предыдущего, распределение ходов белухи во времени больше соответствует схеме. Как можно видеть из нижеследующей таблицы, основное их количество падает на август, в котором зарегистрировано двенадцать ходов.

Если мы по аналогии с предыдущим годом обратимся к уловам рыбы, то надо сказать, что за этот год мы также не имеем полных сведений по этому вопросу. Здесь мы можем дать только одну таблицу — количество рыбы, принятой промыслом Люги, — и только за июль. В настоящем году промысел Люги был сделан приемной и засольной базой для государственного и кооперативного лова следующих пунктов: промысла Люги (гослов) и колхоза «Китобой» — дер. Половинка, Успенровка и Суворовка. Количество рыбы дается суммарно по всем пунктам.

Таблица 1

Дата	Величина косяка	Дата	Величина косяка
Июль		Август	
22	До 1000 шт.	10	50 шт.
23	То же	10 (второй)	100
31	20	11	То же
Август		12	около 300
1	50 шт.	20	до 300
4	300	21	150
7	300	27	100
28	80	29	150

Таблица 2

Дата	Принято рыбы в центнерах	Дата	Принято рыбы в центнерах	Дата	Принято рыбы в центнерах
13	7,4	19	391,45	23	630,6
16	173,5	20	28,4	27	154,2
17	249,1	21	1149,6		
18	679,42	22	746,7		

Эта таблица отражает только лов летней кеты. Принимая во внимание, что в текущем году рыба, по сравнению с предыдущим годом, принималась от меньшего количества промысловых участков, надо сказать, что ход летней кеты в 1935 г. был опять весьма значительным. Рассматривая даты ходов белухи, можно заключить, что перерыв между ходами летней и осенней кеты должен быть продолжительным по времени и довольно ярко выраженным.

Анализируя материал наблюдений по белухе за 1935 г., мы можем констатировать, что этот год, так же как и предыдущий, является отклонением от обычного по количеству ходов. Но в отличие от 1934 г. здесь мы видим более правильное распределение ходов белухи во времени, т.е. то, что большинство этих ходов сдвинуто на август месяц. К сожалению, мы не располагаем достаточным количеством материалов, чтобы сделать полный анализ путины указанного года. Основываясь на том материале, который у нас имеется, мы будем говорить, что общая картина миграции белухи в 1935 г. больше приближается в нашей схеме, чем миграция ее в 1934 г. Отдельно приходится отметить, что в 1935 г. совершенно не наблюдалось очень крупных косяков белухи. В течение всего промыслового сезона не зарегистрировано ни одного хода численностью больше 1000 голов.

Резюмируя все вышеизложенное в настоящей работе о миграциях белухи в 1934 и 1935 гг., надо сказать, что хотя миграция последних двух лет и представляет собой отклонение от принятой ранее схемы, все же взаимосвязь между ходами белухи и рыбы, являющаяся основным элементом схемы, была подтверждена. Этой взаимосвязью и объясняются наблюдавшиеся нами отклонения.

Будем надеяться, что наблюдения последующих лет подтвердят и позволят уточнить наши предварительные выводы о миграции белухи в рассматриваемом районе.

П.А. Моисеев

## НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ТРАЛОВОМ ПРОМЫСЛЕ У БЕРЕГОВ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

Развитие крупного тралового промысла на Дальнем Востоке относится к 1929–1930 гг., когда во Владивосток пришли первые траулеры. Немедленно после прихода они были брошены на отыскание промысловых скоплений рыбы во всех трех дальневосточных морях; уже в очень скором времени ими были обнаружены три основных для тралового лова района скоплений камбалы — залив Петра Великого, Татарский пролив и западная Камчатка, где можно было вести вполне рентабельный лов.

За время этих исследований треска в количествах, необходимых для рентабельного лова траулерами, в летние месяцы обнаружена не была<sup>1</sup>, и камбала явилась пока основным объектом тралового лова на Дальнем Востоке.

В дальнейшем траулеры в большей своей части работали над освоением уже обнаруженных рыбных скоплений, и только некоторые из них продолжали участвовать в поисковых работах. Таким образом, с каждым годом время, затрачиваемое на поиски рыбы, сокращалось и в связи с этим средние уловы возрастали.

В настоящем кратком сообщении мы имеем в виду, на основании анализа работы траулеров у берегов западной Камчатки за период с 1930 по 1933 год, дать ряд цифр, которые до некоторой степени могут характеризовать богатства запасов камбалы и динамику тралового промысла рассматриваемого района. Но прежде чем перейти непосредственно к цифрам уловов, нам хотелось бы в кратких чертах охарактеризовать этот промысловый район.

Воды побережья западной Камчатки обладают весьма значительными скоплениями камбал, однако распределение их на всей площади широкого континентального плато весьма неравномерно. На основании многочисленных рейсов исследовательских судов, промысловых траулеров и работ сравнительно большого числа исследователей (Кривобок, 1930; Полутов, 1931 и 1932; Суворов, 1933; Моисеев, 1934), в настоящее время мы имеем довольно ясную картину распределения камбал в летнее время в этих водах. Оказывается, что крупные скопления камбал образуются только в двух районах побережья, а именно: первое и наиболее значительное скопление как по занимаемой им площади, так и по своей мощности находится в районе р. Озерной, в южной части западной Камчатки, в связи с чем оно и получило название озерновского скопления. Второе, значительно меньшее скопление камбалы, так называемое хариузовское скопление, расположено в северной части побережья западной Камчатки, вблизи мыса Хариузов.

Громадные площади континентального плато, расположенные между этими двумя скоплениями, почти совершенно не дают промысловых уловов. Отдельные небольшие уловы траулеров, работавших в этом районе, в большинстве случаев носили случайный характер и были непостоянны. По всей вероятности, в почти полном отсутствии промысловых скоплений камбал в промежуточном районе повинны те чрезвычайно суровые гидрологические условия, которые характерны для средней части западного побережья Камчатки. Выяснилось, что в обычные годы слои воды с отрицательными температурами, достигающими  $-1,3^{\circ}\text{C}$ , заполняют в течение почти всего летнего и осеннего периодов горизонты начиная от 50–70 м и до 180–220 м, т.е. именно те глубины, которых придерживаются основные виды промысловых камбал в летнее время.

---

<sup>1</sup> Это не означает, однако, что траловый лов трески у нас невозможен и что промысловых скоплений трески для траления не будет обнаружено при дальнейшем детальном изучении этого вопроса.

Между тем, наряду с этими круглогодичными отрицательными температурами в среднем районе западной Камчатки, мы наблюдаем совершенно иную картину в северной и южной части описываемого побережья, где уже с июня, а очень вероятно и раньше, устанавливается режим, вполне благоприятный для существования камбал. Правда, в отдельные годы, вследствие каких-то значительных колебаний в напряжении теплых струй океанических течений или общих климатических условий, происходят крупнейшие изменения и в общем термическом режиме всего побережья западной Камчатки. Так, за период с 1930 по 1934 г. мы наблюдали постоянное, из года в год повышавшееся потепление всех вод, омывающих западную Камчатку, выклинивание и уменьшение промежуточного холодного слоя, уменьшение площадей, занимаемых отрицательными температурами в придонных горизонтах, и, наконец, в 1934 г., уже в августе, — полное исчезновение отрицательных температур по всему побережью западной Камчатки, начиная от м. Лопатка до м. Южного. Но именно эти периоды и дают нам несколько иное распределение камбал и иных придонных объектов, связанных с термическим режимом. Соответствующую картину мы наблюдали в 1934 г., когда известное по исследованиям предыдущих лет скопление камбалы оказалось значительно видоизменившимся.

Своим видовым составом озерновское и хариузовское скопления несколько различаются. В то время как первое образуется исключительно основным промысловым видом на Дальнем Востоке — желтоперой камбалою (*Limanda aspera* Pall.), составляющей до 80 % улова (а иногда и до 90 %) всех камбал в этом районе, в районе второго, хариузовского скопления, хотя в основном также преобладает *L. aspera*, но уже в весьма значительном количестве появляется также крупная<sup>1</sup> желтобрюхая (четырёхбугорчатая) камбала *Pleuronectes quadrituberculatus* Pall., которая нередко образует самостоятельные скопления, состоящие почти исключительно из этого вида.

Переходя теперь непосредственно к анализу цифр уловов траулеров, нам хочется только отметить, что нижеприведенные цифры не могут претендовать на абсолютную точность, так как они получены на основании просмотра рейсовых донесений, в которые уловы вносятся приблизительно (обычно в сторону преуменьшения).

Материалом для подсчета цифр, приведенных в настоящей заметке, послужили рейсовые донесения траулеров за следующие годы:

1. «Дальневосточник» .....	за	1930	1931	—	—
2. «Блюхер» .....	«	—	1931	—	—
3. «Красноармеец» .....	«	—	1931	1932	1933
4. «Буревестник» .....	«	—	1931	1932	1933
5. «Чайка» .....	«	—	1931	1932	—
6. «Топорок» .....	«	—	—	1932	—
7. «Усуриец» .....	«	—	—	1932	1933
8. «Пластун» .....	«	—	—	1932	1933
9. «Стрелок» .....	«	—	—	1932	1933
10. «Лебедь» .....	«	—	—	1932	1933

За указанные годы этими судами было брошено 1576 тралов<sup>2</sup> (сюда не включены тралы с техническими неполадками — завороты, обрывы и пр.), которыми было поймано 21 075 ц разной рыбы (преимущественно камбалы), причем общая продолжительность траления выразилась в 2053,2 часа. Таким образом, средний улов за один час траления для всей западной Камчатки за все анализируемые годы (не принимая во внимание неудавшиеся траления, процент которых очень невелик) равнялся 10,3 ц сырца. Эта цифра является достаточно высокой, особенно если принять во внимание то обстоятельство, что она получена при объединении результатов лова как промысловых, так и поисковых траулеров, за различные годы и в разных районах, как промысловых,

<sup>1</sup> Средний вес ее около 1000 г при средней длине в 43–46 см, в то время как средний вес *Limanda aspera* только 400–450 г (средняя длина 33–34 см).

<sup>2</sup> Употребляемый на Дальнем Востоке трал является обычным сто- или стодесятифутовым отер-тралом.

так и непромысловых. Но эта цифра будет еще в значительной степени повышена, если мы отнесем ее исключительно к районам промысловых скоплений. Тогда средний улов за весь летний период для озерновского скопления приблизится к 15 и более центнерам за один час траления.

Динамика тралового промысла по годам у берегов западной Камчатки показана в табл. 1.

Таблица 1

**Динамика тралового промысла**

Годы	Часов траления	Улов в центнерах	Улов за час траления	Средний улов в % к 1930 г.
1930	201,6	863	4,3	100
1931	279,2	2210	7,9	184
1932	954,0	8890	9,3	217
1933	618,4	9112	14,7	342

Чрезвычайно показательной является цифра средних уловов за один час траления за сезон. По мере освоения районов и техники лова, неуклонно растут и средние цифры уловов. Необходимость длительных поисков рыбы отпадает, так как заранее известен район лова и время, идущее на отыскание рыбы, сводится к минимуму.

При просмотре темпа увеличения среднего улова становится совершенно ясным, что последняя и максимальная цифра среднего улова — 14,7 ц за час траления — не является предельной и стабильной на ближайшее будущее; несомненно, что при дальнейшем развитии промысла она может значительно возрасти. Уже само по себе увеличение уловистости за четыре года почти в 3,5 раза говорит о тех больших запасах, которыми обладают скопления камбал на континентальном плато западной Камчатки. Кроме того, анализ соотношения возрастных групп в уловах камбалы в данном районе показал, что в уловах преобладают камбалы от 7–8 до 11–12-летней возрастной группы, причем нередко встречались и 13-летние экземпляры. Эти данные, а также результаты изучения средних размеров основных видов камбал за четыре года, с полной очевидностью показали, что запасы камбал у берегов западной Камчатки наиболее крупны по сравнению с другими районами Дальнего Востока, и их использование еще даже не начато.

Сроки работы вышеперечисленных траулеров за все годы ограничиваются июнем и октябрём. Весь сезон укладывается в 4 месяца, что объясняется поздним выходом судов в море из-за ряда технических причин (незаконченный ремонт и др.) и осенними штормовыми погодами.

Распределяя приведенные данные за все годы по месяцам, получим следующую таблицу:

Таблица 2

**Улов тралами по месяцам**

Месяцы	Число тралов	Число часов	Улов в центнерах	Средний улов за час траления
Июнь	985	1309,0	13377	10,2
Июль	359	481,2	5050	10,3
Август	113	131,1	843	6,4
Сентябрь	98	110,9	1385	12,5
Октябрь (1 декада)	21	21,0	420	20,0

Опять-таки цифры средних уловов являются вполне благоприятными для тралового промысла. В продолжение всего промыслового сезона уловы продолжают оставаться высокими. Некоторое понижение в августе, в данном случае, объясняется несколько неправильным распределением ловающих единиц, так как в этот месяц около 65 % всех тралов было брошено вне промысловых площадей, что, естественно, не замедлило сказаться на результатах. Значительное же повышение среднего улова в октябре объ-

ясняется тем, что в это время траулеры облавливали исключительно промысловую площадь, совершенно не тратя времени на поиски рыбы.

Достоин сожаления то обстоятельство, что в то время как в осенние месяцы уловы несколько увеличиваются, число тралов непрерывно падает по причине всевозможных организационных неполадок. В то же время настоящая таблица, а также данные о ледовых и ветровых условиях в восточной части Охотского моря, со всей определенностью указывают на полную возможность значительного удлинения промыслового периода за счет весенних (апреля и мая), а также за счет некоторых зимних месяцев. Таким образом вполне реально<sup>1</sup> теперь уже говорить о возможности промысливать камбалу траулерами у берегов западной Камчатки с апреля по ноябрь. Зимние месяцы требуют дальнейших исследований.

Камбала в дальневосточных морях явилась основным объектом тралового лова, в то время как треска, минтай и др. виды явились лишь приловом. Для иллюстрации данного положения мы приведем ряд цифр для всего Дальнего Востока и его отдельных районов, которые подтверждают данное положение:

Таблица 3

**Процентное соотношение различных рыб в улове за 1933 год**

Район	Камбала	Треска	Минтай	Разная рыба	Рыба, употребленная на тук	Всего
Залив Петра Великого	88,5	0,6	2,1	1,1	7,7	100,0
Татарский пролив	63,8	3,5	0,1	—	32,6	100,0
Западная Камчатка	91,4	4,2	0,3	—	4,1	100,0
Всего	87,2	1,3	1,8	1,0	8,7	100,0

Вышеприведенная таблица с достаточной яркостью подчеркивает подавляющее преобладание камбалы в уловах траулеров во всех трех основных промысловых районах. Если же мы примем во внимание тот факт, что под рубрикой «употребленная на тук» в большей своей части фигурирует та же камбала, попавшая на туковарный завод вследствие своей небольшой величины или вследствие больших уловов, теплой погоды и медленной засолки пойманной рыбы, то процент камбалы в улове еще повысится.

Итак, на основании всего вышесказанного мы вновь приходим к той высокой характеристике промысловых районов западной Камчатки, которая была дана ей уже несколько лет тому назад и достоинство которой заключается в больших уловах рыбы, не подвергающихся резким колебаниям в течение промыслового сезона.

Не говоря уже о целом ряде других положительных и чрезвычайно важных с траловой точки зрения особенностях рассматриваемого района (благоприятный рельеф дна, мягкие грунты, небольшие глубины и т.п.), нам хочется напомнить то обстоятельство, что залив Петра Великого не дает в летнее время хороших уловов и не может обеспечить работой значительного количества траулеров; поэтому западная Камчатка была и будет вполне рентабельным промысловым районом для наших промысловых судов при условии применения холода для хранения рыбной продукции.

Дело в том, что специфические свойства камбалы как сырья позволяют готовить из нее только мороженые продукты или консервы, так как иные способы обработки не дают высококачественного продукта. Трудности, которые связаны с выгрузкой на побережье западной Камчатки, не позволят, по всей вероятности, полностью использовать консервные заводы и заставляют думать, что в данных условиях холод будет тем почти единственным способом, при помощи которого можно получить из камбалы наиболее высокоценный продукт. Для этой цели сами траулеры должны быть соответствующим образом приспособлены для хранения части улова в свежемороженом виде, в то время как большую часть они будут сдавать на пловучий рефрижератор.

<sup>1</sup> Работа четырех траулеров весной 1937 г. (апрель-май) у берегов западной Камчатки вполне подтвердила данное предположение, дав весьма высокие средние уловы (около 12–16 ц).

В заключение считаем далеко не бесполезным привести ориентировочные экономические подсчеты.

Принимая за основу те темпы работы, которые до сих пор были характерны для дальневосточного тралового флота (но нужно отметить, что они значительно ниже возможных), т.е. 12 одночасовых тралений в сутки и 20 рабочих дней в месяц, мы попытаемся подсчитать возможный улов камбалы на один траулер. Принимая 15 ц за средний улов<sup>1</sup> у берегов западной Камчатки за одночасовое траление, мы получим следующий расчет улова за месяц работы одного траулера:

$$15 \times 12 \times 20 = 3600 \text{ центнеров.}$$

Таким образом в течение одного месяца работы один траулер может выловить около 3600 ц камбалы, догнав в этом отношении траулеры Мурмана.

Уже эти столь краткие, но обоснованные цифры говорят за то, чтобы внимание рыбохозяйственных организаций было привлечено к этому вопросу.

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА<sup>2</sup>

1. **Кривобок М.Н.** — Рейс траулера «Дальневосточник» в 1930 г. Рукопись. Архив ТИНРО.
2. **Кривобок М.Н.** — Некоторые данные о траловом промысле в залива Петр Великий. Журн. Соц. рек. рыбного хозяйства ДВ. № 11–12. Владивосток. Стр. 107–115.
3. **Моисеев П.А.** — Траловые промысловые карты восточной части Охотского моря. Рукопись. Архив ТИНРО, № 784.
4. **Моисеев П.А.** — Отчет об ихтиологических работах комплексной экспедиции р/т. «Лебедь» у берегов западной Камчатки в 1934 году. Рукопись. Архив ТИНРО, № 964.
5. **Моисеев П.А.** — Промысел камбалы с маломерных судов в Уссурийском заливе в 1935 г. Известия ТИНРО, том XII, 1937.
6. **Охрямкин Д.И.** — Промысловые камбалы Японского моря с некоторыми данными по камбалам Охотского и Берингова морей. Рукопись. Архив ТИНРО, № 891.
7. **Охрямкин Д.И.** — Работа траулера «Блюхер» у берегов Приморья. Журнал Рыбн. хозяйство ДВ. № 9–11, 1930. Владивосток.
8. **Охрямкин Д.И., Моисеев П.А. и Таранец А.Я.** — Промысловые камбалы Приморья. Владивосток, 1936.
9. **Охрямкин Д.И. и Моисеев П.А.** — К вопросу об использовании траулеров на Дальнем Востоке. Рукопись. Архив ТИНРО, № 1214.
10. **Полутов И., Альперович М. и Таранец А.** — Анализ работы траулеров в Охотском и Беринговом морях. Рукопись. Архив ТИНРО.
11. **Суворов Е.К.** — Камбала западной Камчатки. Рукопись. Архив ТИНРО, № 978.

---

<sup>1</sup> Средний улов в районе озерновского скопления может быть поднят до 16–18 ц за одночасовое траление.

<sup>2</sup> Печатных работ по вопросам биологии и промысла камбал Дальнего Востока почти нет, и в связи с этим я привожу основные рукописные работы.

А.Я. Таранец

## К ВОПРОСУ О РАЗЛИЧИИ МЕЖДУ ИВАСИ И КАЛИФОРНИЙСКОЙ САРДИНОЙ

Иваси — *Sardinops melanosticta* — и калифорнийская сардина — *Sardinops caerulea* — большинством исследователей признавались ранее отдельными, но близко родственными видами. Для выяснения степени родства между этими формами в нашем распоряжении имелись просчеты и промеры 69 экземпляров *Sardinops caerulea*, собранных в заливе Сан-Педро Калифорнийской государственной лабораторией рыболовства; дальневосточная сардина была представлена 32 экземплярами из залива Ольги и 47 из бухты Преображения. Все промеры и просчеты проведены наблюдателем группы иваси П.В. Чурсиным. При измерениях обоих видов им была собрана коллекция килевых чешуек.

Для сравнения мы не воспользовались обширными материалами по морфометрии иваси, приводимыми в печатающейся одновременно работе С.М. Кагановской<sup>1</sup>, с тем, чтобы провести сравнение приблизительно равновеликих проб, измеренных одним лицом.

Непосредственное сопоставление иваси с тремя экземплярами калифорнийской сардины из Сан Франциско, присланными в наш институт в порядке обмена из музея сравнительной зоологии в Кембридже, показало, что по внешности обе эти формы ничем не отличаются. Также ничем не отличается по нашим материалам строение килевых чешуй иваси и калифорнийской сардины. В противоречии с этим находятся данные, приводимые в работе Томпсона.<sup>2</sup> В его работе на рис. 3 дано строение килевых чешуй *Sardinops caerulea*, *S. melanosticta* и *Sardina pilchardus* (европейской сардины). Килевая чешуйка против вершины брюшного плавника для *S. caerulea* изображена неверно, и при сравнении с правильным рисунком, данным для *S. melanosticta*, может получиться впечатление, что килевые чешуйки у этих форм резко отличаются. Следует полагать, что Томпсон имел обломанную чешуйку *S. caerulea*, так как, уже отмечено выше, по нашим материалам, строение чешуй ничем не отличается.

Число жаберных тычинок для *S. caerulea* Томпсон указывает значительно меньше, чем у *S. melanosticta*. Однако по приводимым в настоящей статье материалам, число жаберных тычинок в среднем у *S. melanosticta* лишь немного превосходит таковое у *S. caerulea*. Перейдем к сравнению измерений обоих видов, произведенных П.В. Чурсиным. Нужно отметить, что измеренные экземпляры калифорнийской сардины были плохой сохранности в противоположность хорошо сохранным экземплярам иваси. Указанное обстоятельство, как видно из приводимых ниже данных, сказалось на размахе колебаний полученных рядов. Почти во всех признаках протяженность вариационных рядов у *S. caerulea* оказалась значительно большей, чем у *S. melanosticta*.

	Длина тела в мм <sup>3</sup> (l)										M±m	n
	Length of body to the end of middle caudal rays in mm (l)											
	120—130	140—150	160—170	180—190	200—							
Калиф. сард.	1	—	2	—	1	2	8	10	12			
California sardine												
Иваси	—	—	—	—	—	—	9	16	26			
Ivassi												
	—210	—220	—230	—240	—250	—260	—270	—280				
	16	7	5	2	2	—	1		207,0±3,09	69		
	24	3	1	—	—	—	—		205,1±1,19	79		

<sup>1</sup> С.М. Кагановская. Морфологическая характеристика сардины-иваси. Изв. ТИНРО, 1937, т. 14.

<sup>2</sup> W.F. Thompson. Fish and Game Comm. of Calif. Fish. Bull. No. 11. 1926.

<sup>3</sup> За основную длину тела принята длина от конца рыла до конца средних лучей хвостового плавника (по Смитту).

		Число поперечных рядов чешуй															
		Number of transverse rows of scales															
		52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	M±m	n
Калиф. сард.	Cal. sard.	—	1	2	—	7	8	16	7	13	1	6	1	5	58,9±0,30	67	
Иваси	Ivassi	3	1	6	2	1	2	—	—	—	—	—	—	—	54,0±0,15	65	

		Число позвонков (без уростиля)							
		Number of vertebrae without urostyle							
		48	49	50	51	52	M±m	n	
Калиф. сард.	Cal. sard.	1	2	16	21	28	51,1±0,11	68	
Иваси	Ivassi	—	29	47	—	—	49,6±0,06	76	

		Число жаберных тычинок										
		Number of gillrakers										
		90—100	100—110	110—120	120—130	130—140	140—150	150—160	160—170	M±m	n	
Калиф. сард.	Cal. sard.	1	1	7	19	23	6	5	—	131,1 ± 1,5	62	
Иваси	Ivassi	—	—	—	5	23	18	13	2	142,4±1,2	61	

		Длина головы (lh) в % длины тела								
		Length of head (lh) in % of l								
		21—22	22—23	23—24	24—25	25—26	26—27	27—28	M±m	n
Калиф. сард.	Cal. sard.	4	23	32	5	2	—	—	24,7±0,10	66
Иваси	Ivassi	—	—	6	25	40	11	1	23,2±0,09	83

		Высота тела в % длины тела											
		Depth of body in % of l											
		14—15	15—16	16—17	17—18	18—19	19—20	20—21	21—22	M ± m	n		
Калиф. сард.	Cal. sard.	1	1	1	19	21	18	6	1	18,63±0,11	67		
Иваси	Ivassi	1	6	31	34	7	1	—	—	17,04±0,09	80		

		Наименьшая высота тела в % длины тела										
		Least depth of body in % of l										
		4,5—5,0	5,0—5,5	5,5—6,0	6,0—6,5	6,5—7,0	7,0—7,5	7,5—8,0	8,0—8,5	8,5—9,0	M±m	n
Калиф. сард.	Cal. sard.	2	5	22	30	6	—	1	—	1	6,08±0,07	67
Иваси	Ivassi	—	21	54	5	—	—	—	—	—	5,5±0,01	80

		Антедорсальное расстояние в % длины тела										
		Distance from tip of snout to first dorsal in % of l										
		40—41	41—42	42—43	43—44	44—45	45—46	46—47	47—48	48—49	M±m	n
Калиф. сард.	Cal. sard.	2	13	8	23	18	1	—	1	1	43,34±0,21	67
Иваси	Ivassi	—	5	16	37	15	—	—	—	3	43,60±0,24	78

		Постдорсальное расстояние в % длины тела												
		Postdorsal distance in % of l												
		37—38	38—39	39—40	40—41	41—42	42—43	43—44	44—45	45—46	46—47	47—48	M±m	n
Калиф. сард.	Cal. sard.	—	4	5	20	13	15	6	2	1	1	42,5±0,19	67	
Иваси	Ivassi	1	2	11	20	11	2	—	—	—	—	40,44±0,04	47	

		Передняя часть брюха (P—V) в % длины тела											
		Distance from beginning of base of P to the base of V in % of l											
		21—22	22—23	23—24	24—25	25—26	26—27	27—28	28—29	29—30	30—31	M±m	n
Калиф. сард.	Cal. sard.	1	1	2	5	16	15	14	6	5	1	26,51±0,1	66
Иваси	Ivassi	—	1	1	15	34	17	10	—	—	—	25,71±0,11	78

<b>Задняя часть брюха (V—A) в % длины тела</b>													
<b>Distance from the beginning of base of V to the base of A in % of l</b>													
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	M±m	n
Калиф. сард.	1	—	3	3	10	17	19	8	3	2		25,82±0,20	67
Cal. sard.													
Иваси	—	2	7	33	27	5	1	1	1	—		24,00±0,01	77
Ivassi													

<b>Длина рыла в % длины головы</b>												
<b>Length of snout in % of lh</b>												
	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	M±m	n
Калиф. сард.	1	2	1	7	21	21	11	2	1		34,0±0,33	67
Cal. sard.												
Иваси	—	—	4	20	43	11	2	—	—		32,68±0,18	80
Ivassi												

<b>Диаметр глаза в % длины головы</b>													
<b>Diameter of eye in % of lh</b>													
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	M±m	n
Калиф. сард.	4	11	8	13	13	16	2	1	—	1		19,84±0,22	69
Cal. sard.													
Иваси	—	—	8	22	27	16	7	1	—	—		20,44±0,12	81
Ivassi													

<b>Ширина лба в % длины головы</b>											
<b>Width of interorbital space in % of lh</b>											
	16	18	20	22	24	26	M±m	n			
Кал. сард.	5	31	27	3	1		19,99±0,19	67			
Cal. sard.											
Иваси	5	54	19	—	—		19,36±0,11	78			
Ivassi											

<b>Заглазничный отдел головы в % длины головы</b>											
<b>Postorbital space in % of lh</b>											
	41	43	45	47	49	51	53	M±m	n		
Калиф. сард.	1	9	25	17	10	3		47,06±0,27	65		
Cal. sard.											
Иваси	—	3	34	35	6	—		47,12±0,15	78		
Ivassi											

Исследованный материал указывает на очень большое морфологическое сходство обеих форм, с другой стороны, имеются различия в средних величинах числа поперечных рядов чешуй, числа позвонков, жаберных тычинок, длины постдорсального расстояния и некоторых других признаков.

По нашим данным число позвонков у иваси в среднем меньше, чем у калифорнийской сардины. В этом отношении наша цифра (49,6) близко сходится с цифрой, приведенной для иваси С.М. Кагановской (49,5). Д.Л. Харт<sup>1</sup> приводит для сардины Калифорнии и Британской Колумбии цифры, близкие к 50,7, т. е. несколько более низкие, чем наша (51,1). Обильный материал (более 8000 просчетов), которыми располагал Харт, показывает, что у отдельных проб калифорнийской сардины среднее число позвонков не спускается ниже 50,5. Таким образом различия в средних величинах числа позвонков у калифорнийской сардины и иваси следует считать существенными. Это подтверждает и сравнение пробы из Калифорнии, имеющей наименьшую среднюю величину, с нашими просчетами из Японского моря по формуле

$$\frac{M_{\text{кал.}} - M_{\text{яп.}}}{\sqrt{m^2_{\text{кал.}} + m^2_{\text{яп.}}}}$$

Это отношение получилось равным:

$$\frac{50,55 - 49,6}{\sqrt{0,0004 + 0,0036}} = \frac{0,95}{0,063} = 15,1.$$

Число поперечных рядов чешуй, так же как и число позвонков, у калифорнийской сардины в среднем несколько больше, чем у иваси. Число же жаберных тычинок в среднем несколько больше у иваси.

<sup>1</sup> J.L. Hart. Statistical Studies on the British Columbia Pilchard: Vertebra Counts. Frans. Roy. Sosc. Canada. Section V, 1933, pp. 79–85.

Что касается различия сравниваемых форм в пластических признаках, то в некоторых случаях различия между пробами иваси, измеренной нами и С.М. Кагановской, больше, чем между нашими пробами иваси и калифорнийской сардины.

Это лишний раз подчеркивает необходимость при сравнении пластических признаков более строгой унификации проб в отношении размера особей, качества фиксаций материала и т.п.

Отсутствие каких-либо резких различий между двумя сравниваемыми формами убеждает нас в том, что их можно считать не более чем различными подвидами.

Таким образом следует различать два подвида: *Sardinops melanosticta melanosticta* у западных берегов сев. части Тихого океана и *Sardinops melanosticta caerulea* у восточных.

Насколько известно, в настоящее время стада сардин на обоих берегах Тихого океана не смешиваются. *S. melanosticta* как вид, таким образом, имеет прерывчатый ареал распространения.<sup>1</sup> Поэтому вполне естественно некоторое морфологическое различие между западно-тихоокеанскими и восточно-тихоокеанскими стадами этой рыбы, которые вероятно в геологически совсем недавнее время соединились в одно стадо. Как известно, в послеледниковое время существовал период, когда климат северной части Тихого океана был значительно теплее современного и стада сардин могли проникать значительно дальше на север, чем в настоящее время, и соединяться где-нибудь в Беринговом море. Иваси и сейчас временами проникает довольно далеко на север и восток, что обнаружено в последние годы. Так, М.Н. Кривобок обнаружил иваси в 1934 г. у северо-восточных берегов Сахалина<sup>2</sup> в Охотском море (заливы Ныйво и Чайво). В.Б. Бооль и К.И. Панин<sup>3</sup> обнаружили иваси в 1933 и 1934 годах в Кроноцком и Авачинском заливах у юго-восточной Камчатки. На основе этих новых данных ареалы распространения иваси и калифорнийской сардины значительно сближаются. Если предположения о происходящем сейчас процессе потепления арктики и субарктики<sup>4</sup> подтвердятся и этот процесс будет происходить в дальнейшем, то очень вероятно, что ареал *Sardinops melanosticta* и других видов рыб, имеющих подобное распространение, сомкнётся.

Помимо *S. melanosticta* в роде *Sardinops* имеется еще три вида: *S. sagax* (Jenyns) (Чили), *S. neopilchardus* (Steindachner) (Австралия) и *S. ocellata* (Parré) (южная Африка). Все эти виды морфологически слабо изучены, благодаря чему различные исследователи придерживаются различного мнения об их систематическом положении. Так, например, Ригэн (С.Т. Regan)<sup>5</sup> соединяет вместе *S. sagax*, *S. melanosticta*, *S. caerulea* и *S. ocellata*. Хэббс<sup>6</sup> (С.Л. Hubbs) перечисляет 5 видов этого рода, но ссылается на их слабую изученность и необходимость детального сравнения. Мы считаем несомненной близость лишь рассматриваемых двух форм. Что же касается *S. sagax*, *S. ocellata* и *S. neopilchardus*, то вопрос об их близости друг к другу и к *S. melanosticta* по нашему мнению остается открытым и нуждается в дальнейшем исследовании.

Автор искренне признателен Л. С. Бергу за ряд ценных литературных указаний к настоящей работе.

---

<sup>1</sup> Подобным ареалом распространения обладают и некоторые другие северотихоокеанские виды рыб, как, напр., *Cololabis sajra* (= *Cololabis brevirostris*) и *Nurpomesus pretiosus* (= *Nurpomesus japonicus*).

<sup>2</sup> Об этом см. в моей работе «Материалы к познанию ихтиофауны советского Сахалина». Известия ТИНРО, том 12.

<sup>3</sup> См. Панин К.И. О нахождении дальневосточной сардины-иваси в водах вост. Камчатки. Доклады АН. 1936, т. III (XII), № 1 (96), стр. 41—44.

<sup>4</sup> См. Л.С. Берг. Недавние климатические колебания и их влияние на миграции рыб. Проблемы физической географии. 1935, II, стр. 73—84. Имеется также ряд других статей разных авторов.

<sup>5</sup> Ann. Mag. Nat. Hist. (8), XVII, 1916.

<sup>6</sup> The generic relationships and nomenclature of the California sardine. Proc. Cal. Ac. Sci. (4), vol. XVIII, No. 11, pp. 261—265, 1929.

О.М. Мельникова

### КОНСЕРВИРОВАНИЕ МИДИИ

Основными промысловыми видами моллюсков Советского Дальнего Востока являются гребешок и мидия. Из них наиболее слабо освоенным объектом нужно считать мидию. В настоящей работе обобщен опыт прошлых лет и результат экспериментальных работ по обработке мидии. Анализ сырого мяса мидии, добытой в 1937 г., показывает, что используемые части мяса мидии — мускул и мантия — содержат:

	В % на сырое в-во	В % на сухое в-во
Влаги	83,84	—
Белка	9,51	58,85
Золы	2,03	12,56
Жира	0,42	2,60
Углеводов	4,20	25,99

Приведенные данные говорят, что мясо мидии является ценным белковым веществом. Отходы, полученные при разделке тела мидии (желудок и пр.), составляют около 50% к телу мидии (без створок) и содержат: влаги — 82,61%, белка — 9,62, золы — 2,67, жира — 1,32, углеводов — 3,78; кроме того значительную часть отходов от сырца составляют створки (58,8%).

При обработке мидии на консервы вымытые ракушки поступают на варку. При варке мидии около 30% к весу сырца выделяется в виде сока (бульона), содержащего белки и углеводы. Бульон этот обычно не используется. Примерный баланс варки мидии дается в табл. 1 (взято 32 шт. мидии).

Таблица 1  
Определение процента выделившегося  
сока при варке мидии

Объекты исследования	Общий вес, в кг	Вес 1 шт., в г	В % к общему весу
Мидия сырая, мытая	10,5	328	100,0
Мидия вареная без бульона	7,5	234	71,4
Выделившийся бульон	8,0	94	28,6

Этот выделившийся бульон содержит плотного остатка — 4,41% или 132,3 г в трех литрах бульона, а в плотном остатке содержится белка — 19,76% (или 26 г) и углеводов около 40% (или 52 г). Если считать, что при изготовлении консервов на 1 ящик готовой продукции приходится 90,5 кг бульона, то эти 90,5 кг бульона, содержащие 0,73 кг белка и 1,58 кг углеводов, представляют собой определенную пищевую ценность, пренебрегать которой не следует.

Для иллюстрации общей динамики изменения веса дальневосточной мидии при варке мы приводим таблицу изменения в весе мидии после варки и процент используемого при этом мяса (см. табл. 2).

### КОНСЕРВИРОВАНИЕ МОЛЛЮСКОВ

Из стран Тихоокеанского бассейна значительное количество консервов из моллюсков приготавливается в Америке. Развитие там этого вида консервной промышленности говорит о большом спросе на этот вид продукции со стороны населения. Специфический вкус мяса моллюсков оценен американским потребителем по достоинству. Методы приготовления товарного продукта не требуют ни сложного оборудования, ни большого количества рабочей силы. Ниже мы приводим описание методов консервирования моллюсков и приготовления из них кулинарных блюд, известных в американской литературе и практике.

**Морской гребешок с рисом.** Промытые ракушки кладутся в кипящую воду на 3–5 минут (выгружаются тогда, когда открываются створки). Вареное мясо отделяется от створок, очищается ножницами так, что остается только средний мускул с мантией (гребешком). Затем мускул и мантия разрезаются горизонтально пополам и промываются.

При укладке в банку мясо сортируется по цвету гребешка: на заливочку идет наиболее крупный — красный или белый. В банку вместе с мясом гребешка кладется размоченный рис. Затем банки с содержимым поступают на 15–20 минут в эксгаустер при 40° С, после чего банка закатывается и стерилизуется: фунтовые банки — 1 ч. 15 м., полуфунтовые банки — 50–60 минут. При варке рис поглощает всю жидкость и заполняет промежутки.

**Морской гребешок молотый.**

Вареное, промытое и очищенное мясо гребешка кладется в соленую воду на несколько суток, до тех пор пока не очистится мускул. Мускул разрезается, пропускается через мясорубку, расфасовывается в банки, закатывается. Эксгаустирование — 45 мин. при 40° С; стерилизация — 1 час при 121° С (для фунтовых банок).

**Белая ракушка молотая.** При изготовлении этого вида консервов применяются специальные машины. Мойку и варку производят в длинном ящике. Этот ящик имеет внутри несколько ступенек и обладает возвратно-поступательным движением, благодаря чему ракушки продвигаются по ступенькам, омываемые сверху горячей водой. Танк с горячей водой укреплен посередине ящика. Горячая вода заставляет раковины раскрываться, а движение толчками вытряхивает мясо из раковин. В конце пути мясо охлаждается струями холодной воды. Охлажденное мясо выбирается и укладывается в противни, разрезается и освобождается от песка и грязи.

Промывка мяса производится в цилиндрическом дырчатом барабане, который вращается в танке с водой. Промытое мясо пропускается через

Таблица 2

Способ и условия варки	Сырца		Панцрь после варки		Тело после варки		Вареный моллюск		Мяса		В % к весу сырца		Мантия		Мускул			% мантии к мускулу		% мускула к весу сырца		Используемая для консерва, часть мяса		% используемой части мяса к весу сырца			
	Общий вес, в кг	Средн. Вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	Общий вес, в кг	Средн. вес 1 ракушки, в г	
1. Варка в автоклаве паром 1 час, 50 шт. мидий	13,3	266	8,95	180	7,8	156	1,15	23,0	67,5	58,8	8,65	32,5	300	6	26,2	3,4	14,8	170	170	3,4	14,8	1,28	3,53	0,58	4,36	3,90	—
2. Варка в кипящей воде 15 мин., 50 шт. мидий	12,9	250	8,84	177	7,8	156	1,04	20,8	68,5	58,8	8,07	33,13	250	5	24,0	3,0	14,4	150	150	3,0	14,4	1,16	3,10	0,50	3,90	—	
3. Варка в кипящей воде 15 мин., 10 шт. мидий	2,55	255	1,7	170	1,5	150	0,2	20,0	66,8	58,8	7,85	33,35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

мясорубку; полученный фарш при помощи машины расфасовывается в банки. В банки для сочности добавляется немного бульона. После предварительной закатки и 8 минут эксгаустирования при 100° С, наступает окончательная закатка, а затем стерилизация (90 минут) и быстрое охлаждение банок потоком холодной воды.

**Рассольник из белых ракушек (Clam chowder).** Технологический процесс от поступления ракушки-сырца на завод до промывки очищенного мяса ракушки, — такой же, как и в предыдущем методе. Приготовление рассольника идет по указанной ниже рецептуре.

На 2500 штук ракушек берут 10 кг сала, 10 кг картофеля, 2,8 кг лука, 10 кг томатов, 200 г петрушки, 50 г тмина, 400 г соли, 30 г майорана, 200 г белого перца и 67 литров воды. В течение 10 минут в воде варится сало, картофель, томаты и лук, затем добавляется все остальное, перемешивается и расфасовывается в банки, которые затем закатываются и стерилизуются: 1-фунтовые — 80 минут при 121° С и ½-фунтовые — 50 мин. при 121° С. Концентрированный рассольник из белых раковин готовится так же, только воды добавляется в два раза меньше.

**Натюрель из мелких ракушек.** Тело ракушки не разрезается для очистки, а промывается целиком после варки и отделения тела от створок. Для очистки же их внутри доставленные на завод ракушки помещаются в танк с водой и пересыпаются кукурузной мукой. Мясо при этом очищается от грязи и отходов и белеет. После этого производится варка в котле в течение 30 минут при 100° С. Бульон сохраняется. Вареное мясо складывается в банки, заливается горячим бульоном и стерилизуется 1 час 40 минут при 117° С.

**Бульон.** Бульон получают следующим образом: чисто промытые ракушки помещают в герметически закрытые реторты и варят паром 20 минут. Ракушки раскрываются, и сок стекает в противни, положенные под решетками. Бульон, выделенный ракушками в процессе варки, консервируется отдельно, отфильтровывается, закатывается в банки горячим и стерилизуется при 89–99° С в течение 1 часа.

**Экстракт из моллюсков.** Отфильтрованный бульон концентрируется, вливается в банки горячим, закатывается, стерилизуется 1 час при 117° С. Этот экстракт рекомендуется для больных как питательный и легко усваиваемый.

**Фарш из моллюсков (гребешок или мидия).** Мантия тщательно промывается в морской воде. Вместе с мантией можно использовать мускул, молоки, икру — все, кроме органов пищеварения. Все это пропускается через мясорубку и тщательно перемешивается со следующими добавлениями на 1 кг фарша: масло растительное, хорошо рафинированное — 80 г, лук репчатый, пропущенный через мясорубку, — 40 г, соль — 15 г, перец горький — 3 г, перец душистый — 3 г, мускатный орех — ¼ г, гвоздика — 1 г. К уложенному в баночку фаршу добавляется немного концентрированного бульона, чтобы придать сочность консерву. Стерилизация ¼-фунтовой круглой банки — 50 минут при давлении в 6–7 фунтов.

Широкое распространение мидии как в консервированном виде, так и в кулинарных изделиях сопровождается многообразием рецептов ее обработки. Приведем здесь ряд наиболее распространенных рецептов.

**Мидия натюрель.** Доставленная на завод мидия сортируется (удаляются пустые раковины и мертвые мидии с раскрытыми створками), затем моется в специальном аппарате (диаметр 55 см, длина 85 см), сделанном из железной сетки, скрепленной обручами: ¼ часть поверхности цилиндра занимает дверца.

Днища имеют крест-накрест расположенные железные перекладки, через центры которых проходит ось. Цилиндр вращается на этой оси (при помощи ручки) в деревянном корыте глубиной 45 см, куда подается проточная морская вода. Одновременно загружается в цилиндр 1 бушель (37 кг) ракушек; цилиндр вращается 15 минут со скоростью 30 оборотов в минуту. Затем ракушки высыпаются и моются в пресной воде, после чего варятся паром 5–10 минут и охлаждаются. Освобожденное мясо очищается и укладывается в банки. Бульон отфильтровывается, доводится до кипения, и им доливаются наполненные мясом мидии банки. Затем производится закатка банок и стерилизация их.

**Маринад из мидии.** Ракушки промываются, варятся и разделяются как и в предыдущем методе. Мясо мидии укладывается в стеклянные банки и заливается уксусным маринадом, состав которого следующий: 1 л бульона, 0,5 л уксуса, 14 г белого

перца, 7 г корицы, 3,5 г соли, 1 головка красного перца. Маринад этот кипятится предварительно на медленном огне и только тогда отфильтровывается и горячим доливае­тся в банки. Через сутки мясо вынимается, перекладывается в пустые банки, жидкость отфильтровывается, нагревается до кипения и снова горячей доливае­тся в банки, после чего последние можно закатывать.

Другой способ приготовления маринада составляется по следующему рецепту. Вареное и хорошо промытое мясо мидии кладется в стеклянную банку (или эмалированную посуду). На 1,5–2 кг мяса мидии в банку добавляется: мелкоизрубленная морковь 1 шт., луковиц 2 шт., белого перца 10 горошин, гвоздики 3 горошины, чеснока 1 зубчик, красного перца 1 головку, столового уксуса  $\frac{1}{2}$  бутылки, бульона  $\frac{1}{2}$  бутылки, соли 10 г, масла прованского 2 столовых ложки; мускатного ореха, корицы, имбиря кладут немного.

**Тушенная мидия.** Мясо вареной мидии, очищенное и промытое кладется в кастрюлю, заливается бульоном. На  $\frac{1}{2}$  кг вареного мяса мидии добавляется  $\frac{1}{2}$  бутылки кипяченого молока, 150 г сливочного масла, соль, перец — по вкусу; все это кипятится и подается на стол с гренками из белого хлеба.

**Мидия провансаль.** Хорошо промытое мясо мидии опускается в кипящее масло вместе с мелконарубленным луком и небольшим количеством чеснока и обжаривается несколько минут. Подается горячим.

В 1932 г. в Тихоокеанском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии были приготовлены опытные маринады из мидии в бочатах и жестяных банках и консервы из мидии в собственном соку; первые из них получили неплохую оценку.

В мае 1936 г. Трестом эксплуатации морепродуктов были представлены на дегустацию следующие виды опытных консервов из мидии: 1) мясо мидии в томате; 2) панированное обжаренное мясо мидии с рисом в томатной заливке; 3) панированное обжаренное мясо мидии в томатной заливке с морковью; 4) молотое мясо мидии с рисом; 5) молотое мясо мидии с рисом в томатной заливке; 6) молотое мясо мидии в томатной заливке с морковью и ряд других образцов. Из всех образцов удовлетворительными как по виду, так и по вкусу были признаны только консервы из молотого мяса мидии с рисом в томатной заливке (пилав из мидии). Позже этим трестом была предложена рецептура приготовления консервов мидии в томатной заливке. Консервный завод № 2 («Океан») работал в 1937 г. придерживаясь двух указанных ниже рецептов.

**Пилав из мидии.** Тщательно промытое и очищенное от грязи и песка мясо мидии пропускалось через мясорубку, смешивалось с вареным рисом. Туда же добавлялась томатная заливка, и все это расфасовывалось в банки, закатывалось, стерилизовалось.

**Мидия в томатной заливке.** Очищенное, промытое мясо мидии рубилось ножами вручную на мелкие куски (5–10 мм), укладывалось в банки по 132 г (на 250-граммовую банку); остальное — заливка. Заливка составлялась по следующей рецептуре (в процентах): масло растительное 10, сахар-песок 1,4, соль 1,2–1,4, лук сухой 4, томат-паста 30–40, эссенция уксусная 0,7, перец черный 0,1, перец красный 0,1, перец душистый 0,1, гвоздика 0,1, кориандр 0,1, анис 0,2 и вода 51,42%.

Выработка пилава из мидии была прекращена, и завод переключился целиком на выработку мидии в томатной заливке. Но эти консервы не удовлетворяют потребителя по следующим причинам:

- 1) большое количество соуса в консерве (свыше 40%);
- 2) мясо рубится вручную ножами на сравнительно крупные куски, и оно перемешивается вместе с отдельными частями тела мидии, различными по своей консистенции; поэтому если мантия проваривается достаточно, то мускул остается жестким;
- 3) мидия, приобретая вкус томата, теряет свой специфический вкус.

Недостатки технологического процесса на полукустарно оборудованном заводе влияли на качество готовой продукции; процесс обработки мидии необходимо было полностью изменить; поэтому с целью выработки иной рецептуры и получения более вкусного и питательного продукта были приготовлены опытные образцы консервов по различным рецептам. Состав рецептур лучших образцов консервов и общее заключение по их оценке приводятся в таблице 3.

Таблица 3

## Опытные консервы из мидии, приготовленные в октябре-ноябре 1937 г.

№ п/п	Вес нетто	Составные части консерва	Процесс изготовления	Режим стерилизации	Внешний вид продукта	Запах	Консистенция	Цвет	Вкус	Общая оценка
1	207	Мантия мидии 187 г, масло подсолнечное 20 г, соль 1,5 г	Мантия пропущена через мясорубку, перемешана с маслом, уложена в банки. Экстаустер 15 мин	1 час 20 мин. при 112° С	Темный, свойственный мантии	Масла	Мягкая	Темный	Удовлетворительный	Пригоден как полуфабрикат — фарш
2	220	Мантия и тело мидии 210 г. (1 : 1), масло подсолнечное 10 г, соль 1,5 г	Тот же	Тот же	Тот же	«	«	«	Тот же	Тот же
3	177	Мясо с мускулом 157 г (1 : 1), масло 20 г, соль 1,5 г	Тот же	Тот же	Светлее, чем в банках 1 и 5	«	«	Светлее	«	«
4	135	Чистый мускул 115 г, мало 20 г, соль 2 г	Мускул мидии пропущен через мясорубку, перемешан с маслом, уложен в банки. Паровой ящик 15 мин.	1 ч, 20 мин. при 112° С	Хороший	«	Мясо проварено достаточно, но более твердое, чем № 1, 2, 3	Светлый, приятный	Хороший	Пригоден как фарш для пирожков
5	216	Фарш из мидии 210 г, масло 20 г, лук 12 г, перец горький 0,5 г, перец душистый 0,5 г, гвоздика 0,2 г, соль 3 г	Фарш готовился из мантии мускула и тела мидии; пропущен через мясорубку 3 раза, тщательно перемешан со специями и уложен в банки. Экстаустер 15 мин.	90 мин. при 112° С	Удовлетворительный	Специи и масла	Мягкая, чистые мелкие	Темный (серовато-желтый)	Хороший, но сильный прикус гвоздики	Может идти как закусочный консерв или как фарш для пирожков
6	225	Фарш из мидии 200 г, лук 10 г, масло 20 г, соль 2,5 г, гвоздики 0,5 г, перец горький 0,3 г, перец душистый 0,6 г	Фарш в основном готовился из мантии (добавлялось 25 % мускула), пропущен через мясорубку 1 раз, перемешан с маслом и специями, расфасован в банки. Экстаустер 15 мин.	50 мин. при 112° С	Менее привлекательный, чем № 5	Сильный — гвоздики	Мягкая	Еще более темный, чем № 5	Хороший, но нужно уделить больше гвоздику	Фарш для пирожков. Нужно добавлять больше мускула (1 : 1), консерв будет иметь более привлекательный вид. Остроу придавать за счет горького перца, соли и лука

7	200	Мантя, обжаренная в прованском масле с луком — 200 г	Мидия провансаль: мантя кладется в кипящее масло, обжаривается вместе с луком 15 мин.; на 1 кг мантии 150 г масла, 80 г луку, 10 г чеснока. Укладывается в банки горячей.	Плотная	«	Легкий — и масла с чесноком	Хороший	Хорош как закуской консерв
8	1000	483 г мантии мидии, 500 г бульона, 17 г уксусной кислоты, 1/2 моркови, 1 луковица, 3 горошины горького перца, 3 горошины душистого перца, 2 гвоздички, 1 зубчик чеснока, 5 г соли, 40 г прованского масла, лавровый лист, корица, мускатный орех, имбирь	Промытая мантия мидии кладется в стеклянную банку, туда добавляется все остальное, красиво порезанное, и все это заливается бульоном.	Красивый	Не стерилизуется	Приятный — бужет всех специй	Хороший	Хорош как деликатес, на любителя

Таблица 4

Рецепты на рекомендуемые консервы (сравнительно с производимой ранее «мидией в томате»)

Составные части	Мидия в томате	Фарш без риса	Фарш с рисом	Мидия провансаль	Уксусный маринад из мидии
	в граммах				
1. Мясо мидии вареное	132	210	100	250	450
2. Масло растительное	13	20	15	20	25
3. Лук	5	15	10	10	25
4. Соль	2	3	3	3	5
5. Уксусная кислота	1	—	—	—	17,5
6. Томат-паста	50	—	—	—	—
7. Сахар	2	—	—	—	—
8. Перец черный	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1
9. Перец душистый	0,1	0,3	—	—	—
10. Перец красный	0,1	—	—	—	—
11. Гвоздика	0,1	—	—	—	0,1
12. Кориандр	0,1	—	—	—	—
13. Анис	0,2	—	—	—	—
14. Рис сухой	—	—	40	—	—
15. Бульон	—	—	80	—	450
16. Лавровый лист	—	—	—	—	0,1
17. Чеснок	—	—	—	5	10
18. Морковь сырая	—	—	—	—	20
19. Мускатный орех	—	—	—	—	0,1
20. Имбирь	—	—	—	—	0,1
21. Корица	—	—	—	—	0,1
22. Вода	44	—	—	—	—
Всего	250	250	250	250	1000

## ВЫВОДЫ

Некоторые приведенные нами опытные работы по консервированию мидии получили хорошую оценку. Консервирование мидии с успехом можно осуществить у нас, учитывая большие запасы ее в наших водах.

При правильной организации добычи и механизации процессов обработки мидии можно добиться невысокой стоимости консервов из нее; так как на консервирование используется только около 5 % к весу сырца, то нужно использовать и навар, выделяемый при варке мидии, для получения бульона или сухого экстракта, а створки пустить на выработку тука.

Для широкой апробации и последующего полувзаводского производства следует рекомендовать следующие виды консервов из мидии: а) фарш из мидии с томатом и рисом, б) фарш из мидии с маслом и специями, в) мидия провансаль, г) уксусный маринад из мидии. Рецептура на эти виды консервов и технологическая схема обработки даны в таблицах 3 и 4.

И.В. Кизеветтер

## К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПАНЦЫРЯ КАМЧАТСКОГО КРАБА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ХИТИНА

**Характеристика сырья.** Среди отходов, получаемых при изготовлении консервов из камчатского краба, интерес, как сырье для получения хитина, представляют: сырой панцырь головогруды и вареный панцырь конечностей, а также жабры. Общее количество сырого панцыря составляет в среднем 23,1% (от 18,8 до 27,9%), количество вареных жабр в среднем 2,5% (от 1,5 до 3,9%) и количество панцыря, снимаемого с вареных конечностей в среднем 37,3% (от 33,1 до 41,6%) от веса целого краба.

Содержание хитина в панцырных покровах с различных частей тела камчатского краба неодинаково. Однако, явно выраженной зависимости между расположением панцырного покрова на теле краба и содержанием в панцыре хитина не установлено. В сыром панцыре головогруды содержится 4,3% (от 2,4 до 6,3%) хитина, в сухом очищенном — 22,5% (от 18,0 до 30,2%); в сухих жабрах — 10,0%, в сухом вареном панцыре с конечностей — от 20,6 до 36,4% и в сухом панцыре с абдомена — от 14,0 до 28,2% хитина.

Установлено, что при обработке краба можно собрать 40—50% (от веса животного) хитинизированных покровов, содержащих 6—8% хитина. Количество панцыря и содержание в нем хитина в значительной мере зависит от биологического состояния краба.

Химический состав высушенного и измельченного крабового панцыря (крабовый тук), который может быть использован для извлечения хитина, представлен в таблице 1.

**Метод извлечения хитина.** Перед обработкой панцырь измельчается до кусочков 0,5–1,0 см. Для удаления воднорастворимых минеральных и органических веществ и частичного размягчения, панцырь, в течение одного-полутора часов, кипятится в 8–10-кратном (к весу панцыря) количестве пресной воды. После этого производится деминерализация панцыря в растворе соляной кислоты. Наши опыты показали, что при комнатной температуре и слабых растворах соляной кислоты при деминерализации панцыря не наблюдается практически заметных потерь хитина за счет его расщепления. Однако, увеличение концентрации кислоты, повышение температуры или увеличение времени нагрева сопровождается уменьшением выхода хитина за счет его расщепления с образованием глюкозамина и уксусной кислоты. Результаты проведенных экспериментов позволяют считать, что деминерализация панцыря должна производиться при 18–20°C в 8–10%-ом растворе соляной кислоты в течение 20–24 часов, при частом перемешивании. При нагреве до 60–70°C процесс заканчивается за 6–8 часов, но концентрация кислоты не должна превышать 3–5%.

Таблица 1

### Химический состав сухого измельченного крабового панцыря

Содержание	Содержание в процентах		
	от	до	среднее
Влаги	2,3	11,8	7,9
Жира	0,4	5,6	2,2
Азота (по Кьельдалю)	4,1	7,9	6,7
Хитина	16,2	34,1	20,0
Золы	24,5	42,0	31,3
В числе золы:			
NaCl	0,4	4,8	2,7
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2,6	5,5	3,7
CaO	10,1	16,7	12,2
SiO <sub>2</sub>	0,3	2,4	1,0

После деминерализации полученный хитин освобождается от избытка кислоты и промывается водой (лучше горячей) до нейтральной реакции. Нормально, после деминерализации, хитин содержит 0,6–1,5% минеральных веществ (в расчете на безводное вещество). Промытый хитин кипятится (1,0–1,5 часа в трех-пятикратном количестве (к весу сырого) 8%-го раствора едкого натра для удаления белковых веществ. После щелочной обработки хитин промывается горячей водой до удаления следов щелочи. При щелочной обработке хитин теряет в весе 1,5–2,5%, а содержание золы уменьшается до 0,16–0,42%.

Для уничтожения розовой или красной окраски, остающейся от красящего пигмента панцыря, хитин обрабатывается кислотными растворами отбеливающих веществ. Хорошие результаты были получены с растворами марганцевокислого калия (3–5%), бертолетовой соли, хлорной и бромной водой; хуже действуют растворы хлорной извести. При нагреве до 50–60°C полное обесцвечивание достигается за 4–6 часов, а при 18–20°C — за 40–50 часов. После обесцвечивания хитин тщательно промывается горячей водой. При отбелке теряется 0,5–1,5% от веса сухого хитина. Были использованы различные приемы сушки хитина; наиболее удачным признано сочетание механического отделения влаги путем отжима-прессовки или центрофугирования с последующей сушкой влажного хитина при 100–105°C. Высушенный хитин, в зависимости от характера дробления панцыря, получается в виде пористых кусков или аморфной бесцветной массы и устойчив в хранении.

Опыты очистки хитина путем растворения в концентрированной соляной кислоте и коагуляции показали, что в силу значительных потерь сухого хитина (очевидно, за счет гидролитического расщепления) и большого расхода кислоты (24–25 частей HCl на одну часть сухого хитина), этот метод не может иметь практического значения.

**Деацетилирование хитина.** Являясь полимером ацетилированного глюкозамина, хитин при гидролизе теряет ацетильную группу, образуя деацетилированный продукт, который растворяется в уксусной кислоте, образуя вязкие коллоидные растворы. Изучая процесс деацетилирования хитина раствором едкого натрия, мы установили, что условия реакции (температура, время, концентрация щелочи, окисление и т.д.) весьма существенно влияют на выход и свойства деацетилированного продукта. Было установлено, что для получения хорошо растворяющегося в уксусной кислоте деацетилированного продукта, процесс должен производиться при следующих условиях: температура нагрева 118–120°C, давление 1,0–1,2 избыточных атмосферы, время нагрева — 1 и не более 2-х часов, концентрация раствора едкого натрия — 38–40%, количество щелочного раствора 4000–4200% к весу сухого хитина. Процесс деацетилирования должен осуществляться в условиях, исключающих возможность окисления. Показана возможность многократного повторного использования растворов едкой щелочи для процесса деацетилирования. Выход сухого деацетилированного продукта составляет 91–98% к весу сухого хитина, а в уксусной кислоте деацетилированный хитин растворяется на 98–99%. Для растворения 1 г сухого деацетилированного хитина требуется 0,3–0,5 мл уксусной кислоты (удельный вес 1,17). Растворение производится при тщательном перемешивании и нагреве до 60–80°C. Нагретый и разбавленный водой раствор фильтруется через пористый фильтр и может быть использован для пропитки тканей, изготовления прозрачных пленок, нитей и т.п.

**Заключение.** Сравнительно невысокое содержание хитина и огромный расход вспомогательных материалов (кислоты и щелочи) при его изготовлении ставит под сомнение практическую целесообразность использования панцыря камчатского краба, как сырья для получения хитина.

С.В. Дорофеев

## ВОЗДУШНЫЕ РАЗВЕДКИ ТЮЛЕНЕЙ В ОХОТСКОМ МОРЕ

Настоящая работа составлена по материалам воздушных разведок, проведенных автором в Охотском море в 1930 г. До того времени наши познания о размещении тюленей на Дальнем Востоке ограничивались данными только береговых наблюдений. Данные эти позволяли с известной степенью вероятности предполагать возможность существования залежек на льдах в открытом море. Однако, ни точное местонахождение их, ни их размеры, ни характер залегания на них зверя оставались до 1930 г. совершенно неизвестными. Между тем освещение всех этих вопросов являлось насущно необходимым для решения вопроса о создании на Дальнем Востоке крупного судового тюленьего промысла. Открытие на льду лежбищ, выяснение характера залегания зверя и условий ледового плавания, с одной стороны, могло дать необходимые предпосылки для суждения о возможности создания промысла, с другой, — предопределить и самый тип организации добычи.

Для нахождения и обследования залежек в 1930 г. были предприняты, во-первых, разведывательные полеты на самолете, во-вторых, посылка в лед шхуны «Чукотка». В задачи воздушных разведок входило: а) поиски залежек зверя на льду, б) определение их местоположения, в) выяснение размеров залежек и плотности залегания зверя, г) обследование льдов с точки зрения оценки условий плавания в них зверобойных судов.

Кроме того по плану работ экспедиции, предусматривавшему проведение эпизодических разведывательных полетов в течение периода апрель — июнь, в задачи воздушной разведки должно было войти обслуживание путем радиосвязи (через береговую станцию на базе самолета) похода шхуны «Чукотка» в отношении указания местонахождения лежбищ и проходимости льдов. Фактически, вследствие запоздания начала полетов самолета и слишком раннего возвращения из плавания шхуны, их работа во льдах протекала в разное время, и таким образом выполнение последнего задания отпало.

Все остальные вопросы были успешно разрешены воздушной разведкой, и результаты ее явились толчком к созданию в Охотском море с 1932 г. судового промысла тюленей во льдах. Подробный отчет о полетах был в свое время представлен заинтересованным хозяйственным организациям. Здесь мы касаемся только вопросов, могущих представлять интерес при повторении разведок, продолжение которых могло бы иметь большую практическую ценность.

Ввиду невозможности получения в 1930 г. в полное распоряжение экспедиции на весь период ее работы отдельного самолета, для разведывательных полетов были использованы аэропланы с воздушной линии Хабаровск — Оха (на Сахалине). По договору с Добролетом последний обязался предоставлять экспедиции летные средства в промежутках между линейными рейсами из расчета совершения шести разведок в течение месяца.

Так как, однако, самолеты, обслуживавшие линию в начале зимы были признаны не подходящими для дальнейшей работы на Дальнем Востоке, начало производства воздушных разведок оказалось поставленным в зависимость от срока возобновления аэронавигации на новых аппаратах. Эта зависимость явилась одним из наиболее узких мест организации разведок и в конечном итоге, вследствие запоздания готовности самолетов, привела к началу разведывательных полетов только с 13 июня.

Разведки производились на 5-местном самолете Юнкерс типа W—33 на поплавках. Средняя скорость полета равнялась 150 км в час. Нормальный запас горючего рассчитан приблизительно на 7 летных часов. Чтобы удлинить продолжительность полета, на одном из самолетов, предназначавшемся для преимущественного обслу-

живания экспедиции, были установлены баки, позволявшие значительно увеличить запас горючего.

В разведывательных полетах участвовали три человека: пилот, бортмеханик и руководитель разведками — научный работник. Последний вел наблюдения за льдами, отмечая в блокноте через каждые несколько минут время прохождения пункта, расположение льдов, их характер и проч.; при полете над залежкой велось детальное наблюдение за зверем. На обязанности научного работника была и вся аэронавигация: прокладка пути, указание курса летчику, наблюдение за курсами полета и т.д. По возвращении из полета на основании сделанных в полете записей им составлялись журнал полета (наподобие шканечного судового журнала) и кроки с указанием маршрута разведки, расположения льдов и зверя.

Следует отметить, что конструкция самолета не отвечала требованиям производства воздушных разведок: имевшиеся в кабине всего лишь два окна были расположены по бортам над крыльями, что значительно сокращало радиус видимости; при этом открывалось только одно окно и таким образом возможность пользования биноклем из кабины по другому борту исключалась; несколько затруднительна была связь с пилотом, так как сиденья для пассажиров помещены около окон спиной к направлению полета, причем отстояли от двери, ведущей к пилоту, на расстоянии около 2,5 м. В силу этих причин научный работник предпочитал возможно менее пользоваться кабиной, проводя в наиболее ответственных разведках все время полета рядом с пилотом на месте бортмеханика. Радиостанции на самолете не было, и таким образом в случае аварии самолета во время разведки экипаж лишен был возможности известить о месте вынужденной посадки. На этот случай, по требованию начальника аэропорта, мы перед каждым вылетом оставляли на базе ориентировочный маршрут полета. Однако, выдержать его полностью удалось только однажды в относительно короткой первой разведке. При проведении остальных полетов полное незнание перед разведкой предстоящих условий (состояния ледяного покрова, видимости и т.п.) заставляло нас временами значительно уклоняться от предположенного маршрута.

Базой самолета для разведывательных полетов служил Николаевск-на-Амуре. Намечавшаяся первоначально дополнительная база на Северном Сахалине (в Охе) не была использована.

Всего за период с 13 по 28 июня было проведено четыре разведки, общей продолжительностью пребывания в воздухе 20 ч. 44 м.

Нижеприводимая таблица характеризует разведывательную службу самолета и зависимость ее от линейных рейсов и состояния погоды.

Разведывательные полеты были начаты на высоте около 900—1000 м. Однако, уже в первой же разведке выяснилось, что, ввиду относительно малых размеров одного из основных объектов поисков — акибы, — наблюдения удобнее вести с высоты около 700 м. При меньшей высоте полета, например 500 м, часть залежки, находившаяся непосредственно под самолетом, сливалась. О составе залежек можно было до известной степени судить по размерам зверей: наряду с большим количеством мелких тюленей, которых можно было принять только за акибу, на льду лежали одиночками и небольшими группами (до десятка) значительно более крупные животные — очевидно лахтаки; они располагались иногда обособленно — в стороне, но чаще в виде вкраплений в общей залежке с акибами. Тюлени промежуточных размеров, которые могли бы быть приняты за крылатку или ларгу, наблюдались нами значительно реже. Чтобы лучше рассмотреть их, мы, пользуясь отсутствием промысла, нередко спускались над залежкой до высоты 50—100 м. Звери, напуганные шумом мотора, спешили покинуть лед, но часто не успевали уйти в воду до пролета самолета. При этом выяснилось, что мелкие тюлени залегали не только около самой воды, но иногда и на значительном расстоянии от края льдин, где не было никаких промоин. Лахтаки, как правило, располагались по окрайку льдин.

Как и следовало ожидать, мы ни разу не обнаружили при этом детенышей, — щенка несомненно уже давно закончилась. Это были залежки линяющих тюленей.

Дата	Условия погоды в Николаевске-на- Амуре			Работа самолетов				
	сила ветра в баллах	видимость в баллах	облачность в баллах	№ самолета	рейсовый полет по линии	разведывательный полет		
						№№ раз- ведки	результаты разведки	продол- житель- ность разведки
12/VI	3—4	1—5	1	445	1-й рейс из Хабаровска в Николаевск	—	—	
13/VI	6—4	4	1	445	—	1	Обнаружен крупный косяк белух и небольшая залежка тюленей	3 ч. 17 м.
14/VI	2—3	4	1	445	—	—	—	
15/VI	2	4	1	445	Вылетел в Хабаровск	—	—	
16/VI	3	4	9	—	—	—	—	
17/VI	3—4	4	10	444	Прилетел из Хабаровска, улетел на Сахалин	2	Найдены большие залежки тюленей на льдах	6 ч. 02 м.
18/VI	4	4	дождь	—	—	—	—	
19/VI	3	3	дождь	—	—	—	—	
20/VI	2	4	дождь	444	Пролетел в Хабаровск	—	—	
21/VI	4—3	4	дождь	—	—	—	—	
22/VI	3	5	10	444	Прилетел из Хабаровска	—	—	
23/VI	3—4	5	7	444	Вылетел на Сахалин	—	—	
24/VI	2	5	1	443	Прилетел из Хабаровска	—	—	
25/VI	3—4	5	—	443	Вылетел в Оху	3	Проведена разведка белухи	2 ч. 55 м.
26/VI	3—4	5	1	443	Пролетел в Хабаровск	—	—	
27/VI	3—4	5	0	444	Прилетел из Хабаровска	—	—	
28/VI	2—3	5	1	444	Вылетел в Оху	4	Обнаруж. крупные залежки тюленей на льдах	8 ч. 30 м.

Ввиду полной невозможности дать на-глаз количественную оценку находящегося на льду скопления зверя, мы характеризовали величину залежек по их размерам (определяя площадь или протяженность залежки по курсу полета) и густоте залегания животных. В линной залежке звери располагались обычно крайне неравномерно, несмотря на одинаковые в общем характер льда и степень разреженности его разводами. Рядом с густыми косячками, где на одной льдине лежало по многу десятков голов, были разбросаны мелкие группы — по несколько штук зверей, и здесь же нередко встречались совершенно пустые льдины. Совокупность большого количества таких пятен зверя обычно и составляла залежку.

Благодаря созданию в последующие годы на этих залежках судового промысла, они являются теперь объектом систематического изучения. Более же ранний период — период размножения тюленей, до сих пор остается не освещенным. По-прежнему мы не знаем собираются ли некоторые виды дальневосточных тюленей на время щенки и выкармливания детенышей в крупные косяки и образуют ли они так называемые детные залежки. Как известно, промысел детного зверя в Белом и Каспийском морях дает основную часть общей добычи. На Дальнем же Востоке, ввиду невыясненности вопроса о существовании детных залежек, суда выходят на промысел только в конце апреля и промышленляют во льдах только линяющих тюленей. Несомненно, повторение воздушных разведок в Охотском море (но на этот раз уже в более ранний период) явилось бы наиболее эффективным средством разрешения и этого вопроса.

Наряду с выполнением основной задачи — нахождением линных залежек тюленей, — нам удалось попутно провести интересные наблюдения с самолета и над белухой.

13 июня, пролетая над Сахалинским заливом, мы заметили большой очень густой косяк белух. По направлению курса полета косяк простирался приблизительно на 7 миль, белухи были видны и далеко в стороны по обоим бортам самолета. Вместе с крупными белыми животными наблюдались голубые и серые. Обособленности или какой-либо закономерности распределения белух разной окраски замечено не было. Прекрасно были видны не только животные, вынырнувшие на поверхность, но и находящиеся под водой. Это было, насколько нам известно, первое наблюдение белух с самолета. До тех пор при наблюдении этих животных с берега или с судна каждый раз можно было видеть только тех из них, которые в данный момент появлялись для дыхания на поверхности. Остальная, неизвестная часть косяка находилась в это время под водой, и поэтому оценить общую численность белух (если только это не были единичные экземпляры) обычно не представлялось возможным. Чтобы выяснить соотношение количества животных, вынырнувших на поверхность, к числу находившихся в данный момент под водой, мы произвели с самолета счетные пробы белух, видимых одновременно в поле зрения бинокля. Это соотношение колебалось в пределах от 1 : 3 до 1 : 5. Эти коэффициенты были проверены затем во время лова белухи закидным береговым неводом в Амурском лимане и на побережье Сахалина; оказалось, что, пользуясь ими, можно, подсчитав белух, видимых на поверхности, определить довольно верно общую численность всего косяка. С тех пор этот метод вошел в практику научно-промысловых исследований.

Белух удалось наблюдать с самолета и в последующих полетах 25 и 28 июня. Наблюдения эти показали полную возможность проведения разведки с самолета. Наша высота полета была при этом около 500 м.

## ПОСЛЕВОЕННОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ (1946–1955 ГГ.)

После победы в Великой Отечественной войне страна залечивала раны и уверенно смотрела вперед. Постепенно позитивные изменения начались в рыбной отрасли: увеличился промысловый флот и в целом ее материально-техническая база. Расширились возможности рыбохозяйственной науки, при этом к исследованиям ТИНРО подключились специалисты из научных учреждений центральных районов страны (Академия наук, вузы).

В 1945 г. Советский Союз вернул потерянные в начале столетия Курильские острова и южную часть Сахалина. Это предопределило значительное расширение районов для рыбного промысла. В свою очередь и ТИНРО начал здесь свои исследования.

Заложенная еще при создании ТОНС комплексность исследований в это время сохранилась, а фронт работ расширился. Как и ранее, большое внимание уделялось изучению биологических ресурсов и условий обитания в прибрежной зоне, а в пресных водах — тихоокеанских лососей, которые по-прежнему продолжали доминировать в уловах над всеми другими промысловыми видами гидробионтов.

Расширились исследования рыб, промысловых беспозвоночных, макрофитов и млекопитающих за пределами прибрежной зоны с охватом обширных шельфов и частично свала глубин дальневосточных морей. В открытых водах океана, в том числе у Курильских островов, при промысле китов вели наблюдения и научные сотрудники. Расширились исследования по технике добычи и технологии обработки с использованием добываемого сырья в пищевых, технических и медицинских целях.

С 1946 по 1955 г. вышли в свет 22 тома Известий ТИНРО (с номера 22 по 43), в которых было опубликовано 308 статей. Как и ранее, некоторые тома имели вид монографий, в которых суммировались результаты исследований по различным темам и проблемам.

**А.М. Дьяконов** «Определитель иглокожих дальневосточных морей (Берингова, Охотского и Японского)» (1949 г., т. 30, 130 с.).

**Г.И. Гайл** «Определитель фитопланктона Японского моря» (1950 г., т. 33, с. 3–177);

**Л.Г. Виноградов** «Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока» (1950 г., т. 33, с. 179–356).

**И.В. Кизеветтер** «Технология дальневосточного агара» (1952 г., т. 36, 310 с.).

**М.М. Слепцов** «Китообразные дальневосточных морей» (1955 г., т. 38, 166 с.).

**П.А. Моисеев** «Треска и камбалы дальневосточных морей» (1953 г., т. 40, 287 с.).

Кроме того, два тома были опубликованы как тематические сборники, посвященные технологиям обработки рыбной продукции (1947 г., т. 23) и морским древоточцам (1947 г., т. 24).

Среди крупных статей, опубликованных в 1946–1955 гг., заслуживают упоминания:

— Мойва Японского моря (А.И. Румянцев, 1946 г., т. 22, с. 35–74); Сайра Японского моря (А.И. Румянцев, 1947 г., т. 25, с. 53–65); Состояние запасов амурских лососей и причины их численных колебаний (А.Г. Смирнов, 1947 г., т. 25, с. 33–50); Кижуч [*Oncorhynchus kisutch* (Walb.)] (биологический очерк) (В.И. Грибанов, 1948 г., т. 28, с. 43–101); Экологические группы рыб и закономерности их развития (С.Г. Крыжановский, 1948 г., т. 27, с. 3–114); Усовершенствование стационарных орудий лова (В.Б. Долгов, 1954 г., т. 39, с. 237–271); Запасы западнокамчатских лососей и их промысловое использование (Р.С. Семко, 1954 г., т. 41, с. 3–109); Изучение морских и пресноводных богатств Дальнего Востока (П.А. Моисеев, 1954 г., т. 39, с. 3–19); О кормовой ценности планктона Охотского и Японского морей (И.В. Кизеветтер, 1954 г., т. 39, с. 97–110).

Представления о спектре послевоенных исследований дополняет серия научных сообщений в Известиях данного периода.

## РЕЗУЛЬТАТЫ МЕЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В КАМЧАТСКОМ ЗАЛИВЕ

(Камчатское отделение ТИНРО)

О миграциях тихоокеанских лососей в море и вблизи берегов Камчатки известно очень немного. В конце апреля и в начале мая красная, а в июне — кета подходят к камчатскому берегу в районе м. Кроноцкого (1). Отсюда лососи переходят в другие районы Камчатки, причем часть их направляется к северу вдоль восточного побережья, заходя и в Камчатский залив.

В 1941, 1942 и в 1946 гг. Камчатское отделение Тихоокеанского института рыбного хозяйства и океанографии проводило мечение лососей в Камчатском заливе.

Главная цель мечения заключалась в выяснении путей передвижения и длительности задержек лососей в Камчатском заливе, в частности в зоне ставных неводов, до захода их в реку.

Каждый вид лососей метился в период длительного пребывания его в заливе до захода в реку. Исключением явилась красная, которая метилась после рунного хода, происходящего спустя 3–4 дня после подхода в залив.

Пункты мечения обозначены на схеме. Расстояние между крайними, южным и северным, пунктами около 80 км в первые два года и около 32 км в последний год работы.

**Красная.** В конце июня 1941 г. на пунктах 7 и 8 было помечено 1060 рыб, из которых 146 особей поймано вторично. Основная часть их (113 экз.) поймана на участках севернее места выпуска, включая и р. Камчатку, и только две рыбы из пункта 7 были выловлены в 5 и 27 км южнее места выпуска.

Рис. 1. Место выпуска меченых лососей.

Количество особей красной, мигрировавших на юг, увеличивалось со смещением пунктов мечения в северо-восточную часть залива и приближением к устью р. Камчатки. Рыбы, направившиеся на юг, были пойманы внутри залива в пределах 18 км от места выпуска, за исключением одной, удалившейся более чем на 30 км.

Сведений о поимке меченой красной вне Камчатского залива не имеется, и таким образом миграция красной из Камчатского залива, описанная японцами в 1936 г. (1), нашими трехлетними работами не подтвердилась.

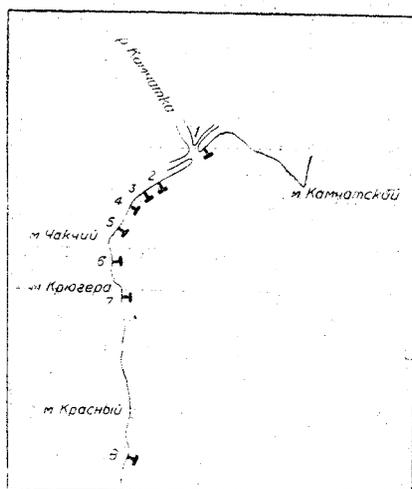


Таблица 1

Мечение и возврат красной в Камчатском заливе в 1941 г.

Пункты мечения (см. карту)	Помечено штук	Вернулось		Мигрировало от места выпуска				Поймано на месте выпуска	
		штук	проц.	на север		на юг		штук	проц.
				штук	проц.	штук	проц.		
7, 8	1060	146	14,3	113	77,2	2	1,4	31	21,2
1, 3	378	60	15,8	20	33,3	28	46,6	12	20,1
Всего	1438	206	14,4	133	64,6	30	14,5	43	20,9

Изложенные результаты мечения показывают, что красная, зайдя в Камчатский залив, имеет основной целью заход в р. Камчатку.

**Кета.** Из 991 экземпляра кеты, меченой в июне и июле 1941 г., вторично вернулось 137. Среди кеты, мигрировавшей в северном направлении, преобладали особи, выпущенные в пунктах 7 и 8, а выловленные вторично к югу от места мечения, были выпущены в пунктах 1 и 3.

В наших опытах наибольший интерес представляют 11 особей, мигрировавших в южном направлении, среди которых 5 поймано внутри залива и 6 за его пределами.

Таблица 2

Мечение и возврат кеты в Камчатском заливе

Время мечения	Пункт мечения (см. карту)	Помечено штук	Вернулось		Мигрировало от места мечения				Поймано на месте выпуска	
			штук	проц.	на север		на юг		штук	проц.
					штук	проц.	штук	проц.		
1941. VI–VII	1, 3, 7, 8	991	137	13,8	92	67,1	21	15,3	24	17,6
1942. VIII	1, 2	516	79	15,3	54	68,4	12	15,2	13	16,4
1946. VIII	2, 4, 6	1252	99	7,2	43	43,4	26	26,2	30	30,4
Всего		2759	315	11,4	189	60,0	59	18,7	67	21,3

Первые 5 особей прошли от места выпуска на юг на расстояние от 30 до 77 км. Экземпляры, проделавшие наибольший путь, мы можем рассматривать как особей, совершающих направленную миграцию за пределы Камчатского залива, на что указывают 6 других рыб, пойманных далеко на юге. Одна из них через 15 дней после выпуска зашла в р. Семлячек (в 330 км), вторая — через 11 суток была поймана в р. Жупановой (в 370 км от места мечения), третья — через 15 суток после выпуска была поймана в неводе комбината им. Микояна (западное побережье Камчатки), пройдя за этот срок расстояние в 1200 км, четвертая (нет даты поимки), пройдя 1200 км, зашла в р. Большую (западный берег Камчатки), поднявшись по ней на 70–100 км, отнерестовала в Карымайском ключе, где на следующий год была обнаружена метка этой кеты; пятая и шестая метки были присланы нам с о-ва Хоккайдо (примерное расстояние 1700 км). Последнее вызывает серьезное сомнение, так как вероятнее всего рыбы были пойманы в Камчатском заливе, где в 1941 г. в конвенционных водах был японский промысел.

Пять особей, мигрировавших в 1941 г. на юг, были выпущены в июле в пункте 8 и одна кета в это же время в пункте 3.

Полученные данные позволяют предполагать, что в Камчатский залив, наряду с подходом кеты с юга, заходит кета из северных районов.

Результаты мечения кеты в следующие два сезона подтвердили ранее выясненные пути передвижения внутри Камчатского залива, но поимок меченых за пределами залива не было, что, по нашему мнению, может быть объяснено разными сроками мечения.

**Кижуч.** Из 1473 меченых кижучей вернулось 129 экземпляров или 8,7 процента. Небольшой возврат этого лосося, в сравнении с другими видами, объясняется поздним подходом его в залив, незадолго до прекращения промысла в море и реке.

Результаты мечения свидетельствуют, что кижуч внутри залива подобно другим лососям движется в северном направлении, имея целью заход в р. Камчатку. Экземпляры, движущиеся в этом направлении, составляют 79 процентов от числа вторично выловленных.

Мечение в 1941 и 1946 годах не дало интересных результатов. Все подопытные рыбы, вне зависимости от первоначального направления после выпуска, ловились в неводах залива или в р. Камчатке.

В 1942 г. один кижуч, меченый 20 августа в пункте 2, покинул Камчатский залив и был пойман в бухте “Солеварной” Авачинской губы. Точной даты его поимки нет; при возврате метки сообщалось о поимке в двадцатых числах августа.

Следовательно, расстояние от Камчатского залива до места поимки кижучем пройдено максимально в 10 суток. Путь этого экземпляра представляет интерес для понимания миграций кижуча, указывая на возможный подход его в Камчатский залив, подобно кете, с севера.

В Камчатском заливе и нижнем течении реки Камчатки промысел лососей длится с конца мая до середины сентября. В залив подходят лососи с готовыми для следования на нерестилище и скорого икрометания половыми продуктами. Однако, попав в опресненную зону, рыбы не сразу заходят в реку, а задерживаются в заливе, пока организм не приспособится к переходу в пресную воду.

Большая часть особей каждого вида заходит в реку в рунный ход, меньшая часть проникает в нее между массовыми заходами в течение всего промыслового сезона.

О длительности задержки лососей в заливе можно судить по следующим данным.

6 экземпляров красной, меченой в июне 1941 года в пункте 8, были выловлены в заливе и устье р. Камчатки через 18—21 сутки. В 1946 г. одна красная задержалась здесь на 23 суток; 5 особей из партии 1941 г. ловились в реке на 3—7 суток и три особи зашли в реку спустя несколько часов после мечения. Выпущенные в этом же пункте рыбы в июле ловились в приустьевых речных неводах и самой реке не более чем через 2 суток. Красная, меченая в пунктах 1 и 3 в июне, заходила в реку максимально на 4 сутки.

Кета, выпущенная в пункте 8 в июне, вторично вылавливалась здесь и в р. Камчатке на 13, 18 и 20 сутки после выпуска, в июле — через 2 суток. Меченые в пунктах 1 и 3 в июне возвращались в эти невода и ловились в реке через несколько часов и не более чем через 2 суток.

В 1946 г. кета, выпущенная 7 августа с пункта 1 (позднее сроков мечения 1941 г.), задерживалась в заливе на большие сроки — 16, 18 и 22 суток.

Пребывание кижуча в опресненной зоне зависит от времени его подхода в залив. Рыбы, меченые в начале августа, задерживались в заливе до 16 суток, а выпущенные в начале сентября покидали его через 2—3 суток.

3 экз. кеты и один кижуч совершили длительный путь и мигрировали за пределы Камчатского залива.

Наибольшая скорость хода кеты в море, по мнению Шмидта (2), составляет от 43 до 63 км в сутки. В наших опытах кета, достигнув р. Большой (западный берег Камчатки), значительно превосходит указанную скорость. Расстояние в 1200 км кета прошла за 15 суток, совершая ежесуточно путь в 80 км. С меньшей скоростью шла кета до р. Семлячек — путь в 330 км пройден также за 15 суток. Третья кета достигла р. Жупановой за 11 суток, проходя по 34 км в сутки. Кижуч, выловленный в бухте Солеварной, расстояние в 490 км прошел со скоростью не менее 49 км в сутки.

О скорости хода лососей в зоне ставных неводов дают представление следующие данные.

Красная, меченая в пункте 8, проходила в сутки от 5 до 25 км, среднесуточная скорость передвижения в этом районе составляла 14 км. От пункта 7 скорость больше — от 6 до 36 км в сутки. С приближением к устью реки скорость движения красной заметно снижается и не превышает 18 км в районе пункта 3 и 12 км у пункта 1.

Семь экземпляров красной, выпущенных с пункта 8 и пойманных вторично через сутки, прошли большую часть пути в заливе, затем зашли в реку, где были выловлены в 3 км от устья. Из этих рыб 4 экземпляра прошли расстояние в 46 км за сутки, две рыбы прошли соответственно 39 и 43 км и одна — за 28 часов прошла 78 км, или 67 км за сутки.

Кета при выпуске ее с пункта 8 двигалась быстрее, чем красная — от 6 до 43 км в сутки, но с меньшей скоростью — от 5 до 25 км — шла кета от пункта 7. В районе пунктов 1 и 3 кета проходила в сутки не более 5 км. Одна кета прошла в течение суток 25 км в море и 7 км в реке.

Скорость передвижения кижуча в 1941 г. не превышала 34 км, и большая часть его двигалась в сутки от 3 до 11 км. В 1946 г. один кижуч за несколько часов прошел 16 и другой 23 км, следовательно, суточная скорость 34 км для кижуча не является предельной.

Некоторые материалы мечения характеризуют путь рыбы от места выпуска в заливе до пункта поимки ее в реке.

Преодолев течение в устье, рыба направляется вверх по реке не так поспешно, как можно было ожидать по ее стремительному заходу в реку.

Вычисленная средняя скорость передвижения лососей до с. Милькова (в 578 км от устья р. Камчатки) составляет у красной 17, кеты 14 и кижуча 12 км в сутки. Поднимаясь по реке, рыбы движутся неравномерно и на отдельных участках развивают большую скорость.

Для подробного рассмотрения хода лососей по реке последнюю мы условно делим на три участка.

1. Нижнее течение — от устья до с. Козыревска. Протяженность участка 224 км. Средняя скорость течения — 0,8 м в секунду.

2. Среднее течение — от с. Козыревска до с. Долиновки. Протяженность 176 км. Скорость течения 1,2 м в секунду. Этот участок, имеющий сложный профиль русла, оказывается для рыб труднопроходимым.

3. Верхнее течение — от с. Долиновки до с. Мильково. Последнее является самым отдаленным пунктом возврата меток. Протяженность участка 178 км. Скорость течения 1,0 м в секунду.

Таблица 3

Суточная скорость передвижения меченых лососей по реке Камчатке (в км)

	Участки течения реки					
	нижнее		среднее		верхнее	
	миним.	максим.	миним.	максим.	миним.	максим.
Красная	3	17–19	5	19	17	25
Кета	3	16	10	26	16	33
Кижуч	2–3	17	10	30	16	18

Как видно из таблицы 3, скорость хода рыб на протяжении трех участков не одинаковая. Медленное движение в нижнем течении вызывается, очевидно, еще не полным созреванием половых продуктов.

По мере подъема вверх по реке и приближения к местам нереста скорость хода рыб возрастает.

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Лагунов И. И. Новые данные о миграциях тихоокеанских лососей у берегов Камчатки. «Природа», 1940.
2. Шмидт П. Ю. Миграции рыб. Изд. II, 1947.

К.А. Лямин.

## РЕЗУЛЬТАТЫ МЕЧЕНИЯ ОДНОПЕРОГО ТЕРПУГА

В последние годы (1944–1948) одноперый терпуг<sup>1</sup> становится все более существенным объектом лова среди других промысловых рыб в водах южного Приморья. Широкое распространение терпуга позволяет говорить о возможности развития его лова и в других районах Дальнего Востока, в первую очередь у берегов северного Приморья.

Возник вопрос, являются ли скопления терпуга локальными, приуроченными к относительно небольшой акватории, или они могут перемещаться из района в район.

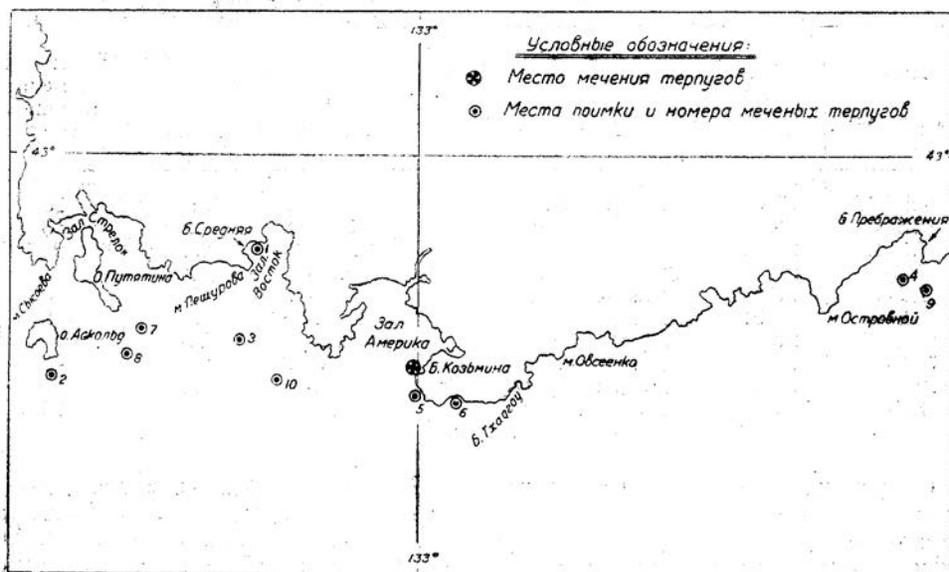


Рис. 1. Места выпуска и возврата меченых терпугов

В связи с общими исследованиями терпуга, первые результаты которых публикуются в этом же томе, в 1947 году (с 10 сентября по 11 октября) во время нереста в бухте Козьмина (залив Петра Великого) было помечено 1000 особей терпуга. Цветные целлулоидные метки прикреплялись лакированной медной проволокой к хвостовому стеблю.

Таблица 1

Мечение терпуга в бухте Козьмина (1947 год)

Дата	Количество меченых рыб	Номера меток
10 сентября	35	23001—23035
13 «	33	23036—23068
16 «	31	23069—23099
19 «	19	23100—23118
20 «	46	23119—23164
7 октября	500	21001—21500
10 «	149	23165—23313
11 «	187	23314—23500

Несколько терпугов были вторично выловлены через день там же, где они были помечены, часть из них была повторно выпущена; одна рыба была выловлена на месте мечения на седьмой день после мечения.

В 1948 году в Тихоокеанский институт рыбного хозяйства и океанографии поступило 10 меток, снятых с выловленных в южном Приморье одноперых терпугов.

<sup>1</sup> Pleurogrammus azonus Jord. et Metz.

Таблица 2

## Места и время поимки меченых терпугов

Дата выпуска	№ № меток	Возврат		Прошедшее время (дни)	Расстояние от места мечения (км)
		Место	Дата		
16.IX-47	23069	бухта Средняя	4.X-48	384	25
7.X-47	21059	близ о. Аскольда	13.IV-48	190	53
7.X-47	21222	« зал. Восток	28.VIII-48	296	22
7.X-47	21233	« б/х Преображения	25.IV-48	202	85
7.X-47	21249	бухта Козьмина	19.X-48	379	0
7.X-47	21291	бухта Тазгоу	30.IX-48	360	8
7.X-47	21359	близ о. Путятина	24.V-48	231	42
10.X-47	23201	« « «	16.V-48	220	40
10.X-47	23280	« бухты Преображения	2.IX-48	329	83
11.X-47	23479	« зал. Восток	2.IX-48	328	29

Следует думать, что в связи с тем, что мечение не было достаточно популяризировано среди рыбаков, возврат был небольшим и метки доставлены только с трех рыбокомбинатов: Тафуин, Козьмино и Преображение. Однако даже полученный результат мечения позволяет установить, что:

1. Терпуг, находившийся в одно и то же время на нерестилище в бухте Козьмина, т.е. несомненно относящийся к одной популяции, в нагульный период распространился в разных направлениях: от района о. Аскольда до района бухты Преображения, отстоящих от пункта мечения соответственно на 53 и 85 км и друг от друга на 132 км.

2. Часть терпуга, нерестовавшего в 1947 году в бухте Козьмина, нерестовала в 1948 году в заливе Восток (бухта Средняя) и в районе бухты Преображения. Это означает, что терпуг не придерживается из года в год одних и тех же нерестилищ.

В свете полученных результатов мы считаем, что стаи терпуга не образуют местных популяций, постоянно обитающих в одном небольшом районе, а могут под влиянием меняющихся условий среды перемещаться из района в район на значительные расстояния в пределах прибрежной зоны, если районы не отделены друг от друга барьером неблагоприятных для обитания терпуга условий.

**А.Г. Кагановский.**

## О НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ И О ПРИЧИНАХ, ИХ ОБУСЛОВИВШИХ

А.Н. Световидов

(Зоологический институт Академии наук СССР)

При сопоставлении биологических особенностей атлантической (*Clupea harengus harengus* L.) и тихоокеанской сельди (*Cl. harengus pallasi* Val.) обращает на себя внимание ряд различий между ними, связанных главным образом с размножением.

Прежде всего, следует отметить, что тихоокеанская сельдь размножается только весной, между тем как атлантическая нерестует в сущности круглый год. Среди атлантической сельди по времени икротетания различают весенних, летних, осенних и зимних сельдей, из которых наиболее многочисленны весенние и осенние. Некоторыми авторами (11) зимние сельди, размножающиеся в конце зимы, провизорно относятся к весенним. Немногочисленные летние сельди относятся, судя по всему, также к весенним сельдям. Таким образом, возможно, что атлантическая сельдь действительно, как это принимается цитируемым выше автором, делится на два более крупных подразделения: весенних и осенних сельдей со сдвигом икротетания некоторых из форм их на конец или начало зимы, или на лето. Весеннее икротетание и у тихоокеанской сельди, в зависимости от географического положения нерестилищ, сдвигается на зимние и летние месяцы. Так, например, у наших берегов нерест сельди в зал. Посьета происходит с первой половины марта по конец апреля — начало мая (1), севернее, в зал. Де-Кастри начинается со второй половины мая и заканчивается в конце июня, а у северозападных берегов Охотского моря длится до начала июля (2). У берегов Северной Америки диапазон сроков нереста еще шире: с середины декабря по середину апреля у Сан-Диего и в зал. Сан-Франциско, и с конца мая по начало июня — у о. Кодьяка (12).

Икротетание у тихоокеанской сельди происходит при более низкой температуре воды, чем у атлантической. В зал. Петра Великого нерестовые подходы начинаются даже при отрицательной температуре, но основной ход происходит при 4–9° (1). У северозападных берегов Охотского моря нерестовая сельдь подходит при температуре воды от 0,5 до 10,7° (2). У восточных берегов Камчатки (зал. Уала) нерестовые подходы начинаются при температуре воды от 3,3 до 3,5° Ц, иногда ниже (от 2,1°) и заканчиваются при 6,1–7,3° и выше (до 12,4°); основные подходы и нерест происходят при температуре до 5,5° (Панин). Температурные условия нереста атлантической сельди более высокие, чем у тихоокеанской, и для подвида в целом приблизительно с такой же амплитудой колебаний, в основном от 4 до 14°, но для разных локальных форм значительно уже, с колебаниями в несколько градусов. При наиболее низкой температуре воды нерестятся весенние сельди, некоторые формы при 4–5°; атлантиско-скандинавские сельди, куда относится наша мурманская сельдь, — при 4–8°. Икротетание осенних сельдей происходит при более высокой температуре: у некоторых сельдей из проливов, ведущих в Балтийское море, при 11–13° и даже 12–14° (10).

Глубина, на которой происходит нерест тихоокеанской и атлантической сельди, также различна. Тихоокеанская сельдь откладывает икру у берегов и на небольшой глубине, обычно на 3–4 м, иногда у самого уреза воды на глубине 0,5–1,5 м, максимально, по-видимому, до 10–15 м. Атлантическая сельдь выметывает икру на значительно большей глубине и большем отдалении от берегов, причем она размножается и на банках среди моря. На наибольшей глубине (до 200 м) размножаются сельди, нерестилища которых расположены в отдалении от берегов (банковские сельди Северного моря). Приблизительно на такой же глубине мечет икру у берегов северной Норвегии мурманская сельдь. Ряд других сельдей размножается на значительно меньших глубинах.

В частности, на наименьшей глубине, от 8 до 22–24 м, нерестуют некоторые формы, локализованные в проливах, ведущих в Балтийское море. На такой глубине (0,5 м), как тихоокеанская сельдь, размножается лишь еще малоизученная летняя сельдь Гренландии. Это различие в глубинах, на которых размножается атлантическая и тихоокеанская сельдь, нашло свое отражение и в способах лова их. Основная масса тихоокеанской сельди вылавливается ставными неводами у самого берега в период нереста, между тем как нерестовую атлантическую сельдь таким способом не ловят.

Различия в глубинах, на которых размножаются тихоокеанская и атлантическая сельди, обуславливают отличие и в субстрате, на который откладывается их икра. Икра атлантической, тихоокеанской и других подвидов океанической сельди, как известно, в отличие от икры преобладающего большинства других сельдей, — не пелагическая, а клейкая, приклеивающаяся к различному субстрату на дне моря. Тихоокеанская сельдь размножается, как указывалось выше, в узко прибрежной полосе, на небольшой глубине, откладывает икру, как правило, на богато здесь представленную подводную растительность (зостеру, фукус и др.). В исключительных случаях при отсутствии растительности, по имеющимся указаниям (2), икра откладывается и на гальку. Атлантическая сельдь, нерестует на больших глубинах и на большем отдалении от берегов или даже на банках среди моря, где подводной растительности нет или во всяком случае она представлена слабо; там она выметывает икру на дно, преимущественно с твердыми, песчанистыми, гравиевыми и каменистыми грунтами, где икра приклеивается к песчинкам, камням, битой ракушке и пр. На подводную растительность икра атлантической сельди откладывается сравнительно редко.

Характерной особенностью тихоокеанской сельди является ее большая по сравнению с атлантической приуроченность к опреснениям (в частности, многих локальных форм ее) во время икрометания. Особого внимания у тихоокеанской сельди заслуживают так называемые озерные сельди, заходящие для икрометания в осолоненные озера и в заливы и бухты с пониженной соленостью. В озера восточного берега Камчатки (Вилуй, Халыгер, Нерпичье) эти сельди заходят с осени и, перезимовав, размножаются весной, после чего уходят в море. Атлантическая сельдь размножается в воде с нормальной или близкой к нормальной соленостью, за исключением некоторых форм так называемой сельди датских проливов, икрометание которых происходит при 8–24 ‰.

Наконец, следует отметить большую по сравнению с атлантической сельдью локальность форм тихоокеанской сельди, привязанность их к узким районам и отсутствие у них значительных по протяжению миграций. Судя по имеющимся наблюдениям и опытам мечения (9), тихоокеанская сельдь вне периода размножения держится вблизи нерестилищ, иногда даже в заливах, отходя после икрометания от берегов в открытое море, где она летом в нагульный период откармливается в поверхностных слоях воды, а зимой опускается на глубины. Возможно, лишь местами некоторые формы тихоокеанской сельди в зимнее время отходят на незначительные расстояния к югу.

Атлантическая сельдь уже в личиночной стадии разносится течениями на значительные расстояния от мест икрометания. По окончании кратковременной литоральной стадии, проводимой у берегов, мальки и подрастающая атлантическая сельдь в струях течений активно расселяется на большие расстояния в открытом море, в частности, мурманская сельдь — в Баренцевом море, норвежская — в Норвежском. Последняя с началом созревания половых продуктов в течение одного или нескольких лет проводит так называемую океаническую стадию еще в большем отдалении от берегов. После нереста мурманская и норвежская сельди отходят далеко к северу — в западную часть Баренцева моря, достигая о. Медвежьего и широты Шпицбергена.

Тихоокеанская сельдь вместе с беломорской (*Cl. harengus maris-albi* Berg) и чёско-печорской (*Cl. harengus suworowi* Rabiners.) составляет внутри вида особую группу малопозвонковых сельдей в отличие от атлантической и балтийской (*Cl. harengus membras* L.) сельдей, относящихся к группе многопозвонковых сельдей. По некоторым морфологическим особенностям (положение спинного, брюшных и анального плав-

ников, степень развития зубов на сошнике) многопозвонковые сельди являются более примитивными, чем малопозвонковые.

Каждый из этих подвидов, в свою очередь, распадается на ряд локальных рас и стад. Имеют наиболее широкий ареал и в связи с этим наибольшей численностью и размерами уловов отличаются атлантическая и тихоокеанская сельди. Остальные подвиды занимают значительно меньший ареал, и промысловое значение их невелико.

Помимо морфологической близости, беломорская и чёшско-печорская сельди имеют сходство с тихоокеанской и во всех биологических особенностях, свойственных последней. По времени икротетания беломорская и чёшско-печорская сельди, как и тихоокеанская, являются весенними; осенних и других сельдей среди них нет. Следует отметить, что в связи с более северным распространением чёшско-печорской сельди, в тех широтах, где весенне-летний прогрев воды наступает позднее, чем в морях умеренных широт, нерест ее происходит также позднее, чем остальных сельдей: с конца апреля в Мезенском заливе до конца августа и даже в начале сентября в Карском море. Икротетание беломорской и чёшско-печорской сельдей происходит при низкой, приблизительно такой же температуре воды, как и тихоокеанской сельди, на небольших глубинах; икра откладывается также на подводную растительность. Привязанность к опреснениям, в особенности в период икротетания, у беломорской и чёшско-печорской сельди выражена еще в большей мере, чем у тихоокеанской. Беломорской и чёшско-печорской сельдям свойственно в большей степени, чем тихоокеанской, также и приуроченность их к узким районам обитания и в связи с этим и большая локальность стад их. В особенности это характерно для беломорской сельди с ее формами и стадами, локализованными в заливах и губах. Следовательно, тихоокеанская сельдь имеет ряд сходных как морфологических, так и биологических особенностей с беломорской чёшско-печорской сельдями, что обусловлено общностью их происхождения.

Фауна северных частей Тихого океана, как известно, имеет большое сходство с фауной северных частей Атлантического океана, отличаясь значительно большим богатством. По общепринятым в настоящее время взглядам, фауна северных частей Атлантического океана есть обеднённая фауна северных частей Тихого океана, откуда она и ведет свое происхождение. Исключением из этого общего правила являются семейства сельдевых и тресковых, которые, наоборот, большим количеством родов и видов представлены в северной части Атлантического океана. Сельдевые и тресковые умеренных широт северного полушария, как показал автор (6, 7, 8), произошли в северной части не Тихого, а Атлантического океана, и поэтому в северной части Тихого океана встречаются лишь немногие из них, имевшие возможность проникнуть из одного океана в другой. В северную часть Тихого океана сельдевые и тресковые могли попасть в плиоцене или в послеледниковое время, когда в области Берингова пролива, были трансгрессии и более теплый климат (3, 4). Температурные условия в это время здесь не были особенно высокими. Об этом можно судить по тому, что в Тихий океан проникла более холодолюбивая малопозвонковая сельдь, а не многопозвонковая, которая нашла бы здесь вполне подходящие условия существования и имела бы, как и в Атлантическом океане, в южных частях ареала формы не только с весенним, но и с летним, осенним и зимним икротетанием. Могла бы она здесь и размножаться не только у берегов, но и в отдалении от них на глубинах. Равным образом и из тресковых в Тихий океан прошла не узкоголовая треска, свойственная умеренным частям Атлантического океана, а более холодолюбивая широкоголовая, которая в северной части Атлантического океана встречается в проливах и заливах между Гренландией и Северной Америкой.

Условия существования, в частности, размножения, для сельди в арктических морях значительно отличаются от этих условий в Атлантическом океане, где сельдь, как указывалось, имеет возможность размножаться в любое время года. В арктических морях температурные условия, при которых происходит икротетание и развитие икры и личинок сельди, кратковременны. Сельдь здесь может размножаться лишь весной, чтобы иметь соответствующую температуру для развития икры и личинок. Поэтому

в арктических морях и имеются лишь весенние сельди. По этой же причине и у атлантической сельди в более высоких широтах Атлантического океана (у Норвегии, Исландии, склонов континентального плато Северного моря, и др.) имеются лишь весенние сельди, размножающиеся весной и отчасти в конце зимы и летом. Осенние сельди, размножающиеся осенью и отчасти в начале зимы, свойственны лишь южным частям ареала атлантической сельди (Северное море, Ламанш). Термическим режимом арктических морей обусловлено и то, что сельдь здесь выметывает икру на небольшой глубине у самых берегов потому, что только лишь здесь и прогревается вода до той температуры, при которой возможны икрометание и развитие икры и личинок сельди. Икрометание и развитие икры на такой глубине, как в Атлантическом океане, в арктических морях вследствие низкой температуры воды происходить не могут. Склонность малопозвонковых сельдей к опреснениям, в особенности в период икрометания, обусловлена тем, что более теплая вода рек и поверхностного стока оказывает согревающее влияние на прибрежные воды. Поэтому в арктических морях икрометание и происходит часто вблизи устьев рек. Наконец, большая локальность и приуроченность отдельных форм и стад малопозвонковых сельдей к узким районам обитания обусловлены тем, что личинки их, выведшиеся из икры в узкоприбрежных зонах, находящихся вне сферы действия морских течений, здесь же, на местах икрометания, и развиваются, а не разносятся отсюда течениями на большие расстояния, как у размножающейся в отдалении от берегов атлантической сельди. Во взрослом состоянии малопозвонковые сельди вследствие ограниченности в арктических морях возможностей для миграции и расселения локальных форм и стад их принуждены держаться также в ограниченных районах на небольших отдалениях от нерестилищ.

Таким образом, биологические особенности, которыми тихоокеанская сельдь отличается от атлантической, свойственны в такой же или даже в большей степени и другим малопозвонковым сельдям: беломорской и чешско-печорской. Эти биологические особенности выработались у малопозвонковых сельдей в условиях арктических морей. Попав из арктических морей в умеренные моря Тихого океана, малопозвонковая сельдь образовала здесь особую форму (подвид), которая однако сохранила все биологические особенности, свойственные малопозвонковым сельдям арктических морей, но обнаружила большие потенциальные возможности к расселению, заселив здесь такой же широкий ареал, который занимает атлантическая сельдь. Приспособившись к жизни в более теплых, чем арктические, морях, тихоокеанская сельдь в силу консерватизма своей наследственности оказалась неспособной дать формы, размножающиеся на больших глубинах в отдалении от берегов и в другое время года кроме весны, вследствие чего у ней нет и осенних форм.

Биологические различия обусловили и деление *Clupea harengus* на две группы подвидов по количеству позвонков. Малопозвонковые сельди, как указывалось, распространены в более северных широтах, чем многопозвонковые. Такое распространение обеих групп сельдей стоит в противоречии с общеизвестным правилом, согласно которому как среди близких родов морских рыб северные роды и виды имеют большее количество позвонков, чем южные, так и внутри вида у северных и океанических форм количество позвонков обычно также больше, чем у более южных и прибрежных<sup>1</sup>. Как известно, среднее число позвонков у любой формы сельди не остается постоянным, а из года в год колеблется хотя сравнительно и в небольшой степени. Установлено, что колебание средних чисел позвонков зависит от температурных условий, при которых происходит развитие личинок, в частности, и сельдей: в годы с низкими температурами воды в период развития личинок среднее число позвонков у поколений сельди этих годов больше, у поколений годов с более высокой температурой воды — меньше (13, 14). Этой зависимостью количества позвонков от температурных условий среды в период развития личинок и обусловлено кажущееся на первый взгляд противоречивое общему правилу распространение многопозвонковых и малопозвонковых

<sup>1</sup> Сводка этого вопроса дана Рассом (5), который с достаточной полнотой цитирует и относящуюся сюда литературу.

сельдей. Икрометание многопозвонковых сельдей, как указывалось, происходит при более высокой температуре воды, чем малопозвонковых. При этом, вследствие того, что икра их откладывается на значительной глубине и в отдалении от берегов, где температура воды на протяжении периода развития икры изменяется мало, развитие и личинок происходит при температуре, мало отличающейся от температуры икрометания. У малопозвонковых сельдей, несмотря на то, что они нерестуют при более низкой температуре, развитие личинок в узкоприбрежной области, на небольших глубинах, в условиях быстрого прогревания и нарастания здесь температуры воды происходит при значительно более высокой температуре, чем у многопозвонковых. Более высокие температурные условия, при которых происходит развитие личинок и формирование позвоночника малопозвонковых сельдей, и обусловили наличие у них меньшего числа позвонков, несмотря на их более северное распространение, чем у многопозвонковых сельдей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Амброз А. И.**, 1931. Сельдь (*Clupea harengus pallasii* C. V.) залива Петра Великого. Изв. Тихоокеанск. научн. инст. рыбного хозяйства, 6.
2. **Аюшин Б. Н.**, 1947. Весенняя сельдь северозападной части Охотского моря Изв. Тихоокеанск. научно-исслед. института рыбн. хоз. и океанографии, 25.
3. **Берг Л. С.**, 1918. О причинах сходства фауны северных частей Атлантического и Тихого океанов. Изв. Акад. наук, (VI), XII, 2.
4. **Берг Л. С.**, 1934. Об амфибореальном (прерывистом) распространении морской фауны в северном полушарии. Изв. Геогр. общ., 66, 1.
5. **Расс Т. С.**, 1941. Географические параллелизмы в строении и развитии костистых рыб северных морей. Изд. Моск. общ. испытат. природы.
6. **Световидов А. Н.**, 1940. О географическом распространении тресковых и других семейств отряда Gadiformes. Бюлл. Общ. испытат. природы, XLIX, 1.
7. **Световидов А. Н.**, 1944. О чертах сходства и различия в распространении, экологии и некоторых особенностях между треской и океанической сельдью. Зоол. журнал, XXIII, 4.
8. **Световидов А. Н.**, 1948. Трескообразные. Фауна СССР, IX, 4.
9. **Dahlgren E. H.**, 1936. Further development in tagging of the pacific herring, *Clupea pallasii*, Journ. Conseil, XI, 2.
10. **Le Gall**, 1935. Le hareng *Clupea harengus* L. I. Les populations de l'Atlantique Nord-Est. Ann. Inst. Oceanogr., n. s., XV, I.
11. **Lissner H.**, 1938. On races of herring. Journ. Conseil, IX, 3.
12. **Rounsefell G. A.**, 1930. Contribution to the biology of the pacific herring, *Clupea pallasii*, and the conditions of the fishery in Alaska. Bull. U. S. Bureau Fisheries, XLV (1929).
13. **Rounsefell G. A. a. E. H. Dahlgren**, 1932. Fluctuations in the supply of herring, *Clupea pallasii*, in Prince William Sound, Alaska. Bull. U. S. Bureau Fisheries, XLVII.
14. **Tester A. L.**, 1938. Variation in the mean vertebral count of herring (*Clupea pallasii*) with water temperature. Journ. Consell, XIII, I.

## КРУПНЫЕ ЭКЗЕМПЛЯРЫ ВОСТОЧНОГО ТУНЦА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

В августе 1949 г. в Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии был доставлен крупный экземпляр восточного тунца (*Thunnus orientalis*) весом 336 кг (самый крупный экземпляр этого тунца, пойманный в водах, омывающих берега Восточной Азии, весил 375 кг). Это был один из трех экземпляров, пойманных в зал. Посыета 10 и 19 августа (вес остальных двух: 245 и 261 кг). Тунцы зашли в ставной невод, стоявший у м. Слычкова.

Поимки единичных экземпляров восточного тунца в приморских водах регистрировались неоднократно. Особенно частыми посетителями наших вод представители этого вида были в 1926—1937 гг., то есть в годы максимального потепления вод Японского моря за последние 30 лет.

Из 5 видов тунцов, обитающих в западной части Тихого океана, где сосредоточен большой тунцовый промысел, в Японское море заходят 2 вида: желтоперый (*Neothunnus macropterus*) и восточный тунцы. Первый встречается летом по восточному побережью и в некоторые (теплые) годы проникает на север до Южного Сахалина; второй летом встречается у восточных берегов Кореи и нерегулярно заходит в воды южного Приморья, проникая в особо теплые годы на север до зал. Владимира.

Восточный тунец относится к группе тепловодных рыб, которые обитают в субтропических и тропических водах и летом со струями теплого течения проникают в Японское море; из всех тунцовых рыб он является наиболее «холоднлюбивым», чем и можно объяснить, что он доходит до приморских берегов. Эта рыба нерегулярно посещает наши воды, лежащие на северной границе ареала ее распространения, и ее появление у берегов Приморья тесным образом связано с колебаниями океанологических условий в море.

Являясь непостоянным элементом в ихтиофауне Японского моря, зависящим от изменений океанологических условий, и встречаясь единичными экземплярами в приморских водах, восточный тунец не может служить в Приморье объектом постоянного и серьезного промысла.

Прекрасные качества мяса и крупные размеры восточного тунца делают эту рыбу весьма ценной в товарном отношении и заставляют считать необходимым организацию промысла этого нового для нас объекта в водах Тихого океана.

**А.И. Румянцев**

## ТЕХНИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ЛАСТОНОГИХ

### 1. Тюлени Охотского моря

Были исследованы образцы подкожного сала акибы (*Phoca hispida ochotensis*), крылатки (*Histiophoca fasciata*) и лахтаки (*Erignathus barbatus*); образцы заготовлены Г.А. Пихаревым от животных, убитых в июне в Охотско-Тауйском районе и в Сахалинском заливе восточной части Шантарского архипелага.

Сало животных, добытых в этих районах в июне, отмечалось довольно низким содержанием жира, причем у самок подкожное сало с брюшной части туши, как правило, содержало меньше жира, чем сало со спины, а у самцов — наоборот. Сало самцов в общем и среднем оказалось менее жирным, чем сало самок (табл. 1).

Полученные из подкожного сала жиры имели бледножелтую окраску и при комнатной температуре были совершенно прозрачны. Закономерных различий между жирами, полученными из сала со спины и брюха, не обнаружено (табл. 2 на стр. 170).

Таблица 1

Состав подкожного сала ластоногих

Наименование животного	Пол	Дата убоя	Сало снято со спины			Сало снято с брюха		
			содержание в процентах к весу сала					
			жир	влага	сухой обезжиренный остаток	жир	влага	сухой обезжиренный остаток
Акиба	♀	8/VI-46	50,66	11,24	38,10	57,05	15,61	27,34
Крылатка	♂	26/VI-46	55,03	18,34	26,63	41,99	30,90	27,11
	♀	3/VI-46	57,92	15,12	26,96	54,90	16,95	28,40
Ляхтак	♂	8/VI-46	46,92	18,08	35,00	51,32	20,81	27,17
	♀	26/VI-46	55,64	16,41	28,55	48,88	28,83	22,29
	♂	4/VI-46	41,75	19,93	38,32	48,93	19,65	31,42

Как правило, жир из подкожного сала самцов имел более низкие йодные числа, чем жир из подкожного сала самок; это различие оказалось наиболее выраженным у крылатки.

Результаты исследований подтвердили, что среди дальневосточных ластоногих акиба имеет подкожные жиры с наиболее высокими, а крылатки — с наименее высокими йодными числами. Можно полагать, что отмеченные особенности подкожных жиров у представителей рода *Phoca* и рода *Histiophoca* являются закономерными и возникают как в результате различий в составе пищи, так и условий обитания каждого вида животных.

### 2. Сахалинская нерпа

В 1948 г. по нашей просьбе заведующий лабораторией Поронайского рыбокомбината тов. Сорокина провела работу по заготовке образцов частей тела сахалинской нерпы (*Phoca hispida ochotensis*) для химических исследований.

Объектом исследований была самка нерпы, убитой 13 ноября 1948 г. в зал. Терпения. Зверь имел вес 14,68 кг, при общей длине 83 см и 60 см в подмышечном охвате. При аккуратной ручной разделке с животного была снята хоровина (шкура с салом) весом 6920 г; весовые соотношения частей тела оказались следующими (табл. 3).

Снятая хоровина имела длину 74 см и ширину в самом широком месте 58 см; ширина хоровины у головы составляла 26 см. Путем строжки с хоровины было снято 5400 г сала, что составило 78% к весу хоровины. Вес шкуры без сала составил 1100 г, или 22 % к весу хоровины. Для химических анализов образцы сала были взяты с различных участков хоровины (рис. 1).

Таблица 2

Свойства подкожного жира ластоногих

Наименование животного	Акиба				Крылатка				Лахтак			
	8/VI-46		26/VI-46		3/VI-46		8/VI-46		26/VI-46		4/VI-46	
Дата боя	самка	брюха	спины	самец	брюха	спины	брюха	спины	самка	брюха	спины	самец
Пол												
Сало, откуда получен жир												
Удельный вес при +15° Ц	0,9339	0,9339	0,9331	0,9328	0,9339	0,9318	0,9330	0,9315	0,9606	0,9314	0,9349	0,9324
Коэффициент рефракции	1,4861	1,4852	1,4873	1,4864	1,4820	1,4908	1,4812	1,4825	1,4854	1,4821	1,4816	1,4852
Кислотность	1,6	1,6	1,7	2,7	3,6	2,1	3,3	1,1	1,2	1,8	1,6	1,7
Число омыления	192,8	187,6	190,5	186,5	193,5	185,1	194,3	185,6	186,2	187,9	188,6	195,6
Йодное число	119,0	141,1	122,8	106,0	105,6	97,6	69,7	81,8	118,3	115,0	97,2	94,8
Число Рейхерта-Мейсля	1,5	0,7	1,5	3,5	2,8	1,1	0,6	0,7	2,8	1,4	1,5	1,2
Число Поленеке	2,1	2,1	2,8	1,8	2,8	1,1	2,0	0,6	3,5	0,9	0,5	1,0
Неомыляемых веществ, в проц.	1,4	1,4	1,1	3,4	2,2	1,5	1,6	1,5	4,5	6,6	3,1	1,5

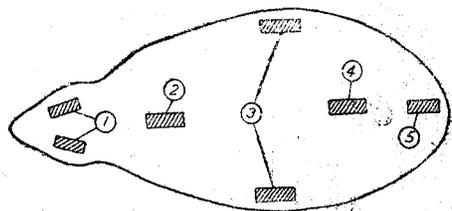


Рис. 1. Схема вырезки образцов сала для анализов с различных участков хоровины сахалинской нерпы

Результаты исследований сала и жира позволяют заключить, что существенных различий в составе сала и свойствах жиров по различным участкам хоровины не наблюдается. Однако можно отметить, что в области шеи сало оказалось наименее жирным и с наибольшим содержанием соединительной ткани. Сало с брюшины оказалось наиболее жирным и с минимальным содержанием соединительной ткани (табл. 4).

Таблица 3

## Весовые соотношения частей тела

Поряд. №	Наименование	Вес в % к общему весу	Поряд. №	Наименование	Вес в % к общему весу
1	Хоровина	47,1	4	Общее количество внутрен.	9,0
2	Общее количество мяса	15,1		В том числе:	
	В том числе:			печень	2,5
	мясо со спины	5,1		почки	0,7
	мясо с ребер	6,9		желудок	0,9
	мясо с хвостовой части	3,1	кишечник	4,0	
3	Общее количество костей	15,7	5	Кровь	8,7
			6	Мозг	0,8
			7	Потери и отходы при разделке	3,0

Результаты анализов образцов мяса и внутренних органов показали, что их ткани содержат весьма незначительное количество жира (табл. 5).

Таблица 4

## Характеристика сала с различных участков хоровины

Поряд. №	№№ площадок	1	2	3	4	5
1	Толщина сала, в см	1,5	1,8	2,1	2,4	2,2
2	Состав сала, в процентах:					
	Влага	8,25	4,90	4,20	3,52	3,12
	Жир	84,23	79,83	95,14	84,34	88,93
	Плотный остаток	7,52	15,27	0,66	12,14	7,95
3	Свойства жира:					
	Удельный вес при 15° Ц	0,9283	0,9283	0,9283	0,9283	0,9283
	Коэффициент рефракции	1,4846	1,4837	1,4837	1,4834	1,4837
	Число омыления	202,5	205,7	205,6	204,4	204,3
	Йодное число	162,7	162,0	165,6	166,0	163,1
	Число Рейхерга-Мейсля	1,13	1,27	2,10	1,55	0,66
	Неомыляемых, в процентах	0,63	0,65	0,68	0,58	0,60

Таблица 5

## Химический состав частей тела нерпы

Наименование	Состав, в процентах			
	влага	жир	белок	зола
Мясо со спины	70,96	2,24	25,37	1,20
Мясо с ребер	70,07	3,67	25,07	1,18
Мясо с хвостовой части	69,45	3,40	26,30	1,02
Печень	66,10	3,94	–	–
Кишечник	75,46	1,88	–	–
Желудок	80,21	2,08	–	–

При исследовании подкожных жиров, а также жиров, содержащихся в тканях кишечника, желудка и мяса, мы не обнаружили содержания витамина А. Жир из печени нерпы содержал 4700 И. Е. витамина А на 1 г; при содержании жира в печени в 3,94 % количество витамина А на 1 г печени составляет 180 И. Е. Таким образом, печень нерпы не может служить сырьем для вытопки жира, но представляет несомненную ценность как сырье для выработки витамина А. Если учесть, что вес печени у исследованной нерпы составил 370 г, то можно рассчитать, что в печени одного животного содержится 66 600 И. Е. витамина А. Таким образом, вполне целесообразно заготавливать печень нерпы в соленом виде в качестве сырья для витаминных заводов.

И.В. Кизеветтер

## КОНСЕРВЫ ИЗ ТИХООКЕАНСКОЙ СКУМБРИИ

К.М. Мершина

Тихоокеанская скумбрия, промысел которой успешно развивается в Приморье, является весьма ценной рыбой для приготовления стерилизованных консервов. Взрослая скумбрия обычно имеет вес от 600 до 900 г; для путины 1949 г. А.П. Веденский (ТИНРО) отмечает, что вес скумбрии в среднем был равен 970 г (от 550 до 1500 г) и средняя общая длина — 38 см (от 35 до 43 см).

При разделке скумбрии для консервов вес подготовленных для порционирования тушек составляет около 65 % к весу неразделанной рыбы, а выход филе — около 60 % (см. табл. 1).

Таблица 1

Количество отходов, получаемых при различных методах разделки скумбрии

Пор. №	Наименование	В процентах к весу рыбы				
		При разделке на тушу			При разделке на филе	
		от	до	среднее	с кожей	без кожи
1	Головы с жабрами	13,4	14,9	14,8	14,8	14,8
2	Жабры	—	—	4,0	4,0	4,0
3	Хвосты и плавники	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1
4	Кости	3,4	3,6	3,4	3,4	3,4
5	Кожа	1,1	1,8	1,7	1,7	1,7
6	Внутренности общие	15,6	21,9	17,9	17,9	17,9
	а) печень	—	—	1,13	1,1	1,1
	б) половые железы	—	—	1,2	1,2	1,2
7	Потери	—	—	1,4	1,4	1,4
8	Всего отходов и потерь	32,6	41,0	35,2	38,6	40,3
9	Выход готового полуфабриката	59,0	67,4	64,8	60,4	58,7

Мясо свежей скумбрии в консервах и кулинарных изделиях обладает приятным вкусом, а по содержанию белка и жира является весьма питательным. По данным проф. И.В. Кизеветтера (1), в мясе скумбрии содержится: влаги от 63,1 до 66,6, белка от 14,7 до 20,5, жира от 11,8 до 20,1 и минеральных солей от 1,1 до 2,6 %. Следовательно, мясо скумбрии отличается низким содержанием влаги и по сравнению с мясом других рыб оно содержит больше плотных веществ, что является очень ценным качеством для производства консервов.

У скумбрии, в отличие от других рыб, намного быстрее протекают посмертные изменения и быстрее наступают явления порчи мяса. Поэтому для этой рыбы, которая ловится в жаркий период, особенно важно применять лед при транспортировке и хранении и добиваться максимального ускорения всех этапов обработки сырья. Непременным условием для получения хороших по качеству консервов является тщательность разделки рыбы и мойка тушек после разделки в целях возможно более полного удаления пленки с поверхности брюшной полости, почки, а также всех сгустков крови и слизи. Мойка тушек должна производиться в проточной воде, ибо рыба выделяет много крови.

К особенностям мяса скумбрии следует отнести естественный кисловатый привкус, который обнаруживается даже в мясе безусловно свежей рыбы. Однако эта особенность не выступает резким порочащим признаком, а при соответствующей кулинарной обработке становится практически незаметной. Заметного уменьшения кисловатого привкуса мяса можно добиться, подвергая разделанную рыбу 2–3-часовой выдержке в сменяемой через час воде при 0–2° Ц (вода охлаждается льдом).

В неопубликованной работе сотрудника технологического отдела нашего института Е.Е. Мудрецовой приведены данные об изготовлении ею из скумбрии консервов типа “Скумбрия в собственном соку”, “бланшированная (паром в солевом растворе) скумбрия в масле”, консервы в масле с предварительной подсушкой сырца и консервы “Котлеты из мяса скумбрии в томатном соусе”. Из приготовленных видов консервов наилучшую оценку получили консервы “Бланшированная скумбрия в масле” и “Скумбрия в собственном соку”. Эти консервы были приняты для промышленного освоения.

В 1949 г. под руководством проф. И.В. Кизеветтера были проведены дополнительные работы в целях расширения ассортимента из этого вида сырца. В частности, были изготовлены следующие виды консервов:

1) консервы типа “рыба в собственном соку” с предварительной отмочкой разделанной рыбы в 0,5 %-ном растворе поваренной соли в течение 30 (образец № 1) и 60 минут (образец № 2);

2) консервы по типу тунцовых, с применением оливкового (образец № 3) и арахисного (образец № 4) масла;

3) консервы с применением нава, приготовленного из голов с добавлением свежего лука (образец № 5) или свежего чеснока (образец № 6);

4) консервы по типу “рыба в собственном соку”, с добавлением коптильной жидкости; для банки № 36 были испытаны дозы в 1, 1,5, 2, 3 и 4 куб. см стандартной коптильной жидкости (образцы № 7, 8, 9, 10 и 11);

5) консервы с белым молочным соусом, приготовленным на воде (образец № 12) и на бульоне из голов (образец № 13);

6) консервы из скумбрии в масле с предварительной подвялкой в течение 1 часа при 40° и копчением сырца (копчение при 40–60° Ц в течение 2 часов — образец № 14 и в течение 3 часов — образец № 15), а также без предварительной подвялки (рыба коптилась при 40–60° Ц в течение 2½ часов — образец № 16);

7) консервы по типу “рыба в собственном соку” в 1 %-ном агаровом желе (образец № 17);

8) консервы по типу “Фрикадели из мяса в томатном соусе” (образец № 18).

Предварительная отмочка рыбы в солевом растворе была испытана в целях достижения наиболее полного обескровливания рыбы и получения в консерве более светлого мяса. Результаты опытов показали, что при часовой выдержке рыбы в солевом растворе цвет мяса в консервах практически не отличался от цвета мяса в консервах, приготовленных из скумбрии, не подвергавшейся отмочке. Можно считать, что выдержка скумбрии в слабом солевом растворе для обесцвечивания мяса нецелесообразна.

Опыт приготовления консервов из скумбрии по типу тунцовых показал, что отделение бурой мускулатуры после бланшировки тушек является необычайно трудоемкой операцией благодаря небольшим размерам скумбрии. После отделения темного мяса с вареной тушки удается снять четыре тонких продольных пласти светлого мяса. Порционирование этих пластей требует очень большой осторожности, так как вареное мясо скумбрии очень легко крошится и расслаивается. В результате этого при укладке мяса в банку (№ 36) набор составляется из мелких кусков, что придает консерву непривлекательный внешний вид. Возможно, что в целях улучшения внешнего вида целесообразно будет применять прямоугольные, овальные или полуфунтовые цилиндрические банки, в которые можно будет укладывать целые продольные куски мяса. При изготовлении этого типа консервов на отдельных стадиях технологического процесса в среднем получают следующие потери и отходы (в процентах к весу сырца): при бланшировке тушек — 12,1; при отделении темной мускулатуры — 9,4; при порционировании и укладке в банки отход за счет “крошки” — 3,1. Таким образом, количество бланшированного светлого мяса, укладываемого в банку, составляет всего 34 % к весу сырца. Но при всех условиях процесс приготовления из скумбрии консервов по типу тунцовых является очень трудоемким и не оправдывается качеством получаемых консервов.

В целях улучшения вкусовых качеств консервированного мяса скумбрии были приготовлены образцы консервов с введением в банки наваров, в состав которых вво-

дился свежий лук или чеснок. Навар приготавливался путем варки голов скумбрии, из которых предварительно удалялись жабры и вымывалась кровь. Варка продолжалась в течение 30—40 мин., считая с момента закипания; головы опускались в горячую воду, взятую в двойном количестве к весу разделанных голов. Готовый навар отцеживался через сито и к нему добавляли измельченный свежий лук или чеснок (0,5 % к весу навара) и поваренную соль из расчета получения в готовом консерве содержания 1,5 % хлористого натрия. Навар кипятился в течение двух-трех минут и употреблялся для заливки в банки; в банку № 36 вносилось 100 куб. см навара.

Для придания мясу скумбрии в консервах легкого привкуса копчености были приготовлены образцы консервов по типу “рыба в собственном соку”, но с добавлением различных количеств стандартной коптильной жидкости, которая вносилась в каждую банку без разбавления (при помощи мерки).

При изготовлении консервов с белым молочным соусом применялась небланшированная рыба. Белый молочный соус приготавливался на бульоне из голов скумбрии, а также на воде по следующей рецептуре: масла растительного — 100 г, муки 30 %-ной — 100 г, бульона или воды — 1 литр, молока — 200 г, сахара — 25 г, лимонной кислоты — 2 г, перца горького и душистого — по 1 г (добавляется отвар). Техника приготовления белого молочного соуса заключается в следующем. Масло и муку смешивают вместе и поджаривают до светложелтого цвета и образования аромата поджаренной муки. Горячая поджаренная мука смешивается с горячим наваром, обычно приготовленным из голов, в который до этого добавляют лимонную кислоту, сахар и отвар перца. При добавлении муки для получения однородной массы производят интенсивное перемешивание. После смешивания с мукой соус кипятится в течение 20–30 мин., и за 10 мин. до окончания варки в него выливается молоко. Соус должен быть белым и однородным; при заливке в банки должен иметь температуру 75–80° Ц.

При изготовлении консервов по типу “копченая рыба в масле” копчению подвергались куски тушек. Копчение производилось в камере с отдельным дымообразованием при температуре 40–60° Ц; для образования дыма применялись опилки от древесины лиственных пород. После окончания процесса копчения куски рыбы укладывались в банки, заливались горячим арахисным маслом, закатывались и стерилизовались.

После стерилизации все образцы опытных консервов подвергались быстрому водяному охлаждению. Стерилизация во всех случаях производилась при 115° Ц по формуле 15–90–15 мин. Предварительными опытами было установлено, что при 112° Ц для обеспечения достаточного размягчения позвоночников время стерилизации должно быть увеличено, что невыгодно отражалось на состоянии мяса.

Техническая и химическая характеристика изготовленных образцов консервов приведена в табл. 2.

В результате проведения двух дегустаций с широким и разнообразным кругом дегустаторов почти все виды экспериментальных консервов из скумбрии получили отличную или хорошую оценку. За прекрасные вкусовые качества особенно были отмечены консервы “Скумбрия в белом молочном соусе на бульоне из голов” и “Копченая скумбрия в масле”. Из группы консервов “Скумбрия с коптильной жидкостью” лучшую оценку получили образцы консервов с добавлением 4 куб. см коптильной жидкости на банку № 36. Из группы образцов консервов с применением свежего лука или чеснока большее число положительных отзывов получили образцы, приготовленные с применением чеснока.

На основании результатов проведенной работы следует заключить, что среди промысловых рыб, добываемых в Приморье, скумбрия является наиболее ценным сырцом для приготовления стерилизованных консервов. Эта рыба в основной своей массе должна направляться именно для приготовления консервов, а не для посола. Для промышленного освоения можно рекомендовать следующий ассортимент консервов из скумбрии: скумбрия в собственном соку; скумбрия в масле (бланшированная); копченая скумбрия в масле; скумбрия в белом молочном соусе.

Таблица 2

## Техническая и химическая характеристика консервов из скумбрии

Наименования консервов	Вес нетто, в г	Бульона в проц. к весу нетто	Химический состав, в процентах			
			влага	белок	жир	зола
1. Натуральные консервы с предварительной отмочкой разделанной рыбы в 0,5 %-ном растворе поваренной соли в течение 30 минут	450	16,97	70,59	19,55	6,30	2,68
2. Тоже, но отмочка в течение одного часа	451	16,06	68,67	18,54	7,93	2,38
3. Консервы с применением копильной жидкости (4 куб. см. на банку № 36)	425	12,01	65,60	19,92	9,58	3,20
4. Консервы с наваром из свежего лука	483	30,76	72,74	15,86	4,07	2,45
5. Фрикадели в томатном соусе	467	14,44	69,05	14,17	8,76	1,91
6. Консервы в белом молочном соусе, приготовленном на воде	493	25,38	70,83	15,36	9,01	1,72
7. Консервы в белом молочном соусе, приготовленном на бульоне из голов	451	25,67	69,41	19,62	6,83	3,70
8. Консервы из бланшированного светлого мяса в масле	430	26,06	54,49	19,76	21,18	2,46
9. Консервы из копченой скумбрии с предварительной подвялкой сырца	469	24,05	53,35	21,33	21,70	2,23
10. Консервы из копченой скумбрии без предварительной подвялки сырца	467	26,20	56,85	17,52	16,30	2,31

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кагановский А. Г., Кизеветтер И. В. и Старовойтов П. А. Скумбрия. Примиздат, 1947.
2. Информационно-технический листок "Обмен опытом", № 27, 1947.

## ОБНАРУЖЕНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ КРАБОВ В ЗАЛ. ШЕЛИХОВА И У БЕРЕГОВ ЧУКОТКИ

В 1947 г. мною были собраны экземпляры камчатского (*Paralithodes camtschatica*) и колючих (*P. brevipes*) крабов в зал. Шелихова (Пенжинском), пойманных сетным порядком из 5 крабовых сетей, выставленных 21 сентября в бух. Безымянной (Внутренняя губа).

Переборы сетей дали следующие уловы камчатских крабов: 23 сентября — 1; 25 сентября — 1; 1 октября — 3 и 6 октября — 1.

В эти же сети поймано несколько самок и молоди камчатского краба, несколько штук колючего краба и несколько десятков волосатого краба.

Панцири колючего краба были также обнаружены на берегу губы Внутренней, губы Средней и бух. Тополовки.

Мертвые экземпляры пятиугольного волосатого краба (*Teimessus cheiragonus*) найдены в осушной зоне губы Внутренней и в бухтах Тополовке и Дресвяной; много волосатых крабов, остающихся в осушной зоне после каждого отлива, поедалось воронами и чайками.

Коллекция ракообразных, собранных в зал. Пенжинском, состоит из следующих видов: *Crangon septemspinosus morpha tipica*, *Pagurus middendorffii*, *Paralithodes camtschatica*, *Paralithodes brevipes* и *Telmessus cheiragonus*.

В декабре 1937 г. во время сильного шторма прибойной волной у м. Дежнева был выброшен колючий краб. В 1949 г. собраны колючие крабы, запутавшиеся в контрольную сеть, поставленную при входе в бух. Провидения. 19 августа того же года был пойман один крупный самец колючего краба, а 20 августа в сеть попали три самки этого вида с икрой; последний раз самка колючего краба попала в контрольную сеть 29 сентября.

Кроме колючего краба, в эту сеть попадался волосатый краб (1 сентября 1948 г. и 28 марта 1949 г.) и краб-стригун (март, апрель и август 1949 г.).

Изложенные факты позволяют значительно расширить имеющиеся сведения о географическом распространении камчатского и колючего крабов.

П.Г. Никулин

## О ЗИМОВКЕ БЕЛУХИ

Районы зимнего местонахождения белухи (*Delphinapterus leucas* Pall.) до сего времени мало известны. В Баренцевом море наблюдались зимние подходы косяков белухи к берегам Новой Земли и Мурманскому побережью. Известны отдельные случаи обнаружения небольших косяков белухи зимой в Белом море.

Высказывая предположение о районах зимнего обитания дальневосточной белухи, В.А. Арсеньев считает возможным зимовку амурского стада в южной части Охотского моря и прилежащих водах Тихого океана.

Во время пребывания на Чукотке мне удалось несколько раз наблюдать белуху зимой. Так, в декабре 1937 г. косяк этих животных в течение нескольких дней находился недалеко от м. Нунямо.

С 28 ноября по 16 декабря 1948 г. косяки белухи, общей численностью более тысячи голов, почти ежедневно появлялись в бух. Провидения, что, по словам местных жителей, происходит почти ежегодно и, по-видимому, находится в связи с подходами к берегам крупных косяков сайки.

В феврале 1949 г. небольшие косяки были отмечены в районе м. Лесовского, а в апреле того же года — на траверсе мысов Лесовского и Дежнева.

В Чукотское море белуха, по-видимому, приходит в апреле — мае, а возвращается на зимовку в Берингово море в ноябре — декабре. Можно предполагать, что белуха, обитающая у берегов Чукотки, зимует в северной части Берингова моря, придерживаясь районов массовых скоплений сайки, служащей в полярных водах основным объектом питания белухи.

**П.Г. Никулин**

## **ОБНАРУЖЕНИЕ МОРЖА В ОХОТСКОМ МОРЕ**

В середине мая 1940 г. во время боя зверя на плавучих льдах со зверобойного судна “Капитан Воронин”, в 50 милях к юго-востоку от Ямских островов (у входа в зал. Шелихова) был убит морж средних размеров. Убитое животное оказалось молодой самкой без зародыша, с клыками около 20 см длины, средней упитанности (сало около 5 см). Недалеко от местонахождения убитого моржа были залежки сивучей.

Настоящий факт, сообщенный нам В. А. Базилевским, несомненно, представляет большой интерес.

Хорошо известно, что в настоящее время моржи обитают преимущественно в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском, проникая через Берингов пролив до Анадырского залива и, весьма редко, южнее.

Л. Белопольский (1939) указывает, что небольшое количество моржей в июне достигает Анадырского лимана. П. Никулин (1940), считая южной границей современного распространения моржей Анадырский залив, указывает (по сообщению К.И. Панина), что в 1939 г. отдельные моржи наблюдались вблизи о. Карагинского. По указанию того же автора в 1935 г. большое стадо моржей спустилось до бух. Наталья (восточное побережье Камчатки).

В. Разумовский (1931) сообщает, что “летом 1931 года небольшая группа моржей спустилась до бухты Корфа... В зиму 1928/29 гг. моржи спускались еще южнее — до селения Ука”.

Однако, как видно, столь южное проникновение моржей в пределах Берингова моря — явление ныне редкое, и южная граница распространения моржа с каждым годом сдвигается все далее к северу, оставляя в качестве памяти о прошлом такие названия, как бух. Моржовая (восточное побережье Камчатки) и др. Между тем имеются указания на обитание в свое время моржей в Охотском море. Н. Слюнин (1900) пишет, что “...лет десять тому назад на одном из островов (Талыков) против Ямска видели молодого моржа”. Одновременно он указывает на нахождение в береговых осыпях вблизи с. Кинкильского клыков моржей. Подобные же находки, по данным Б.А. Зенковича, имеют место и в бух. Нагаево.

Таким образом, можно считать установленным, что ранее моржи в Охотском море встречались в относительно большом количестве. Находка моржа-одиночки в Охотском море в наше время подтверждает эти данные и указывает на возможность обитания этого ценного зверя в северной части этого моря, а тем самым и на возможность акклиматизации его там.

## **ЛИТЕРАТУРА**

**Белопольский Л. О.** — О миграциях и экологии размножения тихоокеанского моржа. Зоологический журнал, XVIII, 5, 1939. **Никулин П. Г.** — Чукотский морж. Известия ТИНРО, XX, 1940. **Разумовский В. И.** — Ластоногие Чукотки. Журнал Соц. реконстр. рыбн. хоз-ва Дальнего Востока, № 11-12, 1931. **Слюнин Н. В.** — Охотско-Камчатский край, II, 1900.

**П.А. Моисеев**

## О ПРИЧИНАХ РАЗЛИЧНОГО ПОВЕДЕНИЯ СКУМБРИИ

За последние годы все больше и больше уделяется внимания вопросу установления закономерностей, определяющих поведение и распределение рыб, в целях повышения эффективности самого рыбного промысла. В настоящей заметке мы попытаемся высказать некоторые соображения по поводу причин различного поведения скумбрии в период ее нагула.

Из работ А.П. Веденского (1951), А.Г. Кагановского (1951) известно, что скумбрия приходит в наши воды в весенне-летний период года. Основной причиной ее передвижения на север является пищевой фактор. Однако в этот же период года у скумбрии происходит нерест как в Корейском заливе, так и в зал. Петра Великого (Веденский, 1951; Кун, 1951). Как известно, икрометание у скумбрии порционное и после выметывания икры тут же, на местах нереста, скумбрия начинает усиленно питаться (Кун, 1950). Одним из основных компонентов питания ее является веслоногий рачок *Calanus tonsus*. Обычно в этот период времени косяки скумбрии держатся у поверхности воды, временами опускаясь на глубину в пределах 30–50 метров.

В 1954 г. по сведениям, полученным от рыбаков, поведение скумбрии в зал. Петра Великого было совершенно иным и в редких случаях косяки скумбрии бывали у поверхности, что затрудняло ее лов кошельками.

Наблюдения И.М. Мещеряковой за распределением планктона и его составом в мае — июле 1954 г. в Японском море показали, что общее распределение *Calanus tonsus* на обследованной акватории аналогично предшествующим годам (1950–1953). Наибольшие количества этого вида, так же как и в прошлые годы (Мещерякова, 1951), приходится на май, когда *Calanus tonsus* составляет до 90 % общей биомассы. Из литературных данных (А.П. Кусморская, 1941; К.А. Бродский, 1950 и Мещерякова, 1954) известно, что в весенне-летний период суточная вертикальная миграция *Calanus tonsus*, как правило, ограничена верхним 50-метровым слоем. Причем И.М. Мещеряковой нередко наблюдались большие концентрации *Calanus tonsus* в самом верхнем слое воды (10–0 м) и в дневное время.

В 1954 г. распределение этого рачка по вертикали было несколько иным, чем в предыдущие годы: чаще всего наблюдались концентрации его в слое 25–50 м и в поверхностных слоях. Исключение составляли отдельные участки моря (ст. №№ 10, 9, 15, 29, см. табл. 1), где у поверхности находился в значительных количествах *Calanus tonsus* в дневное время.

Таблица 1  
Вертикальное распределение *Calanus tonsus* при различных метеорологических условиях<sup>1</sup>  
(*a* — биомасса, в мг на 1 м<sup>3</sup>; *б* — *t*° воды)

Глубины, в м	Облачность 8—10 баллов						Среднее на станц.	Облачность 0—2 балла								Среднее на станц.	
	ст. № 13		ст. № 12		ст. № 11			ст. № 10		ст. № 9		ст. № 15		ст. № 29			
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>б</i>		<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>б</i>		
0		9,8		10,4		9,2			8,4		7,4		7,3		8,4		
10	27	9,5	7	9,6	15	7,8	16	1225	6,6	1000	6,4	1357	7,2	350	4,7	983	
25	116	6,2	51	7,3	86	6,2	84	1314	5,0	832	5,1	675	4,0	133	4,5	624	
50	319	2,0	656	2,0	938	1,5	637	336	1,8	373	1,6	280	1,2	100	1,7	387	
100	3	0,8	22		11	0,6	13	10	1,0	3	0,9	12	0,5	62	1,3	21	
Биомасса в слое 100–0 м	465		736		1005			2588		2208		2324		645			

<sup>1</sup> Наблюдения проводились при слабом ветре или штилевой погоде.

Необычное поведение скумбрии в 1954 г., выражавшееся в редком появлении косяков у поверхности в дневное время, навело нас на мысль, нет ли связи между поведением калянуса и поведением скумбрии.

По наблюдениям В.Л. Котова, зам. начальника промразведки Главприморрыбпрома, косяки скумбрии всплывали на поверхность только в солнечную погоду; с появлением же значительной облачности до сплошной косяки уходили на глубину порядка 25–30 метров.

Как показали наши наблюдения за поведением *Calanus tonsus* в 1954 г., этот рачок также в наибольших количествах держался в самых поверхностных слоях в солнечные дни (см. табл. 1). В пасмурную погоду в поверхностных слоях его было мало, и он концентрировался в слое 25–50 м. Распределение температур воды по вертикали как в солнечные, так и пасмурные дни было примерно одинаковым и колебалось в пределах от 1° (на 100 м) до 10° у поверхности без ярко выраженного температурного скачка.

Основываясь на ранее полученных выводах о том, что в мае и июне в зал. Петра Великого и прилегающих к нему водах скумбрия наиболее интенсивно питается, а одним из основных объектов питания является *Calanus tonsus*, мы предполагаем, что появление косяков скумбрии в солнечную погоду у поверхности связано, по-видимому, с вертикальным перемещением *Calanus tonsus* к поверхности, за которым в поисках пищи поднимается и скумбрия.

По поводу вертикальных миграций отдельных видов зоопланктеров имеется довольно обширная литература, в которой высказывается общее мнение о том, что амплитуда суточных миграций зоопланктеров может быть весьма значительна (В.Г. Богоров, 1938; М.Е. Виноградов, 1954), а общая закономерность сводится к тому, что в ночное время эти виды поднимаются к поверхности, а днем опускаются в более глубокие слои воды. Это явление обычно объясняли отрицательным фототаксисом (Бродский, 1960). Однако Бродский там же указывает, что “влияние света может быть ослаблено или уничтожено другими факторами, и не все виды избегают поверхностных горизонтов днем”; последнее увязывается им с пищевым фактором.

Отмечая для *Calanus tonsus* большую сезонную миграцию и способность концентрироваться в поверхностных слоях в летнее время, К.А. Бродским, к сожалению, не дается никаких указаний по поводу поведения *Calanus tonsus* при различных метеорологических условиях.

За последние годы исследований в Японском море и в районе южной группы Курильских островов нередко наблюдались значительные концентрации и других видов зоопланктеров при штилевой и солнечной погоде. Так, в 1949 г. в Тихом океане у берегов о. Итуруп мы наблюдали массовые скопления *Oikopleura*, видимые простым глазом с борта судна, причем каждая особь медленно двигалась в воде, описывая правильный круг. Концентрации этих животных были так велики, что одним зачерпыванием воды ведром добывали их свыше 1000 штук. По любезному сообщению В.Л. Котова, в 1954 г. в мае у берегов южного Сахалина всплывали к поверхности *Euphausiacea* в довольно больших количествах, а также и *Calanus tonsus*, причем скопления последнего свободно просматривались с борта судна.

Как сообщил нам М.М. Слепцов, во время экспедиции 1954 г. в районе южно-курильского мелководья удалось наблюдать необычные бурые полосы длиной до 200 м на поверхности воды. При детальном рассмотрении это оказались скопления *Euphausiacea*. За один лов сачком из газа № 15 было поймано до одного литра *Euphausiacea*, причем особи были различных размеров, что указывает на присутствие разных возрастных категорий. На скоплениях *Euphausiacea* кормились серые буревестники, топорки, чайки, минке и стайки дельфинов.

Из приводимых данных мы можем заключить, что поднятие к поверхности в солнечные дни характерно не только для *Calanus tonsus*. Причины, вызывающие такое поведение зоопланктеров, еще очень неясны. Мы склонны предполагать, что это явление связано с процессом усвоения питательных веществ, поступающих в организм в период наиболее интенсивного питания зоопланктеров. Основанием к такому заклю-

чению могут служить следующие соображения. По данным К. А. Бродского (1938), в мае *Calanus tonsus* находится в IV-V стадии развития, наиболее длительной по времени по сравнению с другими стадиями. В этот период калянус накапливает запасные питательные вещества. При переходе во взрослое состояние он перестает питаться в связи с редукцией жевательного аппарата. Следовательно, у рачков, находящихся в IV-V стадии, все физиологические процессы, связанные с усвоением питательных веществ и накоплением жира, проходят только в определенный биологический сезон, а именно в мае—июне.

Из работ К.А. Бродского известно также, что многие копеподы, в том числе и калянус, имеют характерную красную окраску различных частей тела и что эта окраска зависит от наличия пигмента крустаеорубина типа каротина.

По К.В. Беклемишеву (1953), основными объектами питания копепод, и в частности *Calanus tonsus*, являются различные виды диатомей, хроматофоры которых по Максимова (1946), кроме хлорофилла, содержат в себе еще два пигмента — каротин и ксантофилл. Установлено также, что каротин, представляющий собой непредельный углеводород, является в то же время основным носителем витамина А.

Совершенно ясно, что копеподы и другие представители зоопланктона, потребляя фитопланктон, должны освоить и переработать основные важнейшие вещества растительных клеток, часть из которых организмом, по-видимому, перерабатывается в жир, а часть, в частности каротин, в переработанном виде отлагается в организме как в виде крустаеорубина, так и в виде каратиноидов в жире. Во всяком случае этот биохимический процесс очень сложен.

В работе Б.А. Кудряшева (1948) имеются указания на то, что ультрафиолетовые лучи стимулируют процесс трансформации каротина млекопитающих, но пока этот вопрос еще не является достаточно разработанным. Однако на основании всего вышеизложенного мы предполагаем, что концентрации зоопланктеров в поверхностных слоях в солнечную погоду связаны именно с процессами усвоения потребленной пищи. Окончательное решение данного вопроса может быть получено только экспериментальным путем. Несомненным остается пока тот факт, что вертикальные миграции копепод и эвфаузид не всегда носят постоянный общеизвестный характер и в определенные биологические сезоны (весна — начало лета) существует известное нарушение в общих закономерностях, когда планктеры в солнечную погоду концентрируются у поверхности. Указанные особенности в поведении кормовых объектов пелагических рыб следует всегда учитывать при составлении краткосрочных прогнозов и ведении разведки рыбы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Беклемишев К. В.** — О взаимоотношениях морского зоопланктона и фитопланктона (автореферат). 1953.
2. **Богоров В. Г.** — Суточное вертикальное распределение планктона в полярных условиях. Труды ТИНРО, т. II, 1938.
3. **Бродский К. А.** — К экологии и морфологии веслоногого рачка *Calanus tonsus* дальневосточных морей. Докл. АН СССР, т. XIX, № 1-2, 1938.
4. **Бродский К. А.** — Веслоногие рачки. 1950.
5. **Веденский А. П.** — Материалы по биологии скумбрии Японского моря. Известия ТИНРО, т. 34, 1951.
6. **Кагановский А. Г.** — Миграции скумбрии в Японском море. Известия ТИНРО, т. 35, 1951.
7. **Кусморская А. П.** — Состав и распределение планктона северо-западной части Японского моря в первую половину лета 1941 г. Труды Гидробиол. об-ва, т. II, 1950.
8. **Кун М. С.** — Питание скумбрии в Японском море по данным 1948—1949 гг. Известия ТИНРО, т. 34, 1951.
9. **Кудряшев Б. А.** — Биологические основы учения о витаминах. 1948.
10. **Максимов Н. А.** — Краткий курс физиологии растений. 1941.
11. **Мещерякова И. М.** — Новые данные о зоопланктоне Японского моря. Известия ТИНРО, т. 34, 1951.

М.С. Кун

## ВНУТРЕННИЕ ВОЛНЫ КАК ФАКТОР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЗМОВ В ПЕЛАГИАЛИ

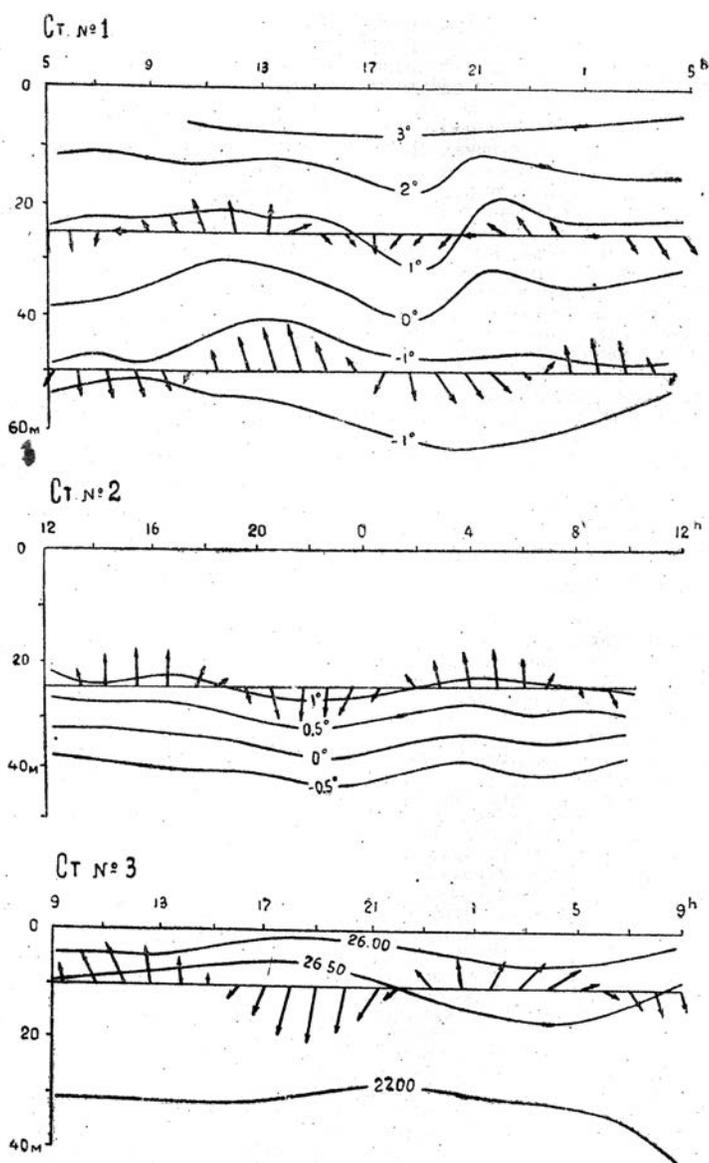
При проведении гидрологических работ, направленных на обслуживание ихтиологических исследований, иногда возникают такие проблемы, решение которых требует специализированных экспедиций. Известно, что поиск летней жирующей сельди происходит на акватории многих морей; в то же время некоторые районы наших морей обладают особой гидрологической спецификой. В этом кратком сообщении нам хочется подчеркнуть эти гидрологические особенности и указать на необходимость дополнительных гидрологических работ к нашим обычным исследованиям в связи с экологией сельди. В ряде мест дальневосточных морей мы встречаемся с тем фактом, что в течение зимы вся толща воды от поверхности до дна вблизи берегов или от поверхности до глубины 200–260 м в открытом море оказывается охлажденной ниже нуля. Весной начинается прогрев верхних слоев воды, и к разгару гидрологического лета море становится трехслойным: поверхностный слой (от 0 до 100 м) оказывается достаточно хорошо прогретым; промежуточный слой (слой постоянного зимнего охлаждения) всюду имеет отрицательную температуру; под слоем остаточного зимнего охлаждения мы находим воды с положительной температурой, а в некоторых случаях холодные воды примыкают непосредственно ко дну.

Таким образом, в подобных районах жирующая сельдь летом ограничена в своих вертикальных миграциях толщиной верхнего прогретого слоя, поскольку ее переход в воды с отрицательными температурами влечет за собой изменения темпов пищеварения, а следовательно, и темпа откармливания. Отсюда возникает требование к гидрологам о необходимости описания состояния верхнего прогретого слоя в течение всего промыслового сезона. Казалось бы, что для этого достаточно иметь сетку нормальных гидрологических разрезов, осуществляемых через определенные промежутки времени и в результате свидетельствующих об изменении толщины “кормного” слоя в течение сезона.

Однако наши исследования показывают, что при проведении подобных работ необходимо учитывать и динамические процессы, протекающие в море. Дело заключается в том, что обычно между верхним прогретым слоем и слоем остаточного зимнего охлаждения образуется так называемый слой скачка, т. е. слой, где наблюдаются резкие градиенты температур, а иногда и соленостей, а в связи с этим — и значительный градиент плотностей. Следует заметить, что подобное явление часто имеет место под влиянием ветрового перемешивания поверхностных слоев и в тех районах моря, где отрицательных температур на глубине и не наблюдается. Для жизни в море этот слой важен в двух отношениях: во-первых, он обычно является сосредоточием биогенных элементов и, во-вторых, он является границей двух сред с разными условиями обитания.

Известно, что в слое скачка наблюдаются внутренние волны (1, 2) как короткопериодные, так и длиннопериодные; к последним относят волны, вызванные приливо-отливными явлениями. Наибольшее значение для биологических условий в море, видимо, имеют именно эти волны, так как они существуют все время, пока имеется слой скачка, а в ряде районов этот слой существует в течение всего промыслового сезона. Поскольку высота внутренних волн обычно значительно превышает высоту волн на дневной поверхности, то это обстоятельство должно оказывать влияние и на распределение пелагических рыб как по вертикали, так, возможно, и в горизонтальном направлении. Рассмотрим три примера для наших вод.

На рисунке представлены результаты наблюдений на трех суточных станциях. Станции № 1 и 2 сделаны весной в районе, где обычно все лето наблюдается слой воды с отрицательными температурами. На рисунке видно, что изоплеты температур в течение суток совершают колебательное движение. Сравнивая их с нанесенными векторами



приливо-отливных явлений в течение суток, мы можем сказать, что колебания температур происходят согласно с полусуточным приливом: при направлении течения на север (прилив) мы наблюдаем вершину внутренних волн, на юг — подошву. Таким образом, слой откармливания непрерывно пульсирует по толщине. Например, если принять нулевую изотерму за его нижнюю границу (ст. № 1), то в 11 часов в данной точке его мощность равна 30 м, а в 18 часов — уже 41 метру; это значит, что внутренние волны, вызываемые приливо-образующей силой, изменяют толщину верхнего слоя до 30 %, что, конечно, небезразлично для пелагических животных. Естественно, описываемые явления должны усиливаться в моменты сизигий (или в моменты большого склонения луны в районах с неправильными приливами) и уменьшаться в квадратурные. Поскольку в природе всякие волны вызывают некоторый перенос

масс и создают перемешивание, то внутренние волны, очевидно, создают перераспределение биогенных элементов и отчасти температур, что является весьма существенным не только для районов с холодными линзами, но и для районов, где есть условия для появления внутренних волн. На ст. № 3 мы также имеем внутреннюю волну (колебание слоя раздела показано изоплетами плотностей), здесь, кроме температуры, большую роль в характере вертикального распределения плотности сыграла и соленость (станция расположена близко к берегу).

Учитывая все сказанное, приходим к заключению, что, описывая гидрологию промысловых районов, мы должны строить работы с учетом динамических факторов. Считаем, что в каждой экспедиции мы должны делать две-три суточные станции и, рассматривая распределение планктона и пелагических рыб, принимать во внимание изменение структуры принятого слоя от динамических причин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Березкин В. С. — Динамика моря. Ленинград, 1938. 2. Зубов Н. Н. — Динамическая океанология. М. — Л. 1938.

Г.М. Бирюлин

## ЭПОХА АКТИВНОГО МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО РЫБОЛОВСТВА (1956–1978 ГГ.)

В данный период протяженностью около двух с небольшим десятилетий продолжались комплексные рыбохозяйственные исследования в прибрежных водах Дальнего Востока, где велась добыча традиционных промысловых объектов. Одновременно с этим происходило начавшееся с середины 1950-х гг. расширение районов исследований в открытых водах дальневосточных морей, а затем на просторах всего Тихого, восточной части Индийского океанов и тихоокеанского сектора Антарктики. Это стало возможным с ростом материально-технической оснащенности рыбохозяйственной науки. В ее распоряжении уже был огромный флот, в том числе крупнотоннажные океанические суда. За научно-поисковыми экспедициями в новые районы промысла перемещалась и часть рыболовного флота. Это были годы мощной экспансии советского активного рыболовства во все зоны Мирового океана.

В Тихом океане наиболее значимыми и в научном, и в прикладном отношении оказались исследования в Северной Пацифике, при этом как в северо-восточной, так и в северо-западной ее частях. Так как исследования по поиску новых промысловых районов проходили под грифом «Для служебного пользования», значительная часть новых данных по сырьевой базе рыболовства и биологии промысловых видов оставалась в рейсовых отчетах, которые хранились и хранятся в архивах. По этой причине и в Известиях ТИНРО по многим группам гидробионтов и новым районам было опубликовано мало работ, непропорционально затраченным усилиям и научным результатам. Это, в частности, относится к Советско-Китайской и Советско-Вьетнамской экспедициям, работавшим в Южно-Китайском и Восточно-Китайском (а также в Желтом) морях, научным группам, проводившим исследования на китобойных флотилиях в Антарктике, в тропиках Тихого и Индийского океанов и в Северной Пацифике, многочисленным экспедициям по крилю в Антарктике и рыбам Новозеландского плато и вод, омывающих со всех сторон Австралию.

Лучше обстояли дела в этом отношении по северной части Тихого океана. В Известиях ТИНРО были опубликованы результаты исследований Советско-Корейской экспедиции, работавшей в Японском море в 1962 г. по сайре и тихоокеанскому кальмару. В то время был опубликован большой цикл работ по рыбам и условиям их обитания в северо-западной части Тихого океана, в том числе по результатам международной экспедиции по изучению течения Куроисио и многолетнему изучению морских котиков.

По целенаправленности и комплексности исследований выделялась многолетняя (1958–1964 гг.) Берингоморская экспедиция ТИНРО–ВНИРО. Она началась с работ в центральной и восточной частях Берингова моря, затем район исследований расширился в воды Алеутской гряды, зал. Аляска и далее на юг вдоль шельфа и свала глубин до Калифорнийского течения. Под грифом «Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана» совместно с ВНИРО было опубликовано 5 томов (Известия ТИНРО, Т. 50–53 — 1963–1965 гг. и Т. 72 — 1970 г.), которые были переведены и переизданы в США.

В рассматриваемый период активного морского и океанического рыболовства вышло 58 томов Известий ТИНРО, в которых опубликовано 1190 статей. Как и ранее, некоторые тома в данный период являются монографиями, посвященными конкретным темам и проблемам.

**И.В. Кизеветтер и В.С. Гордиевская** «Технология производства крабовых консервов» (1967 г., т. 60, 150 с.).

**Л.Н. Беседнов** «Рыбы Тонкинского залива. Часть I. Elasmobranchii» (1969 г., т. 66, 139 с.).

**В.Я. Леванидов** «Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура» (1969 г., т. 67, 242 с.).

**Р.И. Енютина** «Амурская горбуша (промыслово-биологический очерк)» (1972 г., т. 77, 126 с.).

Одиннадцать томов Известий ТИНРО представляют собой сборники с определенной тематической направленностью. Четыре тома посвящены морским млекопитающим:

**Морские котики Дальнего Востока** (1964 г., т. 54, 187 с.).

**Результаты исследований по морским млекопитающим** (1966 г., т. 58, 280 с.).

**Ластоногие северной части Тихого океана** (1968 г., т. 62, 284 с.).

**Морские млекопитающие (котики и тюлени)** (1971 г., т. 80, 326 с.).

Три отдельных тома посвящены изучению течения Куроисио и его биоты:

**Исследование течения Куроисио** (1969 г., т. 68, 222 с.).

**Краткопериодная изменчивость океанологических условий в промысловых районах системы вод Куроисио** (1972 г., т. 85, 271 с.).

**Краткопериодная изменчивость океанологических условий в промысловых районах системы Куроисио** (1973 г., т. 89, 151 с.).

Четыре тома-сборника имеют более широкую ориентацию на комплексность рыбохозяйственных исследований:

**Новые районы и объекты промысла** (1970 г., т. 69, 139 с.).

**Промысловая океанография, биология рыб и беспозвоночных некоторых районов Тихого океана** (1976 г., т. 100, 162 с.).

**Промысловая океанография, гидробиология и паразитология рыб Тихого океана** (1977 г., т. 101, 155 с.).

**Промысловая океанография, гидробиология, биология рыб и других обитателей Тихого океана** (1978 г., т. 102, 145 с.).

Еще один том Известий ТИНРО — сборник, посвященный паразитологическим исследованиям, — **Паразиты морских животных** (1974 г., т. 88, 164 с.).

Если судить только по названиям томов Известий, опубликованных в виде монографий и тематических сборников, видны масштабы рыбохозяйственных исследований по охвату наблюдениями обширных морских и океанических районов и зон, тематики исследований от фоновых характеристик среды и биологии большого количества гидробионтов, а также технологии обработки и использования различных промысловых объектов. В определенном смысле эпоха морского и океанического активного рыболовства по масштабам исследований оказалась абсолютным пиком советской и российской рыбохозяйственной науки. При этом он характеризовался не только размахом поисковых работ, но и глубиной исследований. Впрочем, и поисковые исследования в данный период качественно находились на более высоком уровне, чем в прежние годы. Была освоена техника тралений в пелагиали, на подводных хребтах и свале глубин сначала до 1000 м, а затем и глубже. Это позволило существенно расширить представления о масштабах и структуре сырьевой базы рыболовства. Появились работы по оценке рыбопродуктивности различных районов и морей в целом.

При изучении биологии промысловых объектов из разных таксономических групп (макрофиты, креветки, крабы, пелагические и донные рыбы, ластоногие и китообразные) существенно углубились представления о динамике численности гидробионтов и лимитирующих ее факторах, в том числе о значительном промысловом прессе и других антропогенных воздействиях. В этом плане выделялись работы по лососям, урожайность поколений которых формируется в трех средах — пресноводной, прибрежно-морской и океанической. В рассматриваемый период эти ценные рыбы попали под мощный дрефтерный пресс японских рыбаков, что пагубно сказалось на состоянии запасов всех основных стад. Аналогичная картина наблюдалась и с состоянием запасов китов, численность большинства стад которых снизилась до низкого, а некоторых группировок даже до критического уровня.

Еще в предыдущий период начались исследования и эксперименты по пастбищной аквакультуре тихоокеанских лососей. В годы экспансии активного морского и океанического рыболовства, когда многие помыслы были связаны с новыми, в том числе отдаленными, районами, аквакультура лососей получила дальнейшее развитие. Дополнительным стимулом стало глобальное снижение запасов лососей, связанное с перепромыслом (крупномасштабный японский дрейфтерный промысел в открытых водах) и ухудшением их естественного воспроизводства. При этом аквакультура не ограничивалась только лососеводством. В середине 1970-х гг. быстрыми темпами стало развиваться новое научное направление — марикультура беспозвоночных и водорослей. Для высвобождения финансовых ресурсов под марикультуру были сокращены технические научные направления — механизации процессов переработки и промышленного рыболовства.

Из-за ограниченности места ниже помещена только незначительная часть научных сообщений, дополнительно показывающих широкий круг вопросов, тем и проблем, изучением которых занималась рыбохозяйственная наука в эпоху активного морского и океанического рыболовства.

## О СВЯЗИ МЕЖДУ ПЛОТНОСТЬЮ ЗАПОЛНЕНИЯ НЕРЕСТИЛИЩ И ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ НЕРЕСТА АМУРСКИХ ЛОСОСЕЙ

В.Я. Леванидов

Вопрос о том, как представлять себе избыточную плотность нерестующей популяции лососей и каково значение этого фактора для естественного воспроизводства, изучается издавна.

И.И. Кузнецов (1928) был первым, кто отметил, что в нерестовых реках, особенно на Камчатке, наблюдается переполнение нерестилищ взрослыми особями (производителями) горбуши. По его мнению, переполнение нерестилищ вызывает непроизводительные потери икры. В этой работе им впервые высказана мысль о необходимости пропуска на нерест ограниченного количества лососей и установлена норма пропуска: 2 м<sup>2</sup> нерестовой площади на каждую самку кеты или горбуши.

Опыты, проведенные Кузнецовым в 1926 г., показали, что при такой плотности нереста эффективность естественного размножения увеличивается на 40 % по сравнению с нерестом при избытке производителей, когда на 1 м<sup>2</sup> площади дна нерестует в среднем по восемь самок горбуши. Впоследствии И.И. Кузнецов (1937), исходя из величины нерестовых бугров, определил нормальное заполнение нерестилищ кеты: в среднем на одну самку приходится 3 м<sup>2</sup> площади дна нерестилищ. Для горбуши норма остается прежней (2 м<sup>2</sup> на самку). В 1928 г. в две лиманные реки Хузи и Налео было пропущено ограниченное число горбуши, а весь так называемый излишек был выловлен в устьях рек.

Но, несмотря на практические рекомендации ограничивать плотность заполнения нерестилищ, И.И. Кузнецов, по-видимому, не до конца был уверен в необходимости и целесообразности этих мероприятий. Так, в той же работе он пишет: “Чем обширнее площадь займет рыба для икрометания, чем больше она выкопает в ключах гальки и заложит икры, тем обильнее (при всех неблагоприятных условиях нереста и развития икры и мальков в грунте) может получиться молодое поколение”.

На вопросе о переполнении горбушей нерестилищ в реках Камчатки останавливается и Р.С. Семко (1939), указывающий, что главной причиной слабой продуктивности нереста горбуши в 1934 г. является переполнение нерестилищ взрослыми особями, но, кроме того, он указывает на вторую возможную причину: неблагоприятный гидрологический режим рек в зиму 1934–1935 гг.

Наиболее четко концепция переполнения рыбами нерестилищ и снижения из-за этого эффективности естественного воспроизводства лососей изложена А.Я. Таранцом (1939).

В результате своих исследований на р. Иски А.Я. Таранец приходит к выводу, что “такое заполнение, при котором на каждую самку приходится ровно столько площади, сколько требуется для ее икры, следует назвать максимально допустимым заполнением. Более густые скопления рыбы на нерестилищах вызывают перекапывание гнезд и гибель значительного количества икры”. Далее автор отмечает, что наличие большого количества икры в грунте вызывает обеднение грунтовых вод кислородом и обогащение их продуктами распада, что, в свою очередь, ведет к массовой гибели икры.

Исходя из этого, автор дает практические рекомендации об определении нормы заполнения нерестилищ и изъятии промыслом всей лишней рыбы в устье реки.

А.Я. Таранец исследовал нерест кеты и горбуши в р. Иски в годы сравнительно высокой численности кеты и исключительно мощного захода горбуши, когда перекапывание грунта было почти сплошным и конфигурация бугров не сохранялась. Поэтому он вскрывал не отдельные бугры, а “площадки” дна определенного размера (1 м<sup>2</sup> для кеты и 2 м<sup>2</sup> для горбуши). Основываясь на результатах своих исследований, А.Я. Таранец

находит критерий нормального заполнения нерестилищ дна, по которому на одну самку должна приходиться площадь, равная нерестовому бугру, “не совсем правильным”. В качестве своего оптимума А.Я. Таранец предлагает такое положение, когда на одну самку в среднем приходится площадь, которую занимают ее гнезда с икрой.

Для кеты р. Иски площадь, занимаемая гнездами с икрой одной самки кеты, определена А.Я. Таранцем в  $0,94 \text{ м}^2$ , что составляет плотность сева в 2150 икринок на  $1 \text{ м}^2$ .

Принимая, что плодовитость горбуши р. Иски в 1938 г. составляла 1200 икринок, а потери при нересте — 24,5 % (неопубликованные данные А.Я. Таранца), получаем, что для нормальной плотности заполнения нерестилищ на каждую самку горбуши должно приходиться в среднем  $0,45 \text{ м}^2$  площади дна.

Таким образом, нормальное заполнение нерестилищ, по А.Я. Таранцу, в 3–4 раза превышает таковое по И.И. Кузнецову.

Одновременно с исследованиями А.Я. Таранца на р. Иски, подобные же наблюдения проводились А.Г. Смирновым на небольших правобережных притоках Амура — реках Хиванде и Бешеной.

В 1938 г. А.Г. Смирнов (1947), так же как и А.Я. Таранец, отметил большую гибель икры лососей от промерзания. Как показали дальнейшие исследования, зима 1938/39 г. отличалась исключительно низкими уровнями воды в притоках Амура почти по всему бассейну. Массовая гибель икры лососей, наблюдавшаяся обоими исследователями в первый год их работы, была не обычным явлением, а исключением, хотя и не очень редким.

А.Г. Смирнов, не отрицая снижения эффективности естественного воспроизводства при переполнении нерестилищ, видел в нем и положительные стороны, заключающиеся прежде всего в освоении новых нерестовых площадей вследствие избытка производителей и в усиленном перекапывании грунта нерестилищ. Далее А.Г. Смирнов высказывает мысль об отсутствии прямой зависимости между количеством икры лососей, откладываемой в гнезда, и смертностью икринок. Приведенные им в качестве примера собственные материалы из р. Бешеной, материалы А.Я. Таранца из р. Иски показывают, что в ряде случаев при плотности нереста в 2–3 раза превышающей нормальную по Таранцу, смертность оказывается значительно меньшей, чем при нормальном заполнении.

С другой стороны, приведенные данные показывают (Смирнов, 1947), что в неблагоприятную по гидрологическому режиму зиму даже при очень небольшой плотности нереста (25–481 икринка в  $1 \text{ м}^2$ ) гибель икры может составлять 92,5–96,7 %.

Вычисление коэффициента корреляции между плотностью нереста кеты и процентом смертности, произведенное по приводимым А.Г. Смирновым цифрам количества икры в пробных площадках р. Иски в 1940 г., показывает, что  $r = -0,06$ , т.е. в данном случае имеет место чрезвычайно слабая обратная корреляция; это отсутствие корреляции подтверждает мнение А.Г. Смирнова.

Однако если вычислить коэффициент корреляции между количеством икры в  $1 \text{ м}^2$  площади нерестилищ и смертностью икры по неопубликованным данным А.Я. Таранца за 1938 г., то  $r$  окажется равным  $+0,25$ , т.е. корреляция будет положительной, хотя и слабой.

Можно полагать, что неопределенность коэффициента корреляции связана с малым количеством проб, а отчасти с тем, что в различные годы наблюдается разная степень переполнения нерестилищ.

Во всяком случае то положение, что при большой плотности нереста и многократном перекапывании нерестовых гнезд лососей снижается процент выживания икры, не вызывает сомнений. Однако возникает вопрос, как обстоит дело с показателями абсолютного выживания (урожайностью). Выше уже приводились данные И.И. Кузнецова, что при нерестовой площади  $2 \text{ м}^2$  на самку горбуши эффективность нереста оказалась в 1,4 раза выше, чем при нересте в среднем 8 самок на  $1 \text{ м}^2$ .

Примем плодовитость горбуши за  $n$ , а выживание икры при переполнении нерестилищ за  $1/a$ . Тогда при переполнении нерестилищ количество живой икры на  $1 \text{ м}^2$  соста-

вит  $8n/a$ , а при пропуске “нормального” числа взрослых особей горбуши  $(1,4 \cdot 0,5n)/a = 0,7 (n/a)$ . Из отношения  $8(n/a) : 0,7 (n/a)$  видно, что при переполнении нерестилищ число живых икринок горбуши в  $1 \text{ м}^2$  площади дна оказывается в 11 раз больше, чем при регулируемом нересте и, следовательно, абсолютное количество мальков тоже должно быть значительно большим.

По неопубликованным данным А.Я. Таранца, в 1938 г. в декабре средняя смертность икры кеты при нормальном (по Таранцу) заполнении (2 тыс. икринок на  $1 \text{ м}^2$ ) составляла 26 %, а при значительном переполнении, когда на  $1 \text{ м}^2$  приходилось 5 тыс. икринок, смертность достигала 60 %.

Легко подсчитать, что в первом случае количество живой икры составляло 1980 шт., а во втором 2000 шт., т.е. абсолютное количество молоди должно быть более высоким при переполнении нерестилищ.

Таким образом, если принять, что вредное значение избытка производителей на нерестилищах сводится только к многократному перекапыванию грунта и механической гибели икры, то можно представить себе, что каждому нерестилищу свойственно определенное предельное количество мальков, сохраняющееся при любом переполнении. При такой концепции никакое переполнение нерестилищ не может вызвать снижения запасов лососей, так как развиваться будет максимальное количество икринок, при максимально благоприятных, вследствие многократного перекапывания грунта, условиях.

Однако попытка определить предельную величину плотности заполнения нерестилищ и засева икры, исходя только из размеров пригодной для нереста площади, как правило, обречена на неудачу, так как выживание икры определяется незанимаемым пространством, а количеством омывающей икру воды, т.е. мощностью водного подруслового потока. Что касается площади, то пример рыбоводных заводов, где на  $1 \text{ м}^2$  инкубируется до 250–300 тыс. икринок кеты или горбуши, показывает, что при достаточной проточности и омывании икры под  $1 \text{ м}^2$  площади дна может развиваться икра нескольких сотен самок летней кеты и горбуши.

Однако возможно, что вредное действие избытка производителей не ограничивается механическим уничтожением части икры, а оказывает существенное влияние на физико-химические процессы в водоеме. Выше уже приводилось высказывание А.Я. Таранца о том, что при значительной плотности засева икрой нерестилищ может наступить массовая гибель ее из-за нехватки кислорода в грунтовых водах.

Поскольку при перекапывании значительная часть икры сразу же гибнет, так как на ранних стадиях (практически до стадии “глазка”) икра лососей обладает высокой чувствительностью ко всякому механическому воздействию, то особый интерес представляет вопрос о потреблении кислорода мертвой икрой.

Известно, что хотя неоплодотворенная икра лососей сравнительно долго остается живой, она потребляет значительно меньше кислорода, чем нормально развивающаяся. Отдельные погибшие икринки лососей также могут сохраняться очень долго, особенно среди песчано-гравийного, а не галечного грунта. В этих случаях процессы разложения идут очень медленно.

Совершенно иная картина наблюдается в тех случаях, когда погибшая икра лососей образует значительные скопления. А.Я. Таранец (1939) отметил, что в процессе развития часть икры бесследно исчезает из нерестовых гнезд, причем, по мнению автора, она “частично, поедается планариями и круглыми червями”, частично, по видимому, разлагается.

Р.С. Семко (1954) экспериментально проверил факт исчезновения икры лососей разных видов при развитии ее в грунте, причем для горбуши и кижуча бесследно исчезнувшая икра составляла 10–12 % от общего количества.

Аналогичные опыты, поставленные автором над икрой осенней кеты, показали, что из 10 000 икринок, поставленных на инкубацию в естественных условиях и защищенных от беспозвоночных фильтром из газа № 14, исчезло за трехмесячный период 1732 шт., или 17,3 %, а погибло, кроме того, 1725 шт.

Такое быстрое разложение, по-видимому, связано с бактериальными процессами или процессами автолиза.

Автором были проведены опыты по поглощению кислорода погибшей икрой с применением следующей методики.

Значительное скопление икры осенней кеты (около 25 000 шт.) помещалось в грунте нерестовой протоки в металлическом кожухе с отводной трубкой. В аппарате поддерживалась постоянная, но недостаточная для жизнедеятельности икры проточность.

Гибель икры наступила через 25–30 дней после начала опыта. После этого потребление кислорода мертвой икрой при температуре 4,5° составляло 0,2 мг/л в час на 1000 икринок. Однако к середине декабря оно поднялось до 0,90 мг/л в час и держалось почти на одном уровне с колебаниями  $\pm 0,1$  мг/л до 20 февраля, когда опыт был закончен.

Интенсивность дыхания живой икры, находившейся в таких же условиях, с середины декабря до 20 февраля колебалась от 0,42 до 0,84 мг/л в час на 1000 икринок, т.е. в начале периода была даже меньше, чем интенсивность потребления кислорода разлагающейся икры.

Таким образом, масса разложившейся икры, если она находится в скоплениях, может оказать большое влияние на гидрохимический режим какого-либо небольшого ключа или ручья.

Однако ни А.Я. Таранец, ни Р.С. Семко не могут привести примеры такого рода.

По неопубликованным данным А.Я. Таранца, зимой 1938/39 г. (по март включительно) в подрусловом потоке р. Иски содержание кислорода на нерестилищах кеты и горбуши, где количество икры составляло 6–8 тыс. на 1 м<sup>2</sup>, в течение всего периода развития икры не падало ниже 5,1 мг/л, несмотря на то, что большая часть икры была погибшей. По данным Р.С. Семко (1954), в 1947 г. всеми видами лососей было внесено в Карымайский ключ 170 млн. икринок (в среднем 6 тыс. икринок на 1 м<sup>2</sup>), но никаких существенных аномалий в гидрохимическом режиме поверхностных и грунтовых вод ключа, по сравнению с предыдущими и последующими годами, не было отмечено, и выход личинок оказался величиной того же порядка, что и в другие годы, когда заполнение ключа лососями было во много раз слабее.

Расход воды в устье Карымайского ключа составляет в межень, по Р.С. Семко (1954), по 1 м<sup>3</sup>/сек. При этом, разумеется, не учитывается расход воды в подруловом потоке, который значительно меньше, чем в р. Иски, где проводил наблюдения А.Я. Таранец.

Это позволяет заключить, что в годы нормального гидрологического режима переполнение нерестилищ не приводит к сколько-нибудь существенным изменениям гидрохимического режима вод подрулового потока под влиянием окислительных процессов при разложении погибшей икры\*.

В противоположность этому при значительных отклонениях гидрологического режима от нормы, как показал А.Г. Смирнов (1947), даже при невысокой плотности заполнения нерестилищ лососями, происходит резкое изменение ряда гидрохимических компонентов (уменьшение содержания кислорода, увеличение концентрации углекислоты и кремнекислоты и общей минерализации), которое является причиной гибели отложенной икры, но отнюдь не следствием большого ее количества.

Гибель икры и личинок кеты и горбуши от замора А.Г. Смирнов наблюдал в 1938–1939 гг. на реках Бешеная и Хиванда, когда лососи заходили туда в небольших количествах. Например, в р. Бешеную было внесено всего 20 млн. икринок лососей, хотя в эту реку в обычные годы вносилось до 100–130 млн. икринок.

В пятидесятых годах, в связи со снижением запасов лососей, вопрос о переполнении нерестилищ потерял свою остроту. На совещании по вопросам лососевого хозяйства, состоявшемся в Хабаровске в 1953 г., только в одном докладе упомянуто, что “избыточное” количество производителей может быть вредным для воспроизводства (Крогиус и Крохин, 1954).

---

\* В этой статье не рассматривается вопрос о влиянии разложения погибших после нереста рыб (сенки) на химизм поверхностных вод.

Р.С. Семко (1954) также не касается этого вопроса, хотя и отмечает положительное значение большого количества лососей для мелиорации нерестилищ.

В последние годы снова появился интерес к значению избыточного количества взрослых лососей на нерестилищах, что отчасти объясняется появлением известной теоретической статьи Риккера (Ricker, 1954), в которой приводятся кривые, показывающие существование максимума производителей, после достижения которого должно происходить снижение численности популяции.

Современная точка зрения на переполнение нерестилищ формулируется так: “Безусловно, густой засев икрой нерестилищ в озере и во впадающих в него реках (речь идет о Курильском озере на Камчатке) ведет к ухудшению показателей выживаемости; однако абсолютная численность потомства в этих случаях оказывается более высокой. Подобное явление отмечено и в отношении других водоемов Камчатки (Егорова, Крогиус, Куренков и Семко, 1961). Здесь уже не упоминается о массовой гибели икры, вызванной переполнением и снижением абсолютной численности молоди.

Опубликованные за последние годы исследования Е.М. Крохина (1959) показали, что погибшие после нереста лосося (сненки) могут быть использованы в качестве своеобразного удобрения. В этом также заключается положительное значение переполнения нерестилищ.

Таким образом, признание вредного влияния избытка производителей на нерестилищах в ряде случаев не имеет под собой биологической почвы, а только экономическую. Однако до сих пор распространено представление о том, что если в целом по бассейну вслед за годом очень высоких уловов следует год низких уловов, то это результат переполнения нерестилищ. Посмотрим, насколько это справедливо.

Известно, что, в бассейне Амура уловы лососей, в частности горбуши, более или менее точно характеризуют степень заполнения нерестилищ.

Наивысшие уловы горбуши за последние 40 лет наблюдались в следующие годы (в млн. шт.):

Год	Улов	Год	Улов
1924	12,9	1938	11,8
1926	17,2	1940	6,0
1928	17,8	1942	8,6
1930	9,8	1948	11,2
1932	10,1	1950	1,1
1934	9,4	1958	11,1
1936	5,1	1960	2,0

Как показывают цифры, наивысший улов горбуши составлял почти 18 млн. шт., после чего, действительно, последовало снижение уловов, а затем запасы в течение трех поколений удерживались на уровне, характеризующемся уловами в 9–10 млн. шт.

В другой статье, находящейся в печати, мною показано, что интенсивность промыслового изъятия амурской горбуши составляет около 50 % нерестового стада. Поэтому количество пойманной рыбы равно количеству прошедшей на нерестилища.

Если допустить, что 17,8 млн. шт. горбуши вызвали переполнение нерестилищ и снижение запасов, то непонятно, почему 17,2 млн. шт. не вызвали переполнения.

С другой стороны, очень резкое снижение запасов наблюдалось с 1948 г., когда на нерестилища пришло всего 12 млн. рыб (т.е. не больше, чем в 1924 г.), к 1950 г., когда зашло всего около 1 млн. шт., а также с 1958 г., когда на нерестилища прошло около 20 млн. горбуши (интенсивность промысла в первый год после окончания запрета была очень низкой), а следующее поколение было представлено всего 2 млн. рыб.

В первом случае снижение запасов произошло при несравненно более низком уровне, чем во втором.

Таким образом, если принять, что нерестилища бассейна Амура не могут вместить более 20 млн. шт. горбуши, то это все же не объясняет снижения запасов в другие годы.

В довоенные годы и после войны, до 1951 г., наблюдения, проводимые на нерестовых реках пунктами и станциями Рыбвода, ограничивались только подсчетом взрослых лососей, идущих на нерест.

С 1951 г. были организованы наблюдения за скатом молоди лососей, а также за промерзанием нерестовых рек.

Известно, что основная масса амурской горбуши (до 75 %) размножается в р. Амгунь и ее притоках (Леванидов, 1962). Используя данные гидрометеорологических станций, можно легко убедиться, что в зимы 1938/39, 1948/49 и 1958/59 г. уровень воды в Амгуни был на 20–40 см ниже среднего многолетнего. Это привело к промерзанию нерестилищ и послужило причиной снижения запасов. Особенно убедительно это доказано для 1958 г., когда станции Рыбвода наблюдали сильное промерзание грунта в обсохших основных нерестовых притоках и коэффициент ската мальков оказался в 20 раз ниже обычного.

За 1928 г. нет данных о прямых наблюдениях за уровнем р. Амгунь. Но, как показывают данные Николаевской гидрометеорологической станции, зима 1928/29 г. была более холодной и малоснежной, чем зима 1926/27 г.

Такое положение, когда при нормальном гидрологическом режиме уровень запасов горбуши остается постоянным, а уловы и заполнение нерестилищ определяются наиболее высокими цифрами, можно признать оптимальным.

Приведенные примеры показывают, что оптимальные цифры заполнения нерестилищ для горбуши в бассейне Амура находятся в пределах 18–20 млн. шт.

При таком высоком уровне запасов выживание мальков от каждой самки будет, безусловно, ниже, чем при низком, но и уловы, и заполнение нерестилищ в следующем циклическом году по абсолютной величине будут наибольшими.

Использование нерестового фонда кеты носит более устойчивый характер, так как колебания численности ее имеют значительно меньший размах, чем у горбуши. В наиболее крупных промысловых бассейнах и реках Камчатки, на Охотском побережье и в Амурском бассейне переполнения нерестилищ кеты не происходит, по крайней мере в настоящее время.

В бассейне Амура, например, в довоенные годы осенняя и летняя кета сохраняла устойчивый уровень запасов при вылове 10–12 млн. шт. в год (по бассейну) для первой формы и 10–15 млн. шт. для второй при интенсивности изъятия промыслом, близкой к современной (около 60–80 % нерестового стада).

Конечно, верхний предел колебаний численности лососей ограничивается тем, что по достижении некоторого максимума численность снижается, причем степень снижения при одном и том же максимуме может быть различной. Это вполне естественно, поскольку численность вида не может увеличиваться безгранично и рано или поздно происходит ее снижение, но нет оснований приписывать это переполнению нерестилищ; чаще всего такое снижение вызывается климатическими или промысловыми факторами.

Все это позволяет признать, что в значительной части районов естественного воспроизводства переполнения горбушей нерестилищ, приводящего к снижению запасов, нет.

В некоторых речных системах колебания мощности нерестовых поколений по годам носят еще больший размах, но и в них переполнение нерестилищ не является фактором снижения уровня запасов.

Можно привести еще один пример. В 1938 г. А.Я. Таранец наблюдал, что горбуша в р. Иски переполнила нерестилища, когда ее зашло около 1 млн. шт. В 1940 г. в Иски вернулось всего 140 тыс. горбуши, но, как уже отмечалось выше, зима 1938/39 г. была чрезвычайно неблагоприятной для воспроизводства лососей. В 1956 г. в р. Иски зашло 1350 тыс. горбуши, т.е. переполнение нерестилищ должно было быть более значительным, но зимний уровень воды был несколько выше среднего многолетнего, и в 1958 г. в р. Иски вернулось вновь 1350 тыс. шт. горбуши. При этом в 1956 г. промысел не проводился из-за запрета, а в 1958 г. запрет был снят и часть стада выловлена на подходах к реке. При равных условиях (отсутствие промысла) в 1958 г. зашло бы значительно более мощное стадо горбуши, чем в 1956 г.

Таким образом, если в довоенные годы считалось, что в р. Иски при заходе 1 млн. шт. горбуши имеет место переполнение нерестилищ, то согласно приведенным данным, заход 1300 тыс. шт. можно считать не максимальным, а оптимальным заполнением.

Таким образом, можно предполагать, что такое положение, когда избыточное количество производителей, переполняя нерестилища, оказывается вредным для воспроизводства, при нормальных гидрологических условиях изредка наблюдается в небольших ключах и ручьях, но ни в коей мере не является закономерностью, вызывающей колебания численности популяции лососей не только крупного бассейна, но даже отдельных речек.

### Выводы

1. Величина нерестовой площади и плотность нереста без сведений о мощности и скорости течения подруслового потока и грунтовых вод не могут служить достаточным критерием переполнения нерестилищ.

2. Главной отрицательной стороной переполнения нерестилищ представляется многократное перекапывание грунта и максимальная гибель ранее отложенной икры. При этом понижается относительное выживание, но абсолютное количество молоди оказывается наибольшим.

3. Никто не наблюдал, что под влиянием переполнения нерестилищ гидрохимический режим подрусловых вод и даже небольших ключей, не говоря уже о реках, изменялся до такой степени, чтобы оказывать летальное воздействие на отложенную икру.

4. Положительное значение большого количества производителей лососей на нерестилищах и большой плотности нереста заключается в многократном перекапывании грунта, в расширении нерестовых площадей и в повышении биологической продуктивности нерестово-вырастных водоемов путем “удобрения” их лососями, погибшими после нереста.

5. После многократного перекапывания нерестилища осенней кеты, расположенные в лимнокренах, сохраняют улучшенную структуру грунта в течение 2–3 лет, после чего процент мелких и мельчайших фракций грунта становится равным исходному.

6. В масштабах бассейна реки или обособленного района естественного воспроизводства оптимальным заполнением нерестилищ можно признать такое, когда при постоянном уровне запасов лососей достигаются наибольшие уловы и наибольшее заполнение нерестилищ. Например, для горбуши бассейна Амура этот оптимум составляет более 20 млн. особей.

7. В настоящее время заполнение нерестилищ всеми лососями во всех крупных районах естественного воспроизводства значительно ниже оптимума.

### ЛИТЕРАТУРА

Егорова Т.В., Крогиус Ф.В., Куренков И.И., Семко Р.С. Причины колебаний численности красной р. Озерной. “Вопр. ихтиол.”. Т. 1. Вып. 3 (20), 1961.

Крогиус Ф.В. и Крохин Е.М. Пути восстановления и увеличения стад камчатских лососей. Тр. совещания по вопросам лососевого хозяйства Дальнего Востока. Изд-во АН СССР, 1954.

Крохин Е.М. О влиянии количества отнерестовавших в озере производителей красной на режим биогенных элементов. ДАН СССР. Т. СХХVIII. № 3, 1959.

Кузнецов И.И. Некоторые наблюдения над размножением амурских и камчатских лососей. Изв. ТИНРО. Т. II. Вып. 3, 1928.

Кузнецов И.И. Кета и ее воспроизводство. Хабаровск, Дальгиз, 1937.

Леванидов В.Я. Запасы амурских лососей и гидростроительство. Изв. ТИНРО. Т. 48, 1962.

Семко Р.С. Камчатская горбуша. Изв. ТИНРО. Т. 16, 1939.

Семко Р.С. Запасы западнокамчатских лососей и их промысловое использование. Изв. ТИНРО. Т. 41, 1954.

Смирнов А.Г. Состояние запасов амурских лососей и причины их численных колебаний. Изв. ТИНРО. Т. 25, 1947.

Таранец А.Я. Исследование нерестилищ кеты и горбуши в р. Иски “Рыбн. хоз-во” № 12, 1939.

В.Н. Долженков  
(ТИНРО)

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАЛЫХ ПОЛОСАТИКОВ (*BALAENOPTERA ACUTOROSTRATA*) В ВОДАХ ИНДИЙСКОГО И ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХООКЕАНСКОГО СЕКТОРОВ АНТАРКТИКИ

Малый полосатик является одним из самых мелких представителей подотряда усатых китов (*Mystacoceti*). В водах северного полушария этот кит не образует больших скоплений, в Антарктике, напротив, он весьма многочислен (Арсеньев, 1961). Примечательно, что в северном полушарии малый полосатик является ихтиофагом, а в антарктических водах — планктофагом океанической зоны, основной пищей которого служит «криль» *Euphausia superba* (Томилин, 1957).

До настоящего времени биология этого вида (особенно в водах Антарктики) изучена очень слабо. Как справедливо отмечал В.А. Арсеньев (1961), в первую очередь необходимо осветить вопросы, касающиеся распределения, миграций и размножения малого полосатика. В настоящее время имеется единственная работа В.А. Арсеньева (1961), посвященная специально вопросу распределения этих китов в антарктических водах. К сожалению, автор ее не приводит фактического распределения малых полосатиков, ограничиваясь иллюстрацией их численности по десятиградусным долготным секторам Антарктики.

Ниже мы приводим сведения, которые позволят несколько расширить и уточнить представления о распределении этих китов в антарктических водах.

Основу нашего материала составляют результаты наблюдений за китами с китобойных научно-поисковых судов, проведенных в октябре-апреле 1966–1967 гг. Для выяснения связи распределения малых полосатиков с распределением планктона мы приводим осредненные данные по биомассе планктона в обследованном районе за весенне-летний период 1965–1967 гг. Сбор планктона (589 проб) проводился с борта научно-поискового китобойного судна сетью Джели (диаметр входного кольца 37 см, мельничное сито № 38) в слое 100–0 м.

Нами была обследована часть индийского и тихоокеанского секторов Антарктики, а также акватория Индийского океана к западу от Австралии (21–71° ю.ш. и 56° в.д. – 158° з.д.). Как видно из рис. 1, малые полосатики распределялись весьма неравномерно. Подавляющее большинство их встречено в антарктических водах, лежащих южнее 60 параллели. Незначительное количество этих китов отмечено в субтропической зоне. Нетрудно заметить, что величина биомассы планктона в антарктических водах значительно выше, чем в районе к западу от Австралии (рис. 2). Это вполне естественно, ибо в водах Антарктики, особенно в зоне антарктической дивергенции (районы, лежащие к югу от 60° ю. ш.), под воздействием квазистационарных циклонов постоянно происходит выход глубинных вод. Эти воды богаты биогенными элементами, которые создают благоприятные условия для развития планктона (Иванов и Тареев, 1959; Беклемишев, 1959). Небезынтересно отметить, что большинство малых полосатиков обнаружено в индийском секторе Антарктики (60–65° ю.ш. и 60–140° в.д.) за срок немногим более месяца (конец декабря — начало февраля 1966–1967 гг.). В меньшем количестве малые полосатики встречались в тихоокеанском секторе (60–71° ю.ш. и 140° в.д. – 156° з.д.), где наблюдения велись около 2 месяцев (начало февраля — конец марта 1967 г.), и к западу от Австралии (30–40° ю.ш. и 76–100° в.д.) за 2 месяца наблюдений (середина октября — середина декабря 1966 г.) обнаружено около 5 % общего числа встреченных малых полосатиков.

Характерно, что в индийском секторе Антарктики эти киты, наряду с высокой общей их численностью, чаще, чем в других районах, образовывали крупные скопления

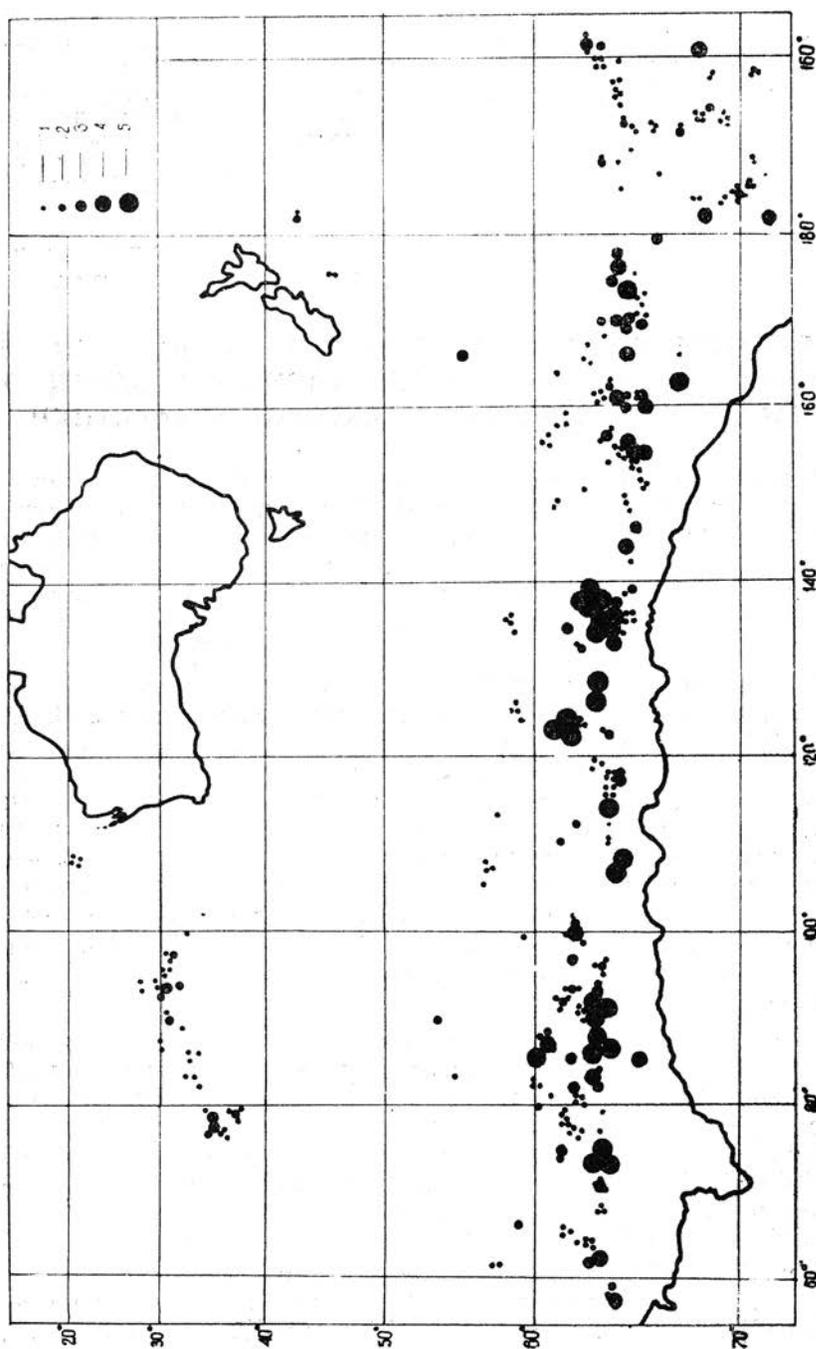


Рис. 1. Распределение малых полосатиков в Антарктике и прилежащих водах в весенне-летний период 1966—1967 гг.: 1 — 1 кит; 2 — 5; 3 — 10; 4 — 20; 5 — 50 китов

— до 100 и даже 200 животных в каждом. Нередко большие стада малых полосатиков встречались у самой кромки ледовых полей и между айсбергами. В тихоокеанском секторе малые полосатики часто встречались одиночно и не собирались в группы более 50 китов в каждой. В районе к западу от Австралии эти киты встречались еще более разреженно — не более 10 животных в одной группе. Необходимо отметить, что в этом районе часто наблюдались взрослые малые полосатики с детенышами.

При сопоставлении карты распределения малых полосатиков (см. рис. 1) с картой распределения биомассы планктона (см. рис. 2) можно заметить, что в субтропических водах скопления китов строго приурочены к местам высокой биомассы планктона (500 мг/м<sup>3</sup> и выше). Основным компонентом планктона здесь являлся крупный веслоногий рачок *Calanus tonsus*, который образовывал на поверхности океана хорошо заметные

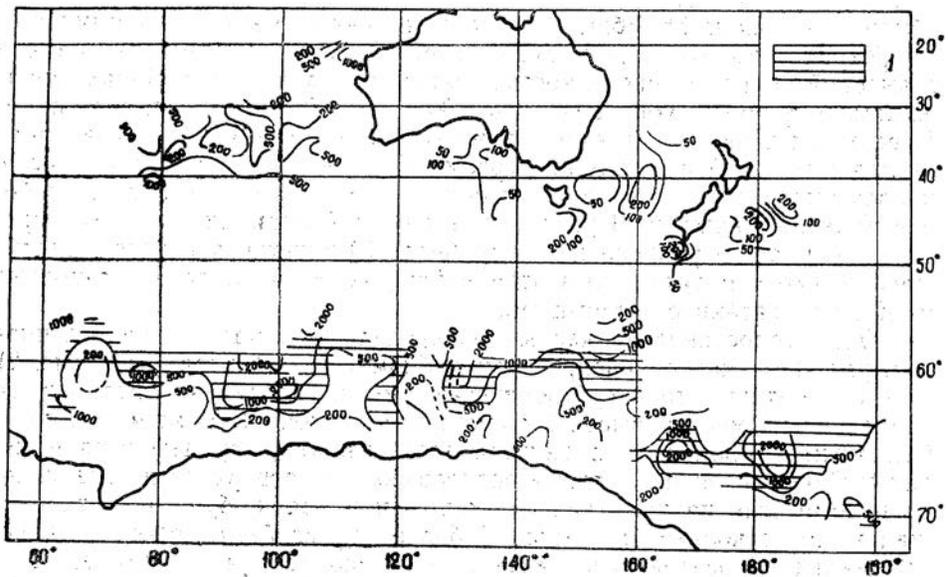


Рис. 2. Распределение биомассы планктона (в  $\text{мг/м}^3$ ) в Антарктике и прилежащих водах в весенне-летний период 1965–1967 гг.: 1 — зоны цветения фитопланктона

пятна и полосы желто- или красно-бурого цвета площадью до нескольких гектаров. С борта судна было хорошо видно, как малые полосатики «паслись» на этих скоплениях планктона.

В собственно антарктических водах не наблюдалось строгого совпадения районов скопления китов с районами высокой биомассы планктона, ибо здесь в большинстве случаев (особенно в тех, когда биомасса превышала  $500 \text{ мг/м}^3$ ) основу сестона составлял фитопланктон. Нетрудно заметить, что большинство китов встречалось в местах, где биомасса планктона колебалась в пределах  $200\text{--}500 \text{ мг/м}^3$  (на границах зон цветения фитопланктона). По нашим данным (рис. 3), численность малых полосатиков в направлении с запада на восток от  $60^\circ$  в.д. уменьшается. Этот же факт отмечался В.А. Арсеньевым (1961).

При сравнении средних показателей биомассы планктона с численностью китов по отдельным районам Антарктики (см. рис. 3) нетрудно заметить, что в районах с большим количеством планктона больше встречалось и китов, и наоборот. Наличие нескольких максимумов численности малых полосатиков, по-видимому, не случайно, а является следствием приуроченности скоплений китов к районам высокой биомассы планктона, но не следствием существования локальных стад малых полосатиков, как полагал В.А. Арсеньев (1961).

### ВЫВОДЫ

Подавляющее большинство малых полосатиков обитает в районе зоны антарктической дивергенции и южнее ее.

В индийском секторе Антарктики численность малых полосатиков значительно выше, чем в тихоокеанском.

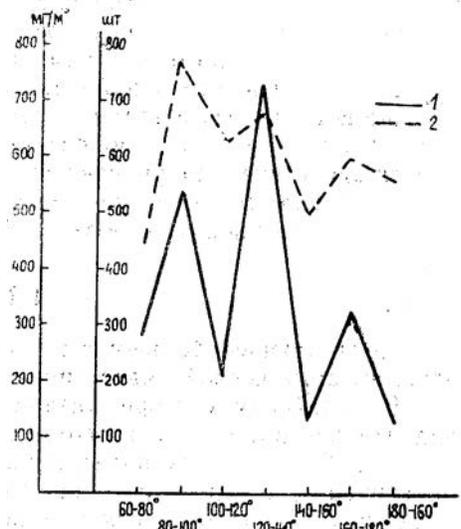


Рис. 3. Соотношение между количеством планктона и малых полосатиков в различных районах Антарктики ( $57\text{--}71^\circ$  ю.ш.). 1 — численность малых полосатиков; 2 — биомасса планктона

В субтропических водах Индийского океана скопления малых полосатиков довольно строго приурочены к местам высокой биомассы планктона. В антарктических водах эта закономерность проявляется не столь очевидно. Большинство китов встречается здесь на границах зон цветения фитопланктона.

В распределении малых полосатиков в обследованном районе наблюдается тенденция к уменьшению численности в направлении с запада на восток.

#### ЛИТЕРАТУРА

Арсеньев В.А. 1961. О малых полосатиках (*Balaenoptera acutorostrata*) Антарктики. Тр. Совещания по экологии и промыслу морских млекопитающих, АН СССР, вып. 12.

Беклемишев К.В. 1959. Антарктическая дивергенция и поля питания китов. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 6.

Иванов Ю.А. и Тареев Б.А. 1959. К вопросу о структуре зоны антарктической дивергенции. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 6.

Томилин А.Г. 1957. Звери СССР и прилежащих стран. Т. IX, Китообразные. Изд. АН СССР.

## О ВЛИЯНИИ ВЫРУБКИ ЛЕСА В БАССЕЙНАХ НЕРЕСТОВЫХ РЕК О. САХАЛИН НА ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

А.Н. Канидьеv, С.А. Салмин  
(СахТИНРО)

Урожай молоди лососевых рыб в нерестовых реках Дальнего Востока при равной численности нерестового стада бывает обычно различным. В решающей степени он определяется гидрологическими условиями в период нереста и эмбрионально-личиночного развития (Бирман, 1954; Леванидов, 1954, 1964; Костарев, 1964).

При повышении гибели вследствие неблагоприятных условий вид обладает способностью компенсировать убыль, используя некоторые свойства популяции: повышение плодовитости, эффективности нереста, усиление темпа роста, увеличение выживаемости. Но эта компенсация покрывает убыль только до определенного предела и если этот предел переступается, происходит снижение численности лососей. Указанный предел может быть переступлен в результате резкого ухудшения гидрологического режима в нерестовых реках на одном из этапов жизненного цикла. Но временно действующие отрицательные факторы оказывают временное влияние на одну генерацию лососей. В дальнейшем численность популяции достигает экологически соответствующей ей величины. Если же отрицательные факторы действуют постоянно, то стадо лососей будет находиться в угнетении. В естественных условиях постоянно действующие отрицательные факторы среды в пресноводный период жизни лососей, которые превышали бы компенсационные возможности приспособительных свойств популяции, наблюдаются сравнительно редко. Эти постоянно действующие отрицательные факторы среды обычно создаются человеком искусственно, например, изменением гидрологического режима нерестовой реки, которое может последовать за вырубкой леса в ее бассейне.

В классическом понятии лес, как известно, имеет огромное водоохранное, водорегулирующее, противозерозионное и защитное значение. В применении к нерестовым рекам значение леса для воспроизводства лососевых рыб остается недостаточно ясным. Между тем в некоторых районах Дальнего Востока, например на о. Сахалин, в бассейнах нерестовых рек длительное время осуществляется заготовка леса. В связи с этим перед работниками рыбного хозяйства Сахалинской области возникает вопрос о влиянии вырубки леса на водосборе нерестовых рек на эффективность естественного воспроизводства лососевых рыб. Для решения этого вопроса в период 1965–1966 гг. нами проведены исследовательские работы.

### Методика

Работа проводилась на реках, располагающихся в геологически и климатически однородной местности, имеющих равную физико-географическую характеристику, общность в формировании стока и условий естественного воспроизводства горбуши, но различающихся между собой по величине облесенности бассейна и берегов. Этим требованиям отвечали реки Лазовая и Фирсовка (юго-восточное побережье Сахалина). Бассейн и берега р. Лазовой имеют 24,3 %, р. Фирсовки — 85 % лесистости. С момента начала нерестового хода горбуши на этих реках изучались распределение по нерестилищам, нерест, количество производителей, выживаемость эмбрионов и личинок, обсыхание, промерзание и заиление нерестовых бугров. Одновременно изучались температура воды и воздуха, расход и уровень воды, концентрация кислорода, свободной углекислоты и реакция среды.

## Результат

Заход горбуши в нерестовые реки юго-восточного побережья Сахалина в 1965 г. начался во второй половине июля. До середины августа интенсивность миграции горбуши была сравнительно слабой, затем, постепенно повышаясь, к началу сентября достигла максимальной величины. В середине сентября на нерестилищах подконтрольных рек находилось от 7 до 60 производителей на 100 м<sup>2</sup>. Массовый заход рыбы прекратился к концу сентября.

По характеру нерестового хода контрольные реки существенно не различались. Наиболее интенсивный заход производителей из моря в реки наблюдался между 17 часами и 1 часом ночи. Около 20 % особей, учтенных за сутки, проходило в реку в часы отлива на рассвете. Днем интенсивность захода была минимальной.

Нерестилища, находившиеся в притоках рек, до начала сентября были почти не занятыми. С повышением уровня воды рыба, отстаивавшаяся в основном русле, стала заходить в притоки, а к середине сентября они по плотности заполнения нерестилищ уже превышали основное русло. Вследствие высокой численности преднерестовой горбуши по рекомендации СахТИНРО проводилось регулирование пропуска рыбы на нерестилища и вылова избыточной части стада в устьях нерестовых рек. В устье р. Фирсовки выловлено 6498, р. Лазовой — 1414 ц. В результате авиационных и наземных наблюдений на нерестилищах этих рек было учтено соответственно 497,5 и 462,0 тыс. рыб. Следовательно, нерестовое стадо горбуши р. Фирсовки по сравнению с р. Лазовой, находящейся в равноценном по воспроизводству районе, оказалось более многочисленным (табл. 1).

Таблица 1

Показатели эффективности воспроизводства лососей

Показатели	Реки	
	Фирсовка	Лазовая
Количество нерестовой площади, тыс. м <sup>2</sup>	171,0	100,0
Облесенность бассейнов, %	85,0	24,3
Нерестовое стадо, тыс. шт.	930,7	556,3
в том числе прошло на нерестилища, тыс. шт.	497,5	462,0
Количество скатившейся молоди весной следующего года, тыс. шт.	9161,2	6000,5
Количество мальков от 1 самки, шт.	36,8	25,9
Нерестовое стадо 1966 г., тыс. шт.	115,0	67,0

Построение нерестовых бугров и закладка икры на контрольных реках проходили в равные сроки. Период эмбрионально-личиночного развития также различался незначительно: скат молоди горбуши из р. Фирсовки начался 6–8 мая, из р. Лазовой — 15–16 мая. Интенсивность ската молоди постепенно возрастала до середины июня, затем стала ослабевать. На р. Фирсовке скат прекратился 10–12 июля, на р. Лазовой — 2–5 июля. Основная часть популяции покатной молоди в море мигрировала в июне: из р. Фирсовки 68, из р. Лазовой 85 %.

Скат молоди проходил в темное время суток. Дождь, помутнение воды и повышение уровня стимулировали небольшой дневной скат. Обычно миграция молоди начиналась в вечерние сумерки и прекращалась с рассветом. Максимальная интенсивность наблюдалась ночью, причем экстремум перемещался в пределах от 0 до 4 часов. Иногда в этот промежуток времени отмечались два пика активности.

За период миграции в 1966 г. в р. Фирсовке учтено 9161,2, в р. Лазовой — 6000,5 тыс. мальков горбуши. Следовательно, дочернее поколение каждой самки горбуши от нереста 1965 г. в р. Фирсовке составило 36,8, а в р. Лазовой — 25,9 малька (см. табл. 1).

По размерно-весовым показателям покатной молоди из контрольных рек не получено достоверных различий. В разные периоды ската средняя длина по пробам колебалась в пределах 32–35 мм, вес — 228–260 мг.

Таким образом, удалось выяснить, что эффективность воспроизводства горбуши на двух нерестовых реках с различной величиной облесенности бассейна неодинаково-

ва. Нерестовое стадо р. Фирсовки по сравнению с р. Лазовой численно преобладает примерно вдвое: эффективность воспроизводства, о чем можно судить по выживаемости в период эмбрионально-личиночного развития, выше примерно на 30 %. Эти различия, очевидно, определялись абиотическими, в особенности гидрологическими условиями размножения производителей и развития молоди, которые формировались в зависимости от величины облесенности бассейнов. Контрольные реки различались температурным режимом. На основании наших данных и многолетних наблюдений Сахалинской гидрометеослужбы установлено, что в р. Фирсовке с высокой облесенностью бассейна в теплое время года температура воды ниже, а в холодное время выше, чем в р. Лазовой с низкой облесенностью бассейна. Переход температуры от более низкой к более высокой отмечается в октябре-ноябре, а от более высокой к более низкой — в апреле-мае. Эти различия даже в среднем за месяц как по многолетним показателям, так и по 1965 г. весной и осенью составляют до 0,3–0,7°, летом — до 0,9–1,3°. Следовательно, влияние леса стабилизирует процессы теплонакопления и теплоотдачи, сглаживая экстремумы колебаний.

Существенные различия наблюдались также и в водном режиме контрольных рек. Среднегодовой расход воды на обеих реках примерно одинаков (на р. Фирсовке 7,13, на р. Лазовой 7,82 м<sup>3</sup>/сек). Однако распределение стока по месяцам в период нереста горбуши, развития эмбрионов и личинок своеобразно. С момента закладки икры в грунт до конца периода эмбрионально-личиночного развития в реке с высокой облесенностью бассейна происходит снижение расхода воды с 9,2 (сентябрь) до 0,49 м<sup>3</sup>/сек (март), а в реке с низкой облесенностью — с 15,6 до 0,55 м<sup>3</sup>/сек (табл. 2).

Таблица 2  
Среднемесячные многолетние (1949–1964 гг.) расходы воды на контрольных реках, м<sup>3</sup>/сек

Реки <sup>1</sup>	Месяцы									Среднее за год
	VIII	IX <sup>2</sup>	X	XI	XII	I	II	III	IV <sup>3</sup>	
Фирсовка	5,89	9,18	7,19	4,30	1,27	0,67	0,53	0,49	10,9	7,13
Лазовая	5,69	15,6	10,8	6,84	1,76	0,81	0,57	0,55	12,1	7,82

<sup>1</sup> Помимо собственных данных использованы сведения Сахалинской гидрометеослужбы.

<sup>2</sup> Период отложения икры в нерестовые бугры.

<sup>3</sup> Выход молоди из грунта.

Как видно, в первом случае амплитуда составляет 8,7, во втором — 15,3 м<sup>3</sup>/сек. При этом следует иметь в виду, что чем больше различий между максимальным и минимальным расходом воды в период эмбрионально-личиночного развития лососей, тем больше вероятность обсыхания и промерзания нерестовых гнезд, гибели икры, свободных эмбрионов и личинок, находящихся в грунте. Этим объясняется более высокая эффективность нереста горбуши и выживаемости ее потомств в р. Фирсовке по сравнению с р. Лазовой. Очевидно, высокая облесенность бассейна способствует более равномерному распределению стока, в особенности в холодный период.

Газовый состав воды (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, pH) контрольных рек не показал достоверных различий между ними. Содержание в воде кислорода колебалось в пределах 6,6–13,4 мг/л, свободной углекислоты — 2,3–10,3 мг/л, реакция среды — 6,0–6,4. Минимальная концентрация кислорода и максимальная — свободной углекислоты не выходили за пределы адаптивных для лососей величин и, очевидно, не ограничивали условий размножения.

### Обсуждение

Влияние величины облесенности бассейнов нерестовых рек на воспроизводство лососевых рыб, как видно из рассмотренных выше примеров, проявляется достаточно четко. В то же время между эффективностью воспроизводства горбуши на многих реках Сахалина на протяжении восьмилетнего периода и величиной облесенности бассейнов этих рек не удалось проследить достоверную зависимость. Это объясняется следующими факторами: на Сахалине чрезвычайно резко выражена климатическая зональ-

ность, и реки, расположенные на разных участках, гидрологически не сопоставимы; разные районы острова не равноценны по воспроизводству лососей; реки различаются качеством нерестовых площадей; численность стад лососей испытывает длительные и ежегодные колебания, обусловленные многими, в особенности климатическими, факторами; на большинстве изучаемых рек нет непрерывного ряда наблюдений. Эти условия создают фон, перекрывающий влияние леса при сравнении рек, находящихся в разных районах острова. Например, коэффициент возврата горбуши на р. Лесной с облесенностью бассейна, неизменной на протяжении многих лет, колеблется от 0,58 до 3,0 %. Следовательно, только влияние леса можно проследить лишь на тех реках, на которых все другие факторы имеют сравнительно равное значение. Реки Фирсовка и Лазовая были выбраны с учетом этих требований.

Наши исследования показали, что величина облесенности бассейна, воздействуя на гидрологический режим водоема, оказывает влияние на воспроизводство лососевых рыб. Результаты работ сотрудников Сахалинской лесной опытной станции (А.П. Клинцов и др.) позволяют заключить, что это влияние определяется, главным образом, различием структуры и водных свойств почвы, а также особенностями термического режима почвенно-грунтовых вод в лесу и на вырубке, питающих нерестовые реки. Горно-лесные почвы Сахалина, образующие устойчивые микроструктуры и высокую порозность, обладают хорошей гигроскопичностью и влагоемкостью. Вследствие этого поверхностный сток как в лесу, так и на вырубке незначителен, в большинстве случаев не образует твердого стока и не угрожает эрозией берегов при снеготаянии и дождях. Даже на вырубках с уклоном 15–20° при интенсивности осадков 5 мм/мин продолжительностью 30 мин поверхностный сток, по мнению А.П. Клинцова и др., не превышает 4–5 %. Следовательно, можно предположить, что независимо от наличия леса питание осуществляется в основном через внутрипочвенный сток. Внутрипочвенный сток на вырубке выражен сильнее и в большей степени зависит от величины поступления воды в почву, чем в лесу. Уровень почвенно-грунтовых вод на вырубке выше и лабильнее, следовательно, при равной порозности влагоемкость почвы ниже и менее постоянна, чем в лесу. Это подтверждается выклиниванием грунтовых вод на вырубке при осенних ливневых осадках. Скорость таяния почвы и снега, величина осадков при ливневых дождях и транспирация под пологом леса ниже, а влажность почвы выше, чем на вырубке. Все эти факторы стабилизируют водный баланс нерестового водоема. Наличие леса в бассейне реки уменьшает паводок и повышает уровень в зимнюю межень, что, безусловно, положительно влияет на воспроизводство лососей. Для благополучия нереста и эмбрионально-личиночного развития важна не высота уровня, а его постоянство. Как установлено, модуль стока сахалинских рек имеет прямую зависимость от величины облесенности бассейна и лес увеличивает водность рек в маловодный год. По нашим материалам и сведениям А.П. Клинцова и др., независимость гидрологических процессов наблюдается до уменьшения величины облесенности водосбора примерно наполовину.

Более низкая температура почвы в лесу по сравнению с температурой почвы на вырубке понижает температуру воды, которая через внутрипочвенный сток поступает в нерестовый водоем и действует на него охлаждающе. Это охлаждение продолжается почти до середины лета вследствие медленного таяния почвы и снега под пологом леса. Охлаждающее влияние леса на почвенно-грунтовые воды определяет специфику нерестовых рек как холодноводных водоемов в летнее время. Вследствие высокой стабильности грунтовых вод в лесу на протяжении года их роль в питании реки в маловодный период, который на Сахалине наступает в конце зимы, возрастает. Следовательно, грунтовые воды, температура которых в это время находится в пределах 2–3°, подогревают нерестовую реку и предохраняют нерестилища от промерзания. Вследствие этого температура в нерестовых буграх горбуши в основном русле не снижается за пределы 0,2–0,5°, а в нерестовых буграх кеты в притоках — за пределы 1,5–2,0°. Как видно, лес стабилизирует водный и температурный баланс водоема. Это чрезвычайно важно для нерестовых рек Сахалина. Очевидно, для сохранения неиз-

менным того гидрологического режима нерестовых рек, к которому приспособились лососи в процессе исторического развития, необходимо достаточное количество леса в бассейне нерестовой реки. Наши наблюдения, изложенные выше, показали, что 24 % облесенности бассейна — ниже оптимальной величины. Анализ зависимости между облесенностью бассейнов и стоком сахалинских рек позволяет считать, что нижний предел оптимальной величины облесенности водосбора составляет 40–50 %. Причем оставшийся лес должен располагаться равномерно по всему водосбору, включая и водоохранные полосы, которые сами по себе могут служить лишь укреплению берега и водно-физической защите нерестовой реки.

### Выводы

1. Вырубка леса в бассейнах нерестовых рек влияет на воспроизводство лососевых рыб. На реке с облесенностью бассейна 85 % по сравнению с соседней рекой, на которой сохранность леса составляет 24 %, воспроизводство горбуши происходит примерно на 30 % эффективнее.

2. Снижение эффективности воспроизводства на реке с низкой облесенностью бассейна объясняется изменением гидрологического режима, к которому приспособились лососи в процессе филогенеза. Эти изменения выражаются преимущественно в резком усилении экстремальных процессов термического и водного режимов водоема.

3. Для сохранения гидрологической специфики нерестово-выростных водоемов помимо водоохранных полос необходима равномерная облесенность водосбора, нижний предел которой предварительно можно принять равным 40–50 %.

### ЛИТЕРАТУРА

**Бирман И.Б.** Динамика численности и современное состояние запасов кеты и горбуши в бассейне Амура. Тр. совещ. по вопр. лосос. х-ва Дальнего Востока, вып. 4, АН СССР, 1954.

**Костарев В.Л.** Некоторые закономерности колебаний численности охотских лососей. Лосос. х-во Дальнего Востока, изд. «Наука», М., 1964.

**Леванидов В.Я.** Пути усиления воспроизводства кеты Амура. Тр. совещ. по вопр. лосос. х-ва Дальнего Востока, вып. 4, АН СССР, 1954.

**Леванидов В.Я.** Закономерности динамики численности лососей в бассейне Амура и пути воспроизводства запасов. Лосос. х-во Дальнего Востока, изд. «Наука», М., 1964.

## ПРОГНОЗ МНОГОЛЕТНИХ КОЛЕБАНИЙ ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОД У ЮГО-ЗАПАДНОГО БЕРЕГА САХАЛИНА

Е.Н. Уранов  
(СахТИНРО)

При исследовании многолетних изменений термического режима вод у юго-западного берега Сахалина были использованы данные средних температур Антоновского стандартного разреза за каждый месяц. Наблюдения на этом разрезе ведутся с 1924 г., так что мы располагали 42-летним рядом наблюдений.

Исследованиями к. г. н. Шелеговой Е.К. (неопубликованные данные) было установлено, что коэффициент корреляции между средней температурой разреза в июне и средней годовой температурой  $r = 0,82$  для 20 лет. Поэтому температура разреза в июне была избрана основной величиной при характеристике термического состояния водных масс у юго-западного берега Сахалина за любой год.

Анализ хода кривых солнечной активности и средней температуры разреза в июне (по годам) показал, что нет прямой связи между солнечной активностью и теплосодержанием водных масс у юго-западного берега Сахалина. Изменение температурного режима вод у юго-западного берега Сахалина связано не столько с условиями радиационного прогрева, сколько с адвективным поступлением тепла.

В результате проведенного периодограммного анализа (по методу Шустера) измерений среднегодовой температуры стандартного 20-мильного разреза от п. Антоново, было установлено, что в ходе температурной кривой преобладают 3-, 5-, 8-, 13- и 21-летняя периодичности. Эти периодичности были заложены в основу прогностического уравнения, по которому производилось вычисление теоретической кривой хода среднегодовой температуры разреза. Однако эта кривая не дала надежного совпадения с наблюдаемой кривой, чтобы ее можно было использовать для долгосрочных прогнозов режимов воды.

Исследования показали, что в ходе среднегодовой температуры Антоновского разреза наблюдается 2-летняя составляющая, наибольшие отклонения которой от долгопериодной части кривой  $1,6^\circ$  в положительную сторону и  $1^\circ$  в отрицательную сторону. Для выяснения связи в ходе этой кривой между последующим и предыдущим годом полученные числовые данные были прокоррелированы. Расчеты показали, что коэффициент корреляции имеет обратный знак и  $r = -0,74$ . Было выведено прогностическое уравнение, которое позволяет рассчитывать двухлетнюю составляющую на год вперед, следующего вида

$$y^o = -0,756 \cdot x^o, \quad (1)$$

где  $y^o$  — численное значение двухлетней составляющей в последующем году;

$x^o$  — численное значение двухлетней составляющей в предыдущем году.

$$x^o = t - t_{nc}, \quad (2)$$

где  $t_n$  — среднегодовая температура разреза или среднемесячная температура разреза в июне;

$t_c$  — сглаженное значение среднегодовой температуры стандартного разреза.

Получив долгопериодную часть кривой среднегодовой температуры разреза, мы произвели ее периодограммный анализ.

Сравнив периодограмму, которая дает представление о преобладающих периодах в ходе температурной кривой разреза до ее сглаживания, с периодограммой, которая показывает преобладающие периоды после сглаживания, можно видеть, что после сглаживания преобладающие периоды несколько сместились и изменили свои величины.

На основании полученной периодограммы было составлено уравнение для прогнозирования долгопериодной части хода среднегодовой температуры стандартного разреза. Это уравнение имеет вид

$$t_n^{\circ} \text{ сглаж.} = 4,2^{\circ} + 0,55^{\circ} \sin(60^{\circ} \cdot t + 100^{\circ}) + 0,60^{\circ} \sin(45t + 61^{\circ}) + 0,56^{\circ} \sin(30^{\circ} \cdot t + 117^{\circ}) + 0,43^{\circ} \sin(17,1t + 118^{\circ}), \quad (3)$$

где  $t_n^{\circ}$  — сглаженное значение среднегодовой температуры Антоновского стандартного разреза на рассчитываемый год;

$t$  — время ( $t = 1$  в 1924 г.,  $t = 2$  в 1925 г.,  $t = 42$  в 1965 г. и т. д.).

Коэффициент корреляции между наблюдаемой и прогностической кривой, рассчитанной по уравнению (3), составил лишь  $r = 0,61$ .

Для составления более надежного уравнения было решено взять за преобладающие периоды в ходе долгопериодной части температурной кривой, периодичность, выявленную при периодограмманализе наблюдаемой кривой, т.е. 5, 8, 13 и 21 г. Амплитуды и фазы для этих периодов были взяты из периодограмманализа сглаженной кривой. Таким образом было получено следующее уравнение:

$$t_n^{\circ} \text{ сглаж.} = 4,2^{\circ} + 0,16^{\circ} \cdot \sin(72^{\circ} + 2050) + 0,60^{\circ} \sin(45^{\circ} \cdot t + 61) + 0,41^{\circ} \sin(27,2^{\circ} \cdot t + 174^{\circ}) + 0,43^{\circ} \sin(17^{\circ},1 \cdot t + 118^{\circ}). \quad (4)$$

Прогностическая кривая, рассчитанная по уравнению (4), хорошо отражает не только тенденцию хода наблюдаемой кривой, но и почти совпадает с ней по абсолютному значению. Коэффициент корреляции между наблюдаемыми данными и рассчитанными по формуле (4) составил  $r = 0,84$ . Связь реальная, устойчивая и, следовательно, уравнение (4) может быть использовано для прогноза долгопериодной части хода среднегодовой температуры разреза.

На долгопериодную часть ежегодно накладывается двухлетняя составляющая, которая может изменять значение температуры воды на  $1,6^{\circ}$  от долгопериодной части. По формуле (1) были рассчитаны значения двухлетней составляющей с заблаговременностью, равной одному году, и наложены на долгопериодную часть. Полученная результирующая кривая сравнивалась с наблюдаемой кривой хода температуры разреза. Расчеты показали, что коэффициент корреляции в этом случае между наблюдаемой и расчетной кривой составляет  $r = 0,81$ . Таким образом, в результате исследований получено уравнение (4), по которому можно прогнозировать долгопериодную часть года среднегодовой температуры 20-мильного стандартного разреза от п. Антоново. Такие данные были рассчитаны до 2000 г.

Анализ предвычисленной кривой хода среднемесячной температуры воды в слое 0—200 м на стандартном разрезе приводит к следующим выводам:

1. С 1966 по 1979 г. температура воды у юго-западного берега Сахалина будет в основном ниже нормы, с кратковременным повышением выше нормы с 1970 по 1973 г.;
2. С 1980 по 1988 г. температура воды будет выше нормы;
3. С 1989 по 1994 г. температура воды будет ниже нормы;
4. От 1995 по 1998 г. будет кратковременное повышение температуры до значений выше нормы и затем к 2000 г. в термическом режиме вод намечается тенденция к похолоданию — температура будет ниже нормы.

Изучение работ различных авторов показало, что исследователи и ранее отмечали выявленные нами периодичности. В итоге можно сказать, что 2–3-летняя периодичность вызывается «чисто внутренними земными причинами» (Белинский, Калинин, 1946; Белинский, 1957; Дуванин, 1966), 5–6- и 12–13-летняя — циклами солнечной активности (Белинский, 1957; Кудерский, 1960; Рутковская, 1960; Эйгенсон, 1957), 8-летняя — нутацией оси Земли (Максимов, 1953), 21-летняя — многолетними изменениями горизонтальной составляющей приливообразующей силы Земли (Белинский, 1957; Максимов, 1954).

## ЛИТЕРАТУРА

**Белинский Н.А. и Калинин Г.П.** О прогнозе колебаний уровня Каспийского моря. Гидрометеиздат, М., 1946.

**Белинский Н.А.** Использование некоторых особенностей атмосферных процессов для долгосрочных прогнозов. Гидрометеиздат, 1957.

**Дуванин А.И.** О периодичности в гидрометеорологических процессах. Второй международный океанографический конгресс. Тезисы докладов. Изд. «Наука», 1966.

**Кударский С.К.** Прогноз многолетних колебаний придонной солености Балтийского моря. Тр. БалтНИРО, вып. VI, 1960.

**Максимов И.В.** Движение полюса Земли и многолетние изменения континентальности климата Европы. ДАН СССР, т. 93, № 5, 1953.

**Максимов И.В.** О многолетних приливных явлениях в море и атмосфере Земли. Тр. ИО АН, т. 8, 1954.

**Рутковская В.А.** К вопросу о сверхдолгосрочном прогнозировании уровня Каспийского моря с учетом солнечного фактора. Тр. ИО АН, т. 37, 1960.

**Эйгенсон М.С.** Очерки физико-географических проявлений солнечной активности. Львов, 1957.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЯРУСНОГО ПРОМЫСЛА ТУНЦОВ

В.М. Сухачев  
(ТИНРО)

Советскими и зарубежными учеными очень много сделано для улучшения конструкций различных сетных орудий лова. В то же время изучению ярусного промысла пелагических рыб и повышению его эффективности посвящено мало работ. Поэтому в связи с развитием отечественного промысла крупных пелагических рыб возникла необходимость в выработке определенных мер, направленных на повышение эффективности этого вида лова.

Ярусы (рис. 1) наиболее распространенных типов состояются из отдельных «корзин». «Корзина» представляет собой хребтину (1), составленную из отдельных секций, к ней крепятся поводцы (2) с крючками (3). На концах «корзин» ставятся буйрепы (4) с буями (5) и вешками (6). В зависимости от длины яруса к буйрепам хребтины крепятся несколько световых буев и радиобуев. Желательно, чтобы на концах яруса имелись радиобуи. Ярус может иметь длину более 100 км (Осипов, Кизеветтер, Журавлев, 1964).

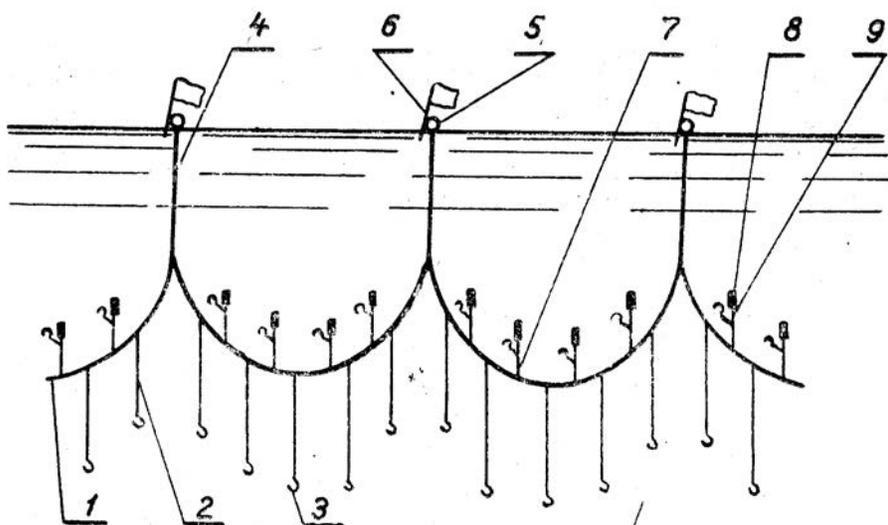


Рис. 1. Комбинированный тунцеловный ярус. 1 — хребтина, 2 — основной поводец, 3 — крючок, 4 — буйреп, 5 — буй, 6 — вешка, 7 — дополнительный поводец, 8 — поплавок, 9 — тростик

Хребтина яруса изготавливается из куралонového сеточника диаметром 6 мм, который пропитывается каменноугольной смолой. Секции между собой чаще всего соединяются при помощи шкотового узла. Буйрепы и верхняя часть поводцов также изготавливаются из куралонového сеточника, средняя часть поводцов — из стального оклетневанного тросика диаметром 3 мм, а нижняя часть — из стального тросика диаметром 1,5–1,8 мм.

При постановке яруса в районе промысла «корзины» соединяются между собой и выметываются за борт судна. После постановки яруса бот ложится в дрейф, а ярус получает необходимое время застоя. Выборку яруса обычно начинают с «корзины», выметанной последней, поэтому первые выметанные «корзины» получают значительный застой (Метелкин, 1957; Сухачев, 1965).

Для повышения эффективности промысла тунцов предлагается использовать комбинированный тунцеловный ярус. В отличие от обычного яруса комбинированный ярус (см. рис. 1) между основными (несколько укороченными) поводцами, направленными вниз от хребтины, имеет небольшие дополнительные поводцы, направленные вверх. Длина секций между основными поводцами остается прежней. Дополнительные поводцы поддерживаются в воде при помощи поплавков (8), прикрепленных к поводцам короткими тросиками (9). Дополнительные поводцы крепятся между основными поводцами на одинаковом расстоянии.

Ввиду того что суммарная длина всех поводцов комбинированного яруса не увеличивается по сравнению с суммарной длиной всех поводцов обычного яруса, затраты времени на работу с комбинированным ярусом увеличатся незначительно и дополнительное число ловцов не потребуется. Необходимо только на выметку поводцов ставить опытного рыбака; еще лучше, если ему будет оказывать помощь рыбак, который наживляет крючки, или тот рыбак, который подносит «корзины».

Хребтина комбинированного яруса может быть отдельной и нераздельной, поводцы к хребтине рекомендуется крепить при помощи карабинов. Расход материалов и затраты на постройку комбинированного яруса, по сравнению с ярусом обычного типа, увеличатся незначительно.

При использовании комбинированного яруса эффективность промысла возрастет. Увеличение улова тунцов будет наблюдаться за счет облова различных глубин и увеличения числа крючков, приходящихся на единицу длины хребтины.

Эффективность лова ярусной снастью зависит также от точного выбора оптимального времени застоя, так как значительное количество пойманных рыб при длительном застое объедают акулы и косатки. Вылов тунцеловного судна увеличивается с увеличением количества выставленных крючков, т.е. с увеличением длины яруса. В то же время увеличение длины яруса ведет к увеличению времени постановки яруса, а следовательно, и времени застоя яруса, что предопределяет количество объединенных рыб.

По нашим данным, полученным на тунцеловной базе «Ленинский луч», увеличение 8-часового времени застоя на 2–4 часа для яруса длиной 16–17 км (при длине «корзины» с пятью крючками, равной 270 м) дает увеличение улова всего лишь на 2,5 %, в то же время количество объединенной рыбы увеличивается в 2,2 раза и достигает 6 %. Таким образом, увеличение времени застоя на 25–50 % дает увеличение улова лишь на 2,5 %, т.е. происходит значительная потеря промыслового времени. Учитывая изложенное, предлагается осуществить одновременную работу с двумя укороченными ярусами.

Для шести тунцеловных ботов, базирующихся на тунцеловную базу, рекомендуется следующая методика работы (рис. 2). При работе в новом районе при благоприятной погоде расстановка ботов осуществляется «звездочкой» (см. рис. 2-а). Когда местонахождение тунцов известно, то расстановка ботов осуществляется направленным «лучом» (см. рис. 2-б). При известном направлении течения боты ставят ярусы на параллельных курсах поперек течения (рис. 2-в) или под углом к нему. Работа предусмотрена с укороченными ярусами. Так как работа каждого бота будет аналогичной, то рассмотрим работу бота № 1.

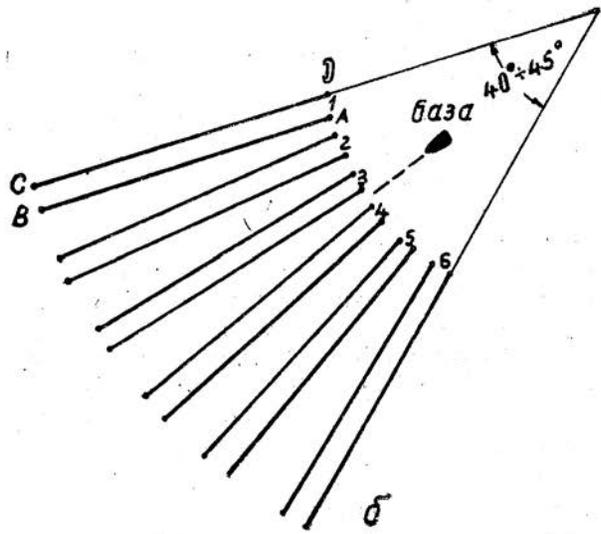
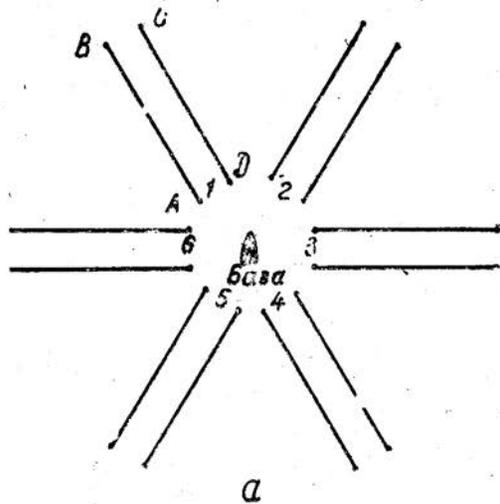
Из точки А бот выметывает первый укороченный ярус (длиной около 8 км), после чего, отойдя на некоторое расстояние вправо или влево от яруса (от точки В до точки С), ложится на обратный курс и выметывает второй укороченный ярус, по длине равный первому. После выметки бот вновь переходит к первому ярусу (из точки Д в точку А) и выбирает его. Закончив выборку первого яруса, бот приступает к выборке второго яруса. Если уловы большие, то бот по окончании выборки второго яруса может вновь повторить весь цикл. Если уловы незначительные, то боты переходят в другой район.

Подобный способ постановки рекомендуется и для отдельных судов, так как работа отдельного судна будет аналогичной.

При благоприятных обстоятельствах каждый бот за сутки сможет выставлять по два укороченных яруса не менее 3–4 раз, т.е. общая длина ярусов, выставленных одним ботом, будет 48–64 км; следовательно, она будет соответствовать длине ярусов,

выставляемых ботами за сутки в настоящее время (Сухачев, 1965).

Рис. 2. Схемы расстановки ботов



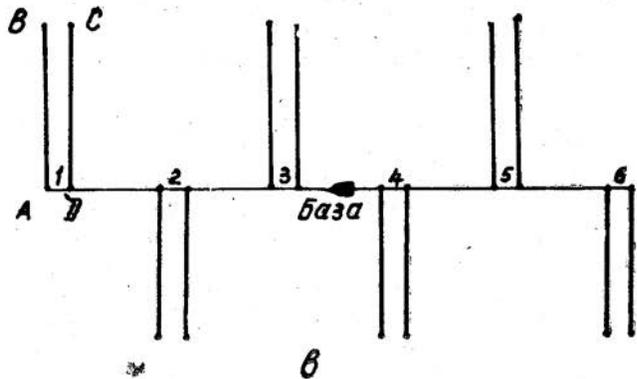
При таком методе работы не происходит значительного объедания улова акулами и косатками, кроме того, не происходит потери рабочего времени на застой яруса, за счет чего возможно повышение эффективности лова тунцов.

### ЛИТЕРАТУРА

Метелкин Л.И. Промысел тунцов. Владивосток, 1957.

Осипов В.Г., Кизветтер И.В., Журавлев Л.В. Тунцы и мечеобразные Тихого и Индийского океанов. М., 1964.

Сухачев В.М. Техника ярусного лова на тунцеловных базах. Владивосток, 1965.



В.Н. Акулин,  
Т.А. Первунинская

## СОСТАВ ТКАНЕВЫХ ЛИПИДОВ ПРИДОННЫХ РЫБ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

Жирные кислоты — один из важнейших компонентов липидов, во многом определяющий их физико-химические свойства и физиологические функции. От жирных кислот в значительной мере зависит и пищевая ценность жиров.

Жирнокислотный состав липидов рыб по сравнению с наземными животными богат и разнообразен и привлекает внимание исследователей многих стран. Объектами исследования обычно являются промысловые рыбы северных районов Тихого и Атлантического океанов: тихоокеанская и атлантическая сельдь, треска, лосось (Ackman et al., 1967; Saddler et al., 1966). Сведения о химическом составе и, в частности, о липидах тканей рыб, обитающих в тропических и субтропических водах, незначительны. Можно отметить лишь несколько работ о рыбах тропических вод Тихого и Индийского океанов (Shimma, Taguchi, 1964; Gopakumar, Rajendranathas, 1967).

В настоящей работе предпринята попытка исследовать тканевые липиды важных в промысловом отношении рыб из южных и умеренно-холодноводных районов Тихого океана. Особое внимание обращалось на жирнокислотный состав липидов.

Исследования проводились на образцах мороженой и свежевывловленной рыбы, заготовленной непосредственно на месте промысла. Экстракцию липидов производили по методу Е. Блайя и В. Дайера (Bligh, Dyer, 1959), позволяющему одновременно экстрагировать и очищать липиды. Метилловые эфиры жирных кислот получали с помощью свежеперегнанного абсолютного метанола с 5 %-ным HCl. Анализ метиловых эфиров проводили на газожидкостном хроматографе РУЕ-104 (модель 24) с пламенно-ионизационным детектором при температуре 195° С. В качестве жидкой полярной фазы использовали 15 %-ный диэтиленгликольсукцинат. Фазой-носителем служил промытый соляной кислотой хромосорб W (80–100 меш.). Константы выделенных липидов определяли общепринятыми методами.

Результаты исследований жирнокислотного состава липидов, выделенных из различных тканей трех видов рыб — кабан-рыбы *Pseudopendoceros richardsoni*, берикса *Beryx splendens* и каменного окуня *Epinephelus* (genus), приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что липиды исследованных тканей рыб содержат разнообразные жирные кислоты, среди которых насыщенные составляют около 1/3 общей суммы. Различие в жирнокислотном составе липидов рыб невелико и относится главным образом к содержанию олеиновой кислоты (18:1): в липидах мяса кабан-рыбы и окуня олеиновая кислота является основной жирной кислотой, ее содержание превышает 30 %. В липидах берикса этой кислоты около 21 %, а основной является насыщенная кислота — пальмитиновая (16:0).

Исследованные нами рыбы различаются по классам жирности: окунь, содержание жира в котором не превышает 1,2 %, относится к тощим рыбам, берикс — к среднежирным, а кабан-рыба — к жирным. Известно, что липиды жирных рыб (сельдь, палтус) представлены в основном триглицеридами, характеризующимися очень высоким содержанием моноеновых жирных кислот (20:1) и (22:1) — кислот метаболического резерва (Ackman et al., 1967). Основными липидами тканей тощих рыб (треска, тунец) являются фосфолипиды, в которых преобладают высоконенасыщенные длинноцепочечные кислоты (20:5) и (22:6) (Jangaard et al., 1967; Shuster et al., 1964). При сопоставлении жирно-кислотного состава жирных рыб — кабан-рыбы и сельди не трудно заметить, что в липидах первой отсутствуют характерные для нейтральных жиров признаки. Доля 20:1 и 22:1 кислот в липидах кабан-рыбы незначительна (не более 6 %),

тогда как 18:1 и 22:6 кислоты содержатся в большем количестве. Еще меньше сходства обнаруживается при сопоставлении липидов кабан-рыбы с фосфолипидами трески. Липиды кабан-рыбы по жирнокислотному составу не похожи на липиды как жирных, так и тощих рыб северных морей. Пока трудно сказать, имеют ли триглицериды жирных рыб, живущих в теплых водах, необычный состав жирных кислот, обусловленный повышенной температурой среды обитания, или при исследовании кабан-рыбы мы наблюдаем иные классы липидов. В пользу последнего довода говорит тот факт, что липиды некоторых придонных организмов (рыб, ракообразных), по данным Р. Люиса (Lewis, 1962, 1967), характеризуются высоким содержанием олеиновой кислоты (около 50 %), что автор ставит в прямую связь с общим содержанием восков в этих липидах.

Таблица 1

**Жирнокислотный состав тканевых липидов кабан-рыбы, берикса и каменного окуня в сравнении с североатлантическими рыбами (в % от суммы жирных кислот)**

Жирные кислоты	Кабан-рыба			Берикс			Камен. окунь	Сельдь*	Треска **
	мясо	голова	внутр.	мясо	голова	внутр.	мясо		
14:0	3,6	5,8	4,7	2,5	3,0	3,0	2,3	6,0	0,9
15:0	0,7	0,9	0,7	0,4	—	0,2	0,5	0,4	0,1
16:0	22,4	20,3	22,6	24,2	25,0	24,0	19,5	9,3	19,6
16:1	6,1	5,8	6,0	6,9	3,7	5,2	6,6	7,2	2,4
16:2	1,0	0,9	0,8	0,9	0,5	0,5	0,9	1,3	—
16:3	0,5	0,8	1,0	0,8	0,5	0,5	0,6	0,6	—
18:0	4,4	3,9	4,0	3,8	3,6	3,7	4,0	0,9	3,5
18:1	31,3	29,8	29,6	19,5	22,0	20,1	35,6	12,5	11,0
18:2	1,0	1,1	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	0,8	0,6
18:3	0,3	—	0,5	0,2	0,7	0,3	—	0,7	—
18:4	0,0	1,8	1,4	0,6	1,0	0,5	—	1,2	—
20:1	3,1	2,4	2,8	5,2	4,7	5,0	3,4	19,3	0,9
20:4 w 6	1,2	0,8	0,8	1,2	2,5	1,6	1,7	0,6	5,0
20:4 w 3	1,0	0,6	0,6	0,6	1,2	1,0	0,9	0,2	1,0
20:5	4,0	6,1	5,2	3,9	6,0	6,4	2,0	4,4	16,1
22:1	2,5	0,8	0,9	6,8	4,2	5,0	1,7	29,6	0,7
22:4	—	0,6	0,5	—	—	—	0,3	—	—
22:5 w 6	—	0,6	0,5	0,9	0,4	0,3	1,4	0,1	—
22:5 w 3	1,6	1,7	1,1	1,1	1,2	0,7	1,3	0,6	1,5
22:6	14,4	14,0	15,5	17,8	17,1	19,1	14,6	2,7	33,6
24:1	—	0,6	—	1,6	1,8	1,9	1,0	0,8	—

\* По данным Р. Акмана (Ackman et al., 1967).

\*\* По данным Д. Янгорда (Jangaard et al., 1967).

При сопоставлении липидов тощих рыб — окуня и трески можно обнаружить сходство между ними только в содержании насыщенных жирных кислот. По содержанию моноеновых и полиеновых жирных кислот сопоставляемые липиды мало сходны. Количество олеиновой кислоты в липидах окуня велико — 35 %, тогда как процент 22:6 кислоты, основной жирной кислоты фосфолипидов, не высок — 14 %. Таким образом, липиды каменного окуня, как и липиды кабан-рыбы, по жирнокислотному составу не похожи на типичные липиды рыб северных морей.

Несколько менее выражена «оригинальность» жирнокислотного состава липидов берикса по сравнению с кабан-рыбой и каменным окунем. Наряду с некоторыми различиями в жирнокислотном составе липиды берикса отличаются от кабан-рыбы и каменного окуня более высоким содержанием неомыляемых липидов (табл. 2).

Сопоставление жирнокислотного состава отдельных тканей исследуемых рыб не выявило каких-либо существенных различий. По-видимому, для омыляемых липидов этих рыб не характерна тканевая специфичность. По содержанию неомыляемой

фракции тканевые липиды берикса различаются довольно четко. Наиболее богаты неомыляемыми липиды, выделенные из головы этой рыбы, — 3,4 %. В мясе неомыляемых почти в 2 раза больше, чем во внутренностях, — 2,4 %. В отличие от берикса тканевые липиды кабан-рыбы по этому показателю различаются слабее. По-видимому, содержание структурных липидов, обладающих тканевой специфичностью, в составе общих липидов кабан-рыбы невелико.

Таблица 2

**Химическая характеристика тканевых липидов рыб**

Наименование образца	Содержание жира, %	Количество неомыляемых, %	Число омыления, мг КОН на 1 г жира	Йодное число, г йода на 100 г жира
Каменный окунь				
Мясо	1,1	1,80	151,7	134,8
Берикс				
Мясо	3,2	2,42	199,6	130,5
Внутренности	5,0	1,30	194,0	132,5
Голова	7,3	3,43	—	119,5
Кабан-рыба				
Мясо	18,4	1,46	207,0	131,5
Внутренности	27,9	1,15	193,8	144,9
Голова	—	1,90	205,1	135,8

При исследовании тканевых липидов рыб южных морей особое внимание было обращено на липиды кабан-рыбы в связи с устойчивостью их к гидролитическому распаду и окислительной порче. Механизм гидролитического распада липидов подробно изучался рядом канадских и американских исследователей. В частности, Е. Блай и М. Скотт (Bligh, Scott, 1966), работая с мороженой треской, показали, что основные источники свободных жирных кислот в липидах этой рыбы — фосфолипиды, а именно: лецитин и фосфатидиэтаноламин. Авторы отмечают, что активный в первый момент гидролиз этих фосфолипидов замедляется по истечении определенного времени, затем прекращается. Торможение гидролиза фосфолипидов М. Юрковский и Н. Брокерхофф (Yurkowski, Brockerhoff, 1965) объясняют ингибирующим влиянием олеиновой кислоты на лецитиназу — фермент, обеспечивающий распад самого массивного в тканях животных фосфолипида — лецитина. Принимая во внимание ингибирующие свойства олеиновой кислоты, можно предположить, что очень высокий процент ее в липидах кабан-рыбы как-то связан с устойчивостью их к гидролитическому распаду.

**ВЫВОДЫ**

1. По относительному содержанию жирных кислот в тканевых липидах придонные рыбы южных морей (кабан-рыба, берикс и каменный окунь) значительно отличаются от традиционных объектов промысла, обитающих в холодных водах (треска, сельдь, палтус).
2. Для жирнокислотного состава липидов кабан-рыбы и берикса, по-видимому, не характерна тканевая специфичность.
3. Липиды мяса, внутренностей и головы берикса обнаруживают значительные различия по содержанию неомыляемой фракции, тогда как тканевые липиды кабан-рыбы по этому показателю различаются слабее.

**ЛИТЕРАТУРА**

Ackman R.G., Eaton G.A., Ke P.Y. 1967. Canadian marine oils low iodine value: fatty acid composition of oils from Newfoundland turbot, certain Atlantic herring and sablefish. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24, N 12.

Bligh E.G., Dyer W.Y. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canad. J. Biochem. Physiol., 37, N 8.

- Bligh E.G., Scott M. 1966. Lipid of cod muscle and the effect of frozen storage. J. Fish. Res. Bd. Canada, 23, N 7.
- Gopakumar K., Rajendranathas N. 1967. Fatty acid composition of lipid of marine fish as determined by gas-liquid chromatography. Ind. J. Biochem., 4.
- Jangaard D.M., Ackman R.G., Sipos I.G. 1967. Seasonal changes in fatty acid composition of cod liver, flesn, roe and milt lipids. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24, N 3.
- Lewis R.W. 1962. Temperature and pressure effects on fatty acids of some ectotherms. Comp. Biochem. Physiol., 6,
- Lewis R.W. 1967. Fatty acid composition of some marine animals from various depths. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24, N 5.
- Shimma I., Taguchi H. 1964. A comparative study of fatty acid composition of fish, 30, N 2.
- Shuster C.Y., Froines I.R. 1964. Phospholipids of tuna white muscle. J. Amer. Oil Chem. Soc, 41.
- Saddler I.B., Lovry R.R., Krueger H.M., Tinsley I.I. 1966. Distribution and identification of the fatty acids from the coho salmon. J. Amer. Oil Chem. Soc, 43.
- Yurkowski M., Brockerhoff H. 1965. Lipoecithinase of cod muscle. J. Fish. Res. Bd. Canada, 22.

В.А. Куликова

### ТРЕПАНГ ЛАГУНЫ БУССЕ

В настоящее время все большее значение придается освоению и использованию нерыбных богатств наших морей и океанов. К числу нерыбных объектов относится и трепанг дальневосточный *Stichopus japonicus* v. *armatus*, который давно промышляется в ряде районов некоторых дальневосточных морей. Данный вид голотурии встречается и у берегов южного Сахалина, но особенно много его в лагуне Буссе, расположенной на западном берегу Тонино-Анивского полуострова и связанной с заливом Анива узким проливом Суслова шириной около 80 м. Акватория округлой по своим очертаниям лагуны занимает площадь 43 км<sup>2</sup>, длина береговой линии — 27 км.

Лагуна Буссе издавна привлекает внимание исследователей богатством и разнообразием промысловых беспозвоночных. Здесь можно встретить иглокожих, представленных несколькими видами ежей и голотурий; среди моллюсков — гигантская устрица, приморский гребешок, мидия, ряд брюхоногих и др. Гребешок, трепанг, устрица, мидия и травяной шримс являются важными промысловыми объектами. Обитают они преимущественно в юго-западном, южном и восточном районах лагуны Буссе.

Сбор материала по трепангу проводился водолазами СахТИНРО. В основу работы по выяснению его распределения и запасов положен предложенный А.Н. Голиковым и О.А. Скарлато (1965) метод съемки лагуны серией разрезов. Работы проводились в течение ряда лет с 1969 по 1971 г. В 1970 г. осуществлено 20 разрезов, включающих 234 станции, каждая из которых отстояла от предыдущей на 100–300 м. На станциях фиксировался характер грунта, глубина, температура, прозрачность воды, отмечалась степень покрытия дна водорослями и брались пробы воды на гидрхимический анализ.

Общая съемка лагуны с последующим детальным обследованием богато заселенных беспозвоночными участков дна позволила выявить экологические условия обитания трепанга. Рельеф дна лагуны довольно прост, глубины постепенно увеличиваются от берегов к центру, достигая максимума 6 метров. Преобладающими по занимаемой площади являются глубины от 2 до 5 м. Вдоль западного и юго-западного берегов тянется полоса литоральной отмели и мелководья с глубинами менее двух метров. Вблизи пролива располагаются песчаные банки, которые частично осушаются при малой воде. Они разделены проливами — форватерами.

Грунты лагуны представлены песком и илом, илистым песком с примесью мелкого битого ракушечника. По величине занимаемой площади на первом месте стоят илистые, на втором — песчаные и на последнем — твердые грунты. В южном, юго-западном и юго-восточном районах лагуны распространены песчано-илистые грунты, местами с примесью гальки. Здесь же отмечается большое количество пустых раковин моллюсков, преимущественно устриц, гребешка, мидии, а также створок моллюсков рода *Cardium*, *Serripes*, *Spisula* и др. В северо-западном и центральном районах лагуны преобладают черные илы с резким сероводородным запахом, почти лишенные животных и растительности. Обширную площадь на восточной половине лагуны занимают заросли анфельдии (*Ahnfeltia tobuchiensis*), основу биоценоза которой составляет морская капуста. Вдоль всего побережья лагуны Буссе господствуют заросли zostеры.

Гидрологический режим лагуны характеризуется резко выраженным перемешиванием воды за счет частых ветров различных направлений и приливно-отливных течений, что приводит к почти полному отсутствию стратификации водных масс. Температура воды колеблется от 0,0°С в июне до 20°С в августе-сентябре. В зимнее время, при ледовом покрытии лагуны, температура отмечается в 1,5–1,7°С. Соленость несколько ниже морской — 27–31 ‰, реакция среды слабощелочная, концентрация водородных ионов

подвержена колебаниям от 8,10 до 8,80. Содержание растворенного в воде кислорода колеблется от 3,5 до 10 мг/л, что соответствует полному насыщению воды.

Трепанг в лагуне Буссе был отмечен нами на 157 станциях из 234. Встречался он преимущественно в восточной половине лагуны на пласте анфельции. В районе устричной банки и северо-западной части лагуны трепанг обнаружен на небольшой площади дна (рис. 1); в центральной части лагуны, на илистом грунте, он отмечался единично. Наиболее часто и в значительных количествах трепанг в лагуне Буссе встречался на песчано-галечном грунте, со слабым заилением, а также на пласте анфельции, занимающей, согласно неопубликованным данным В.Ф. Сарочан и В.Н. Павловой, пространство в 590 га.

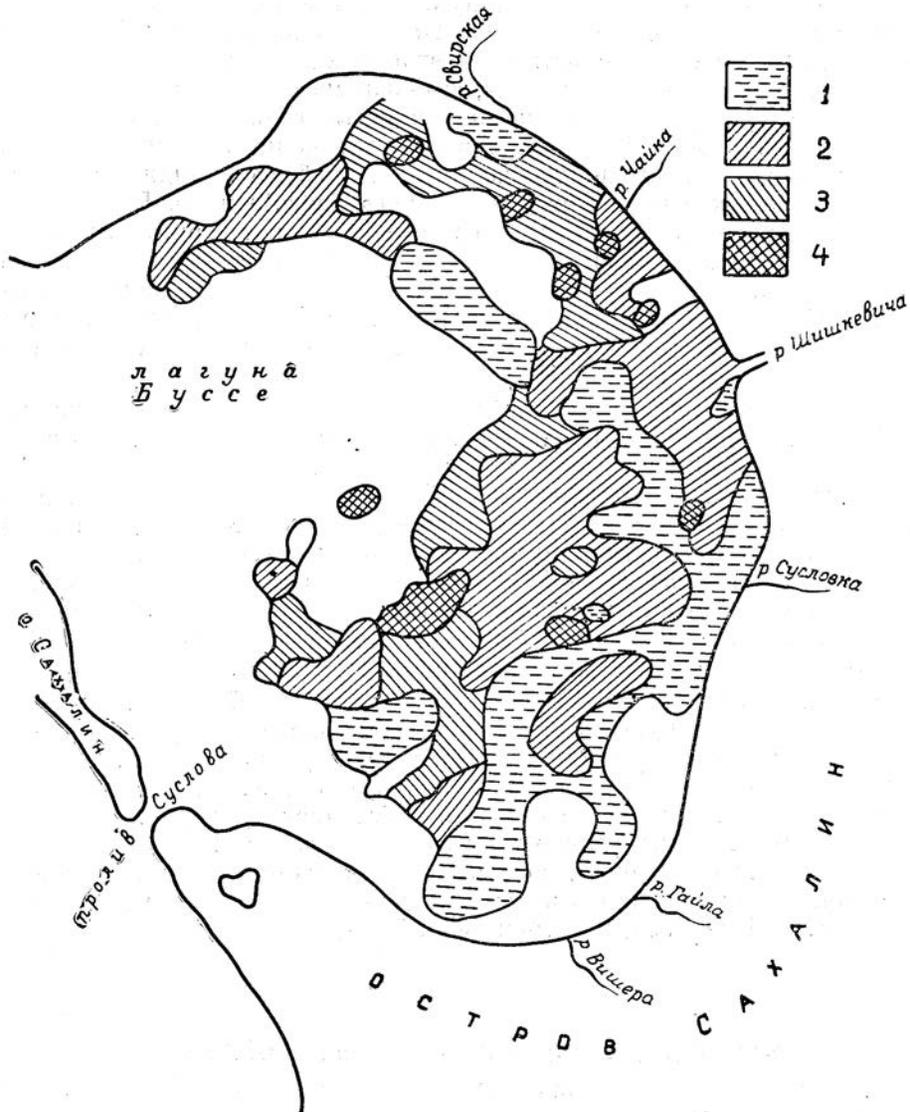


Рис. 1. Распределение общей биомассы трепанга в лагуне Буссе (1970 г.). 1 — 5–50 г/м<sup>2</sup>; 2 — 50–150 г/м<sup>2</sup>; 3 — 150–300 г/м<sup>2</sup>; 4 — 300–1500 г/м<sup>2</sup>

Таблица 1

**Весовая структура популяции трепанга в лагуне Буссе**

Вес общий, г	30—100	100—200	200—300	300—400	более 400
Количество, %	11,8	39,9	28,6	14,0	5,7

Средний вес тела трепанга в лагуне Буссе составил в 1969 г. — 195 г, в 1970 г. — 205 г, в 1971 г. — 228 г. Увеличение веса трепанга следует объяснить старением

популяции в связи с отсутствием промысла. Вес кожно-мышечного мешка, по нашим подсчетам, составил в 1971 г. в среднем 89 г, на 9 г больше, чем в предыдущем году.

Максимальная биомасса (от 300 до 1500 г/м<sup>2</sup>), соответствующая плотности от 1,2 до 8,8 экз./м<sup>2</sup>, наблюдается лишь на ограниченных участках дна в северо-восточной части лагуны, в районах рек Свирская и Чайка, а также в районе устричной банки (рис. 1). На значительной площади трепанг имеет биомассу от 50 до 300 г/м<sup>2</sup>. Средней для лагуны ее можно считать в 127 г/м<sup>2</sup>, соответствующую плотности 0,62 экз./м<sup>2</sup>.

При вычислении запасов трепанга обследованная акватория лагуны Буссе была разделена на 24 квадрата, каждый из которых соответствовал площади 1 562 500 м<sup>2</sup>. Зная количественное соотношение станций с наличием и без трепангов, количество трепангов с каждой станции, его средний вес, можно получить данные по общему весу трепанга в пределах ограниченной нами площади и общие его запасы по всей лагуне.

Величина запасов трепанга, согласно подсчетам, в 1970 г. составила 17 190 ц, что в переводе на товарную продукцию равно 6707 ц.

Таким образом, трепанг лагуны Буссе является перспективным в хозяйственно-промысловом отношении беспозвоночным.

### ЛИТЕРАТУРА

Голиков А.Н., Скарлато О.А. Гидробиологические исследования в заливе Посьет с применением водолазной техники. Фауна морей северо-западной части Тихого океана. Исследования фауны морей, II(XI), 1965.

Л.М. Зверькова

## О ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОМЫСЛА НА СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ СТАДА МИНТАЯ, ОБИТАЮЩЕГО В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Анализ общего хода развития промысла минтая в тихоокеанском бассейне свидетельствует о том, что общий вылов и темпы роста уловов этой рыбы в последние годы значительно возрастают. Однако интенсивное увеличение уловов происходит лишь в относительно новых районах лова, в основном в Охотском и Беринговом морях. Вместе с тем, в старых, традиционных районах промысла, каким, в частности, является северная часть Японского моря, прилежащая к о-вам Сахалин и Хоккайдо, рост уловов в последние годы незначительный (табл. 1).

Таблица 1

Уловы минтая в различных районах тихоокеанского бассейна (СССР, Японии), тыс. т

Район лова	Годы		Темп роста уловов
	1961–1965	1966–1970	
Северояпономорский	127,9	139,6	9,1
Восточноберинговоморский	124,6	744,8	494,2
Западнокамчатский	188,7	602,0	415,8

Для того, чтобы оценить воздействие промысла на состояние запасов минтая в северной части Японского моря, мы получили и сравнили коэффициенты убыли рыбы от промысла и от естественной смертности, а также характер изменения уловов от коэффициента промысловой смертности  $F$ . В своих суждениях о характере промысла исходили из известного положения о том, что промысел является оптимальным, если коэффициент убыли рыб от него не превышает коэффициента естественной смертности (Тюрин, 1962, 1967).

Для вычисления коэффициента общей годовой убыли минтая использовали данные по возрастному составу уловов у советских и японских рыбаков (табл. 2).

Таблица 2

### Возрастной состав уловов минтая

Год облова	Возрастные группы, млн. шт.						Общий вылов, тыс. т
	4	5	6	7	8	9	
1963	45	144	93	52	20	8	134,7
1964	71	122	54	29	9	4	157,9
1965	20	102	106	29	9	4	109,5
1966	27	66	86	43	9	8	142,3
1967	56	121	65	44	20	6	156,9
Средний ряд, %	15,0	38,0	27,4	13,5	4,1	2,0	

Общая убыль рыб определяется выражением (Баранов, 1918),

$$\varphi = N/S, \quad (1)$$

где  $N$  — численность возрастной группы, для которой вычисляется убыль в процентах;  
 $S$  — сумма процентов возрастных групп, начиная с той, для которой вычисляется убыль.

Коэффициент общей годовой убыли для рыб 5–8 лет оказался равным 0,59.

Значение коэффициента общей годовой убыли минтая мы получили, используя и другой способ. Общая мгновенная смертность рыб, вычисленная по разнице натуральных логарифмов численности смежных возрастных групп (рис. 1), равна 0,80.

Связь между коэффициентами общей мгновенной смертности и общей годовой убыли выражается формулой

$$\varphi = 1 - e^{-Z}, \quad (2)$$

где  $Z$  — коэффициент общей мгновенной смертности. Отсюда коэффициент общей годовой убыли  $\varphi = 0,55$ . Для дальнейшего анализа воспользуемся  $\varphi = 0,57$ , т. е. средней величиной вычисленных значений коэффициентов общей годовой убыли.

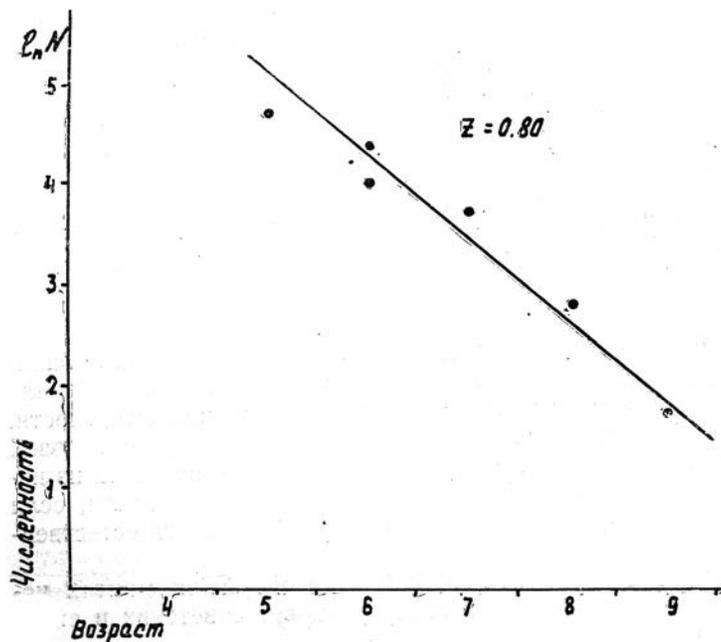


Рис. 1. Оценка общей мгновенной смертности минтая

К оценке естественной смертности минтая подошли, используя формулу Ф.И. Баранова (1918)

$$F + M = (\ln n_1 - \ln n_2) / (r(l_2 - l_1)), \quad (3)$$

где  $n_1$  и  $n_2$  — количество особей в рассматриваемых размерных группах;

$l_1$  и  $l_2$  — длина рыб в размерных группах, см;

$r$  — коэффициент пропорциональности, учитывающий изменение длины рыб во времени.

Используя данные по составу уловов минтая за 1932 год (табл. 3), когда промысла данного вида в северной части Японского моря не существовало, выполненную по формуле (3) оценку смертности можно отнести за счет убыли рыб от естественных причин.

Таблица 3

**Размерный состав уловов минтая в северной части Японского моря в 1932 г.**

(по Кагановской, 1949)

Длина	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	62	66	69	72
Количество	1		22	30	28	24	17	10	2	1	1			1	

Материалы, характеризующие по среднемноголетним значениям длины и веса рост минтая различных возрастных групп (табл. 4), позволяют определить  $r = 1/3,2$ . Отсюда в соответствии с формулой (3) получаем среднее значение коэффициента мгновенной естественной смертности  $M$  для рыб половозрелой части стада, то есть имеющих длину тела свыше 39 см,  $M = 0,33$ , а годовая убыль  $\varphi_M = 1 - e^{-M} = 0,28$ .

Таблица 4

**Рост минтая в северной части Японского моря**

(1961–1973 гг.)

Возраст	2	3	4	5	6	7	8	9	№ штук
Длина, см	22,5	30,5	36,1	40,3	44,0	47,3	49,9	52,3	5700
Вес, г	78,0	178,0	287,0	422,0	578,0	620,0	800,0	880,0	4200

Выше мы получили для современного промысла  $\varphi = 0,57$ . Соответствующий коэффициент общей мгновенной смертности  $Z = 0,85$ . Отсюда коэффициент мгновенной промысловой смертности  $F$ , вычисленный по формуле  $F = Z - M$ , равен  $0,52$ .

Средняя годовая убыль минтая от промысла для анализируемого периода

$$\varphi_F = (\varphi \cdot F)/(F + M) = 0,35. \quad (4)$$

При условиях эксплуатации стада средняя годовая убыль минтая от естественной смертности

$$\varphi_M = (\varphi \cdot M)/(F + M) = 0,22. \quad (5)$$

Как видно, при существующей общей годовой убыли  $\varphi = 0,57$ , годовая убыль от промысла значительно превышает убыль от естественной смертности.

Любая популяция рыб в соответствии с биологическими особенностями способна увеличивать свою численность и прирост биомассы путем роста и размножения составляющих ее особей до определенного предела. Уловы эксплуатируемой промыслом популяции также вырастают, пока популяция способна обеспечить такой прирост биомассы стада, который способствует росту уловов. С целью анализа возможных изменений уловов минтая в зависимости от изменения интенсивности промысла, то есть коэффициента промысловой смертности, мы воспользовались уравнением Р. Бивертон и С. Холта (1969), связывающим изменение показателя уловов ( $\bar{Y}_w/R$ ) от интенсивности промысла  $F$

$$\frac{\bar{Y}_w}{R} = F \cdot W_\infty \cdot e^{-M(t_p^1 - t_p)} \sum_{n=0}^{n=3} \frac{\Omega e^{-nk(t_p^1 - t_0)}}{F + M + nk} \cdot 1 - e^{-(F+M+nk)\lambda}, \quad (6)$$

где  $\bar{Y}_w$  — возможный среднегодовой улов в весовом выражении;

$R$  — ежегодное пополнение;

$t_p$  — возраст, при котором рыба попадает в промысловый район;

$t_p^1$  — возраст, при котором она становится объектом промысла;

$k$  — эмпирический коэффициент роста;

$\lambda$  — промысловый период жизни рыбы;

$W_\infty$  — предельный вес рыбы, г.

Параметры роста, входящие в уравнение (6), вычислены по данным таблицы 4 на основе использования уравнения Бергаланффи (Bertalanffy, 1938, 1949). Между весом ( $W$ ) и соответствующей длиной ( $l$ ) минтая принимается кубическая зависимость вида  $W = al^3$ . Нами получены следующие количественные оценки параметров, характеризующих состояние промыслового стада минтая (табл. 5).

Таблица 5

**Некоторые параметры промыслового стада минтая северной части Японского моря**

$t_p$	$t_p^1$	$\lambda$	$t_0$	$W_\infty$	$K$	$M$
3	3	11	-0,40	1530	0,19	0,32

Наиболее удобно и вполне приемлемо при анализе закономерностей изменения улова и численности стада использовать относительные показатели ( $\bar{Y}_w/R$ ) продуктивности промыслового стада, так как величина  $R$  не влияет на форму полученной кривой (Бивертон, Холт, 1969).

Зависимость изменения относительного улова минтая от коэффициента промысловой смертности показана на рис. 2. Рассматривая форму кривой, можно видеть, что при эксплуатации стада минтая промыслом уловы его не могут увеличиваться беспредельно при увеличении интенсивности промысла, то есть коэффициента промысловой смертности. Первоначально по мере увеличения интенсивности промысла величина возможного улова, характеризуемого отношением  $\bar{Y}_w/R$ , растет довольно быстро до  $F = 0,3-0,4$ . Дальнейшее увеличение интенсивности промысла, а следовательно, коэффициента промысловой смертности, приводит к тому, что величина улова изменяется мало, а впоследствии при  $F = 0,7-0,8$  — заметно снижается.

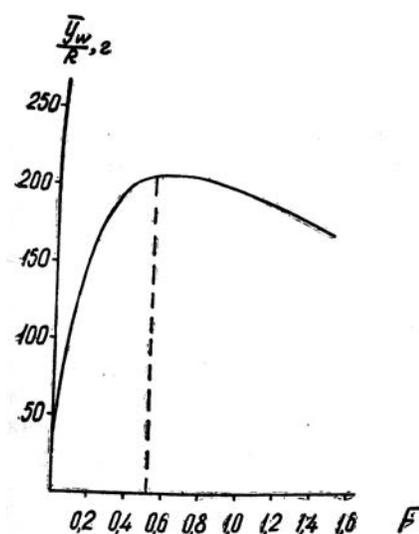


Рис. 2. Зависимость показателя возможного улова минтая от коэффициента промысловой смертности ( $\bar{Y}_w/R$  — улов, приходящийся на единицу пополнения)

При современной интенсивности промысла  $F = 0,52$  величина возможного улова минтая практически достигла своего предельного значения; при дальнейшем увеличении интенсивности промысла возможно лишь незначительное возрастание улова. Результаты анализа подтверждаются фактическим изменением уловов минтая: как было выше показано, при весьма интенсивном увеличении уловов в целом в тихоокеанском бассейне и в отдельных его районах, в северной части Японского моря рост

уловов от 1961–1965 к 1966–1970 гг. невелик. Причиной этого является достаточно интенсивный лов рыбы, при котором продукционные возможности стада близки к максимальным.

#### ЛИТЕРАТУРА

Баранов Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства. Известия отдела рыбоводства и научно-промысловых исследований, т. 1, вып. 1, 1918.

Бивертон Р., Холт С. Динамика численности промысловых рыб. М., «Пищевая промышленность», 1969.

Кагановская С.М. Некоторые данные по распространению и биологии минтая. Изв. ТИНРО, т. 29, 1949.

Тюрин П.В. Фактор естественной смертности рыб и его значение при регулировании рыболовства. — «Вопросы ихтиологии», 1962, т. 2, вып. 2(24).

Тюрин П.В. Биологические обоснования оптимального коэффициента вылова и допустимого прилова молоди ценных рыб. Тр. ВНИРО, т. 62, 1967.

Bertalanffy L. von. A. Quantitative Theory of organic Growth (Inquiries on Growth Laws). Human Biology (10,2), 1938.

Bertalanffy L. von. Problems of organic Growth Nature. 163, 1949.

И.Н. Никитина, Н.В. Орехова, Г.В. Анисимова

## ИЗЫСКАНИЕ СПОСОБОВ УСТРАНЕНИЯ ГОРЬКОГО ВКУСА В СОЛЕНОЙ ПРОБОЙНОЙ ИКРЕ МИНТАЯ

Появление горького вкуса в соленой пробойной икре минтая связано с гидролизом белков и липидов под действием ферментов. Одним из эффективных способов инактивации ферментов икры рыб для продления сроков хранения ее в соленом виде является тепловое воздействие.

Согласно полученным ранее данным (Леванидов, Никитина, Орехова, 1974), при нагревании икры до температуры 60–70° С деятельность пептид-гидролаз и липаз в значительной степени подавляется, а желточная масса икры при этом сохраняет жидкообразную структуру. Для устранения горечи в соленой пробойной икре минтая в процессе хранения нами были испытаны различные варианты ее обработки:

а) предварительная обработка пробитой икры перед посолом горячей водой температурой 50, 68, 73° С в течение 1–2 мин.;

б) пастеризация икры после обычного посола при температуре 62° С в течение 150 мин.

В качестве контроля были заготовлены образцы соленой икры, приготовленные по действующей технологической инструкции. Хранение опытных образцов, расфасованных в банки № 6, проводили при температуре –2° С. В процессе хранения осуществляли органолептическую оценку и следующий комплекс химических исследований: определение влаги, азота общего и небелкового ( $N_{\text{общ}}$ ,  $N_{\text{нб}}$ ), азота летучих оснований ( $N_{\text{ло}}$ ), кислотности водной вытяжки, кислотного числа жира икры (КЧЖ), тиобарбитурового числа (ТБЧ) — по принятым при технологическом анализе рыбы и рыбопродуктов методам (Лазаревский, 1955; Курханова, Орехова, 1971; ГОСТ 7635–55), определение состава липидов — методом тонкослойной хроматографии на закрепленном слое силикагеля (Прохорова, Тупикова, 1965). Микробиологические анализы выполнены сотрудником ТИНРО А.М. Теплицкой.

Характеристика заготовленных опытных партий икры соленой пробойной приведена в табл. 1, из данных которой следует, что содержание NaCl в образцах составляет 6,5–7,3 %.

Таблица 1

### Общий химический состав исследуемых образцов соленой пробойной икры минтая, %

Образец икры	Влага	Жир	NaCl	$N_{\text{общ}}$
Обычного посола	64,0–64,1	1,8	7,0–7,3	3,7–3,8
Пастеризованная	64,2–64,5	1,8	7,0–7,2	3,4–3,7
С тепловой обработкой при 50° С	67,0–68,0	1,7	6,7–6,9	3,1–3,5
С тепловой обработкой при 68° С	66,6–66,8	1,5	6,7	3,4–3,5
С тепловой обработкой при 73° С	65,5–66,3	1,5	6,5–6,7	3,6–3,7

### Результаты и их обсуждение

В икре минтая обычного посола наличие незначительной горечи было отмечено тотчас после приготовления. По мере хранения привкус горечи усиливался, и к 9 мес. хранения икра имела очень горький и кисловатый вкус.

Соленая пробойная икра минтая с предварительной обработкой горячей водой при температуре 50, 68, 73° С в первые 2,5 мес. хранения не имела привкуса горечи, но отличалась отсутствием вкуса и аромата, присущего икре минтая, а в образцах икры, обработанных водой при температуре свыше 60° С, ощущался привкус подваренности. К 4 мес. хранения в этих образцах были отмечены привкус горечи и несвойственные соленой пробойной икре минтая вкус и запах. Икра этих вариантов посола была снята с хранения.

В пастеризованной икре к 3 мес. хранения отмечалось появление незначительного привкуса горечи, который сохранялся на одном уровне в течение 9 мес.

Следовательно, по результатам органолептической оценки, из всех испытанных вариантов обработки икры наиболее эффективно снижению привкуса горечи и продлению сроков хранения соленой икры способствует пастеризация.

Микробиологические исследования икры показали, что наибольшая численность микроорганизмов характерна для икры обычного посола (7400 в свежеприготовленной и 10 — после 3 мес. хранения на 1 г продукта), в то время как пастеризация икры способствует их резкому отмиранию (соответственно 40 и 10 на 1 г продукта). Результаты, представленные в табл. 2 и 3, показывают, что пастеризация в значительной степени снижает активность процессов распада белков и гидролиза липидов в икре. Так, к 6 мес. хранения содержание  $N_{нб}$  возросло в 2 раза, а  $N_{до}$  в 1,5 раза по сравнению с таковыми в свежеприготовленной икре. В пастеризованной икре к этому же сроку хранения  $N_{нб}$  накапливалось значительно меньше, а содержание  $N_{до}$  оставалось почти на первоначальном уровне.

Таблица 2

**Изменение содержания  $N_{нб}$  и  $N_{до}$  соленой пробойной икры минтая в процессе хранения**

Образец икры	$N_{нб}$ , %				$N_{до}$ , мг%			
	свеже-пригот.	1	3	6	свеже-пригот.	1	3	6
		мес.				мес.		
Непастеризованная (обычного посола)	0,455	0,627	0,740	0,937	29,7	32,9	38,3	45,3
Пастеризованная	0,395	0,451	0,469	0,500	13,4	21,6	22,0	23,0

Величины кислотных чисел и общей титруемой кислотности жира значительно меньше в пастеризованной икре (табл. 3).

Наблюдениями за изменением ТБЧ в соленой икре установлено, что более высокие значения этого показателя в одни и те же сроки хранения имели образцы икры без пастеризации (табл. 4). Однако вывести определенную зависимость его изменений от продолжительности хранения образцов икры различных вариантов приготовления невозможно.

Уже в процессе посола икры заметно изменяются соотношения липидных фракций. Так, содержание фосфолипидов у икры обычного посола снижается на 15 %, а триглицеридов на 2 %, что сопровождается увеличением СЖК почти в 5 раз (табл. 5).

Таблица 3

**Изменение КЧЖ и общей титруемой кислотности соленой пробойной икры минтая в процессе хранения**

Образец икры	КЧЖ, мгКОН/1 г жира				Кислотность, % $CH_3COOH$			
	свеже-пригот.	1	3	6	свеже-пригот.	1	3	6
		мес.				мес.		
Непастеризованная (обычного посола)	61,0	79,0	96,8	117,3	0,514	0,601	0,670	0,800
Пастеризованная	31,7	35,5	45,7	56,7	0,370	0,420	0,440	0,480

Таблица 4

**Изменение ТБЧ соленой пробойной икры минтая в процессе хранения**

Образец икры	ТБЧ, опт. пл/1 г икры			
	свежепригот.	1	3	6
		мес.		
Непастеризованная (обычного посола)	0,083	0,210	0,210	0,100
Пастеризованная	0,062	0,042	0,110	0,050

**Изменение классов липидов икры минтая соленой в процессе хранения  
(в % ко всем липидам, средние данные)**

Классы липидов	Икра до посола	Свежепригот.		3 мес.		6 мес.	
		обычн.	пастер.	обычн.	пастер.	обычн.	пастер.
Фосфолипиды	58,4	43,0	52,4	35,8	51,3	22,7	50,3
Холестерин	14,5	12,5	10,7	12,5	10,5	9,9	11,1
СЖК	5,7	24,0	5,7	36,1	6,7	40,7	11,9
Триглицериды	18,5	16,7	23,0	12,1	23,0	8,6	17,6
Эфиры стеринов	2,7	1,8	2,3	2,7	2,9	3,3	7,8

Хранение соленой пробойной икры без пастеризации характеризуется дальнейшим уменьшением содержания фосфолипидов. К 6 мес. количество их снижается вдвое. Одновременно с гидролизом фосфолипидов отчетливо наблюдается гидролиз триглицеридов, содержание которых к этому времени также уменьшается в 2 раза, а количество СЖК при этом увеличивается в 6 раз по отношению к исходному содержанию их в свежей икре.

У пастеризованной сразу после приготовления соленой икры слабо выраженные изменения во фракционном составе липидов происходят лишь в процессе длительного хранения.

Таким образом, результаты органолептической оценки и химических анализов указывают на более высокую устойчивость при хранении пастеризованной икры по сравнению с приготовленной по традиционной технологической схеме.

### ВЫВОДЫ

1. Развитие горечи в соленой пробойной икре минтая сопровождается накоплением продуктов протеолиза белков, значительным гидролизом фосфолипидов и триглицеридов с накоплением большого количества СЖК.

2. Для предупреждения развития горечи в соленой пробойной икре минтая наиболее эффективна пастеризация ее сразу же после приготовления. Указанная обработка при герметичной упаковке в жестяные банки позволяет хранить соленую икру с незначительным привкусом горечи в течение 12 мес.

### Список литературы

ГОСТ—7636—55. — В сб.: «Рыба, рыбопродукты и вспомогательные материалы». М., изд. стандартов, 1972, с. 276.

**Курханова В.И., Орехова Н.В.** Методика определения тиобарбитурового числа в мясе рыб. — В сб.: «Исслед. по технол. рыбн. продуктов», 1971, вып. 5, с. 73—78.

**Лазаревский А.А.** Технохимический контроль в рыбообработывающей промышленности. М., Пищепромиздат, 1955, 518 с.

**Леванидов И.П., Никитина И.Н., Орехова Н.В.** Технохимическая характеристика икры минтая. — В сб.: «Исслед. по технол. рыбн. продуктов», 1974, вып. 5, с. 81—93.

**Прохорова М.И., Тупикова В.П.** Большой практикум по углеводному и липидному обмену. Л., 1965, 220 с.

А.П. Ярочкин, И.В. Кизеветтер

## ИЗМЕНЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА БЕЛКОВОГО ГИДРОЛИЗАТА В ПРОЦЕССЕ ЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИЗ МЯСА КАШАЛОТА

Работа выполнена в целях установления изменений содержания аминокислот на трех основных процессах получения гидролизата: гидролиз, нейтрализация, дезодорация водяным паром.

Мясо кашалота массой 70 г гидролизовали в автоклаве с фторопластовой ампулой. Полученный кислый гидролизат фильтровали через бумажный фильтр, осадок на фильтре промывали водой, промывные воды упаривали в роторном испарителе и смешивали с фильтратом с последующим доведением объема до 200 мл в мерной колбе. Затем 1 мл раствора упаривали на роторном испарителе для удаления соляной кислоты, растворяли в 20 мл цитратного буфера рН 2,2 и определяли аминокислотный состав на анализаторе ААА-881 «Mikrotechna Pracha». Продолжительность гидролиза 7 час., температура 150° С.

Для определения аминокислотного состава нейтрализованного и дезодорированного водяным паром гидролизата полученный кислый гидролизат количественно переносили в стакан, находящийся в водяной бане при температуре 85° С, нейтрализовали бикарбонатом натрия до рН 6,2 и фильтровали. Осадок на фильтре промывали, промывные воды упаривали и объединяли с основным фильтратом, после чего объем доводили в мерной колбе до 200 мл; 1 мл полученного раствора отбирали и подготавливали к анализу, как было изложено выше. Результаты анализов характеризовали аминокислотный состав нейтрализованного гидролизата.

Оставшиеся 199 мл раствора количественно переносили в круглодонную колбу, которую помещали в кипящую водяную баню, затем продували через гидролизат водяной пар в течение 25 мин. После чего объем гидролизата доводили до 250 мл и отбирали образец для аминокислотного анализа. После завершения анализов количество аминокислот в гидролизате пересчитывали на 100 г мяса кашалота.

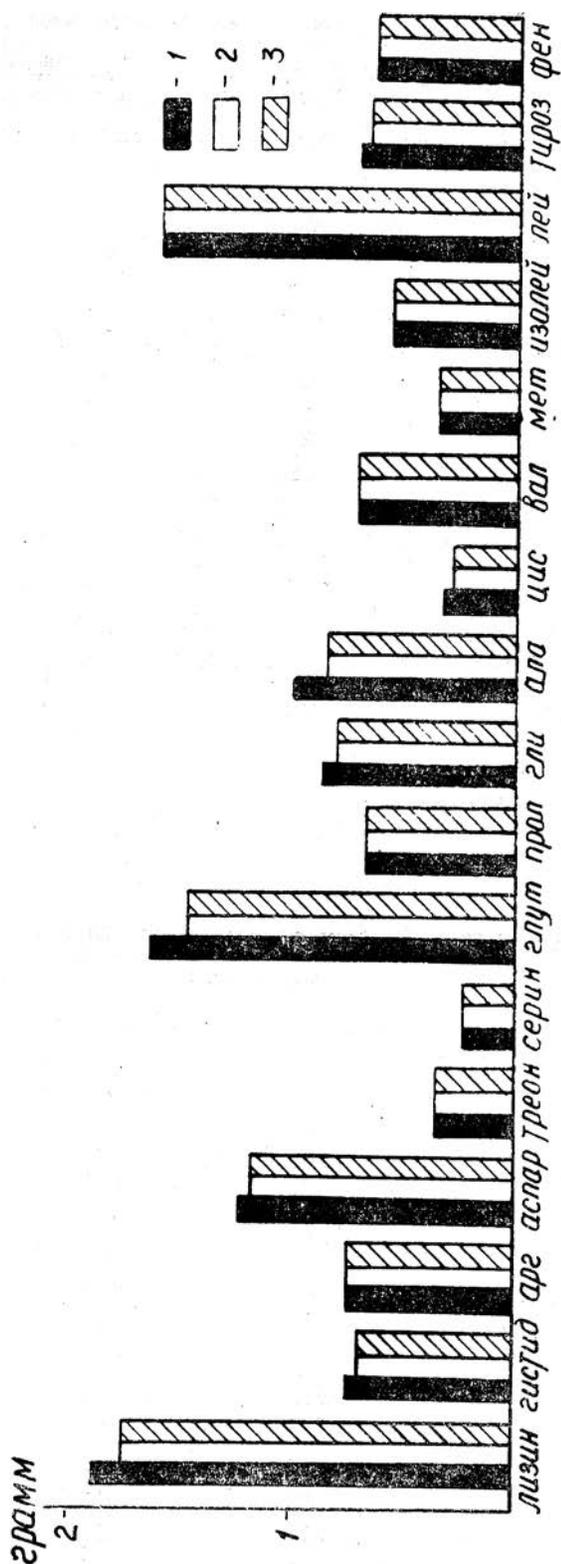
Образцы кислого и обработанного водяным паром гидролизатов дополнительному гидролизу по описанной методике для определений полного аминокислотного состава.

Выявлено, что при нейтрализации наблюдаются потери только некоторых аминокислот (лизин, глутаминовая кислота и аланин) и составляют соответственно 6, 4 и 10 % исходного содержания их в мясе (см. рисунок). Потери аминокислот при последующей дезодорации гидролизата водяным паром не обнаружены.

Наиболее значительные потери аминокислот происходят при гидролизе мяса (табл. 1).

Наиболее неустойчивыми являются серин, треонин и аспарагиновая кислота, их потери составляют 41, 38 и 31 %, наиболее устойчивы к расщеплению пептиды, в состав которых входят валин, фенилаланин, изолейцин и гистидин. В то же время для изолейцина, лейцина, лизина и аланина потери во время гидролиза количественно близки к содержанию этих аминокислот в связанном состоянии. Значит, при данных условиях гидролиза скорость выщепления указанных аминокислот из белковых молекул близка к скорости их деструкции. Суммарные потери аминокислот при гидролизе составляют около 16 % исходного содержания, а выход аминокислот в кислом гидролизате составляет около 82 %.

Полученные нами данные об устойчивости аминокислот и пептидов хорошо согласуются с данными других исследователей (Moore, Stein, 1963; Ашмарин и др., 1966; Roach, 1970). В то же время известно, что при кислотном гидролизе сои максимальному разрушению подвергаются те аминокислоты, которые, по нашим исследованиям,



Изменение содержания свободных аминокислот в гидролизате из 100 г мяса кашалота в процессе производства: 1 — в кислом, 2 — нейтрализованном, 3 — дезодорированном

являются наиболее устойчивыми. Так, тирозин разрушается на 37, фенилаланин на 43, гистидин на 38 %, а для наиболее неустойчивых аминокислот (серина и треонина) потери не наблюдаются (Кудрявцева и др., 1972). Суммарные потери аминокислот на всех процессах получения гидролизата из кашалотового мяса не превышают 24 % (табл. 2).

Таблица 1

## Распределение аминокислот в процессе гидролиза 100 г мяса кашалота

Аминокислоты	Содержание, г				Содержание, % от исходного		
	в мясе	в гидролизате		потери	в гидролизате		потери
		связанные	свободные		связанные	свободные	
Серин	0,56	0,06	0,27	0,23	0,7	48,2	41,0
Треонин	0,82	0,09	0,42	0,31	11,0	51,2	37,8
Аспарагиновая кислота	1,93	0,13	1,19	0,61	6,7	61,6	31,6
Изолейцин	1,20	0,31	0,55	0,34	25,8	45,8	28,3
Валин	1,24	0,37	0,66	0,21	29,8	53,2	16,9
Глутаминовая кислота	3,66	1,35	1,72	0,59	36,9	47,0	16,1
Лейцин	2,18	0,34	1,52	0,32	15,6	69,7	14,7
Аргинин	1,22	0,25	0,79	0,18	20,5	64,8	14,7
Гистидин	1,22	0,31	0,75	0,16	25,4	61,5	13,1
Лизин	2,32	0,23	1,85	0,24	9,9	79,8	10,3
Аланин	1,29	0,14	1,00	0,15	10,9	77,5	11,6
Фенилаланин	0,96	0,27	0,59	0,10	28,1	61,5	10,4
Метионин	0,46	0,08	0,33	0,05	17,4	71,7	10,9
Глицин	0,99	0,10	0,83	0,06	10,1	83,8	6,1
Пролин	0,78	0,08	0,65	0,05	10,3	83,3	6,4
Тирозин	0,78	0,04	0,70	0,04	5,1	89,7	5,1
Триптофан	0,48			0,48			100,0
Сумма	22,09	4,15	13,82	3,64	18,8	62,6	16,5

Таблица 2

## Содержание аминокислот в белковом гидролизате из 100 г мяса кашалота

Аминокислоты	Содержание, г		Выход, % к исходному содержанию
	в мясе	в гидролизате	
Моноаминокарбоновые			
Глицин	0,99	0,88	88,9
Аланин	1,29	1,00	77,5
Валин	1,24	1,02	82,3
Лейцин	2,18	1,83	84,0
Изолейцин	1,20	0,86	71,7
Серин	0,56	0,25	44,6
Треонин	0,82	0,42	51,2
Метионин	0,46	0,40	87,0
Моноаминодикарбоновые			
Аспарагиновая к-та	1,93	1,19	61,7
Глутаминовая	3,66	2,81	76,8
Диаминокарбоновые			
Лизин	2,32	1,95	84,0
Аргинин	1,22	0,96	78,7
Ароматические			
Фенилаланин	0,96	0,16	89,6
Тирозин	0,78	0,71	91,0
Гетероциклические			
Пролин	0,78	0,73	93,6
Гистидин	1,22	1,06	86,9
Триптофан	0,48	—	—
Сумма	22,09	16,92	76,46

## Список литературы

Ашмарин И.П., Мюльберг А.А., Садикова Н.В., Сытинский И.А. Химия белка. Изд. ЛГУ, 1966, 34 с.

Кудрявцева Р.М., Страшенко Е.С., Волков Е.Н. Аминокислотный состав белковых гидролизатов и его изменения в процессе производства. — Тр. ВНИИКОП, 1972, вып. XVI, с. 91–95.

Moore S., Stein W. Chromatography determination of amino acids by the use automatic recording equipment. Methods in Enzymology, 1963, V. 6, New York, London, p. 819.

Roack D., Genrke C.W. The hydrolysis of protein. J. of Chromatography, 1970, V. 52, N. 3, p. 48–53.

С. Косака

## О ПОВЕДЕНИИ САЙРЫ В ПЕРИОД СЕВЕРНЫХ МИГРАЦИЙ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

Сайра довольно широко распространена в северо-западной части Тихого океана. Она встречается от субарктических вод течения Ойясио до субтропических вод Куроисио. Известно, что нагул сайры происходит в районе течения Ойясио, откуда она мигрирует на нерест в район течения Куроисио (Новиков, 1963). В последние годы, в соответствии с планом научно-технического сотрудничества между СССР и Японией, проводится сбор личинок и мальков сайры в районах ее нереста. Однако в настоящее время отсутствуют четкие представления и данные о жизнедеятельности сайры в период развития молоди до того времени, когда она становится объектом промысла.

При изучении этого вопроса нами использована рабочая гипотеза о том, что сайра в период северных миграций на определенном этапе развития переходит из района смешанных вод в воды течения Ойясио, условия жизни в которых меняются.

В основу работы положены результаты исследований, производимых в период северных миграций сайры в 1975 и 1976 гг. В 1975 г. исследования производились на научно-исследовательском судне Департамента рыболовства «Хокко-мару» в период с 21 июня по 3 июля (рис. 1). В 1976 г. исследования выполнялись на учебном судне «Тэн-мару» Института рыбной промышленности с 7 по 23 июня (рис. 2). В этих рейсах исследовано вертикальное распределение температуры с использованием батитермографа (ВТ) до глубины 250 м. Дополнительно определяли температуру и соленость поверхностного слоя воды. Сбор молоди сайры проводили мальковой сетью при высоких скоростях траления.

Основной особенностью гидрологического режима с 21 июня по 3 июля 1976 г. являлось то, что мористая ветвь Куроисио имела выступ, располагавшийся в районе 147–149° в.д. и 43°30' с.ш. В районе 40°30' с.ш. 143°30' в.д. также располагался тепловодный участок. Между ними течение Ойясио имело выступ в южном и юго-западном направлениях (см. рис. 1). На рис. 3 показано изменение температуры поверхности воды и вертикальное распределение температуры на разрезе по 149° в.д. от 41°30' с.ш. до 41°00' с.ш. Температура поверхности воды южнее 41°21' с.ш. в пределах 6 миль повышалась на 2° С (с 9,8° до 11,8° С), что свидетельствует о наличии в этом месте одного из температурных фронтов с резкой разницей температуры воды. В районе от 41°00' до 41°50' с. ш. непрерывных записей о температуре поверхности воды нет, однако температура воды на этом участке резко увеличивается с 11,6° до 15,6° С. Если судить по распределению температуры поверхности воды (см. рис. 1), то в этом месте хорошо выражен еще один температурный фронт. На глубине около 30 м располагался термоклин (см. рис. 3). Ниже термоклина в слое воды 50–150 м вблизи 41°15' с.ш. наблюдалось проникновение с севера холодных вод течения Ойясио с температурами около 2° С. В районе 40°50' с.ш. ниже слоя термоклина расположен фронт. Предполагается, что в этом месте сформировался фронт Ойясио. Соленость на поверхности воды соответственно составила на 41°30' с.ш. — 32,46 ‰; 41°15' с.ш. — 33,20; 41°00' с.ш. — 32,89; 40°50' с.ш. — 33,87 ‰.

Скопления сайры на обследованной площади отсутствовали, лишь на разрезе по 149° в.д. и в районе 40°45' с.ш., 147°17' в.д. было выловлено незначительное количество сайры. В северной части разреза по 149° в.д. на широте 41°30' с.ш. встречались особи сайры длиной от 21 до 24 см. К югу размеры сайры уменьшались, и в координатах 41°15' с.ш. 149°00' в.д. встречались особи двух размерных групп: первая состояла из особей от 17 до 24 см, вторая — имела размеры от 7 до 13 см (рис. 4).

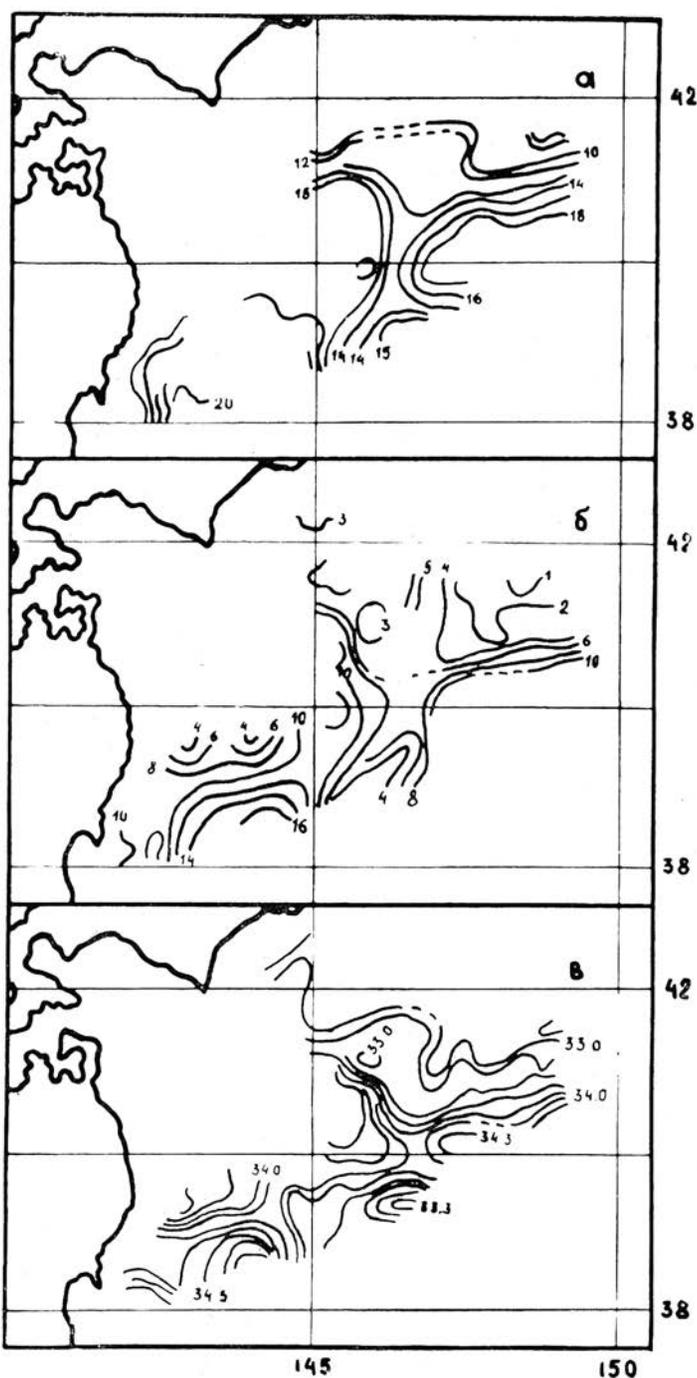
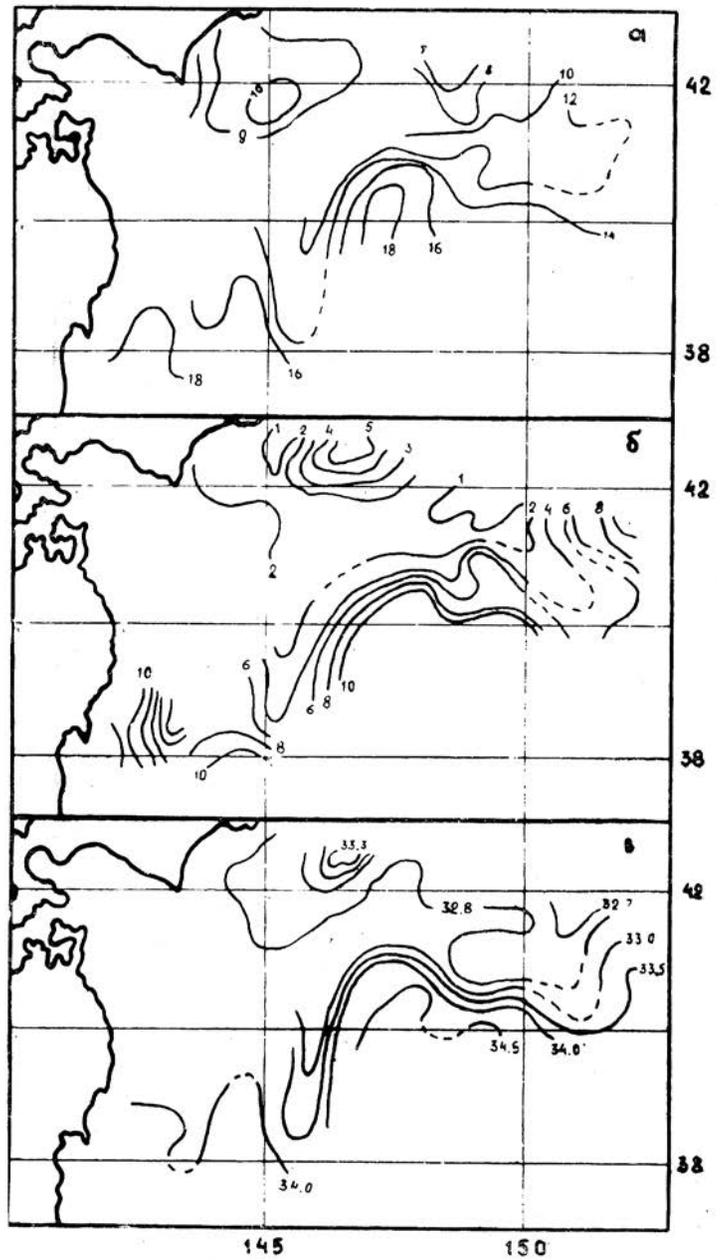


Рис. 1. Гидрологические условия в период с 21 июня по 3 июля 1975 г.: а — температура воды на поверхности, б — на горизонте 100 м, в — соленость на поверхности

Теперь проанализируем особенности гидрологического режима с 7 по 23 июня 1976 г. (см. рис. 2). Северо-восточная ветвь Курошио между  $146^{\circ}30'$  и  $150^{\circ}00'$  в. д. имела выступ от  $40^{\circ}30'$  до  $41^{\circ}00'$  с.ш. Западнее, вблизи  $145-146^{\circ}$  в.д., наблюдалось проникновение на юг течения Ойясио. В районе  $42^{\circ}30'$  с.ш.  $146^{\circ}30'$  в.д. сформировался тепловодный район. Наиболее резкое изменение температуры воды на поверхности отмечено к югу от  $41^{\circ}21'$  с.ш.; через 5 миль температура повысилась с  $7,7^{\circ}$  до  $10,2^{\circ}$  С, что свидетельствует о наличии в этом месте температурного фронта. Южнее  $41^{\circ}03'$  с.ш. также наблюдается резкое повышение температуры воды. На графике вертикального распределения (рис. 5) отчетливо видно положение термоклина в слое около 30 м.

Выше термоклина к северу от фронта до  $41^{\circ}20'$  с.ш. располагался однородный слой воды с температурой около  $7^{\circ}$  С, в то же время с южной стороны от фронта температура

Рис. 2. Гидрологические условия в период с 7 по 23 июня 1976 г. Условные обозначения те же, что и на рис. 1



воды на поверхности превысила температуру во фронтальной зоне на значительном участке, что указывает на его соответствующую прерывистость. От  $41^{\circ}16'$  до  $41^{\circ}00'$  с.ш. распространялся слой воды с температурой около  $10^{\circ}\text{C}$ , образуя как бы форму кармана.

Ниже термоклина, на глубине свыше 50 м, были широко распространены воды с температурой  $2^{\circ}\text{C}$ ; вблизи слоя 100 м с севера на юг распространялись холодные водные массы с температурой менее  $1^{\circ}\text{C}$ . В районе  $41^{\circ}00'$  с.ш. сформировался фронт течения Ойясио. Соленость на поверхности воды составила на широте  $41^{\circ}30'$  с.ш. —  $32,83\%$  и  $41^{\circ}15'$  с.ш. —  $32,73\%$ .

В этот период сайра встречалась на широкой акватории между  $40^{\circ}00'$ – $41^{\circ}30'$  с.ш. и  $147^{\circ}00'$ – $152^{\circ}00'$  в.д. Однако численность ее была незначительной. Размеры сайры постепенно уменьшались с севера на юг (рис. 6).

Основываясь на результатах проведенных исследований, можно составить структурную схему связей, обнаруженных в период северных миграций сайры и окружающей среды. Во-вторых, между районами смешанных вод и течением Ойясио в поверхност-

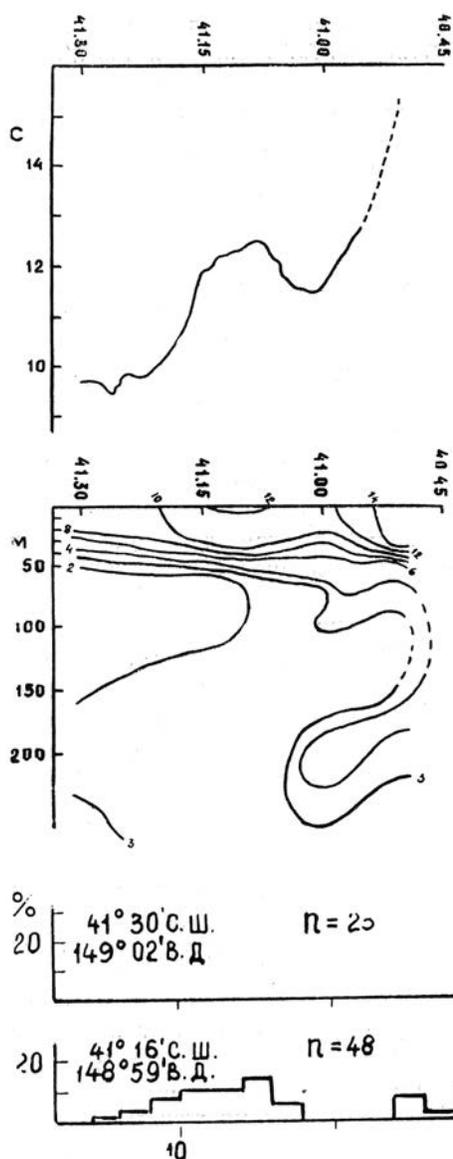


Рис. 3. Температура воды на непрерывном поверхностном разрезе по 149° в.д. (вверху) и вертикальное распределение температуры на том же разрезе (внизу)

Рис. 4. Длина тела сайры на разрезе по 149° в.д., 29 июня 1976 г.

ном слое, который имеет наиболее тесную связь с миграциями сайры, наблюдалось кратковременное формирование двух температурных фронтов, что указывает на многослойность структуры вод на юге и на севере района (см. рис. 3, рис. 5).

Таким образом, наиболее характерной особенностью гидрологической обстановки поверхностного слоя воды выше залегания термоклина будет то, что у 1-го фронта, который формируется на юге, наблюдается район смешанных вод со сравнительно высокой температурой и соленостью. В то же время с северной стороны 2-го фронта отмечаются низкие показатели температуры и солености. Между 1-м и 2-м фронтами соленость находится на сравнительно низком уровне с промежуточным значением температуры воды. Если рассматривать связь многослойной структуры вод на севере и юге на поверхности моря и распределение сайры в период северных миграций, то следует считать, что размеры сайры при пересечении 1-го и 2-го фронтов увеличиваются с юга на север. В северной части 2-го фронта размеры сайры превышают 15 см. В.В. Васнецов (1953) указывал на тесную связь роста с чередованием этапов развития рыб. Причем переход от одного этапа развития к другому связан с достижением определенного размера. В соответствии с изменением этапа развития рыбы меняется и ее поведение, а в соответствии с условиями окружающей среды меняются мигра-

Рис. 5. Температура воды на непрерывном поверхностном разрезе по 149° в.д. (вверху) и вертикальное распределение на том же разрезе (внизу) с 11 по 12 июня 1976 г.

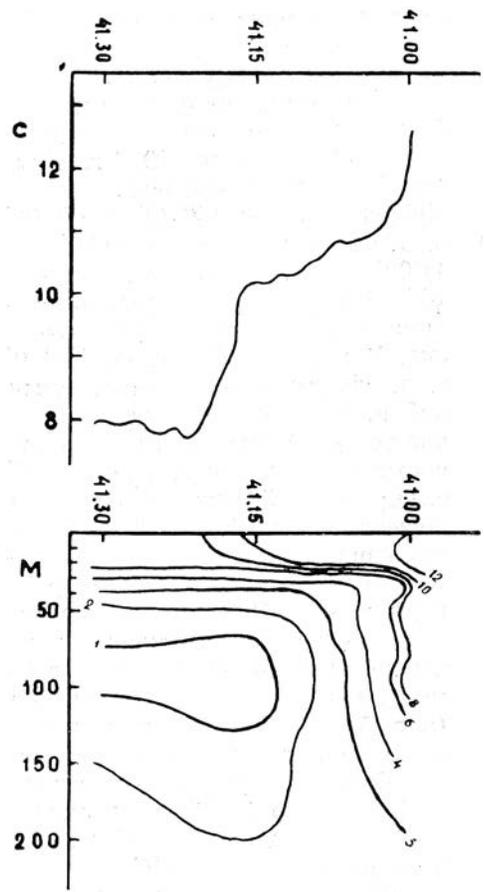
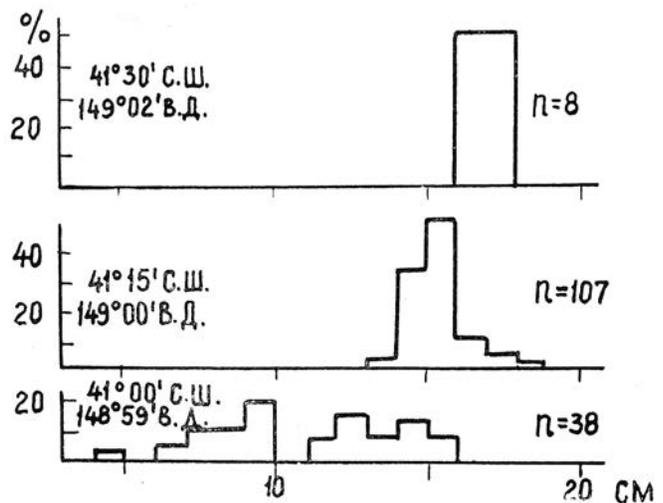


Рис. 6. Размеры сайры на разрезе по 149° в.д. с 11 по 17 июня 1976 г.



ции рыб. По достижении длины около 15 см сайра преодолевает фронт Ойясио, совершая, вероятно, этапный переход (по В.В. Васнецову, 1953). Однако Е.Ф. Еремеева (1967) указывает на то, что размер рыб на отдельных этапах развития изменяется в определенных пределах, присущих виду, этапный переход не может быть критерием в определении размеров тела. Тем не менее можно полагать, что в период миграций на север, при переходе из смешанных вод в район течения Ойясио, условия жизни сайры изменяются. Поскольку при переходе из одного района в другой изменяется не только температура и соленость воды, но и количество и состав планктона, который является пищей и тесно связан с обменом веществ в организме сайры (Одате К., 1962), можно

считать, что это приводит к соответствующему изменению в этапе развития. В дальнейших исследованиях необходимо выяснить связь этих этапов развития с темпами перехода или изменений в росте с условиями жизни сайры.

Ю.В. Новиков (1963) и Н.В. Парин (1967) писали, что сайра в период северных миграций, после нереста в конце июня, приближается к фронту Ойясио, а затем в июле — августе переходит для нагула в район течения Ойясио. Что касается рыб, выловленных в ходе проведенных исследований, то их размеры вдвое меньше, чем максимально достигаемые сайрой (Хотта, 1964). Гистологический анализ половых желез сайры показал, что эти особи не принимали участия в нересте. Таким образом, можно считать, что в район течения Ойясио проникает не только отнерестовавшая сайра, но также и неполовозрелая.

При выполнении настоящих исследований большую помощь оказали сотрудники отделов запасов и океанографии НИИ рыболовства Тохоку, которым выражаю свою признательность; также выражаю благодарность всем членам экипажей судов «Хокко-мару» и «Тэн-мару», принимавшим практическое участие в проведении исследований.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васнецов В.В. Этапы развития костистых рыб. — В кн.: Очерки по общ. вопр. ихтиол., М., Изд-во АН СССР, 1953, с. 207–217.

Еремеева Е.Ф. Теория этапности развития рыб и ее отношение к другим теориям периодичности развития. — В кн.: Морфо-экологический анализ развития рыб. (Труды ИМЖ им. А.Н. Северцова). М., Изд-во АН СССР, 1967, с. 3–17.

Новиков Ю.В. Основные черты биологии и состояние запасов тихоокеанской сайры. — «Изв. ТИНРО», 1963, т. 56, с. 3–50.

Одате К. Состав зоопланктона в северо-восточных районах. — «Докл. НИИ Тохоку», 1962, т. 21, с. 93–103. На япон. яз.

Парин Н.В. Сарганообразные рыбы Тихого океана. — В сб.: «Тихий океан», кн. III. М., Изд-во АН СССР, 1967, с. 43–66.

Хотта Х. Запасы сайры. — «Докл. исслед. рыболовства» (4), Япон. об-во по охране запасов рыб, 1964, с. 1–94. На япон. яз.

**В.В. Саблин**

**СМЕРТНОСТЬ САЙРЫ *Cololabis saira* (Brevoort)  
НА РАННИХ СТАДИЯХ ЖИЗНИ**

Установлено, что продолжительность жизни сайры не превышает 3–4 лет (Новиков, 1973). В связи с этим ежегодно пополнение, представленное особями в возрасте 1 и 1,5 года, преобладает над остатком (рыбы в возрасте 2 лет и более). Сопоставление величин воспроизведенного потомства сайры — личинок, учтенных на нерестилищах, и пополнения спустя 1,5 года, т.е. в момент вступления в промысел соответствующего поколения, показало наличие определенной связи между ними. Это позволяет по результатам количественного учета личинок прогнозировать возможную величину улова сайры в следующем году.

Как показано рядом исследователей, у большинства рыб с небольшой продолжительностью жизни формирование поколений происходит в начальный период жизни. Причем окончательная величина пополнения промыслового стада определяется не только общей величиной воспроизведенного потомства, но и его выживаемостью в процессе развития (Павловская, 1958; Пинус, 1970; Дехник, 1973; и др.).

В настоящее же время при оценке ожидаемой величины пополнения стада не учитывается величина элиминации сайры на ранних стадиях онтогенеза, что, естественно, может привести к ошибкам при прогнозировании. Так как сайра является короткоциклическим видом, определение ее смертности в начальный период развития позволит предвидеть возможные изменения величины пополнения, следовательно, общей численности стада сайры в исследуемом районе.

Для оценки смертности сайры использован метод, основанный на показателях средней численности размерных групп по результатам количественного учета личинок и мальков, в зимне-весенний период с 1968 по 1975 г. Съёмки в эти годы выполнялись ежемесячно по стандартным разрезам. Орудием лова служила коническая сеть японского образца «Maguchi-A» (Nattori, 1964). Продолжительность лова составляла 10 мин. при скорости хода судна 3 узла. Исследован район наиболее интенсивного нереста сайры у южного и юго-восточного побережья о-вов Кюсю, Сикоку, Хонсю. В целом методика исследований за весь период времени оставалась неизменной, что является необходимым условием сравнимости результатов учета. Кроме того, в расчет принимались только ночные уловы, которые более показательны, чем дневные, из-за суточных вертикальных миграций личинок и мальков длиной более 10–15 мм.

Проанализируем связь между длиной и относительной численностью размерных групп. Мерой приближения исследуемой связи к линейной между указанными признаками может служить коэффициент корреляции (Аксютин, 1968). Этот коэффициент оказывается наиболее высоким при сравнении не натуральных показателей длины и относительной численности, а в том случае если длина представлена натуральной величиной, а численность ее логарифмом (табл. 1). Следовательно, связь между этими признаками можно выразить уравнением регрессии:  $y = ae^x$  (Лакин, 1973).

Как видно из графика (см. рисунок), построенного на основе средних показателей численности за 1968–1975 гг., точки натуральных логарифмов относительной численности размерных групп, начиная с длины 26–30 мм, располагаются почти по прямой линии. Предполагая, что уменьшение численности мальков длиной более 25 мм происходит по естественным причинам, можно принять наклон этой линии  $\Delta \ln I / \Delta L$  за меру смертности (Isaaks, 1965). Он будет означать среднюю мгновенную смертность для сайры длиной 25–65 мм (Засосов, 1970). При ежемесячном линейном приросте тела 20 мм (Hotta, 1964) возраст этих особей составляет 1–3 мес.

Таблица 1

Средние уловы личинок и мальков сайры (ночные сборы) по размерным группам в 1968—1975 гг. (экз./10 мин. лова)

Год	Длина, мм (L)										Коэф. корреляции (r) между			
	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	L и (lnN · 10 <sup>2</sup> )	L и N
1968	0,14	0,28	0,23	0,28	0,22	0,25	0,19	0,13	0,11	0,06	0,15	0,07	0,799	0,833
1969	0,28	0,53	0,40	0,39	0,32	0,37	0,29	0,21	0,17	0,10	0,07	0,02	0,925	0,592
1970	3,49	4,35	4,93	3,55	2,60	1,66	1,26	0,78	0,78	0,56	0,38	0,24	0,991	0,930
1971	1,37	4,12	6,93	6,48	4,07	2,99	1,91	1,30	0,81	0,53	0,34	0,23	0,999	0,943
1972	0,62	0,62	1,29	1,34	1,42	1,38	0,90	0,73	0,64	0,50	0,36	0,33	0,990	0,839
1973	1,62	2,93	5,37	4,80	3,89	2,55	1,80	1,21	0,70	0,52	0,23	0,36	0,973	0,928
1974	0,65	1,75	3,61	4,30	4,27	3,49	2,75	2,28	1,88	1,67	1,10	0,71	0,984	0,987
1975	0,44	0,92	1,65	0,92	0,93	0,86	0,65	0,44	0,34	0,25	0,21	0,21	0,981	0,958
Средн. числен. размерной группы N	1,08	1,94	3,05	2,76	2,21	1,69	1,22	0,88	0,68	0,52	0,35	0,27	0,999	0,961
Натуральный логарифм средн. численности (lnN · 10 <sup>2</sup> )	4,68	5,27	5,72	5,62	5,40	5,13	4,80	4,48	4,22	3,95	3,56	3,30		

Численность мальков (N) в любой момент времени можно определить по формуле:

$$N = N_0 \cdot 1^{-M(t-t_0)} \text{ (Засосов, 1970),}$$

где  $N_0$  — начальная численность мальков;

$1$  — основание натуральных логарифмов;

$M$  — коэффициент мгновенной смертности;

$t_0$  — начальный возраст мальков;

$t$  — возраст мальков в исследуемый момент времени.

Темп общей смертности оценивали по разнице натуральных логарифмов индекса численности мальков в интервале длины 20 мм. При этом предполагали, что различие в возрасте мальков в этом интервале длины составляет 1 мес. Таким образом,

$$t - t_0 = 1 \text{ и } M = \ln N_0 - \ln N.$$

Величину относительной (среднемесячной) убыли определяли как:

$$\varphi = 1 - 1^{-M}.$$

Величину среднемесячной убыли за период с 1968 по 1975 г. вычислили по формуле:  $\varphi = (\varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n)/n$ .

Можно отметить (табл. 2), что эта величина (67,7 %) совпала со среднемесячной убылью, определенной тем же путем, что и за отдельные годы, т.е. на основе средних уловов за 1968–1975 гг. (68,5 %). Это может свидетельствовать о достоверности приведенных расчетов. Однако наибольший интерес представляют не средние показатели смертности, а ее значения за отдельные годы. Как видно из данных табл. 2, наиболее высокая смертность мальков сайры отмечена в 1970, 1971, 1973 гг., в остальные годы показатели смертности ниже. Можно предполагать, что это различие обусловлено, в первую очередь, особенностями гидрологического режима в районе нереста. Более определенный ответ можно получить в результате дальнейших исследований.

Определение смертности личинок и мальков сайры по разнице натуральных логарифмов средней численности

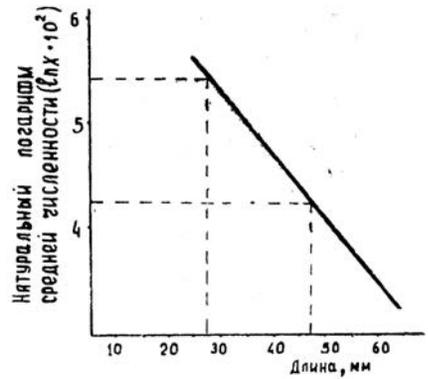


Таблица 2

Коэффициент мгновенной смертности (М) и ежемесячная убыль (φ) сайры в возрасте 2–3 мес. в 1968–1975 гг.

Год	М	φ
1968—1975	1,15	68,3
1968	0,76	53,2
1969	0,97	62,1
1970	1,40	75,3
1971	1,62	80,0
1972	1,13	66,7
1973	1,60	79,8
1974	1,05	65,0
1975	0,91	59,7
Среднее за 1968—1975		67,7

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксютина З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М., «Пищ. пром-сть», 1968, 288 с.
- Дехник Т.В. Ихтиопланктон Черного моря. Киев, «Наукова думка», 1973, 234 с.
- Засосов А.В. Теоретические основы рыболовства. М., «Пищ. пром-сть», 1970, 292 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М., «Высшая школа», 1973, 342 с.
- Новиков Ю.В. Изучение популяционной структуры и возрастного состава сайры северо-западной части Тихого океана. — «Изв. ТИНРО», 1973, т. 87, с. 149–154.
- Павловская Р.М. Некоторые вопросы биологии размножения и развития черноморской хамсы в связи с проблемой динамики численности. — «Труды АзчерНИРО», 1958, вып. 17, с. 75—110.
- Пинус Г.Н. О причинах колебания численности азовской хамсы. — «Труды ВНИРО», 1970, т. 71, с. 180–192.
- Hattori S. Studies on Fish Larvae in the Kuroshio and Adjacent Waters. — «Bul. Tokai regional fisheries research Laboratory», 1964, vol. 40, p. 158.
- Hotta H. Biological studies and fisheries of the saury *Cololabis saira* (Brevoort). Japan, 1964, 96 p.
- Isaaks J. Larval sardine and anchovy interrelationships. — «California cooperative Oceanic fisheries investigations», 1965, vol. 10, p. 102–140.

## РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН ДО РАСПАДА СССР (1979–1991 ГГ.)

После расцвета рыбохозяйственных исследований и советского промысла во всех зонах Мирового океана в 1950–1970-е гг. и для науки, и для российской рыбной отрасли наступили очередные трудные времена. В связи с введением 200-мильных рыболовных зон СССР потерял многие промысловые районы у берегов других стран. А с распадом советской империи и последовавшими за ним политическим, социальным и экономическим хаосом и развалом растеряла свой потенциал и рыбная промышленность. Кроме того, в 1979 г. на международном уровне был введен полный запрет на промысел китов, интенсивную добычу которых Советский Союз вел до этого времени.

В Тихоокеанском бассейне в сложившихся условиях весь флот рыбной промышленности сконцентрировался в собственной экономической зоне. Сразу на повестке дня обозначилась масштабная научная проблема — сможет ли сырьевая база рыболовства российских вод выдержать столь значительный промысловый пресс. Реальный ход событий уже на первых порах дал положительный ответ на этот вопрос. Во-первых, из российских вод был выведен иностранный (в основном японский) флот, который издавна вел здесь интенсивный промысел. Во-вторых, как это нередко бывает и сейчас, «помогла» и сама природа: в 1970-е гг. начались масштабные вспышки численности двух массовых видов — минтая и сардины иваси. В основном благодаря этим видам дальневосточные российские рыбаки в 1988–1989 гг. поставили абсолютный исторический рекорд, добыв около 5 млн т рыбы.

Но этот высокий уровень обеспечили флюктуирующие рыбы, численность которых в межгодовом плане подвержена значительной динамике. Следовательно, вопрос о рыбопромысловом потенциале, т.е. о масштабах рыбопродуктивности дальневосточных морей, не снимался. Поэтому в 1980 г. в тематический план исследований ТИНРО был включен новый раздел — «Экосистемные исследования биологических ресурсов дальневосточных морей». А для проведения исследований по данной теме ежегодно стали выделяться современные крупнотоннажные суда, которые в 1980-е гг. еще были в распоряжении рыбохозяйственной науки. Благодаря результатам уже первых экспедиций с экосистемной ориентацией вскоре была изменена и вся практика проведения экспедиционных исследований. В основу ее были положены тотальные учеты всей пелагической и донной биоты от зоопланктона и бентоса до нектона и нектобентоса, количественные оценки кормовой базы, рационов и степени выедания кормовой базы ее потребителями на всех трофических уровнях.

В рассматриваемый период (1979–1991 гг.) было опубликовано только 11 томов Известий ТИНРО — с номера 103 по 114 (том 113 по техническим причинам увидел свет только в 1994 г.), в которых было опубликовано 220 статей. В 1986–1989 гг., а также в 1991 и 1993 гг. Известия не печатались по объективным причинам.

Все тома Известий ТИНРО, опубликованные в данный период, готовились как тематические сборники:

**Марикультура на Дальнем Востоке** (1979 г., т. 103, 156 с.).

**Биологические ресурсы Курисио** и сопредельных вод (1980 г., т. 104, 179 с.).

**Динамика численности** и условия воспроизводства промысловых животных дальневосточных морей (1981 г., т. 105, 162 с.).

**Динамика численности** и условия воспроизводства промысловых беспозвоночных и водорослей дальневосточных морей (1982 г., т. 106, 169 с.).

**Динамика численности** и условия воспроизводства рыб северо-восточной части Тихого океана (1983 г., т. 107, 158 с.).

**Основы теории и практики** производства новых видов продуктов из океанических объектов (1983 г., т. 108, 125 с.).

**Океанологические основы** прогнозирования (1984 г., т. 109, 144 с.).

**Рыбопродуктивность** дальневосточных морей (1985 г., т. 110, 162 с.).

**Результаты экосистемных исследований** биологических ресурсов дальневосточных морей (1990 г., т. 111, 190 с.).

**Вопросы рационального** использования морских млекопитающих дальневосточных морей (1990 г., т. 112, 127 с.).

**Комплексная переработка** дальневосточных объектов промысла (1992 г., т. 114, 215 с.).

Как видно из титульных названий томов Известий и включенных ниже некоторых публикаций, сохранялась комплексность исследований по всем традиционно развиваемым ТИПРО направлениям. Особенностью данного этапа является углубление представлений в понимании происходящих природных процессов и явлений. Больше стало уделяться внимания оценкам состояния запасов и динамике численности рыб, появились работы по рыбопродуктивности морей и их районов, были получены первые результаты экосистемного изучения биоты российских вод. Очевидны были достижения в аквакультуре (пастбищное лососеводство, технологии разведения макрофитов и двустворчатых моллюсков). В технологических работах стали выделяться биохимические и фармакологические аспекты.

Одним из наиболее принципиально важных результатов исследований стали выводы о более значительных по сравнению с традиционными представлениях о био- и рыбопродуктивности (а следовательно и потенциальной сырьевой базе рыболовства) всех дальневосточных морей России.

Результаты экосистемных исследований позволили начать работы по экологической емкости ландшафтов, зон и морей, включая оценки емкости среды для прибрежной марикультуры и пастбищного выращивания лососей.

Из значительных по объему статей в данный период заслуживают упоминания следующие публикации:

**Ю.В. Новиков** «Состав, распределение и биологическая характеристика ихтиоцены эпипелагиали неритической зоны и вод субарктического фронта северо-западной части Тихого океана» (1980 г., т. 104, с. 3–22).

**Т. Ватанабе** «Выживаемость японской сардины на ранних стадиях развития» (1981 г., т. 105, с. 92–107).

**Н.Ф. Пушкарева** «Воспроизводство и промысел приморской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum)» (1981 г., т. 105, с. 66–78).

**С.И. Скалецкая, Е.Я. Фрисман** «Математическая модель динамики численности популяции северного морского котика» (1981 г., т. 105, с. 130–145).

**К. Хаяси** «Нерестилища тихоокеанской сайры *Cololabis saira* (Brevoort)» (1981 г., т. 105, с. 108–119).

**В.И. Чернявский** «Циркуляционные системы Охотского моря» (1981 г., т. 105, с. 13–19).

**Р. Баккала, Т. Сэмпл** «Колебания численности желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) в восточной части Берингова моря в 1959–1980 годах» (1983 г., т. 107, с. 27–37).

**В.Н. Долганов** «Скаты семейства Rajidae тихоокеанского побережья Северной Америки» (1983 г., т. 107, с. 56–72).

**Е.И. Соболевский** «Значение морских млекопитающих в трофических цепях Берингова моря» (1983 г., т. 107, с. 120–132).

**А. Шимада, Дж. Джун, Ю. Умеда, М.С. Бол** «Распределение и численность донных рыб в нижней части континентального шельфа и материкового склона юго-восточной части Берингова моря в летний и зимний периоды» (1983 г., т. 107, с. 6–26).

**В.Н. Акулин, А.П. Диденко, Л.И. Дроздова, Г.А. Боровская, Г.П. Косарева** «Технохимические исследования мавроликуса различных сезонов лова» (1983 г., т. 108, с. 7–12).

**М.Н. Вахрушева, З.С. Репина, А.В. Аленов, Г.В. Будаева** «Сублимированные пищевые продукты из некоторых объектов морского промысла» (1983 г., т. 108, с. 67–76).

- Т.Н. Слущкая, Н.М. Купина** «Теоретические предпосылки применения ферментных препаратов для стимулирования созревания соленых рыб» (1983 г., т. 108, с. 77–89).
- Л.Н. Бочаров** «Опыт краткосрочного прогнозирования промысла сардины в Японском море с помощью ЭВМ» (1984 г., т. 109, с. 17–29).
- Г.М. Гаврилов, Н.Ф. Пушкарева** «Рыбопродуктивность советской экономической зоны в Японском море» (1985 г., т. 110, с. 3–12).
- С. Усами** «Экология и состояние запасов скумбрии» (1985 г., т. 110, с. 43–63).
- А.Ф. Волков** «Стратегия питания минтая» (1990 г., т. 111, с. 123–132).
- Е.П. Дулепова и Л.А. Борец** «Состав, трофическая структура и продуктивность донных сообществ на шельфе Охотского моря» (1990 г., т. 111, с. 39–48).
- Е.Н. Ильинский** «Многолетние изменения в составе доминирующих видов рыб на материковом склоне дальневосточных морей» (1990 г., т. 111, с. 67–78).
- В.Н. Кобликов, В.А. Павлючков, В.А. Надточий** «Бентос континентального шельфа Охотского моря: состав, распределение, запасы» (1990 г., т. 111, с. 27–38).
- Н.П. Маркина, Г.В. Хен** «Основные элементы функционирования пелагических сообществ Берингова моря» (1990 г., т. 111, с. 79–93).
- В.П. Шунтов, Л.А. Борец, Е.П. Дулепова** «Некоторые результаты экосистемных исследований биологических ресурсов дальневосточных морей» (1990 г., т. 111, с. 3–26).
- А.И. Болтнев** «О пространственной структуре залежки северных морских котиков о. Беринга» (1990 г., т. 112, с. 29–34); «Причины смертности новорожденных котиков» (там же, с. 35–38).

А.М. Каев

(Сахалинский филиал ТИНРО)

## К ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ КЕТЫ (*Oncorhynchus keta*) ОСТРОВА ИТУРУП

Некоторые обобщающие сведения о биологии кеты о. Итуруп приведены В. Н. Иванковым (1968, 1968а, 1970) и в соавторстве с В. Л. Андреевым (1969) по материалам, собранным преимущественно в конце 50-х и в 60-е годы. В связи с увеличением интенсивности промысла курильской кеты эти сведения требуют уточнения и дополнения. В настоящей работе рассматриваются факторы, определяющие величину пополнения кеты в пресноводный период жизни.

Сбор материала проводился в 1974–1978 гг. в бассейне Курильского залива (о. Итуруп). Ниже, при отсутствии соответствующих ссылок, все данные о кете следует относить к этому району.

Определение нерестового фонда и заполнения нерестилищ осуществляли путем промера нерестовых площадей во время массового нереста кеты и визуального подсчета рыб. Донерестовую смертность производителей в реках устанавливали при визуальном осмотре вскрытых мертвых самок (гибель до или после нереста). Выживаемость икры за период инкубации определяли в бассейне р. Курилки путем вскрытия участков нерестилищ площадным методом (23 площадки по 1 кв. м) и подсчета количества живой и мертвой икры и личинок. Представление о некоторых особенностях ската базируется на материале, полученном при облове скатывающейся молоди мальковой ловушкой в реках Курилке, Оле и Куйбышевке. Общая численность рыб в бассейне Курильского залива определена при суммировании количества выловленной рыбы, использованной для искусственного разведения и зашедшей на нерест.

Статистическая обработка полученных данных проведена в соответствии с руководствами И.Ф. Правдина (1966) и Н.А. Плохинского (1970).

**Некоторые особенности воспроизводства.** При заходе в реки половые продукты кеты уже близки к состоянию зрелости, что обусловлено, видимо, экологией размножения. Максимальное удаление верхних нерестилищ от устья реки зарегистрировано нами на р. Курилке (около 9 км). В то же время встречаются нерестилища на удалении от устья на 20–50 м. Судя по структуре наносных отложений на берегах, они подвержены воздействию морской воды во время больших приливов и штормов (ручьи Тюринский и Богаевского на о. Кунашир).

Кета нерестится в основном в небольших протоках, ручьях, а также вдоль берегов в местах выхода грунтовых вод. Зачастую проход к нерестилищам связан с преодолением мелководных участков, что ведет к высокой донерестовой смертности кеты (в среднем она составляет 25,7 % при колебаниях от 3,0 до 73,9 %) в результате обсыхания и нападения чаек. Воздействие хищных животных невелико и проявляется только на отдельных небольших водоемах. Так, в 1976 г. в притоке р. Лорки на обследованном участке протяженностью 1260 м хищными животными (медведь и лисица) было выловлено примерно 10 % находящихся в притоке рыб (определено по сохранившимся остаткам). А в 1977 г. при обследовании мелких притоков р. Светланы на о. Итуруп мы столкнулись с фактом почти полного выедания кеты на нерестилищах (до 80 %). Следует подчеркнуть, что такое воздействие наблюдается в отдаленных от присутствия людей местах и только в мелководных водоемах. В обследованных районах о. Кунашир активного воздействия хищных животных на кету не отмечено.

На южных Курильских островах основная часть нерестилищ кеты находится на участках, грунт которых составляют мелкая галька и песок с примесью ила. Массовый нерест происходит в ноябре. По литературным данным (Иванков, 1968), в среднем в

бугор закладывается 78,5 % икринок от средней плодовитости (потери при нересте составляют 20 %, около 1,5 % икры остается невыметанной). Для определения выживаемости икры за период инкубации в феврале 1976 г. в бассейне р. Курилки провели вскрытие 23 площадок на нерестилищах. Выживаемость (по сумме живой икры и свободных эмбрионов) от количества заложенной в грунт икры составила 88,6 % при колебаниях от 83,6 до 93,2 %. Это выше, чем в реках Сахалина, где выживаемость икры в р. Тымь — 75 %, в р. Найбе — 82 % (Рухлов, 1969). Однако встречаются участки, где гибель икры достигает 100 %. Так, на заиленных местах по руслу Иванова ручья погибала вся отложенная икра, а в верховьях, в местах мощного выхода грунтовых вод, выживаемость икры достигала 91 %. В переходной зоне погибало до 70 % икры.

Выклев личинок из икры начинается в массе, видимо, в начале февраля. Так, 5–14 февраля при вскрытии нерестовых площадок было обнаружено в среднем 19,1 % свободных эмбрионов (при колебании от 0 до 44,9 %) от общего количества икры и эмбрионов. Судя по тому, что обычно в середине апреля в бухте Китовой на о. Итуруп отмечаются первые стайки молоди кеты, можно полагать, что скат ее в море начинается в первой половине апреля. Массовый же скат личинок мальков кеты наблюдается в первой и второй декадах июня, в некоторые годы он растягивается и продолжается почти до конца июня — начала июля.

Молодь скатывалась в темное время суток. Наибольшее количество покатников попадало в ловушку обычно в интервале от 0 до 2 ч ночи. Среди покатников наблюдалось численное преобладание самцов (табл. 1). Для молоди кеты рек о. Итуруп характерна слабая трофическая связь с кормовыми организмами пресных вод и быстрый скат в море. На данную особенность указывают слабое питание молоди в реках и наличие у большей части покатников желточного мешка (см. табл. 1), а также значительное количество молоди (до 60–80 % в отдельных пробах) с нерассосавшимися желточными мешками в прибрежных водах моря.

Таблица 1

**Биологические показатели покатной молоди кеты из рек о. Итуруп**

Показатели	Река	1974	1975	1977	1978
Длина АС, мм (средняя)	1	36,2	39,4	37,7	36,2
	2	39,0	37,6	36,8	38,4
	3	—	—	—	38,0
Масса, мг (средняя)	1	431	491	430	385
	2	410	397	368	394
	3	—	—	—	413
Колич. самцов, %	1	54,8	53,8	46,2	61,0
	2	52,4	60,9	59,4	54,4
	3	—	—	—	58,3
Колич. молоди с желточным мешком, %	1	57,0	38,7	59,0	92,0
	2	39,7	67,8	78,3	72,2
	3	—	—	—	41,7
Масса желточных мешков, % массы тела	1	8,0	5,9	6,8	6,5
	2	4,0	3,6	7,9	3,4
	3	—	—	—	6,0
Колич. молоди с пустым желудком, %	1	—	46,2	51,3	68,6
	2	—	87,3	89,1	89,9
	3	—	—	—	29,2
Наполнение желудков, ‰	1	—	37	59	18
	2	—	2	6	2
	3	—	—	—	25
Колич., экз.	1	398	93	39	105
	2	151	87	37	158
	3	—	—	—	24

Примечание. 1 — р. Курилка, 2 — р. Оля, 3 — р. Куйбышевка.

Средние значения длины покатников в 1974–1978 гг. изменялись от 36,2 до 39,4 мм, массы — от 368 до 491 мг (см. табл. 1). Некоторые мальки достигали значительных длины и массы. Так, 20 июня 1977 г. в р. Курилке был пойман малек длиной 55 мм и массой 1312 мг, на чешуе которого имелось 3 склерита. Количество такой молодежи невелико и за годы исследования составило для рек Оли — 0,5 %, Курилки — 2,7 % и Куйбышевки — 4,2 %. Быстрый скат из рек о. Итуруп и слабое питание в них молодежи обусловлены, видимо, малой протяженностью пути катадромной миграции.

**Воспроизводительная способность южнокурильской кеты.** Под воспроизводительной способностью, по Г.Н. Монастырскому (1949), понимается темп восстановления нерестового стада рыбы за счет пополнения. При этом потенциальная воспроизводительная способность популяции рыб определяется плодовитостью и сроком полового созревания (Поляков, 1970).

Осредненные данные по этим показателям для самок кеты о. Итуруп приведены в табл. 2. Популяционный показатель скорости воспроизводства, вычисленный по Г.Д. Полякову (1971), составил 12,46. Для сравнения были рассчитаны аналогичные показатели для других районов размножения кеты (по о. Сахалин). При этом для кеты юго-западного и юго-восточного Сахалина использованы данные о плодовитости и возрастном составе, полученные сотрудником Сахалинского филиала ТИНРО А.А. Ковтун, для р. Тымь — наши данные. Из сравнения популяционных показателей скорости воспроизводства следует, что по этому показателю южнокурильская кета близка кете юго-западного побережья Сахалина (12,12) и значительно отличается от кеты юго-восточного (17,85) и северо-восточного побережья Сахалина (15,84).

Таблица 2

**Средний показатель скорости воспроизводства для самок кеты о. Итуруп разного возраста**

Возраст	Колич., %	Средняя плодовитость	$V_t$
2+	9,66	2381	33,09
3+	80,24	2727	10,78
4+	10,10	2918	6,05

Из литературных источников (Иванков, 1968; Иванков, Андреев, 1969) следует, что южнокурильская кета отличается крупными размерами и малой плодовитостью от кеты других районов размножения. По Г.В. Никольскому (1950), различия в плодовитости популяций в пределах вида являются приспособлениями к тем условиям, в которых существует популяция. Известно, что приспособленность рыб к условиям размножения и развития не только отражает существенные экологические моменты эмбрионального периода жизни, но и влияет на биологию взрослых рыб (Крыжановский, 1948). При этом возникновение биологических различий определяется в основном на ранних этапах жизни рыб, когда очень сильно сказывается влияние внешней среды (Монастырский, 1949). Опираясь на эти положения, попытаемся объяснить своеобразие воспроизводительной способности южнокурильской кеты.

Сравнение данных о потерях икры при нересте показывает, что этот фактор не отражается в решающей степени на величине популяционного показателя скорости воспроизводства. Так, в р. Тымь в среднем в бугор откладывается 23,4 % икры от средней плодовитости самок, а в р. Найбе — 42,8 % (Рухлов, 1969). При этом Ф.Н. Рухлов отмечает, что максимальные потери икры наблюдаются в местах хозяйственной или иной деятельности человека. Таким образом, эти данные, видимо, занижены в том смысле, что в недалеком прошлом влияние этого фактора на нерест кеты было значительно меньшим. И тем не менее в р. Найбе, несмотря на меньшие потери икры при нересте, популяционный показатель скорости воспроизводства выше, чем в р. Тымь. У кеты о. Итуруп низкий показатель скорости воспроизводства сочетается с минимальными потерями икры при нересте.

Не оказывают решающего влияния на величину различия популяционного показателя скорости воспроизводства у разных стад и условия развития отложенной в

буграх икры, так как особенности нереста осенней кеты (в местах выхода грунтовых вод) обуславливают более или менее сходные условия для развития икры. Как и в случае с потерями икры при нересте, более высокой выживаемости икры кеты в р. Найбе соответствует больший показатель скорости воспроизводства. В общем расхождение данных о выживаемости в буграх икры кеты рек о-вов Итуруп и Сахалин невелико, но все-таки максимальный показатель характерен для южнокурильской кеты (см. выше).

Выживание молоди после выхода из бугров определяется в основном взаимодействием двух факторов: обеспеченностью пищей и воздействием хищников. Принимая во внимание ограниченную кормность пресных водоемов, И.Б. Бирман (1953, 1975) справедливо считает, что главными факторами, определяющими величину пополнения тихоокеанских лососей, являются степень их тяготения к пресным водам и элиминация, которой они подвергаются здесь. Ф.Н. Рухлов (1969) отмечает тенденцию к повышению размеров, массы и плодовитости кеты в крупных реках о. Сахалин как факторов, компенсирующих повышенную элиминацию молоди при продолжительном скате к морю. В общем виде эта тенденция имеет место. Но не всегда протяженность покатной миграции обуславливает величину элиминации покатников. В качестве примера может служить кета р. Найбы. По протяженности р. Найба занимает промежуточное положение между короткими реками юго-западного Сахалина, о. Итуруп и второй по величине на Сахалине р. Тымь. Действительно, как показывает Ф.Н. Рухлов, кета в р. Найбе значительно меньше кеты р. Тымь, меньше и ее плодовитость, хотя различия здесь не столь значительны. Необходимо принять во внимание, как было отмечено В.Н. Иванковым (1972), что кета юго-восточного Сахалина созревает раньше и характеризуется относительно высокой плодовитостью при небольших размерах. Она, по данным В.Н. Иванкова (1972), является наиболее ярким исключением из общей закономерности, по которой южные популяции менее плодовиты. Максимальное значение популяционного показателя скорости воспроизводства свидетельствует, возможно, о напряженных отношениях молоди с окружающей средой в этом водоеме. Судя по данным о питании молоди в р. Найбе и о времени ската, можно констатировать факт значительной привязанности ее к этому водоему. На напряженность в системе кета — водоем указывает и высокий темп полового созревания кеты, так как только продуцирование относительно большого количества икры не в состоянии, видимо, поддерживать достаточную численность пополнения.

Экологические условия обитания молоди в реках о. Итуруп и юго-западного Сахалина довольно сходны: слабая трофическая связь с кормовыми организмами пресных вод и быстрый скат в море. Как следствие — пониженная элиминация покатников. Примечательно, что популяционные показатели скорости воспроизводства кеты из этих районов размножения минимальны и весьма близки между собой.

Возможно, что у южнокурильской кеты наблюдается некоторая дифференциация по степени тяготения к пресным водам на формы, нерестящиеся в речных и озерных системах. У последней, по нашим наблюдениям, при нерестовом ходе менее выражены брачные изменения. Также есть сведения (Иванков, Броневский, 1974), что у кеты оз. Лагунного (о. Кунашир) наблюдается более поздний скат молоди в море, более высокий темп роста и большая плодовитость по сравнению с кетой, размножающейся в реках.

### **Заключение**

Осенняя кета южных Курильских островов, как отмечал В.Н. Иванков (1968), отличается от кеты других районов размножения низкой плодовитостью при больших размерах тела. В ее нерестовых скоплениях преобладают особи четырехлетнего возраста. Все это и обуславливает сравнительно малое значение популяционного показателя скорости ее воспроизводства. В то же время короткие реки (с обильным выходом грунтовых вод) способствуют высокой эффективности нереста. Средняя выживаемость икры и личинок в нерестовых буграх к середине февраля, по данным 1976 г., составила 88,6 %, что выше аналогичных показателей из других районов размножения по о. Сахалин. С короткими реками, видимо, связаны и особенности

покатной миграции. Сроки ее весьма сжаты (массовый скат наблюдается обычно в первой и второй декадах июня), при этом молодь кеты скатывается в основной массе с нерассосавшимся желточным мешком и в пресных водах практически не питается.

Высокие коэффициенты возврата половозрелых рыб от количества начинающей покатную миграцию молоди (0,76–1,27 %) позволяют считать, что сложившаяся в процессе исторического развития относительно малая воспроизводительная способность южнокурильской кеты в связи с экологическими условиями воспроизводства вполне достаточна для поддержания численности на довольно высоком уровне.

## ЛИТЕРАТУРА

Бирман И.Б. О численности проходных лососевых в связи со степенью их пресноводности и происхождение проходного образа жизни этих рыб. — Зоол. журн., 1953, т. XXXII, вып. 5, с. 923–931.

Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук. — М., 1975, 40 с., МГУ.

Иванков В.Н. Особенности биологии тихоокеанских лососей южных Курильских островов в связи с проблемой внутривидовой дифференциации. — В сб.: Некоторые вопр. биол. и медицины на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВ ФАН СССР, 1968, с. 175–177.

Иванков В.Н. Тихоокеанские лососи острова Итуруп. — Изв. ТИНРО, 1968а, т. 65, с. 49–74.

Иванков В.Н. Изменчивость и внутривидовая дифференциация кеты. — Гидробиол. журн., 1970, т. 6, вып. 2, с. 106–112.

Иванков В.Н., Андреев В.Л. Плодовитость тихоокеанских лососей (р. *Oncorhynchus*). — Вопр. ихтиол., 1969, т. 9, вып. 1(54), с. 80–89.

Иванков В.Н., Броневский А.М. Особенности биологии кеты, размножающейся на озерных нерестилищах. — В сб.: Упр. и информ., Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1974, вып. 10, с. 265–268.

Крыжановский С.Г. Экологические группы рыб и закономерности их развития. — Изв. ТИНРО, 1948, т. 27, с. 3–114.

Монастырский Г.Н. О типах нерестовых популяций у рыб. — Зоол. журн., 1949, т. 28, вып. 6, с. 535–544.

Никольский Г.В. О некоторых закономерностях динамики плодовитости рыб. — Зоол. журн., 1950, т. 29, вып. 6, с. 489–500.

Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 368 с.

Поляков Г.Д. Некоторые закономерности популяционной изменчивости рыб. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук. — М., 1970, 40 с., ИЭМЭЖ.

Поляков Г.Д. Количественная оценка и приспособительное значение изменчивости воспроизводства популяции рыб. — В сб.: Закономерн. роста и созрев. рыб. М.: Наука, 1971, с. 5–20.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.

Рухлов Ф.Н. К характеристике естественного воспроизводства осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) на Сахалине. — Вопр. ихтиол., 1969, т. 9, вып. 2(55), с. 285–291.

**В.И. Чернявский, В.А. Бобров, Н.Н. Афанасьев**  
(Магаданское отделение ТИНРО)

## **ОСНОВНЫЕ ПРОДУКТИВНЫЕ ЗОНЫ ОХОТСКОГО МОРЯ**

Как известно, неоднородность физико-географических условий в море приводит к неравномерному биопродуцированию различных акваторий, к перераспределению наличного количества организмов и концентрации их в узких регионах (Беклемишев, 1964). Чем продуктивнее районы, тем больше вероятности, что каждый данный вид может образовывать здесь достаточно плотные скопления. С другой стороны, лишь полное выражение закономерных флюктуаций гидрологических структур и общей циркуляции вод может быть представлено в качестве океанологической основы распределения и концентрации промысловых организмов (Елизаров, 1972).

В летнее время, в период стабилизации гидрологических процессов, высокая продукционная способность сохраняется в Охотском море лишь в тех районах, где в силу определенных гидрологических причин постоянно, хотя и с разной интенсивностью, осуществляется апвеллинг и береговой сток рек, восполняющие поток биогенных элементов в эвфотическом слое, интенсивно ассимилируемых фитопланктоном. Конкретные характеристики поля течений определяют, в частности, перераспределение планктона — основы кормовой базы более высоких звеньев трофической цепи (Афанасьев, 1979).

Настоящая работа основана на материалах стандартных экспедиционных гидрологических и гидробиологических исследований Охотского моря, выполненных Магаданским отделением ТИНРО в 1963, 1966–1979 гг. Некоторые результаты этих исследований обсуждались ранее (Чернявский, 1970, 1970а, 1975; Чернявский, Бобров, 1977).

Для Охотского моря, как и для большинства других морей умеренных широт северного полушария (Степанов, 1974), характерна общая циклоническая циркуляция водных масс, обусловленная преобладающими барическими ситуациями. Вдольбереговые течения обходят берега правой стороной, и, поскольку ветры, параллельные берегам, чрезвычайно редки и неустойчивы, сгоны в Охотском море не наблюдаются. Поэтому апвеллинги, вызванные ветровым режимом, отсутствуют.

Основным структурным элементом поля течений, вызывающим апвеллинг в Охотском море, является дивергенция потоков, обусловленная как рельефом дна и конфигурацией берегов, так и общими гидродинамическими причинами (рис. 1). К апвеллингам топографического характера относятся:

1а) расхождение сильного потока при натекании его на обширное подводное препятствие (дивергенция Западно-Камчатского течения на две ветви — Срединное течение и Северную ветвь при натекании первого на выступ шельфа в центральной части восточной половины Охотского моря);

1б) циклонические круговороты, образующиеся при прохождении течения над подводными банками (банка Кашеварова);

1в) циклонические циркуляции, формирующиеся при огибании побережья правой стороной течения, когда береговая линия изогнута под острым углом (Аянский и Пенжинский циклонический круговороты);

1г) при натекании потока вод на отмель под прямым или близким к нему углом (Охотский и Усть-Хайрюзовский апвеллинги);

1д) подъем глубинных вод к поверхности моря в сужающихся морских долинах с резко повышающимся дном (район у юго-западной оконечности п-ова Камчатка; желоба, продолжающие впадины ТИНРО и Дерюгина).

Апвеллинги, обусловленные дивергенциями топографического характера, т.е. всегда существующими, неустраиваемыми факторами, наиболее постоянны и стабильны. Меняется лишь их интенсивность, следовательно, площадь и конфигурация.

Рис. 1. Структурные элементы поля течений Охотского моря

Дивергенции динамического характера возникают главным образом при контакте вод во время движения. Фактически существует два случая образования циклонов по динамическим причинам:

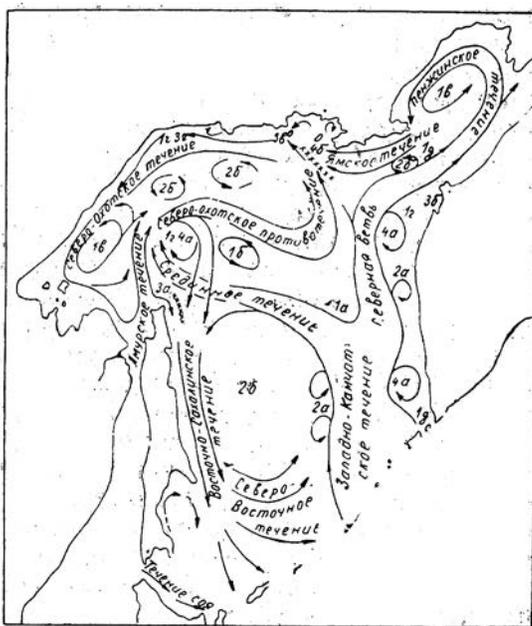
2а) в сильном устойчивом течении максимальная скорость наблюдается в его стрежне, по обе стороны от которого скорости течений убывают (Натаров, Черный, 1966). При этом, согласно гидродинамическим законам, слева от стрежня образуются смещающиеся вдоль по течению циклонические вихри, а справа — антициклонические (Западно-Камчатское течение);

2б) при расхождении течений левыми сторонами (разновидность предыдущего случая). На левой стороне каждого течения циклоны возникают по указанным выше причинам. Когда же левые стороны соприкасаются, циклоническое вращение вод усиливается (Северная ветвь — Ямское течение, Северо-Охотское течение — Северо-Охотское противотечение, Западно-Камчатское — Восточно-Сахалинское течения).

Как следует из сказанного, это не стационарные, а смещающиеся или блуждающие циклоны, обычно микромасштабного и значительно реже мезомасштабного размера, однако, поскольку они образуются непрерывно, а в некоторых благоприятных случаях стационарируются, апвеллинг в этих зонах постояен, хотя и обнаруживает неритмические пульсации.

В морях с хорошо выраженными приливо-отливными процессами, к которым относится и Охотское море, в зависимости от фаз этих явлений апвеллинг становится либо более отчетливым, либо вуалируется. В отдельных районах при условиях, препятствующих распространению приливной волны (наличие островов, узкостей, обусловленных конфигурацией берегов, сложность рельефа дна), формируется неоднородность вертикальной структуры приливного потока, приводящая к мощной приливной трансформации водных масс и турбулентному перемешиванию вод от поверхности до дна (р-н о. Ионы, банка Кашеварова, р-н Ямских островов, Курильские проливы). При этом формируется принципиально новая гидрологическая структура, отличающаяся от смежных водных масс. На поверхности моря такие акватории отображаются значительными аномалиями температуры, солености и других элементов, характеризующими физико-химическое состояние вод (достаточно, например, отметить, что на поверхности моря в р-не банки Кашеварова и в р-не Ямских островов даже в августе, самом теплом месяце, температура воды не превышает 3–5° С). Указанные явления обычно локальны, т.е. не выходят за пределы зон, где происходит трансформация, однако в отдельных случаях можно констатировать распространение перемешанных приливами вод на 150–200 км от очага трансформации (Ямское течение). Контакт таких трансформированных вод с водными массами иной вертикальной структуры и с иными физико-химическими характеристиками приводит к образованию внутрискрустных гидрологических фронтальных разделов, характеризующихся повышенной динамичностью. В частности, в результате контакта вод Ямского течения и периферийных вод Северо-Охотского противотечения в Притауйском районе формируется фронтальная зона, являющаяся важнейшей промысловой акваторией.

Динамика фронтальной зоны чрезвычайно сложна. В принципе этот гидрологический фронт представляет собой зону конвергенции водных масс (Чернявский, 1970).



Вследствие неравномерности скоростей и различий в структуре сходящихся вод, гидрологический фронт изгибается, образуя меандры. При некоторых условиях меандры начинают превышать критические размеры, отрываются от фронта и превращаются в замкнутые микроциркуляции разного знака, перемещающиеся вдоль линии конвергенции. В этих микроциркуляциях и концентрируется зоопланктон, перемещаясь вместе с ними и временно рассеиваясь при разрушении вихрей. Этим, в частности, объясняется мозаичное строение планктонных полей. С другой стороны, такие кормовые пятна очень благоприятны для нагула обитающих здесь рыб. Концентрируясь в них, рыбы имеют возможность на поиск и добычу корма затрачивать минимум энергии. Наконец, постоянные вертикальные токи воды в сменяющих друг друга циклонах поднимают биогенные вещества вверх, давая начало первичному звену пищевой цепи — водорослям.

Нельзя обойти вниманием также и некоторые районы опреснения, которое в комплексе с другими факторами создает предпосылки для формирования продуктивных зон. В Охотском море несколько таких зон. Отметим основные из них:

За) сильная струя Амурского течения, огибающая о. Сахалин с севера и создающая при контакте с окружающими водами Северо-Сахалинский фронтальный раздел;

Зб) район отмели вблизи пос. Усть-Хайрюзово, подверженный влиянию стока ряда относительно крупных рек северо-западного побережья Камчатки, сильному приливному перемешиванию вод на отмели и смыкающийся с прибрежным апвеллингом на этой широте;

Зв) район сброса в море пресных вод из западной части Тауйской губы, подверженных сильному приливному и фрикционному перемешиванию при натекании на о. Спафарьева и в прол. Лихачева. Смыкается с северной периферией фронтальной зоны;

Зг) охотский район, стационарность которого обусловлена не только стоком рек, но также и апвеллингом, формирующимся при натекании Северо-Охотского течения на отмель у изгиба берега.

Относительно продуктивными, но менее стабильными являются конвергенции, т. е. зоны схождения вод, обуславливающие даунвеллинг. Это районы механического накопления планктона, продуктивность которых зависит от интенсивности продуцирования планктона в смежных районах.

Первичная продукция в зонах даунвеллинга резко снижена, преобладают процессы диссимилиации, пищевые цепи длинные. Сообщества характеризуются большим разнообразием, отсутствием преобладания отдельных видов, увеличением доли хищников. Тем не менее, если конвергенция имеет квазистационарный характер, здесь всегда наблюдается относительный максимум биомассы зоопланктона, хотя он и обнаруживает некоторую дискретность во времени.

В Охотском море можно выделить, пожалуй, лишь четыре квазистабильных даунвеллинга с повышенной биомассой зоопланктона. Это антициклонические круговороты у юго-западного побережья Камчатки, над впадинами ТИНРО и Дерюгина и фронтальная зона Притауйского района.

Исходя из теоретических предпосылок, а также из того факта, что течения Охотского моря обходят его берега правой стороной, следует предполагать, что антициклонические микроциркуляции существуют в большинстве мелких заливов Охотского моря, что, в частности, подтверждается наличием их в восточной части Тауйской губы и за п-овом Лисянского. Эти микрокруговороты достаточно высококормны и, по-видимому, благоприятны для выживания молоди нерестящихся здесь рыб, так как позволяют удерживаться основной массе молоди в пределах заливов.

Рассмотренные выше динамические структуры (см. рис. 1) редко встречаются в чистом виде и обычно формируются под влиянием комплекса факторов. Чаще всего они образуют сложные гидродинамические системы.

В пределах северной части Охотского моря мы выделяем две такие системы:

1) Центральнo-северо-восточная система, включающая следующие структуры: зону дивергенции Западно-Камчатского течения на Срединное течение и Северную ветвь, антициклон над впадиной ТИНРО, апвеллинг и пресный сток отмели Усть-Хайрюзово, серию блуждающих циклонов в зоне контакта Ямского течения и Северной ветви,

квазистационарный Пенжинский апвеллинг, воды приливной трансформации Ямского течения, Притауйскую фронтальную зону, сток из западной части Тауйской губы;

2) Северо-северо-западная система: Лисянский циклонический круговорот, Охотский апвеллинг с речным стоком, Аянский стационарный циклон, Ионский даунвеллинг, циклонический круговорот над банкой Кашеварова, Северо-Сахалинский фронтальный раздел.

В период усиления адвекции, речного стока и приливного перемешивания вод продуктивные зоны этих гидродинамических систем могут временно смыкаться, образуя обширные участки повышенной биомассы гидробионтов.

Все перечисленные выше динамические структуры являются продуктивными зонами Охотского моря, характеризующимися относительно большой, стабильной и всегда максимальной величиной биомассы планктонных (рис. 2) и бентосных (Савилов, 1961) сообществ. Они привлекают пелагических, донных рыб и промысловых беспозвоночных, образующих здесь значительные скопления. Некоторые из этих зон интенсивно эксплуатируются и имеют большое народнохозяйственное значение. Так, в совсем недавнем прошлом продуктивные зоны Охотского моря давали 12–15 % рыбы и других водных животных, добываемых Советским Союзом.

Необходимость и возможность промыслового освоения всех выделенных районов, обладающих столь значительной продуктивностью, несомненна. Однако хозяйственному их освоению должны сопутствовать всесторонние научные исследования, призванные решить конкретные вопросы многолетней перспективы, рациональной и эффективной комплексной эксплуатации продуктивных зон, не нарушая сложившегося здесь определенного типа структуры сообществ.



Рис. 2. Продуктивные зоны Охотского моря

## ЛИТЕРАТУРА

- Афанасьев Н.Н. Распределение эвфаузиид в северо-восточной части Охотского моря. — В сб.: Исслед. по биол. рыб и промысл. океанографии. Владивосток: ТИНРО, 1979, вып. 10, с. 39–44.
- Беклемишев К.В. Эхолотная регистрация скоплений макропланктона и их распределение в Тихом океане. — Тр. ИОАН СССР, 1964, т. 65, с. 197–229.
- Елизаров А.А. Об океанологических основах распределения и концентрации промысловых организмов. — Тр. ВНИРО, 1972, т. 75, с. 152–165.
- Натаров В.В., Черный Э.И. О формировании зон повышенной биологической продуктивности в Тихом океане. — Тр. ВНИРО, 1966, т. 60, с. 125–134.
- Савилов А.И. Экологическая характеристика донных сообществ Охотского моря. — Тр. ИОАН СССР, 1961, т. 46, с. 3–94.
- Степанов В.Н. Мировой океан. М.: Знание, 1974. 256 с.
- Чернявский В.И. Гидрологический фронт северной части Охотского моря. — Изв. ТИНРО, 1970, т. 71, с. 3–11.
- Чернявский В.И. О причинах высокой биологической продуктивности северной части Охотского моря. — Изв. ТИНРО, 1970а, т. 71, с. 13–22.
- Чернявский В.И. Об океанологических основах формирования зон высокой биологической продуктивности в Охотском море. — В сб.: Биол. ресурсы морей Дальн. Востока (тез. докл.). Владивосток: ТИНРО, 1975, с. 4–6.
- Чернявский В.И., Бобров В.А. Океанологические аспекты формирования зон высокой биологической продуктивности Охотского моря. — В сб.: Тез. докл. на I съезде сов. океанологов, М.: Наука, 1977, вып. II, с. 7–8.

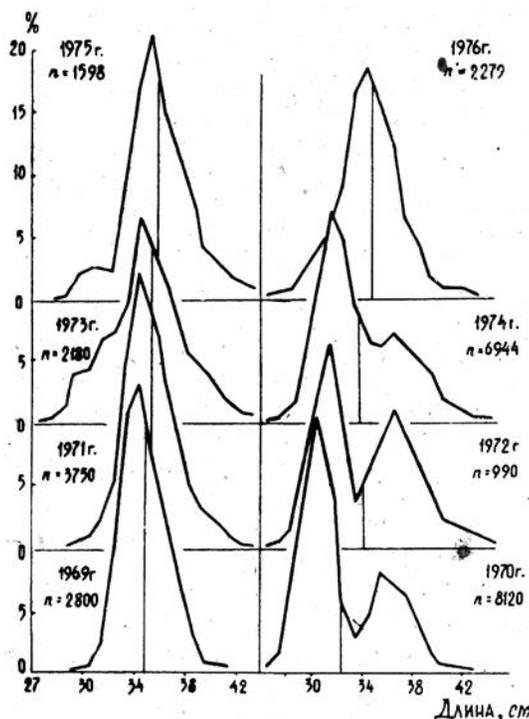
О.Г. Золотов  
(Камчатское отделение ТИНРО)

## О ДВУХЛЕТНЕЙ ЦИКЛИЧНОСТИ В ЧИСЛЕННОСТИ СЕВЕРНОГО ОДНОПЕРЕГО ТЕРПУГА ШЕЛЬФОВЫХ ВОД КУРИЛО-КАМЧАТСКОГО РАЙОНА

Северный одноперый терпуг *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas) — широко распространенный в северной части Тихого океана вид, в отечественных дальневосточных водах с 1968 г. является объектом тралового промысла на материковой отмели юго-восточной Камчатки и на шельфе северных Курильских островов (Парамушир, Онекотан). Анализ динамики уловов терпуга на протяжении периода промысла позволил выявить определенную закономерность, характеризующуюся достаточно четко выраженной цикличностью с периодом в два года и увеличением уловов на рыболовное усилие в четные годы. Во всех случаях уловы в каждом нечетном году были ниже, чем в предыдущем четном. Периодичность уловов на рыболовное усилие определяла и изменения общего вылова, хотя на величину последнего влияли и иные факторы (в основном организационного порядка).

Причины закономерных колебаний уловов проясняются при анализе динамики размерно-массовой и возрастной структуры популяции (рис. 1, 2).

Обращает на себя внимание различный вид кривых размерного состава в четные и нечетные годы. В четные они имеют двугорбинный характер с модальными группами 30–33 см и 35–39 см, в нечетные — распределение терпуга по длине близко к нормальному, вариационная кривая симметрична и имеет один четко выраженный максимум (34–35 см). Сопоставление этих данных с возрастным составом уловов показывает, что в четные годы доминирующим поколением являются четырехгодовалые рыбы, второй максимум соответствует шестигодовикам; в нечетные годы преобладают пятигодовалые особи, доля же четырехгодовиков невелика (см. рис. 2).



Таким образом, тот или иной характер вариационных кривых определялся вступлением в промысловый запас в четные годы многочисленного поколения в возрасте 4 лет и отсутствием достаточного пополнения в смежные годы. В итоге цикличность изменений размерно-возрастной структуры и уловов обусловлена двухлетней периодичностью урожайности поколений терпуга. Индексы численности поколений, рассчитанные как суммарное количество рыб в улове за 1 судно-сутки лова последовательно в возрасте 4 и 5 лет в два смежных года (за период 1969–1975 гг.), различались в среднем в 2,9 раза.

Рис. 1. Размерный состав терпуга в траловых уловах у северных Курильских островов в 1969–1976 гг.

Рис. 2. Возрастной состав терпуга в траловых уловах у северных Курильских островов в 1969—1976 гг. и отклонения его от среднемноголетнего

Влияние численности отдельных генераций на изменения промыслового запаса, а следовательно и вылова, весьма значительно. В результате периодичности колебаний величины пополнения знак разности между убылью (естественной и промысловой) и суммарным пополнением (рост массы и вступление в промысел нового поколения) ежегодно менялся на противоположный. Фактически одно поколение высокой численности обеспечивало сравнительно высокий уровень биомассы популяции в течение двух смежных лет, чем и поддерживалось относительное равновесие в состоянии запасов терпуга на протяжении 1968—1975 гг.

Правильные короткопериодные колебания величины уловов терпуга прослеживаются не только при анализе изменений в промысловом стаде, но и у молоди терпуга. Двухгодовики северного одноперого терпуга, в отличие от половозрелых рыб, ведущих преимущественно придонный образ жизни, обитают в поверхностных слоях воды. Районом нагула этих рыб в летне-осеннее время является центральная часть Охотского моря. Численность пелагической молоди, по данным исследовательских дрейферных ловов, на протяжении 1966—1976 гг. претерпевала значительные межгодовые колебания. В данном случае также наблюдалась двухлетняя цикличность величины уловов, причем флюктуации количества молоди в возрасте 2 лет синфазны изменениям уровня пополнения в четырехгодовалом возрасте. Повышенной численностью отличались те же поколения, которые спустя 2—3 года составляли основу промысловых уловов (рис. 3). Связь между сравниваемыми показателями характеризовалась коэффициентом корреляции  $r = 0,82$  ( $m_r = 0,286$ ;  $t = 2,87$ ) с достоверностью на уровне значимости 0,05. Уравнение регрессии имеет вид:

$$y = 4,613x0,185, \text{ или } \lg y = 0,185 \lg x + 0,664,$$

где  $x$  — средний улов двухгодовиков на сетедрейф;

$y$  — индекс численности поколения в промысловом запасе.

Отметим, что выявленная положительная связь количества двухгодовиков в исследовательских дрейферных ловах и численности пополнения нерестового стада открывает возможность прогнозирования изменений промыслового запаса с заблаговременностью 2—3 года.

Механизм возникновения двухлетней цикличности численности поколений пока неполно ясен. Отметим, однако, что в северной части Тихого океана и в Охотском море подобная периодичность характерна для изменения многих биологических параметров у других видов рыб, а также процессов внешней среды. Общеизвестно

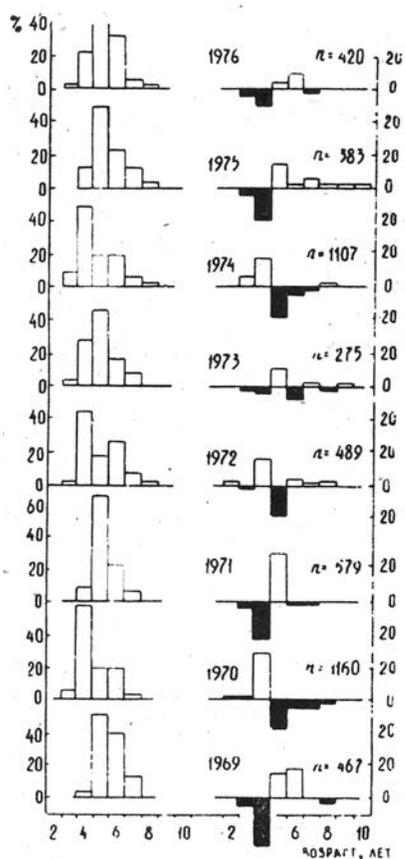


Рис. 3. Изменения относительной численности поколений терпуга в промысловых уловах (1) и по данным дрейферных ловов молоди (2). По оси ординат: слева — индекс численности поколения, справа — натуральный логарифм среднего улова двухгодовиков на сетедрейф

чередование урожайных и неурожайных поколений горбуши (Кагановский, 1949; Лапин, 1971). Отмечены достоверные различия в темпе линейного роста западнокамчатской желтоперой камбалы (Тихонов, 1976), наблюдались короткопериодные колебания интенсивности питания и состава пищи дальневосточных лососей в прикамчатских водах Тихого океана (Sano, 1963; Ito, 1964). Для наиболее массового вида прикамчатских вод — минтая, по данным В.В. Максименкова (в печати), также можно проследить, что колебания численности поколения промыслового запаса имеют двухлетнюю цикличность. Очевидно, отмеченные для терпуга колебания численности поколений имеют в основе какие-то закономерные изменения условий внешней среды, определяющие выживаемость терпуга на ранних стадиях онтогенеза и, возможно, оказывающие влияние и на перечисленные выше виды.

В.И. Тихонов (1976) при анализе короткопериодных изменений роста желтоперой камбалы указывал в качестве конкретного фактора, определяющего колебания величины годовых приростов, на двухлетнюю цикличность аномалий температур холодного пятна в южной части западнокамчатского шельфа, отмеченную им по данным Т.Т. Винокуровой (1972). Надо учесть, что температурные условия у западного побережья Камчатки тесно коррелируют с изменениями гидрологического режима вод восточнокамчатского шельфа в результате поступления тихоокеанских вод в восточную часть Охотского моря (Чернявский, 1973; Давыдов, 1975). Оба района так же, как и прикурильские воды Тихого океана, находятся под воздействием Камчатского и Курильского течений. Поскольку центр репродуктивной части ареала терпуга расположен у побережья о. Парамушир, возможно, двухлетняя цикличность возникновения многочисленных поколений терпуга является результатом воздействия каких-то общих периодически изменяющихся океанологических факторов, в частности положения оси Курисио (Павлычев, 1977), отражением которых являются и циклические аномалии температур на западнокамчатском шельфе.

## ЛИТЕРАТУРА

Винокурова Т.Т. Межгодовая изменчивость придонной температуры у западного побережья Камчатки. — В сб.: Исслед. по биол. рыб и промысл. океанографии. Владивосток: ТИНРО, 1972, вып. 7, с. 3–11.

Давыдов И.В. Режим вод западнокамчатского шельфа и некоторые особенности поведения и воспроизводства промысловых рыб. — Изв. ТИНРО, 1975, т. 97, с. 63–81.

Кагановский А.Г. Некоторые вопросы биологии и динамики численности горбуши. — Изв. ТИНРО, 1949, т. 31, с. 3–55.

Лапин Ю.Е. Закономерности динамики популяций рыб в связи с длительностью их жизненного цикла. М.: Наука, 1971. 175 с.

Максименков В.В. Об оценке оптимального режима промысла восточноохотского минтая на основе модели Аллена. — Рыбн. хоз-во (в печати).

Павлычев В.П. К межгодовой изменчивости океанологических условий в области Курисио. — Океанология, 1977, т. XVII, вып. 2, с. 200–205.

Тихонов В.И. Краткопериодические изменения роста западнокамчатской желтоперой камбалы. — Изв. ТИНРО, 1976, т. 100, с. 53–56.

Чернявский В.И. О некоторых вопросах прогнозирования типа термического режима в Охотском море. — Изв. ТИНРО, 1973, т. 86, с. 49–55.

Ito I. Food and feeding of Pacific Salmon (genus *Oncorhynchus*) in their oceanic life. — Bull. Hok. Reg. Fish. Res. Lab., 1964, N 29, p. 85–97.

Sano O. Notes on environmental factors affecting the Salmon populations in their oceanic life. — Bull. Jap. Sci. Fish., 1963, v. 29, N 8, p. 749–753.

Н.А. Шепель

## ФОРМИРОВАНИЕ ДРУЗ МИДИИ ГРЕЯ *CRENOMYTILUS GRAYANUS* НА ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТАХ

В дальневосточных морях среди других двустворчатых моллюсков мидия Грея — один из важнейших промысловых объектов. В результате интенсивного промысла во многих районах запасы ее резко сократились, и в настоящее время даже при ограничении или запрете промысла естественного пополнения численности мидии этого вида не происходит.

Биология мидии Грея изучена слабо, и исследования многих авторов в основном направлены на изучение структуры ее друз. Данные о размерно-возрастном составе и о роли возрастной структуры друз в поддержании их устойчивости содержатся в работах В.А. Свешникова и А.А. Кутищева (1976), Е.П. Вигман (1977) и др. Сведения о механизме оседания личинок мидии Грея при наличии взрослых особей представлены в работе А.А. Кутищева (1976). Однако до сих пор остаются не выясненными вопросы длительности личиночного развития, время и условия оседания личинок в природе, без знания которых культивирование данного объекта невозможно.

В настоящей работе приведены результаты исследований в лабораторных условиях поведения и оседания личинок мидии Грея в присутствии взрослых особей и наблюдений в природе за формированием друз этого моллюска на искусственных субстратах.

### Материал и методика

Основным материалом послужили сборы и наблюдения, выполненные в бух. Миносок (зал. Посъета) и в бух. Западной (о. Фуругельма) в 1978–1979 гг. В бух. Миносок использовали несколько типов субстратов: отрезки капроновых веревок длиной 0,3 м с размочаленными прядями, подвешенные вертикально в приповерхностном слое воды; гирлянды из подвесных садков (ячейка капроновой дели 4x4 мм), помещенные в толще воды на глубине от 1 до 3 м; якоря, связанные капроновыми веревками, установленные на грунте на глубине 8 м, а в бух. Западной (о. Фуругельма) — капроновые веревки длиной 3,5 м, выставленные в придонном слое 6–10 м. Оценка плотности оседания и размерного состава мидии Грея на всех субстратах выполнялась в июле-августе 1979 г., т.е. в период, когда все личинки уже осели на субстраты.

В подвесных садках обследовалась не только дель, но и поверхность обрастателей, включающих приморский гребешок, мидию съедобную, японский гребешок, баянусы и устрицу. На капроновых веревках учитывали биомассу обрастателей (мелкие организмы и макрофиты).

В лабораторных условиях был поставлен эксперимент по наблюдению за оседанием личинок мидий. В каждый аквариум (всего 4 шт. вместимостью 10 л) помещали по две особи взрослых форм моллюска и 500 экз. личинок в стадии великонха. Личинки были получены путем искусственного оплодотворения яиц и выращены в лаборатории. Длительность наблюдений за поведением личинок составила 1 мес.

### Результаты исследований

До настоящего времени многие исследователи (Голиков, Скарлато, 1967; Садыхова, 1970; Кутищев, 1977, 1979; Милейковский, 1979) считают, что личинки мидии Грея в природе оседают только на нити взрослых моллюсков и не оседают на искусственные субстраты, установленные в толще воды (Садыхова, 1978).

Некоторые авторы (Свешников, Кутищев, 1978; Вигман, Кутищев, 1979) полагают, что взаимодействие личинок с донными популяциями мидии Грея основано на биофильтрационном механизме, с помощью которого они сосредоточиваются вблизи поселений взрослых моллюсков.

Наблюдения за поведением оседающих личинок (размеры раковины 275–300 мкм) в присутствии взрослых особей в аквариумах показали, что взрослые мидии, фильтруя воду, засасывали их в мантийную полость и выпускали неповрежденными. За все время исследований нами не было отмечено, чтобы личинки предпочитали биссусные нити живых мидий как субстрат. Осевшие личинки были обнаружены только на стенках аквариумов.

В придонных условиях максимальные концентрации молоди мидии Грея на искусственных субстратах были обнаружены: в мелководном участке бух. Миноносок на глубине 2–2,5 м (рис. 1, А), а в более глубоководном — бух. Западная (о. Фуругельма) — на глубине 7–8 м (см. рис. 1, Б). В придонном слое, независимо от района, количество осевших моллюсков значительно снижается.

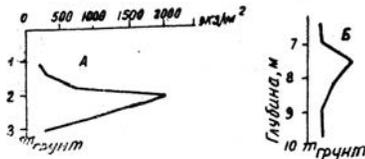


Рис. 1. Вертикальное распределение дальневосточной мидии на садках в бух. Миноносок (А) и на капроновых веревках в бух. Западной о. Фуругельма (Б)

Личинки мидии Грея предпочитают субстраты, обильно обросшие микроводорослями, мелкими макрофитами и гидроидами. На «чистых» субстратах они не были встречены. Отмечено, что чем больше масса таких обрастаний на субстратах, тем выше плотность мидий на них (рис. 2).

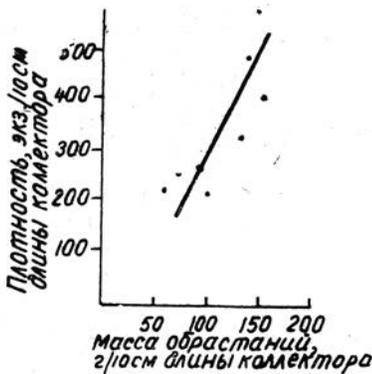
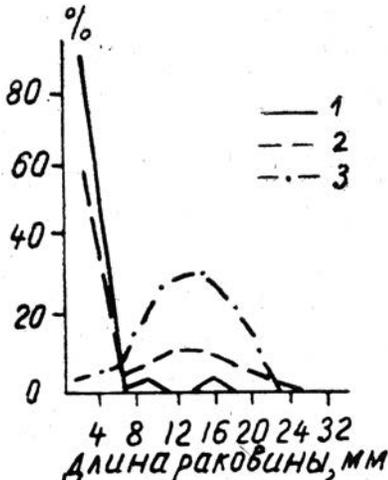


Рис. 2. Взаимосвязь биомассы обрастаний и плотности дальневосточной мидии на капроновых веревках

Анализ размерной структуры молоди на искусственных субстратах показал, что она неоднородна: более мелкие формы в основном обнаружены на биссусных нитях мидии съедобной и на раковинах японского гребешка (рис. 3), крупные — только на раковинах приморского гребешка.

Различие в плотности оседания и характере формирования друз мидиями этого вида на субстратах зависит от их качества. Из исследуемых материалов наибольшее количество моллюсков отмечено на субстратах, изготовленных из капроновых веревок. На них по всей поверхности наблюдалось равномерное распределение мидий. На якорных узлах из капроновых веревок мидии были распределены в виде одной друзы,

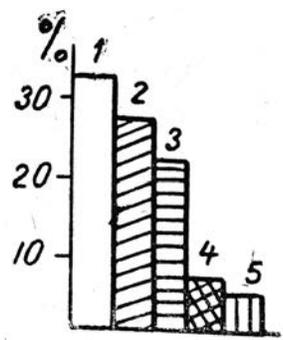


на садках — отдельные друзы, моллюски находились на дели, т. е. независимо от наличия обрастателей и взрослых форм данного вида (рис. 4).

В друзах, образованных на искусственных субстратах, моллюски быстрее достигают половозрелости, чем на грунте. Если на грунте мидии становятся половозрелыми на шестом году жизни (Авдеева-Марковская, 1979), то на искусственных субстратах — на третий год (рис. 5)

Рис. 3. Размерный состав дальневосточной мидии на разных субстратах: 1 — на японском гребешке; 2 — в биссусных нитях мидии съедобной; 3 — на раковинах устриц

Рис. 4. Процентный состав дальневосточной мидии на садках: 1 — самостоятельные друзы; 2 — друзы на раковинах приморского гребешка; 3 — с мидией съедобной; 4 — с баянусами; 5 — на раковинах устриц



Таким образом, личинки мидии Грея оседают на искусственные субстраты, находящиеся в различных слоях воды, где и образуют полноценные друзы независимо от наличия взрослых форм этого вида.

Высокие значения биомассы мидии Грея на этих субстратах дают основание полагать, что толща воды является наиболее продуктивной зоной для сбора личинок с целью искусственного воспроизводства этого вида.

### ЛИТЕРАТУРА

Авдеева-Марковская Е.Б. О размерно-возрастном составе поселений *Crenomytilus grayanus* Dunker в разных условиях обитания в зал. Посыета Японского моря. — В сб.: Промысл. двустворч. моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л.: ЗИН АН СССР, 1979, с. 3–8.

Вигман Е.П. О роли возрастной структуры в поддержании устойчивости друз мидии *Crenomytilus grayanus* Dunker. — ДАН СССР, 1977, т. 234, вып. 5, с. 1222–1225.

Вигман Е.П., Кутищев А.А. Роль друз разной величины в поддержании численности популяции креномидий Грейана. — В сб.: Промысл. двустворч. моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л.: ЗИН АН СССР, 1979, с. 34–35.

Голиков А.Н., Скарлато О.А. Моллюски залива Посыета (Японское море) и их экология. — Тр. ЗИН АН СССР, 1967, т. 42, с. 5–154.

Кутищев А.А. Избирательная способность личинок дальневосточной мидии *Crenomytilus grayanus* при оседании на субстрат. — ДАН СССР, 1976, т. 230, вып. 3, с. 737–740.

Кутищев А.А. Естественное размножение друз *Crenomytilus grayanus* Dunker. — ДАН СССР, 1977, т. 237, вып. 2, с. 490–492.

Кутищев А.А. Результаты наблюдений за размерной структурой популяции креномидии Грейана. — В сб.: Промысл. двустворч. моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л.: ЗИН АН СССР, 1979, с. 76–78.

Милейковский С.А. Поддержание структуры друз и воспроизводство у мидии Грея. — Биол. моря, 1979, № 5, с. 39–43.

Садыхова И.А. Формирование друз у *Crenomytilus grayanus* Dunker. — Зоол. журнал, 1970, т. 49, вып. 9, с. 1408–1409.

Садыхова И.А. Формирование друз у *Crenomytilus grayanus* Dunker. — В сб.: Закономерности распределения и экология прибрежных биоценозов. М.: Наука, 1978, с. 115–116.

Свешников В.А., Кутищев А.А. Структура друз дальневосточной мидии *Crenomytilus grayanus* Dunker. — ДАН СССР, 1976, т. 229, вып. 3, с. 773–776.

Свешников В.А., Кутищев А.А. Структура жизненного цикла дальневосточной мидии. — В сб.: Закономерности распределения и экология прибрежных биоценозов. М.: Наука, 1978, с. 114–115.

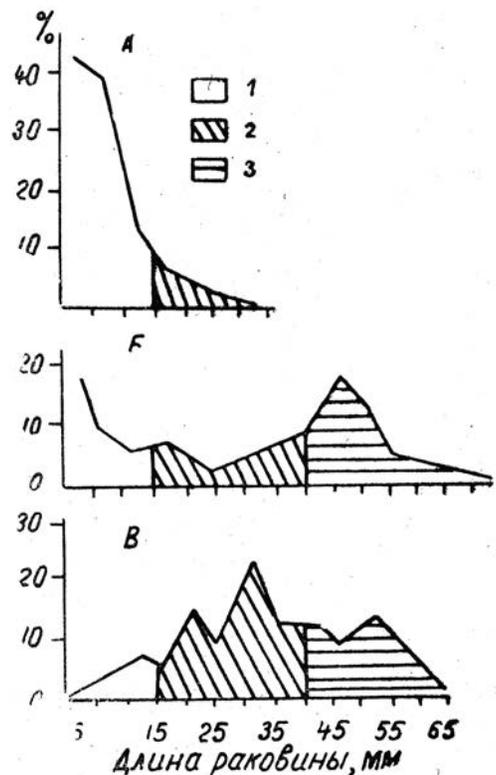


Рис. 5. Размерный состав дальневосточной мидии на искусственных субстратах: А — на капроновых веревках, Б — на садках, В — на якорных узлах; 1 — сеголетки и годовики, 2 — неполовозрелые (двухлетки), 3 — половозрелые (трехлетки и старше)

А.В. Подкорытова, Л.П. Шмелькова

## ПИЩЕВАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ КУЛЬТИВИРУЕМОЙ ЛАМИНАРИИ

Водоросли являются богатым источником углеводов, белков, витаминов и других ценных органических и минеральных веществ, применяемых в микробиологии, медицине, пищевой и парфюмерной промышленности. Однако общее число культивируемых водорослей не превышает нескольких десятков, в число которых входит представитель макроводорослей *Laminaria japonica* — морская капуста (Белянин и др., 1980). Ламинария японская считается самым ценным видом среди бурых водорослей. Она обладает наилучшими вкусовыми качествами, ее пластина толще и менее жесткая, чем у других видов рода ламинариевых. Наибольшую пищевую ценность имеет утолщенная срединная полоса слоевищ второго года, так как в ней содержится основное количество веществ, обеспечивающих вкусовые свойства морской капусты.

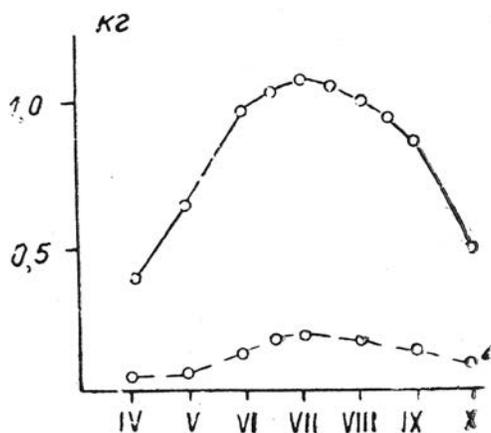
За последнее десятилетие по приморскому побережью созданы опытно-промышленные водорослевые хозяйства для выращивания морской капусты в бух. Каменка, Валентин и Анна. Урожай морской капусты, снимаемый с плантаций в течение июня—июля, используется для пищевых целей.

В настоящей работе приведены результаты изучения динамики накопления органических и минеральных веществ культивируемой ламинарии японской на втором году выращивания, обеспечивающих пищевую и техническую ее ценность.

Для исследования взяты образцы морской капусты в период с апреля по октябрь. Определено содержание воды, минеральных веществ, йода, общего азота, альгиновой кислоты и маннита общепринятыми стандартными методами; методы бумажной хроматографии и электрофореза (Уильямс, Уилсон, 1978; Петров, 1965) использованы для определения свободных и связанных аминокислот, витамина С и каротиноидов.

С целью определения технической ценности культивируемой ламинарии были получены альгинаты натрия по ВТИ из заготовленных образцов, определен их выход в динамике развития ламинарии. Альгинаты натрия были исследованы на содержание минеральных и азотистых веществ, определена вязкость их 0,2 %-ных водных растворов и молекулярная масса стандартными методами.

Как показали исследования, в весенние месяцы наиболее интенсивно идет прирост биомассы слоевищ водоросли (300–400 г ежемесячно), достигая к началу сбора урожая в среднем 1000–1200 г (рис. 1). Прирост биомассы происходит за счет синтеза органических веществ. Влажность же пластин снижается незначительно, и содержание воды в них составляет 90–92 % массы слоевища. Содержание сухих веществ в



пластине вплоть до июля невелико (не более 8–10 %). Пластины при высушивании становятся тонкими, хрупкими, что затрудняет их хранение и транспортировку. Такие показатели исключают возможность использования культивируемой морской капусты для приготовления «медицинской крупки», так как она не отвечает требованиям фармакопейной статьи (ФС 42-1289-79).

Рис. 1. Сезонные изменения сырой (1) и сухой (2) массы пластин ламинарии японской

Содержание азотистых веществ (Nоб х 6,25) в культивируемой морской капусте изменяется в довольно широких пределах (3,5–11,0 % к массе сухого вещества). Изменения эти происходят главным образом за счет экстрактивного азота. Известно, что синтез экстрактивного азота, который в основном представлен свободными аминокислотами (САК), является биохимической особенностью ламинарии японской. Качественный состав САК в течение ее жизненного цикла остается постоянным (Барашков, 1972), но значительно изменяется их соотношение. Так, например, у первогодней ламинарии японской отношение содержания глутаминовой кислоты к аспарагиновой кислоте — 1 : 1, а для второгодней — 2 : 1 (Oishi et al., 1969).

Состав САК ламинарии японской, культивируемой в Приморье, так же, как и произрастающей в естественных условиях, остается неизменным (табл. 1), но соотношение свободных и связанных аминокислот изменяется от 0,2 в апреле до 1,5 в июле (рис. 2).

Превалирующей аминокислотой является глутаминовая, которая придает приятный вкус пище, приготовленной из морской капусты. Содержание глутаминовой кислоты значительно уменьшается за счет процесса спорообразования, который начинается в конце июля — начале августа (Moksen et al., 1979; Подкорытова, 1980). В этот период снижается пищевая ценность морской капусты.

Количественно превосходящими связанными с белком аминокислотами, по данным хроматографического анализа кислотных гидролизатов проб морской капусты, взятых на исследование в июне-июле, являются глутаминовая кислота (1000–1500 мг%), аспарагиновая кислота (400–500 мг%), треонин (150–200 мг%) и аланин (150–100 мг%). Незаменимые аминокислоты (лизин, валин, метионин, фенилаланин, лейцин) присутствуют в основном в следовых количествах, за исключением лизина — 120 мг% и треонина — 200 мг% (данные приведены в расчете на сухое вещество).

Таблица 1

**Свободные аминокислоты ламинарии японской (мг% на сухое вещество)**

Аминокислота	Время сбора образцов							
	Апрель		Июнь		Июль		Октябрь	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Цистин	–	–	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	–	–
Лизин*	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	10	Сл.	Сл.	–
Гистидин	–	–	–	–	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Аргинин	Сл.	+	Сл.	+	Сл.	+	Сл.	+
Аспарагиновая кислота	150	100	900	900	1000	1000	250	200
Серин	28	30	285	240	245	240	59	20
Глицин	40	20	40	30	30	20	15	Сл.
Глутаминовая кислота	500	400	2500	2200	3000	2500	500	300
Треонин*	40	80	250	400	400	380	70	90
Аланин	50	40	330	295	272	140	439	100
Пролин	+	+	+	+	+	+	+	+
Аминомасляная кислота	–	–	+	+	+	+	–	–
Тирозин	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Валин*	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Метионин*	Сл.		90		90		Сл.	Сл.
Фенилаланин*	20	10	160	100	160	100	Сл.	Сл.
Лейцин*	Сл.	+	50	+	50	+	Сл.	+

Примечания. I — ламинария с естественных зарослей; II — ламинария культивируемая; Сл. — следы аминокислот; (+) — аминокислота определена качественно; (–) — аминокислота отсутствует. Звездочкой помечены незаменимые аминокислоты.

Способность ламинарии японской синтезировать Д-маннит также является ее биохимической особенностью. Как показали исследования, содержание маннита за-

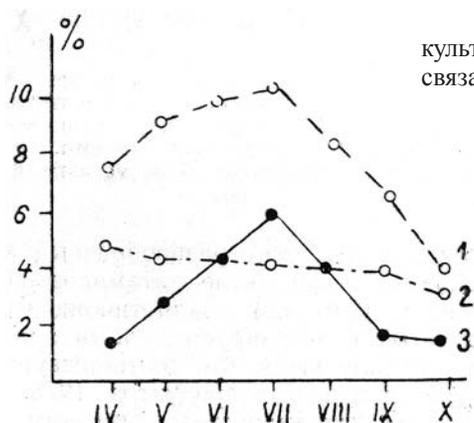


Рис. 2. Сезонные изменения азотистых веществ в культивируемой ламинарии: 1 — общий азот (N · 6,25); 2 — связанные аминокислоты; 3 — свободные аминокислоты

висит от сезона года. Наибольшее накопление маннита наблюдается в летне-осенний период — до 18–20 % к массе сухих веществ (рис. 3). Присутствие маннита в морской капусте придает ей приятный вкус и аромат (Фунаока, Сакамото, 1972).

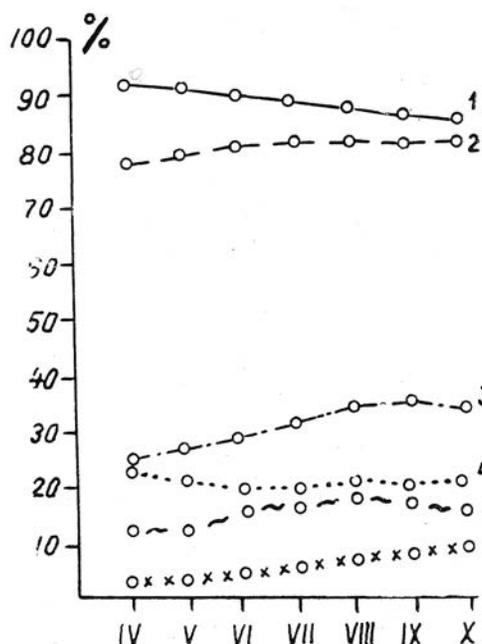


Рис. 3. Сезонные изменения органических и минеральных веществ в культивируемой ламинарии: 1 — вода; 2 — органические вещества; 3 — альгиновая кислота; 4 — минеральные вещества; 5 — маннит; 6 — йод

Ламинария японская содержит разнообразный комплекс биологически активных веществ, в том числе витаминов. Наиболее высокого содержания витамина С (2,0–2,2) и каротиноидов (0,14–0,16) (в мг на 100 г сырой капусты) культивируемая ламинария японская достигает к концу июня — началу июля, что соответствует справочным данным (Химический состав пищевых продуктов, 1976).

Ламинария японская характеризуется высоким содержанием альгиновой кислоты (25–35 %), изменяющимся в зависимости от сезона добычи (Использование биологических ресурсов Мирового океана, 1980). Скорость синтеза альгиновой кислоты ламинарией японской, культивируемой в двухгодичном цикле развития, совпадает с синтезом ее ламинарией, произрастающей в естественных условиях (Шмелькова, 1976). Альгинаты натрия, получаемые из ламинарии японской, обладают высокой молекулярной массой (100–300 тыс. ед.) и вязкими водными растворами ( $6-20 \cdot 10^{-3}$  Па·с) (Кизеветтер и др., 1981). Сами по себе альгинаты не имеют пищевой ценности, но обладают важными для пищевой промышленности гидрофильно-коллоидными свойствами, а также крио- и термоустойчивостью. Они не токсичны, не вызывают аллергии, безвредны в больших дозах и могут использоваться в пищу без ограничения (Толстогузов, 1978).

Полученные результаты показывают, что в процессе роста культивируемой ламинарии японской увеличивается содержание альгиновой кислоты и выход альгината натрия с улучшением его качественных показателей: вязкость и молекулярная масса возрастают примерно в два раза (табл. 2). Это, очевидно, связано с увеличением сроков синтеза полисахарида и упорядочением его структуры (Persival, 1979).

Таблица 2

**Характеристика альгината натрия из культивируемой ламинарии японской**

Время взятия водоросли	% на сухое вещ-во		Зола	Азотистые вещ-ва N · 6,25	Вязкость 0,2 %-ного раствора, $\eta \cdot 10^{-3}$ Па·с	Молекулярная масса, тыс. ед.
	Альгиновая кислота	Выход альгината				
Апрель	24,0	12,0	17,0	0,75	5,80	94,146
Май	26,0	14,4	16,3	0,81	4,56	64,286
Июнь	28,0	16,4	16,0	0,78	3,93	62,530
Июль	31,0	21,0	16,2	0,69	7,89	120,423
Август	33,0	23,2	15,5	0,68	9,87	143,327
Сентябрь	34,0	24,4	15,0	0,70	11,76	175,998

Судя по содержанию веществ, определяющих пищевую ценность культивируемой ламинарии, конец июня — июль является наиболее благоприятным временем для использования урожая в пищевых целях. Вместе с тем выход полезной сухой массы незначителен, и использовать ее в качестве сырья для получения альгинатов нецелесообразно. Для этой цели снятие урожая морской капусты следует перенести на конец августа — начало сентября.

**ЛИТЕРАТУРА**

- Барашков Г.К. Сравнительная биохимия водорослей. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 335 с.
- Белянин В.Н., Сидько Ф.Л., Тренкеншу А.П. Энергетика фотосинтезирующей культуры микроводорослей. Новосибирск: Наука, 1980. 134 с.
- Кизеветтер И.В. Химический состав и народнохозяйственное значение промысловых макрофитов морей. — В кн.: Использование биологических ресурсов Мирового океана. М.: Наука, 1980, с. 131–150.
- Кизеветтер И.В., Суховеева М.В., Шмелькова Л.П. Промысловые морские водоросли и травы дальневосточных морей. М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981, 112 с.
- Подкорытова А.В. Динамика некоторых свободных аминокислот ламинарии японской в процессе роста и созревания репродуктивной ткани. — В сб.: Исслед. по технол. новых объектов промысла. Владивосток: ТИНРО, 1980, с. 53–56.
- Петров К.П. Практикум по биологии пищевого растительного сырья. М.: Пищ. пром-сть, 1965. 330 с.
- Толстогузов В.Б. Искусственные продукты питания. М.: Наука, 1978. 230 с.
- Уильямс Б., Уилсон К. Методы практической биохимии. М.: Мир, 1978. 268 с.
- Фунаока Т., Сакамото М. Эксперименты по переработке и использованию ламинарии. — Хокусуйси гэнпо, 1972, т. 29, № 9, с. 23–29.
- Химический состав пищевых продуктов. Ч. I. М.: Пищ. пром-сть, 1976. 227 с.
- Шмелькова Л.П. Исследование химического состава и технологических свойств ламинарии японской искусственного выращивания. — В сб.: Исслед. по технол. рыбн. продуктов. Владивосток: ТИНРО, 1976, вып. 6, с. 91–94.
- Moksen A., Khalifa A., Azab Y. Correlation between free and conjugated amino acids in some marine algae during their vegetative growth and reproductive stages. — Hydrobiol. Bull., 1979, v. 13, N 2, p. 120–122.
- Oishi K., Kunisaki N., Okumura A. Relation between the growth of Reshiri — kombu, laminaria ochotensis, and its free amino acid composition. — Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 1969, v. 35, N 12, p. 1189–1192.
- Persival E. The polysaccharides of green, red and brown seaweeds. — British Phycological J., 1979, v. 9, N 12, p. 112–113.

Н.А. Федотова  
(Сахалинский филиал ТИНРО)

## О ЦИКЛИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ БИОМАССЫ ЗООПЛАНКТОНА У ЮГО-ЗАПАДНОГО САХАЛИНА

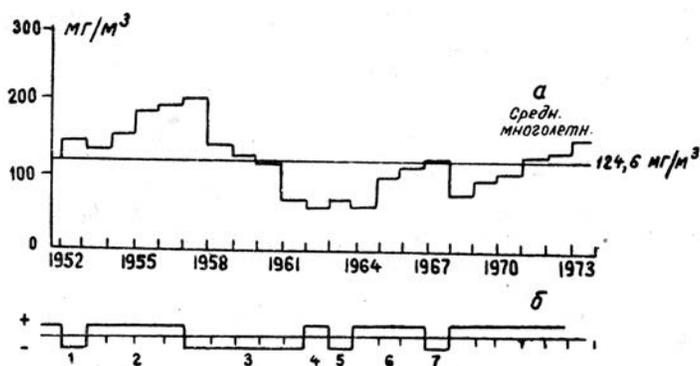
Зоопланктон у юго-западного Сахалина систематически изучается Сахалинским филиалом ТИНРО с начала 50-х гг. текущего столетия. Длительный ряд наблюдений позволил установить, что после зимовки массовое появление сельди, молоди минтая наблюдается в районе наибольших скоплений зоопланктона (Пискунов, 1952; Ивлева, 1960; Зверькова, 1974). Формирование биопродуктивных зон является одним из основных факторов, который способствует образованию косяков нагульной сельди в районе о. Монерон, у Томари, Ильинска и Красногорска. В зал. Анива, например, от величины биомассы зоопланктона зависит продолжительность миграционного периода молоди сахалино-хоккайдской сельди, а также ее физиологическое состояние и прежде всего жирность и упитанность (Дружинин, 1957; Федотова, Пушникова, 1979).

Цель данной работы заключается в выявлении цикличности в многолетних изменениях биомассы зоопланктона и возможности использования полученных данных для статистического качественного прогноза.

Материалом послужили результаты обработки 4000 проб зоопланктона, собранных на стандартном разрезе от пос. Антоново (47°08' с.ш.) по горизонтали 0–10, 10–25, 25–50, 50–100, 100–200 м. Станции располагались в 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 50 милях от побережья. Все материалы за период с 1952 по 1973 г. обработаны счетным методом по стандартным методикам (Яшнов, 1934; Кожова, Мельник, 1978).

В многолетнем ходе среднегодовой биомассы зоопланктона юго-западного Сахалина прослеживается значительная изменчивость (Федотова, 1977). Максимально продуктивными воды этого района были в 50- и 70-е гг., когда в мае-июне средняя биомасса для 100-метрового поверхностного слоя составляла 300 мг/м<sup>3</sup>. Малопродуктивным район был в 60-е гг., когда средняя биомасса снижалась до 80 мг/м<sup>3</sup>. Данная периодичность в развитии зоопланктона коррелирует с межгодовыми изменениями температуры воды. Повышенная продуктивность вод в 50- и 70-х гг. совпадает с повышенным теплозапасом (Павлычев, 1972; Федотова, 1977).

Для выделения серий лет повышения и понижения биомассы воспользуемся условной линейкой знаков приращений биомассы в смежные годы (Мельник, 1977), где серию повышения покажем знаком (+), серию понижения — знаком (–), а серию устойчивого хода будем считать совпадающей со средней линией (см. рисунок). Полученные результаты относительной частоты повышения и понижения биомассы зоопланктона по отдельным месяцам за период 1952–1973 гг. сведены в таблицу. Из материалов таблицы следует, что в течение 22-летнего периода исследований преобладали однолетние серии (70 %), второе место занимали двухлетние (17 %), третья — трехлетние (8 %) и остальные 5 % приходились на четырех-пятилетние серии. Полученные нами оценки не расходятся с известными оценками общих природных явлений, которые включают однолетних серий 68–75 %, двухлетних — 22–25 %, трехлетних — 4–6 %, всех остальных — 0,5–1 % (Мельник, 1977). Очевидно, полученные нами величины безусловных вероятностей можно принять в качестве оценок первого приближения и использовать их при качественном прогнозировании направления хода процесса в будущем году. В конце текущего года становится известно, является ли он первым, вторым и т.д. годом текущей серии, и уже можно определить вероятность того, что эта серия может продолжиться (или нет) в будущем году. Условная вероятность продолжения или непродолжения серий во втором и последующих годах нами определена по методике З.М. Аксютинной (1968).



Хронологический полигон среднегодовой биомассы (а) и условная линейка знаков ее приращений в смежные годы (б). 1—7 — номера серий лет повышений и понижений биомассы

В нашем случае исследуемый ряд (см. рисунок, б) состоит из 7 серий (первая и последняя не учитываются как незавершенные). В их число входят: номера 1, 4, 5, 7 — однолетние серии, номер 6 — трехлетняя серия, номер 2 — четырехлетняя, номер 3 — пятилетняя. Отсюда оценки безусловных вероятностей появления: однолетних серий 58 % ( $4/7$ ), трехлетних — 14 % ( $1/7$ ), четырехлетних — 14 % ( $1/7$ ), пятилетних — 14 % ( $1/7$ ). Последняя серия, которую мы не учитывали как незавершенную, включает 1973 г., т. е. конечный год наблюдений. Это предельной продолжительности пятилетняя серия, отмеченная в 22-летнем ряду наблюдений. Следовательно, условная вероятность продолжения этого ряда равна нулю.

#### Относительная частота появления серий лет повышения и понижения биомассы зоопланктона по отдельным месяцам в 1952–1973 гг.

Месяц	Число лет наблюдений	Общее число серий	Частота появления серий лет различн. продолжит., %				
			1 год	2 года	3 года	4 года	5 лет
Январь	12	6	66	—	17	17	—
Февраль	16	10	70	30	—	—	—
Март	17	9	78	—	22	—	—
Апрель	21	11	55	27	9	9	—
Май	20	13	70	24	6	—	—
Июнь	17	8	64	24	—	—	12
Июль	13	9	78	11	11	—	—
Август	18	12	84	8	—	8	—
Сентябрь	17	9	67	22	—	11	—
Октябрь	11	6	83	17	—	—	—
Ноябрь	13	7	57	29	14	—	—
Декабрь	12	7	72	14	14	—	—
Средняя			70	17	8	4	1

Таким образом, возможность определения состояния кормовой базы (биомасса зоопланктона в  $\text{mg}/\text{m}^3$  для 100-метрового поверхностного слоя воды) с годовой заблаговременностью можно использовать для разработки рекомендаций по распределению планктоноядных рыб на шельфе юго-западного Сахалина. Для получения не только качественной, но и количественной оценки состояния кормовой базы для планктофагов в дальнейшем необходимо возобновить прерванные в 1975 г. наблюдения за динамикой зоопланктона и термическим режимом вод на стандартном разрезе от пос. Антоново ( $47^{\circ}08'$  с.ш.).

## ЛИТЕРАТУРА

**Аксютин З.М.** Элементы математической оценки результатов, наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. М.: Пищ. пром-сть, 1968. 288 с.

**Дружинин А.Д.** Материалы по биологии анивской сельди. — Изв. ТИНРО, 1957, т. 55, с. 3–37.

**Зверькова Л.М.** Распределение миграции, условия обитания минтая в северной части Японского моря. — Изв. ТИНРО, 1974, т. 93, с. 60–66.

**Ивлева Н.В.** Характер распределения зоопланктона у юго-западного берега Сахалина. — Изв. ТИНРО, 1960, т. 46, с. 65–77.

**Кожова О.М., Мельник Н.Г.** Инструкция по обработке проб планктона счетным методом. Иркутск: Гос. ун-т им. А. А. Жданова, 1978. 50 с.

**Мельник Н.Г.** О возможном пути прогноза численности эпишуры в озере Байкал. — В сб.: Долгосроч. прогнозы природных явлений. Новосибирск, 1977, с. 23–29.

**Павлычев В.П.** О межгодовой изменчивости в меандрировании Куросио и ее влиянии на промысел. — В сб.: Исслед. по биол. рыб и промысл. океаногр. Владивосток: ТИНРО, 1972, с. 31–40.

**Пискунов И.А.** Весенняя сельдь западного побережья Южного Сахалина. — Изв. ТИНРО, 1952, т. 37, с. 3–67.

**Федотова Н.А.** Межгодовые изменения зоопланктона у юго-западного Сахалина. — Тез. докл. Первой Всесоюз. конф. по морской биологии, Владивосток, 1977, с. 144–145.

**Федотова Н.А., Пушкинова Г.М.** Влияние экологических условий на биологическое состояние и распределение молоди сельди у юго-восточного Сахалина. — В сб.: Вопр. промысл. океанологии./Тез. докл. 5-й Всесоюз. конф., 1979, с. 71–72.

**Яшнов В.А.** Инструкция по сбору и обработке планктона. М.: ВНИРО, 1934. 41 с.

В.А. Надточий

## О МНОГОЛЕТНЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ В КОЛИЧЕСТВЕННОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ БЕНТОСА НА ЗАПАДНОКАМЧАТСКОМ ШЕЛЬФЕ

Шельф западного побережья Камчатки является важнейшим промысловым районом, где ведется промысел донных и придонных рыб (минтай, камбала), а также камчатского краба. Исследования бентоса в этом районе проводились еще в 1939 г. (до начала активного промысла), а также в 1962–1965 гг. — в период интенсивного рыболовства. Результатом первых исследований явилась работа К.Т. Гордеевой (1948), в которой приводится распределение общей биомассы макробентоса, основных его групп и видов. Позднее А.А. Нейман (1965, 1969) выявлены трофическая и зоогеографическая характеристики донного населения, донные биоценозы, а также количественное распределение бентоса.

С 1965 г. бентосные исследования в рассматриваемом районе не проводились, в то же время здесь продолжилось интенсивное рыболовство, поэтому важно было определить степень влияния тралового промысла на донную фауну. Летом 1982 г. с БМРТ «Экватор» была выполнена бентосная съемка, в пределах глубин 20–270 м (см. рисунок, А). Всего выполнено 110 гидробиологических станций и получено 217 количественных (дночерпатель «Океан-50», 0,25 м<sup>2</sup>) и 110 качественных (зубчатая драга) проб макробентоса.

В настоящей статье результаты съемки 1982 г. сопоставляются с данными предшествующих исследований с целью выявления тенденций многолетней изменчивости в бентосном населении западнокамчатского шельфа.

Общая биомасса макробентоса изменялась от долей грамма до 2500 г/м<sup>2</sup> (см. рисунок, Б). Средняя общая биомасса для всего района составила более 296 г/м<sup>2</sup> (см. таблицу). На большей части обследованной площади шельфа биомасса изменялась от 100 до 500 г/м<sup>2</sup>.

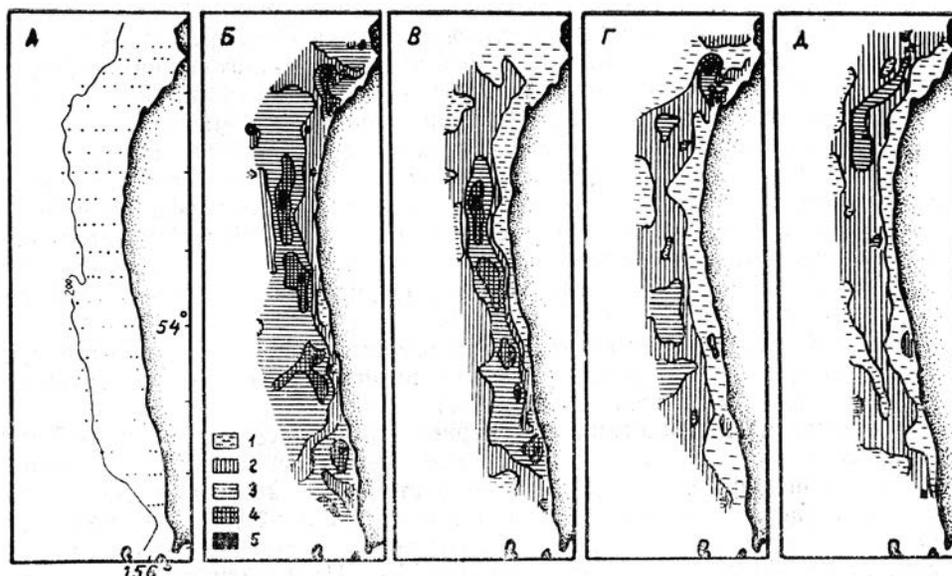


Схема распределения биомассы бентоса на шельфе западного побережья Камчатки: А — схема станций, Б — общая биомасса, В — иглокожие, Г — многощетинковые черви, Д — двусторчатые моллюски; 1 — до 10, 2 — 10–100, 3 — 100–500, 4 — 500–1000, 5 — более 1000 г/м<sup>2</sup>

Биомасса основных групп макробентоса на шельфе западного побережья Камчатки

Группа макробентоса	Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup>	Процент от общ. средн. биомассы
Echinodermata	134	45,2
Polychaeta	63	21,3
Bivalvia	34	11,6
Spongia	17	5,7
Cirrippedia	12	4,0
Actiniana	7,7	2,6
Gastropoda	4,8	1,6
Varia	24	8,0

Высокая биомасса отмечалась на нескольких локальных участках шельфа. Так, в южной части (на илистом песке на глубинах 20–80 м) основу биомассы составлял плоский еж *Echinorachnius parma*. На его долю приходилось около 80 % общей биомассы (более 1000 г/м<sup>2</sup>). Кроме того, в этом районе встречались губки и брюхоногие моллюски сем. *Vuccinidae*. Севернее 53°25' с.ш. на илисто-песчаном грунте на глубинах 40–100 м основу биомассы макробентоса, как и в предыдущем районе, составил

*E. parma*, на долю которого приходилось около 90 % общей биомассы. Этот же вид морских ежей доминировал и в центральной части шельфа в районе 54–56° с.ш. на глубинах 50–100 м на илисто-песчаном грунте, где образовывал скопления (до 224 экз./м<sup>2</sup>) при общей биомассе 1360 г/м<sup>2</sup>. Следующими по значению в общей биомассе бентоса этого района шельфа были офиуры — *Gorgonoscephalus caryi*, а также двустворчатые моллюски рр. *Masoma*, *Yoldia* и многощетинковые черви сем. *Ampharaetidae*, *Maldanidae*.

Повышенная биомасса бентоса (до 2000 г/м<sup>2</sup>) в районе 57° с.ш. на илистых грунтах и на глубинах 20–80 м обуславливалась обилием многощетинковых червей, в основном представителей р. *Polydora*. Помимо них значительные скопления местами образовывал двустворчатый моллюск *Masoma moesta*, биомасса которого достигала 90 г/м<sup>2</sup>.

Заметное повышение биомассы макробентоса наблюдалось также к северу от 57°25' с.ш. на глубинах 20–30 м. Этот район характеризуется преобладанием песчаных грунтов с примесью гравия и гальки, а местами и выходом коренных пород. Активное противотечение (Чернявский, 1981) и грубообломочные донные осадки создают здесь благоприятные условия для развития богатой эпифауны с преобладанием усоногих ракообразных р. *Balanus* (до 2000 г/м<sup>2</sup>), многих видов губок, мшанок и гидроидов. По данным уловов зубчатой драги, фауна этого района весьма богата, в основном за счет высокой численности усоногих раков и губок. Вагильные ракообразные в этом районе представлены *Decapoda* из сем. *Paguridae*, *Grangonidae*, а также большим количеством видов мелких *Amphipoda*; много панцирных голотурий (*Psolus*). Среди иглокожих преобладала морская звезда *Asteria amurensis*.

Как видно из данных таблицы, основную роль в формировании общей биомассы бентоса на шельфе западного побережья Камчатки играют иглокожие (средняя биомасса 134 г/м<sup>2</sup>), многощетинковые черви (63 г/м<sup>2</sup>) и двустворчатые моллюски (34 г/м<sup>2</sup>), суммарная биомасса которых составила около 80 % общей средней биомассы бентоса.

Распределение иглокожих в общих чертах повторяет картину распределения общей биомассы бентоса, за исключением северного участка (см. рисунок, В), и на большей части площади шельфа их биомасса изменялась от 100 до 500 г/м<sup>2</sup>. Ведущая роль в формировании биомассы иглокожих принадлежит, как отмечено выше, плоскому ежу *Echinorachnius parma* (около 90 %), наиболее многочисленному между 54 и 56° с.ш.

С удалением на север наблюдается смена песчаных грунтов грубообломочными, биомасса иглокожих резко падает, а доминирующий вид этой группы исчезает совсем.

Биомасса многощетинковых червей изменялась в разных районах шельфа от долей грамма до 1500 г/м<sup>2</sup> (см. рисунок, Г). На большей площади шельфа биомасса полихет составляла 10–100 г/м<sup>2</sup>. В центральной части, преимущественно на илах, на глубинах 10–200 м их биомасса достигала 350 г/м<sup>2</sup>, главным образом за счет представителей сем. *Maldanidae*, *Nephtyidae*, *Terebellidae*. Наибольшая биомасса полихет, как отмечалось выше, наблюдалась в северной части шельфа за счет видов р. *Polydora*.

Биомасса двустворчатых моллюсков изменялась от долей грамма до 330 г/м<sup>2</sup> (см. рисунок, Д), на большей части шельфа — 10–100 г/м<sup>2</sup>. В северной его части на глубинах

72–100 м на илистом грунте наблюдалась максимальная биомасса (330 г/м<sup>2</sup>), при этом на долю *Masoma calcaea* приходилось около 80 %.

Общая биомасса бентоса на глубинах 20–50 м почти по всему шельфу, как видно на рисунке (Б), была невысокой. В южной части шельфа на север до 53°10' с.ш. количественное распределение общей биомассы в 1982 и 1962–1965 гг. имела сходный характер. Между 53°10' и 56°40' с.ш. наблюдались некоторые различия. По данным А.А. Нейман (1969), на этом участке шельфа отмечалось увеличение биомассы до 100 г/м<sup>2</sup>, а в ограниченном локальном участке на севере биомасса превышала 1000 г/м<sup>2</sup>. В 1982 г. между 53°10' и 56°40' с.ш. биомасса составляла 100–500 г/м<sup>2</sup> и выше. Основную роль в формировании биомассы играл еж *Echinorachnius parma*.

На севере западнокамчатского шельфа заметен участок, на котором биомасса макробентоса в 1982 г. составила более 1000 г/м<sup>2</sup>. Основу биомассы здесь представляют многощетинковые черви рода *Polydora*, двустворчатые моллюски, в основном *Masoma calcaea*, усоногие ракообразные р. *Balanus* (в 60-е гг. в этой части шельфа наблюдалась биомасса не более 500 г/м<sup>2</sup>). Средняя общая биомасса макробентоса на западнокамчатском шельфе в 60-е гг. составила 150 г/м<sup>2</sup> (по данным дночерпателя «Океан-50»), в 1982 г. она была почти в два раза выше — 296 г/м<sup>2</sup>.

Сравнение данных о современном количественном распределении макробентоса с данными К.Т. Гордеевой (1948) за 30-е гг. затруднено, так как в качестве орудия лова в то время применялся дночерпатель системы Гордеева площадью вырезания 0,25 м<sup>2</sup> и 0,10 м<sup>2</sup>, который, как известно (Нейман, 1965), лучше, чем дночерпатель «Океан-50», работает на плотных песках. Следует отметить, что средняя общая биомасса макробентоса для всего района западной Камчатки, по данным К.Т. Гордеевой, составила 480 г/м<sup>2</sup>. В прибрежных участках биомасса бентоса была 100–300 г/м<sup>2</sup>. Большая часть площади дна была занята биомассой 500–1000 г/м<sup>2</sup>.

Основными группами бентоса, по данным съемки 30-х гг. (Гордеева, 1951), в порядке значимости были моллюски (*Bivalvia*, *Gastropoda*), иглокожие, черви (*Polychaeta*, *Echiuridae*, *Sipunculidae*, *Priapulidae*, *Nematoda*) и ракообразные. На их долю приходилось до 76 % общей биомассы бентоса. По нашим данным, в настоящее время основу бентоса составляют иглокожие, полихеты и двустворчатые моллюски.

В работе А.А. Нейман (1965) приводятся данные об уловистости дночерпателей системы Гордеева и «Океан-50» (оба с площадью вырезания 0,25 м<sup>2</sup>) и даны поправки для некоторых биоценозов двустворчатых моллюсков и биоценозов, расположенных на илистых грунтах западнокамчатского шельфа. Так, в биоценозе *Siligua* общую биомассу и биомассу *Siligua* надо увеличивать в 10 раз. В биоценозе *Tellina* общую биомассу надо увеличить в 6 раз, биомассу *Tellina* в 10–20 раз. В биоценозе *Mya* общую биомассу надо увеличить в 50 раз, биомассу *Mya* в 400 раз. При учете этих данных и дальнейшем анализе материала наши данные по двустворчатым моллюскам, возможно, будут уточнены.

Таким образом, общие закономерности в составе и распределении макробентоса на шельфе западного побережья Камчатки, отмечаемые К.Т. Гордеевой (1948) и А.А. Нейман (1969), сохраняются до настоящего времени. В то же время последние данные свидетельствуют о значительном увеличении средней биомассы макробентоса в настоящее время по сравнению с 60-ми гг. Возможно, это связано с тем, что в результате интенсивного промысла в 60–70-х гг. на западнокамчатском шельфе существенно понизилась численность основных потребителей бентоса — камбал и камчатского краба.

## ЛИТЕРАТУРА

**Гордеева К.Т.** Материалы по количественному изучению зообентоса западнокамчатского шельфа. — Изв. ТИНРО, 1948, т. 26, с. 131–198.

**Гордеева К.Т.** Биомасса основных групп бентоса на западнокамчатском шельфе. — Изв. ТИНРО, 1951, т. 34, с. 131–145.

**Нейман А.А.** Количественное распределение бентоса на шельфе западной Камчатки и некоторые вопросы методики его исследований. — Океанология, 1965, т. 5, вып. 6, с. 1052–1059.

**Нейман А.А.** Бентос западнокамчатского шельфа. — Тр. ВНИРО, 1969, т. 65, с. 223–232.

**Чернявский В.И.** Циркуляционные системы Охотского моря. — Изв. ТИНРО, 1981, т. 105, с. 13–19.

Н.И. Науменко, П.А. Балыкин, Е.А. Науменко, Э.Р. Шагинян  
(Камчатское отделение ТИНРО)

## МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕЛАГИЧЕСКОМ ИХТИОЦЕНЕ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

В общей биомассе рыб западной части Берингова моря преобладают пелагические виды, а запасы рыб, ведущих преимущественно донный образ жизни, из-за пространственной ограниченности шельфа менее значительны, чем на востоке моря. Основными объектами промысла являются минтай, сельдь, треска, навага, камбалы, горбуша, кета. В последние 10 лет (1978–1987 гг.) общая добыча рыб в районе увеличилась по сравнению с предыдущими десятью годами более чем в 4 раза (табл. 1).

Таблица 1

Уловы основных промысловых рыб в западной части Берингова моря, тыс. т

Вид	Карагинский и Олюторский заливы			Западная часть Берингова моря, по Н.С. Фадееву (1986)	
	1958–1967	1968–1977	1978–1987	1958–1967	1968–1977
Минтай	–	5,8	86,3	–	162,8
Сельдь	131,1	4,5	16,5	131,1	10,4
Треска	–	6,9	16,8	3,8	28,8
Навага	3,9	2,7	6,8	3,4	5,2
Камбалы	2,3	4,3	6,2	8,1	5,5
Горбуша*	–	11,7	17,5	–	–
Кета*	–	0,4	4,8	–	–

\* Данные за 1971–1986 гг.

В 50–60-х гг. в уловах абсолютно доминировала сельдь — в течение семи лет, с 1960 по 1966 г., ежегодно добывалось от 103 до 268 тыс. т (Качина, 1981). Во второй половине 60-х гг. из стада изымалось 35–50 % запаса. Подобная нагрузка на популяцию оказалась чрезмерной, биомасса стремительно сокращалась, и к концу десятилетия корфо-карагинская сельдь практически потеряла промысловое значение. Эксплуатация стада, но уже на совершенно ином уровне, возобновилась во второй половине 70-х гг., когда запас пополнился единственным за последние 20 лет высокоурожайным поколением 1971 года рождения. В 80-е гг., при сохранении щадящего режима рыболовства, за год вылавливалось 10–30 тыс. т сельди.

Специализированная крупномасштабная эксплуатация запасов минтая началась в 70-х гг. За короткий промежуток времени уловы возросли в несколько раз и к 1982 г. достигли 1,2 млн. т. В последние годы добыча его стабилизировалась на уровне 700–900 тыс. т, что составляет в среднем 85 % годового улова всех рыб в этом рыбопромысловом районе (Шунтов, 1986). Около 40 % этой величины приходится на долю собственно западноберингоморской популяции.

Величина уловов в Карагинском и Олюторском заливах значительно изменяется по годам, большей частью независимо от состояния запасов, в силу различных организационных причин. Рекомендуемые объемы добычи западноберингоморского минтая часто не осваиваются. Наибольший улов минтая в заливах был достигнут в 1980 г. — свыше 200 тыс. т.

В 1958 г. для оценки запаса сельди впервые была применена икорная съемка. Одновременно выполнена масштабная траловая съемка шельфа заливов с глубинами до 200 м. Впоследствии учетные траловые съемки, осуществляемые обычно в ноябре-декабре по стандартной схеме станций, стали проводиться ежегодно. С 1970 г. оценивается запас западноберингоморских популяций минтая и мойвы.

Численность и биомасса сельди определяются способом прямого учета отложенной икры и контролируются с помощью метода виртуально-популяционного анализа. Последний метод является основным для оценки запаса минтая. Количество мойвы в Карагинском и Олюторском заливах рассчитывается способом площадей в модификации З.М. Аксютиной (1968) по материалам осенних траловых съемок, с коррекцией, основанной на известной модели Е.Г. Бойко (1964).

Исходные данные траловых съемок подвергнуты предварительному преобразованию. Уловы научно-поисковых судов с помощью поправочных коэффициентов, учитывающих тип судна, конструкцию и размер орудия лова, скорость и продолжительность траления, приведены к сравнимым величинам. В каждом из заливов выделены три батиметрические зоны: до 50 м, 50–100 м, 100–200 м. Таким образом, вся исследуемая акватория разделена на 6 неравнозначных по площади, но сходных по составу уловов участков.

В качестве величины, характеризующей роль вида в сообществе, принят один из показателей обилия (ПО), предложенный Е.А. Нинбургом (1985), а именно: корень квадратный из произведения улова в единицах численности и массы.

Распределение уловов пелагических рыб, даже в пределах одного участка, весьма далеко от нормального и чаще всего приближается к лог-нормальному. В этом случае генеральную совокупность наиболее адекватно характеризует средняя геометрическая.

В окончательном варианте вычисление ПО производилось по формуле:

$$ПО = \sum_{m=1}^m x_m \left[ \frac{\sum_{n=1}^n \ln(\sqrt{vc} + 1)}{n} - 1 \right], \quad (1)$$

где  $m$  — количество участков,  $x_m$  — доля участка в общей обследованной площади,  $n$  — количество тралений, выполненных на отдельном участке,  $v$  — улов вида на станции, шт.,  $c$  — улов вида на станции, кг.

Выполненные преобразования позволили в значительной степени сократить ошибки определения показателей обилия, однако их оказалось недостаточно для проведения межгодového сравнения — вследствие различной уловистости тралов полученные значения ПО в отдельные годы были явно несопоставимы. Этот недостаток устранялся способом осреднения ПО по трем годам.

В результате получены сведения об абсолютной численности и биомассе корфокарагинской сельди более чем за 50-летний период, западноберинговоморских популяций минтая и мойвы — за 19 лет.

Осредненные по трем годам ПО адекватно отражают долговременные колебания общей биомассы отдельных видов, всего сообщества и соотношение видов в сообществе (рис. 1, табл. 2). Обнаруженные весьма тесные связи позволяют рассчитать уравнения регрессии, по которым, при необходимости, легко восстановить общий запас минтая и мойвы в 1959–1969 гг. и проконтролировать запас сельди:

$$W_{\text{МН}} = 84,853 (ПО_{\text{МН}})^{0,7808} \quad (r = 0,908), \quad (2)$$

$$W_{\text{МН}} = 21,5 (ПО_{\text{МН}}) + 777 \quad (r = 0,780), \quad (3)$$

$$W_{\text{МО}} = 22,4 (ПО_{\text{МО}}) - 18,5 \quad (r = 0,940), \quad (4)$$

Таблица 2  
Коэффициенты корреляции, характеризующие связь между показателями обилия (ПО) и биомассой рыб

Вид	ПО—биомасса	Доля вида в сообществе по значениям ПО—доля вида по биомассе
Сельдь	0,907 $t = 11,19 > t_{0,001}$	0,841 $t = 8,08 > t_{0,001}$
Минтай	0,780 $t = 4,99 > t_{0,001}$	0,924 $t = 9,67 > t_{0,001}$
Мойва	0,940 $t = 11,05 > t_{0,001}$	0,971 $t = 16,75 > t_{0,001}$
Сумма трех видов	0,665 $t = 3,56 > t_{0,001}$	—

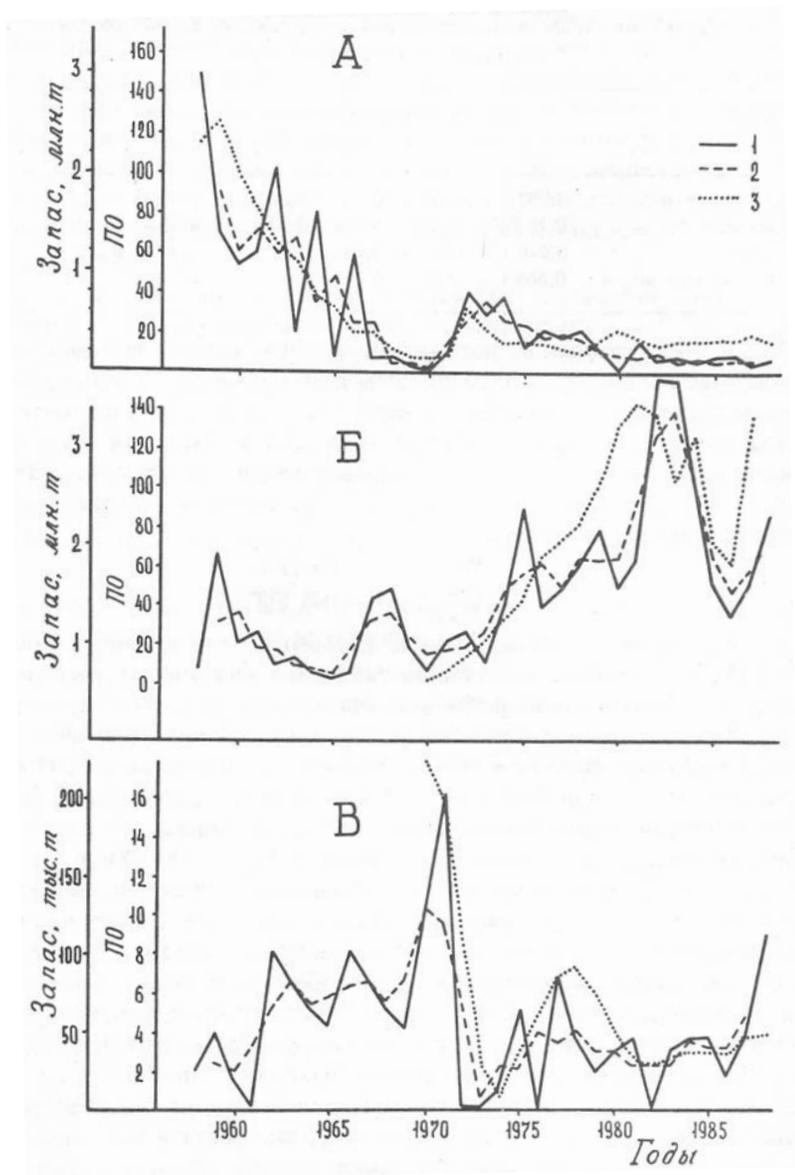


Рис. 1. Динамика запасов сельди (А), минтая (Б) и мойвы (В): 1 — значения ПО; 2 — осредненные по трем годам значения ПО; 3 — общая биомасса

$$W_{CE} = 21,5 (ПО_{CE}) + 63 (r = 0,907), \quad (5)$$

где  $W$  — общая биомасса рыб, тыс. т.

Кроме того, становится возможным оценить запас четвертого вида сообщества — корюшки. Все коэффициенты при аргументах в линейных уравнениях практически одинаковы, т.е. при увеличении ПО на единицу общая биомасса минтая, мойвы и сельди увеличивалась на 21,5–22,4 тыс. т. Вполне вероятно, что близкое соотношение справедливо и для корюшки. Для проверки этого предположения воспользуемся тождеством, исходящим из самой схемы вычисления ПО:

$$\frac{W_1}{W_2} = \frac{ПО_1 \sqrt{\omega_1}}{ПО_2 \sqrt{\omega_2}}, \quad (6)$$

где  $W_1, W_2$  — биомасса соответственно первого и второго вида сообщества, тыс. т;  $ПО_1, ПО_2$  — показатели обилия указанных видов;  $\omega_1, \omega_2$  — средняя индивидуальная масса одной рыбы указанных видов в уловах при проведении траловой съемки, кг. Сравнивая среднемноголетние (1970–1987 гг.) показатели корюшки, минтая и сельди, установили, что единица ПО корюшки соответствует 23,5 и 22,4 тыс. т. Таким образом, связь общей биомассы с ПО у корюшки аналогична остальным видам сообщества. В данной работе запас корюшки оценивался по зависимости  $W_{ко} = 22 (ПО_{ко})$ .

За последние 3–4 десятилетия население пелагических рыб западной части Берингова моря претерпело коренные изменения. Достаточно определенно выделяются три периода в развитии пелагического комплекса.

В 50-х — первой половине 60-х гг. наиболее массовым видом сообщества в исследуемом районе была сельдь. Общая ее биомасса, начиная с годовалого возраста, в 1953 г. достигла максимума и составила около 3,5 млн. т. Подобная величина, по-видимому, находилась на предельном уровне возможностей региона, что убедительно подтверждается биологическим состоянием сельди. В стаде резко замедлился темп роста и полового созревания; индивидуальная плодовитость самок уменьшилась, по сравнению с предшествующим периодом, в 1,5 раза; смертность рыб многократно возросла, а индексы воспроизводства, напротив, сократились до минимума (Качина, 1967, 1969, 1981). Под воздействием фактора излишней плотности к концу 50-х гг. биомасса сельди уменьшилась до 2,3–2,5 млн. т, а к середине 60-х гг. из-за чрезмерного пресса промысла — до 0,8 млн. т. Запасы других пелагических рыб, судя по значениям ПО, в 1958–1965 гг. были следующими: корюшки — максимальным (100 тыс. т); мойвы — средним (80 тыс. т); минтая — минимальным (800 тыс. т).

На рубеже середины 60-х гг. закончился «сельдевый» период развития сообщества, и оно вступило в новый этап, который продолжался ориентировочно до 1973 г. Среди рыб-обитателей пелагиали в это время не было явно доминирующего вида и сообщество находилось в весьма нестабильном состоянии. В 1968–1970 гг., когда запасы сельди и минтая оказались близкими к исторически минимальному уровню, в регионе, благодаря появлению двух чрезвычайно урожайных генераций, резко возросло количество мойвы. По этому показателю она заняла лидирующую позицию. Однако такая ситуация продолжалась недолго — в 1971 г. в популяции корфо-карагинской сельди появилось достаточно обильное потомство и уже она вышла на первое место по численности. К концу периода численность сельди и минтая сравнялись, а биомасса второго вида превысила биомассу первого более чем в 2 раза. Запас корюшки в конце 60-х — начале 70-х гг. уменьшился до среднего уровня — около 40 тыс. т.

Период в развитии сообщества, начавшийся в середине 70-х гг. и продолжающийся до настоящего времени, характеризуется как «минтаевый». Запас этого вида постепенно увеличивался и в 1981 г. достиг около 3,5 млн. т, после чего наметилось его существенное сокращение. В целом за последние 15 лет биомасса минтая составляла более 85 % суммарного запаса всех четырех видов. Численность и биомасса сельди, мойвы и корюшки в третьем периоде стабилизировались на исторически минимальном уровне, соответственно 319, 48, 20 тыс. т. Аналогичный состав пелагической ихтиофауны в последние годы наблюдали и другие исследователи (Шунтов и др., 1988).

Таковы в общих чертах многолетние колебания запасов и структуры ихтиоцены пелагических рыб западной части Берингова моря.

Для более детального изучения причин и некоторых закономерностей экологической сукцессии сообщества необходимо привлечь дополнительную информацию о распределении рыб, их питании и кормовой базе, а также изменчивости гидрометеорологических условий в районах обитания.

Принципиальная схема распределения пелагических рыб в пределах двух заливов представлена на базе многолетних данных траловых съемок. Зимой (ноябрь–декабрь) совместно обитают мойва с корюшкой (около 66 % их биомассы) и сельдь с минтаем (более 65 % их биомассы). Первые два вида концентрируются на мелководье Карагинского залива, а последние — в обоих заливах над глубинами свыше 100 м (рис. 2). Характер осенне-зимнего распределения сельди и минтая на протяжении всего периода наблюдений оставался почти неизменным; корюшка в последние годы сместилась в более мористую часть Карагинского залива, а мойва, кроме того, и в Олюторский залив.

Весной (апрель–июнь) все четыре вида размножаются. Сельдь, мойва и корюшка скапливаются на мелководье Карагинского залива, а минтай — над глубинами свыше 100 м в Карагинском заливе и свыше 50 м в Олюторском заливе.

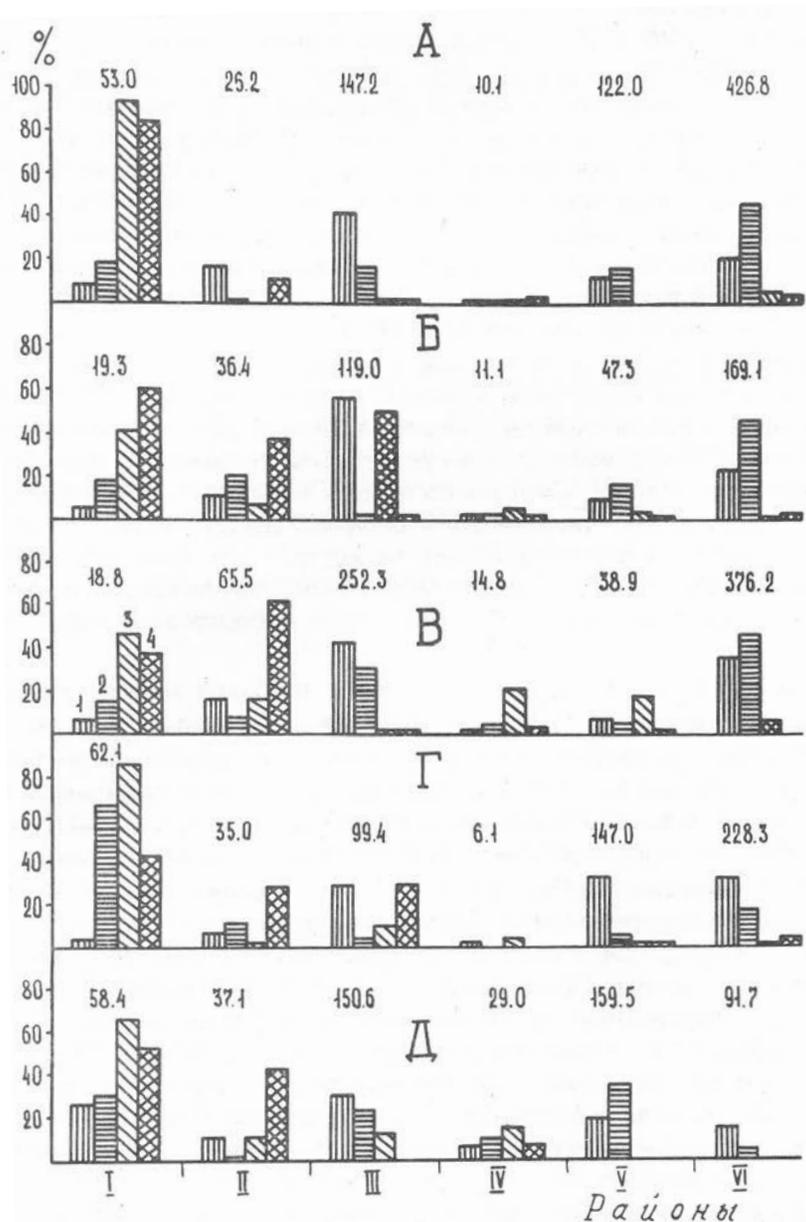


Рис. 2. Распределение пелагических рыб: 1 — минтай, 2 — сельдь, 3 — мойва, 4 — корюшка; А — зима 1958–1965 гг., Б — 1966–1973, В — 1974–1988, Г — весна 1958–1988, Д — лето 1958–1988 гг.; I — Карагинский залив, глубины до 50 м, II — 50–100 м, III — более 100 м; IV — Олюторский залив, глубины до 50 м, V — 50–100 м, VI — более 100 м; 53,0; 26,2 и т.д. — суммарный ПО четырех пелагических рыб в районе

Летом (июль-сентябрь) пелагические рыбы более равномерно рассредоточены на всей акватории, сохраняя при этом основные признаки зимней батиметрической под-разделенности. Для этого сезона вообще характерна наивысшая степень смешивания пелагических рыб: более 54 % запасов сельди и минтая, 68 % мойвы и корюшки, около половины запасов сельди и мойвы, минтая и мойвы обитают совместно. Часть минтая и половозрелой сельди в июле-сентябре покидает пределы заливов и нагуливается в районе, расположенном между мысами Олюторским и Наварин. По этой причине суммарный ПО пелагических рыб в летние месяцы на шельфе Карагинского и Олюторского заливов минимален.

Основу питания сельди и мойвы составляют ракообразные: летом — веслоногие, в остальные сезоны — эвфаузиевые. Сходный спектр питания имеет минтай длиной до 36 см. Состав пищи крупного минтая значительно разнообразнее: доля веслоногих и эвфаузиевых у особей этой группы уменьшается, а десятиногих раков, бокоплавов и рыб увеличивается (Качина, Савичева, 1987). У минтая длиной свыше 50 см рыбная пища становится доминирующей: летом она составляет около половины, зимой — более  $\frac{2}{3}$  содержимого желудков. Жертвами крупного минтая чаще всего служит собственная молодь, молодь сельди, песчанка, мойва. В пределах всего ареала вида хищничество и каннибализм наиболее ярко проявляются у популяции минтая, обитающей в исследуемом районе (Качина, Савичева, 1987).

Четвертый вид сообщества, корюшка зубатка, является типичным хищником. Летом в эстуариях рек она в больших количествах потребляет покатников горбуши и кеты, а в открытой части Карагинского залива к ним добавляется еще и песчанка, мойва, молодь сельди и минтая (Карпенко, 1982а, б). Молодь минтая в пище корюшки занимает меньшую долю, чем другие виды.

Степень пищевого сходства у сельди и минтая, особенно в начале онтогенеза, достаточно высока. По данным В.В. Максименкова (1984), на личиночном этапе она достигает 54,1 %. В двух следующих возрастных группах сходство еще более увеличивается: у годовиков — 57,6 %, двухгодовиков — 61,1 %. По мере дальнейшего роста рыб сходство несколько снижается, однако в июне-июле, когда происходит наиболее интенсивный откорм представителей обоих видов, от 30 до 70 % пищи, потребляемой половозрелой сельдью и минтаем длиной 22–36 см, состоит из одних и тех же организмов.

Контроль за состоянием кормовой базы планктоноядных рыб осуществляется благодаря выполнению стандартных гидробиологических съемок. Чаще всего такая съемка производилась в июне в Олюторском заливе и прилегающей акватории. Состав и биомасса зоопланктона за годы наблюдений, если судить по данным июльских съемок, изменялись весьма значительно. В 50-х — начале 60-х гг. биомасса зоопланктона была наибольшей (табл. 3). Затем (1966–1973 гг.) она уменьшилась в два раза и вновь почти достигла прежних значений в последние годы (1974–1988 гг.).

Весьма показательно, что условная обеспеченность массовых рыб-планктонофагов кормом (отношение средней биомассы зоопланктона к суммарному ПО сельди, минтая, мойвы) во всех трех периодах оставалась постоянной: в 1951–1965 гг. — 6,22; в 1966–1973 — 6,32; в 1974–1987 гг. — 6,15.

Таким образом, специфика распределения питания трех наиболее многочисленных планктоноядных рыб западной части Берингова моря и состояние их кормовой базы не исключают возможность существования между ними напряженных трофических взаимоотношений, особенно в летние месяцы. Наиболее острой может быть конкуренция за пищу между сельдью и неполовозрелым минтаем, начиная с личиночного этапа. Общее обилие этих видов в конечном итоге определяется трофическими возможностями среды.

Увеличение ПО корюшки зубатки в Карагинском и Олюторском заливах всегда происходило в тот же год или год-два спустя после появления высокоурожайных поколений в популяциях сельди, реже мойвы, т.е. численность хищника в данном случае зависима от количества доступной добычи. В то же время имеющиеся данные не дают повода для обратного утверждения о сколько-нибудь значимом влиянии корюшки на состояние запасов сельди и мойвы.

Описанная динамика в населении пелагических рыб западной части Берингова моря может, наряду с антропогенным воздействием, быть следствием изменившихся гидрометеорологических условий. Действительно, «сельдевый» период по целому ряду таких факторов является альтернативным «минтаевому». Для первого из них характерна аномально низкая температура воды в весенние и летние месяцы; максимальная площадь ледового покрова в зимние месяцы; сравнительно мягкая (по температуре воздуха) зима и прохладное лето (см. табл. 3). В «минтаевый» период ситуация в регионе изменилась на противоположную. В промежутке между этими двумя перио-

Таблица 3

Характеристика условий окружающей среды в западной части Берингова моря

Годы	Сред. биомас. зооплан. в Олюторск. заливе в июне, мг/м <sup>3</sup>	Сред. температура воды на поверхности, °С						Температура воздуха по данным ГМС		Площадь лед. покрова зап. части Берингова моря в январе-мае, тыс. км <sup>2</sup>
		ГМС Алука		ГМС Оссора		ГМС Корф		Корф		
		1	2	1	2	1	2	3	4	
I период 1951–1965 гг.	660	4,59	6,78	3,51	7,85	5,83	7,81	2136	1225	704
Отклонение от среднемноголет.	+123	-0,21	-0,17	+0,16	+0,03	-0,11	-0,27	-14	-27	+65
II период 1966–1973 гг.	313	4,91	6,98	2,46	7,31	6,05	8,04	2159	1246	623
Отклонение от среднемноголет.	-224	+0,11	+0,03	-0,89	-0,51	+0,11	-0,04	+9	-6	-16
III период 1974–1987 гг.	555	4,92	7,12	3,69	8,07	6,01	8,39	2160	1287	619
Отклонение от среднемноголет.	+18	+0,12	+0,17	+0,34	+0,25	+0,07	+0,31	+10	+35	-20
Среднемноголетняя	537	4,80	6,95	3,35	7,82	5,94	8,08	2150	1252	639

Примечание. 1 — температура за май-июнь (весна), 2 — за май-октябрь (лето), 3 — сумма градусо-дней мороза, 4 — тепла.

дами климатические и океанологические признаки имели значения, близкие к среднемноголетним.

## ЛИТЕРАТУРА

**Аксютин З.М.** Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. — М.: Пищ. пром-сть, 1968. — 288 с.

**Бойко Е.Г.** Прогнозы уловов и запасы азовского судака // Тр. ВНИРО. — 1964. — Т. 50. — С. 45–88.

**Карпенко В.И.** Величина выедания молоди лососей хищными рыбами // Рыб. хоз-во. — 1982а. — № 4. — С. 141–142.

**Карпенко В.И.** Питание хищных рыб и их влияние на молодь лососей в прибрежных водах Берингова моря // Экология и условия воспроизводства рыб и беспозвоночных дальневост. морей и сев.-зап. части Тихого океана. — Владивосток: ТИНРО, 1982б. — С. 104–113.

**Качина Т.Ф.** Рост корфо-карагинской сельди и время закладки годового кольца // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 57. — С. 142–153.

**Качина Т.Ф.** Закономерности весового роста корфо-карагинской сельди // Вопр. ихтиол. — 1969. — Т. 9, вып. 5. — С. 887–894.

**Качина Т.Ф.** Сельдь западной части Берингова моря.

— М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. — 120 с.

**Качина Т.Ф., Савичева Э.А.** Динамика питания минтая в западной части Берингова моря // Популяционная структура, динамика численности и экология минтая. — Владивосток: ТИНРО, 1987. — С. 174–188.

**Максименков В.В.** Пищевые отношения личинок некоторых рыб в заливе Корфа // Вопр. ихтиол. — 1984. — Т. 24, вып. 6. — С. 972–978.

**Нинбург Е.А.** Разграничение морских бентосных сообществ на основе данных факторного анализа (метод главных компонент): Тр. Биол. НИИ ЛГУ. — 1985. — № 37. — 180 с.

**Фадеев Н.С.** Берингово море // Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Тихого океана. — М.: Наука, 1986. — С. 389–405.

**Шунтов В.П.** Структура биологических ресурсов и динамика вылова в дальневосточной экономической зоне СССР // Рыб. хоз-во. — 1986. — № 12. — С. 14–18.

**Шунтов В.П., Волков А.Ф., Ефимкин А.Я.** Состав и современное состояние сообщества рыб пелагиали западной части Берингова моря // Биол. моря. — 1988. — № 2. — С. 56–65.

Е.П. Дулепова, В.И. Лапшина, А.И. Благодеров

## ЭЛЕМЕНТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЕЛАГИЧЕСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Рациональное использование морских биологических ресурсов должно базироваться на представлениях о структуре, продукции и закономерностях функционирования сообществ конкретных районов. При этом необходимо учитывать не только количественные и качественные характеристики сообществ, но и происходящие в них продукционные и деструкционные процессы. Подобный подход должен способствовать совершенствованию существующих принципов хозяйственного использования промысловых объектов.

Целью настоящей статьи является определение структурных и функциональных особенностей пелагиали северной части Японского моря. Это море располагает значительными ресурсами пелагических рыб, наиболее массовые из которых (дальневосточная сардина, минтай, сельдь и др.) обладают довольно высокими темпами продуцирования и многообразием трофических связей. Все они в основном планктонофаги, и с этой точки зрения особенно важна оценка распределения и продукционных возможностей зоопланктонной части пелагического сообщества.

Ранее с помощью математической модели была сделана попытка анализа функционирования экосистемы пелагиали Японского моря (Меншуткин и др., 1974). Однако разработанная модель и представленные модельные карты не отражают реального распределения элементов экосистемы по акватории моря. Позднее Ю.И. Сорокиным (1985) был рассмотрен энергетический баланс моря в целом, при этом показана существенная роль в этом водоеме микрогетеротрофов, трансформирующих мертвое органическое вещество во взвешенную белковую пищу.

Появившаяся в последнее время дополнительная информация о количественном распределении планктона и рыб позволяет более подробно рассмотреть некоторые вопросы функционирования пелагиали Японского моря.

В основу настоящей статьи положены материалы комплексной съемки эпипелагиали Японского моря, проведенной на РТМС «Новодруцк» со 2 июля по 1 августа 1985 г. Сбор зоопланктона проводился по принятой в аналогичных экспедициях ТИНРО методике с выделением трех размерных фракций: мелкой (< 1,5 мм), средней (1,5–3,5 мм) и крупной (> 3,5 мм) (Шунтов и др., 1988). Сеть Джели, использовавшаяся для сбора зоопланктона, как известно, недолавливает планктон, поэтому при расчетах его биомассы были введены следующие поправочные коэффициенты на уловистость: по мелкой фракции — 1,5; средней — 2,0; крупной — 5,0. При выборе коэффициентов учитывались рекомендации А.Ф. Волкова (Волков, 1986).

Продукцию зоопланктона рассчитывали по данным о составе и биомассе планктона в конкретных районах и литературным сведениям об удельной продукции отдельных его групп (Шушкина, 1977; Андреева, 1978; Кожевников, 1979). Однако расчеты затруднялись тем, что в материалах по зоопланктону были приведены только доминирующие во фракциях виды без учета их количественного соотношения. Вся зоопланктонная часть сообщества нами была разделена на отдельные элементы, различающиеся размерами и типом питания\*. Для каждого элемента с учетом качественного состава и типа питания подобраны соответствующие величины удельной продукции ( $C_i$ ) и рассчитана суточная продукция по формуле  $P_i = C_i \times V_i$ , где  $V_i$  и  $C_i$  — биомасса и

---

\* При этом к хищному зоопланктону отнесены Chaetognata, Coelenterata, Polychaeta, Euchaeta, Pareuchaeta, Scolecitrix, Oithona, Oncaea, Corycaeus, Scolecithricella. Все остальные планктеры вошли в мирную часть сообщества.

продукция элемента. В дальнейшем сделан пересчет на весь сезон — 90 сут, а элементы объединены в трофические уровни.

В основе расчета продукции всей системы лежало уравнение  $P_z = P_2 + P_3 - A_3$ , где  $P_2, P_3$  — продукция второго и третьего трофических уровней,  $A_3$  — ассимилированная пища третьего трофического уровня. Так называемая «реальная продукция» зоопланктона, или продукция, которая доступна рыбам, рассчитывалась по формуле  $P_z = P_2 + P_3 - C_3$ , где  $C_3$  — рацион хищного зоопланктона. Он определялся на основании предположения о том, что в среднем для пелагических животных коэффициент  $K_2$  лежит в пределах 0,3–0,4, а так как  $K_2 = P/A$ , то  $A = P/K_2$ . Зная, что усвояемость у хищного зоопланктона равна 0,8, на основе вышеприведенного выражения и был рассчитан рацион хищных планктонов. Рационы сардины определяли исходя из балансового равенства по материалам Г.В. Швыдкого (1988).

Осреднение имеющейся информации проведено отдельно по Татарскому проливу ( $S = 106,4$  тыс. км<sup>2</sup>) и водам северной части моря, входящим в пределы экономической зоны СССР ( $S = 223,1$  тыс. км<sup>2</sup>).

Пелагическое сообщество, состоящее из множества элементов, может рассматриваться как единое целое только благодаря трофическим связям, соединяющим его элементы. Элементы, как указывалось выше, можно объединить в трофические уровни. В данном случае при анализе зоопланктонной части сообщества ко второму трофическому уровню отнесены фито- и эврифаги. Включение эврифагов в один уровень с фитофагами неслучайно, так как время исследований совпало с началом лета, а в это время основу питания эврифагов составляет фитопланктон (Петипа, 1981). Как во втором, так и в третьем трофическом уровне по размерным фракциям выделено три элемента (табл. 1).

В Татарском проливе биомассу фито- и эврифагов слагают в основном *Pseudocalanus gracilis*, *P. minutus*, *Calanus plumchrus*. В водах Приморья эту функциональную группу образуют главным образом *P. minutus*, *C. plumchrus*, *C. cristatus* и молодь эвфаузиид.

Хищный зоопланктон, помимо указанных ранее групп, включал также крупных кишечнополостных рр. *Chrysaora*, *Cuspidella*, биомасса которых в среднем составляла 2,8 г/м<sup>2</sup>.

В летний период общая биомасса фито- и эврифагов определена в советской экономической зоне в 25,5 млн. т, при этом большая ее часть (76 %) была сосредоточена в водах Приморья. Основу (до 70 %) биомассы мирных планктонов в этом районе слагала крупная фракция. Такая же картина наблюдалась и в зоопланктонном сообществе Татарского пролива: крупные эври- и фитофаги составляли по биомассе 73 %.

Таблица 1  
Биомасса отдельных элементов зоопланктонной части пелагического сообщества в Японском море в июле 1985 г., г/м<sup>2</sup>

Функциональная группа	Элемент сообщества (размерная фракция, мм)	Татарский пролив	Воды северного Приморья
Фильтраторы и эврифаги	< 1,5	2,9	11,1
	1,5-3,5	11,6	12,8
	> 3,5	41,0	62,5
Хищники	< 1,5	1,8	5,1
	1,5-3,5	2,8	0,2
	> 3,5	12,5	3,0

Биомасса хищного зоопланктона оценена в обоих районах в 4,6 млн. т. Однако основу ее слагают совершенно разные элементы. Если в водах Приморья это мелкие планктоны, такие как ойтаны, онцеи, создававшие около 50 % биомассы этой группы, то в Татарском проливе уже преобладали (до 60 %) крупные зоопланктофаги, в основном щетинкочелюстные и гипериды.

Сравнение трофической структуры рассматриваемых районов показало, что доля хищных планктонов в Татарском проливе значительно превышает таковую в водах

Приморья (соответственно 23 и 9 %). И если в первом районе разброс этой величины по фракциям составлял 19–40 %, то во втором — 1,5–4,6 %. Вследствие этого средняя биомасса хищных планктеров в Татарском проливе (19,94 г/м<sup>2</sup>) выше, чем в водах Приморья (11,1 г/м<sup>2</sup>). Это не могло не отразиться на продуцировании органического вещества всей системой.

При расчетах продукции сообщества основная трудность заключается в оценке темпов продуцирования органического вещества каждым элементом, так как при сходстве размеров и типов питания каждый элемент объединяет виды, отличающиеся различными продукционными характеристиками. В данном случае пришлось пойти на некоторые допущения. Так, например, среди мирного зоопланктона с длиной тела, превышающей 3,5 мм, отмечено преобладание *C. plumchugus*, удельная продукция которого равна 0,048 (Шушкина, 1977), что позволило для всей крупной фракции данной функциональной группировки взять в качестве суточной удельной продукции именно эту величину. У видов рр. *Pseudocalanus* и *Calanus*, входящих в эту же группировку, но только в среднюю фракцию, суточная удельная продукция лежит в пределах 0,048–0,18 (Шушкина, 1977), поэтому для всего этого элемента целесообразно использовать суточный *P/B*-коэффициент 0,1. Учитывая разброс величины скорости оборота биомассы среди мелких мирных планктеров, для них в качестве суточной продукции была взята величина 0,1. В целом сезонные *P/B*-коэффициенты мирного зоопланктона, несмотря на некоторые различия в биомассе входящих в группировку элементов, оказались в обоих районах равными 5,7. Общая продукция мирного зоопланктона всего обследованного района за три месяца составила 145 млн. т (табл. 2).

Таблица 2

Биомасса и продукция мирного и хищного зоопланктона в советской экономической зоне Японского моря летом 1985 г., млн. т

Район	Мирный			Хищный		
	$B_2$	$P_2/B_2$	$P_2$	$B_3$	$P_3/B_3$	$P_3$
Татарский пролив	6,0	5,7	34,20	2,1	3,6	7,6
Воды Приморья	19,5	5,7	111,20	2,5	4,7	11,8
Всего	25,5	5,7	145,40	4,6	4,2	19,4

Выделение в хищном зоопланктоне трех указанных выше элементов также наложило свой отпечаток на величину среднего для всего третьего трофического уровня сезонного *P/B*-коэффициента. Для гиперидов и сагитт использовался сезонный *P/B*-коэффициент 3,9, для кишечнополостных — 1,8 (Шушкина, 1977; Заика, 1983). Для мелких планктонных хищников (ойтон, онцей) скорость оборота биомассы в сезон достигала 6,84 (Кожевников, 1979). Продукция этого уровня в исследуемых районах оценивается в 19,4 млн. т при средней величине 149 г/м<sup>2</sup>.

Согласно приведенной схеме расчетов, для того чтобы продуцировать указанное количество органического вещества, рацион хищных планктеров в летний период должен составить 68 млн. т, и при этом ассимилируется всего 54,6 млн. т. Причем ежедневно планктонные хищники должны съесть до 0,76 млн. т, или 3 %, наличной биомассы фито- и эврифагов. Если же сравнить эту величину с уровнем продуцирования органического вещества фито- и эврифагами, то становится очевидным, что суточное потребление последующим уровнем предыдущего составляет 47 %.

Полученные материалы позволяют рассчитать величину продукции зоопланктонного сообщества в целом —  $P_z$  по формуле, приведенной выше. Всего в советской экономической зоне Японского моря зоопланктонной частью пелагического сообщества создается в летний сезон 109,4 млн. т органического вещества: в Татарском проливе — 19,2, в водах Приморья — 90,2 млн. т.

Как видим, воды Приморья более продуктивны. Такая картина объясняется тем, что здесь более значительна продукция мирных планктеров и относительно мала доля хищных. В среднем продукция зоопланктона во всем обследованном районе составила 332 г/м<sup>2</sup>: в Татарском проливе — 184,4, в водах Приморья — 402,0 г/м<sup>2</sup>.

От продукционных возможностей зоопланктона во многом зависит распределение и состояние ресурсов пелагических рыб. С этой точки зрения важно определение реальной продукции зоопланктона ( $P_z$ ) — характеристики состояния кормовых ресурсов водоема, довольно часто используемой в практике рыбохозяйственных исследований. В данном случае реальная продукция зоопланктона в Татарском проливе и водах Приморья составляет соответственно 134 и 366 г/м<sup>2</sup>. Отсюда видно, что наибольшая обеспеченность пелагических рыб кормом была в водах Приморья.

Оценка продукции зоопланктона представляет большой интерес и с точки зрения взаимосвязи ее с эпипелагическим ихтиоценозом. В пелагиали Японского моря основу его по биомассе (до 89 %) составляет дальневосточная сардина, биология и численность которой подвержены очень сильным изменениям.

Сардина нерестится с января по март в районе южных Японских островов. В апреле начинаются ее миграции на север Японского моря. Она обитает в диапазоне температур 8–27 °С, и границей распределения мигрирующих косяков обычно является изотерма 8 °С (Дударев, 1986). Первое появление сардины в советской экономической зоне отмечается в конце апреля, а в конце мая уже наблюдаются крупные промысловые скопления. Средняя жирность сардины, заходящей на нагул в экономическую зону СССР, составляет около 10 % (Швыдкий, 1988). По мере нагула средняя жирность косяков увеличивается, и при достижении примерно 20 % начинается постепенная миграция жирных рыб из северной части моря на юг.

Роль сардины в трофической структуре пелагиали неоднозначна. По данным М.С. Кун (статья в настоящем сборнике), в мае основу ее рациона составляет фитопланктон. В июне-августе сардина переходит на питание зоопланктоном, в это время в ее рацион входят копеподы различных размеров, гиперииды и даже сагитты. Таким образом, в определенные периоды года сардина способна сокращать пищевую цепь и входить во второй трофический уровень, тогда как летом ее можно отнести к третьему и даже частично к четвертому трофическому уровню. Обычно такая градация производится на основе процентного состава рациона (Пианка, 1981).

Согласно балансовому равенству рацион сардины расходуется на обменные процессы, прирост, кроме того, часть его выделяется в виде неусвоенных остатков. Зная составляющие этого равенства (прирост, траты на обмен), а также принимая величину усвояемости равную 0,8, можно определить величину рациона вида за определенный промежуток времени. По данным Г.В. Швыдкого (1988), средняя нагуливающаяся особь сардины за лето растет очень неравномерно. Например, для сардины, которая заходит в советскую экономическую зону в июне, удельная продукция в этот месяц составляет 14–18, тогда как в августе по мере нагула она снижается до 0,12–0,25 кал/г · сут. Траты на обмен, рассчитанные по формуле В.И. Чекуновой (1983), также довольно сильно варьируют в течение лета, так как на протекающие в организме обменные процессы влияет температурный режим вод. В июне в пересчете на 1 г массы тела сардина расходует на дыхание 20–27 кал/сут, по мере повышения температуры траты на обмен увеличиваются и в августе составляют 53–80 кал/г · сут. По этим расчетам можно оценить потребление органического вещества сардиной для обеспечения соответствующих приростов и трат на обмен. В июне сардина должна на каждый грамм своей массы потребить количество пищи, эквивалентное 43–53 ккал. Такой разброс объясняется изменением величины обмена, в свою очередь связанным с варьированием температуры воды по декадам. В августе величина рациона заметно возрастает — 60–99 ккал. Таким образом, в июне при низких величинах обмена даже небольшие значения суточного рациона обеспечивают накопление белка и жира. В это время сардиной тратится на обмен 30–47 % величины рациона, а в июле-августе уже до 80 %. Следовательно, в это время при отсутствии роста вся энергия, поступающая с пищей, обеспечивает поддержание постоянной массы тела.

Г.В. Швыдкий (1988), учитывая среднюю удельную скорость роста дальневосточной сардины для всей мигрирующей части популяции, дает величину продукции, равную  $8,1 \cdot 10^{12}$  ккал в сезон нагула с мая по октябрь. Но в данном случае, с точки

зрения взаимосвязи элементов пелагической экосистемы, представляет интерес как общая величина продукции, так и количество пищи, потребленное сардиной в летний период именно в тех районах, по которым выше приведены данные по зоопланктону.

Здесь важно учесть факт постепенного подхода с юга низкоупитанных особей, причем рыба, которая мигрировала в экономическую зону в июле, питается и растет так же активно, как и рыба, зашедшая в начале лета. Таким образом, величина суточных рационов дальневосточной сардины зависит от упитанности, а не от времени ее захода в северные воды на нагул. Имея в виду изложенное и то, что в июне в япономорской зоне СССР нагуливается до 2 млн. т сардины, а в июле-августе до 4 млн. т, можно определить как соматическую продукцию, так и рационы сардины. Расчеты показывают, что в течение лета суммарная соматическая продукция сардины в советской зоне составляет  $3,8 \cdot 10^{12}$  ккал. Чтобы получить такой прирост, потребление пищи должно быть эквивалентно  $21 \cdot 10^{12}$  ккал, причем в июне суммарный рацион составляет  $1,8 \cdot 10^{12}$ , в июле —  $6,4 \cdot 10^{12}$ , а в августе —  $12,6 \cdot 10^{12}$  ккал. Поэтому естественно, что пресс на планктонное сообщество в разные летние месяцы будет неодинаков (табл. 3), тем более что калорийность зоопланктона в летние месяцы также различается (Руководство..., 1986). Кроме того, следует отметить, что в июне сардина нагуливается только в водах Приморья, а уже в июле-августе рассредоточивается по всей зоне.

Таблица 3

Потребление сардиной реальной продукции зоопланктона летом в северной части Японского моря, %

Месяц	Рацион, млн. т	$P_z'$	% от $P_z'$
Июнь	6	27	22
Июль	23	32	72
Август	9	32	28

Наиболее сильно ихтиоцен влияет на зоопланктонную часть сообщества именно в летний период во время нагульных миграций большого количества сардины. В другие сезоны потребление планктона рыбами должно быть значительно меньше, так как биомасса всех остальных рыб ниже количества сардины. Однако пелагическое сообщество Японского моря не всегда имело такое функциональное строение: сардина — вид, численность которого подвержена флюктуациям и на протяжении последних нескольких десятков лет было всего две вспышки ее численности (в 20–30- и 70–80-е гг.). Имеющиеся весьма скудные материалы (Кун, 1975) позволяют сравнить состав зоопланктонной части сообщества в послесардиновый (1944 г.) и в современный сардиновый период (1985 г.). В отсутствие сардины равноценного заменителя ей среди рыб не оказалось. Перед 1944 г. последние крупные ее подходы наблюдались в 1940 г. Ясно, что в ихтиоценозе не могли произойти за это время другие глобальные перестройки. В то же время в зоопланктонной части сообщества изменения были весьма заметны: в 1944 г. была гораздо выше не только биомасса уровней ( $B_2 = 112$ ,  $B_3 = 30,4$  г/м<sup>2</sup>), но и доля хищников (21 %). В 1985 г. доля хищников составляла 8 %, а  $B_2 = 86,4$ ,  $B_3 = 11,1$  г/м<sup>2</sup>. Вследствие этого выше и  $P_2$  и  $P_3$  (табл. 4).

Таблица 4

Биомасса (г/м<sup>2</sup>) и продукция зоопланктонной части пелагического сообщества в 1944 и 1985 гг.

Год	$B_2$	$B_3$	$P_2$	$P_3$	$P_z$	$P_z'$
1944	112,0	30,4	638,0	143,0	373,0	271,0
1985	86,4	11,1	430,0	58,0	322,0	281,0

Казалось, из-за отсутствия дальневосточной сардины в системе должен был наблюдаться дисбаланс, так как продукция второго уровня выедалась бы третьим уже в гораздо меньшей степени. Этого, однако, не произошло: система отреагировала увеличением количества хищных планктонов, которые в известной мере компенсировали отсутствие столь мощного потребителя зоопланктона, как сардина.

Таким образом, эти предварительные сопоставления (а для более обстоятельных сравнений необходима количественная информация по планктону за 40–70-е гг., которой, к сожалению, нет) позволяют заключить, что при флюктуациях численности массовых рыб не всегда происходят немедленные и крупные перестройки в ихтиоценозах. Однако вследствие перестроек в низших функциональных частях сообщества система сравнительно быстро может прийти в равновесное состояние.

## ЛИТЕРАТУРА

- Андреева В.В.** Биологическая характеристика массовых видов копепод северной части Японского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Севастополь, 1978. — 25 с.
- Волков А.Ф.** Состояние кормовой базы основных промысловых объектов Охотского моря в осенний период // Тресковые дальневосточных морей. — Владивосток: ТИНРО, 1986. — С. 102–112.
- Дударев В.А.** Скорость созревания, темп роста и продукционная способность японской сардины при различной численности популяции // Динамика численности промысловых животных дальневосточных морей. — Владивосток: ТИНРО, 1986. — С. 133–140.
- Заика В.Е.** Сравнительная продуктивность гидробионтов. — Киев: Наук. думка, 1983. — 205 с.
- Жоженников Б.П.** Динамика численности, основные черты и продукция *Oithona similis* (Copepoda, Cyclopoida) в северной части Японского моря: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1979. — 25 с.
- Кун М.С.** Зоопланктон дальневосточных морей. — М.: Пищ. пром-сть, 1975. — 148 с.
- Меншуткин В.В., Виноградов М.Е., Шушкина Э.А.** Математическая модель экосистемы пелагиали Японского моря // Океанология. — 1974. — Т. 14, вып. 5. — С. 880–887.
- Петипа Т.С.** Трофодинамика копепод в морских планктонных сообществах. — Киев: Наук. думка, 1981. — 241 с.
- Пианка Э.** Эволюционная экология. — М.: Мир, 1981. — 399 с.
- Руководство по изучению питания рыб.** — Владивосток: ТИНРО, 1986. — 31 с.
- Сорокин Ю.И.** Продукция бактерий и микрозоопланктона // Биологические ресурсы океана. — М.: Агропромиздат, 1985. — С. 71–86.
- Чекунова В.И.** Экологические группы морских холодолюбивых рыб и их энергетический обмен // Вопр. ихтиол. — 1983. — Т. 23, вып. 5. — С. 829–838.
- Швыдкий Г.В.** Эколого-физиологические особенности дальневосточной сардины (*Sardinops sagax melanosticta*): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1988. — 21 с.
- Шунтов В.П., Волков А.Ф., Матвеев В.И. и др.** Особенности формирования продуктивных зон в Охотском море в осенний период // Биол. моря. — 1986. — № 4. — С. 57–65.
- Шушкина Э.Л.** Продукция зоопланктона // Биология океана. — М.: Наука, 1977. — С. 223–247.

А.И. Болтнев  
(Камчатское отделение ТИНРО)

## ПРИЧИНЫ СМЕРТНОСТИ НОВОРОЖДЕННЫХ КОТИКОВ

В настоящее время довольно подробно изучены причины гибели детенышей морских котиков лишь в береговой период их жизни под влиянием абиотических и биотических факторов (Baker, 1957; Jellison, Milner, 1958; Когай, 1968; Владимиров, 1972; Старостин, 1972; Доклады комиссии по котикам..., 1981, 1985; и др.). В то же время никто из исследователей не рассматривал смертность котиков с точки зрения элиминации наименее приспособленных и сохранения вида. Поэтому важно знать зависимость выживаемости сеголеток от их собственных эколого-морфологических особенностей и физиологических и генетических особенностей их родителей. Из опубликованных работ в этом направлении имеются лишь сведения о зависимости выживаемости детенышей котиков от массы их тела и возраста матерей (Calambokidis, Gentry, 1985).

Материал для данной работы собран на Северном лежбище о. Беринга в 1982–1987 гг. За этот период нами помечено с помощью передвижного наблюдательного пункта 4657 новорожденных котиков. У каждого котика фиксировали пол, время и место рождения, длину и массу тела. 410 щенков имели меченых матерей, у которых по меткам можно было определить возраст и место мечения. Из общего числа помеченных щенков 292 были потом обнаружены павшими. В 1986 г. нами проведено вскрытие 201 павшего детеныша на изолированном участке Кишечном. Вскрытие проводилось по возможности ежедневно, что позволило подсчитать долю павших щенков в первые часы их жизни.

Наблюдения показали, что в целом среди детенышей выживаемость самцов и самок в первые месяцы жизни соотносится как 1:1,02. В трехлетнем возрасте это соотношение составляет 1:1,25 (Charman, 1964), в более позднем возрасте — 1:1,58 (Ichichara, 1972). Около 50 % детенышей (от числа павших) гибнет в первые часы жизни, на что ранее указывал Н.М. Старостин (1972).

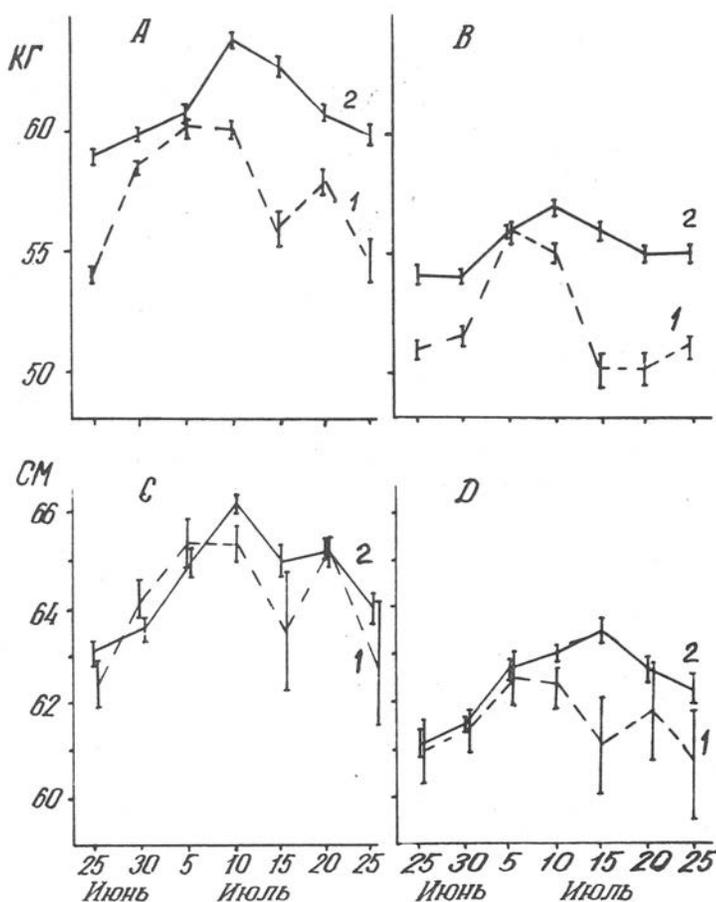
Количество павших детенышей возрастает с увеличением общей численности рожденных. Однако наибольшая величина гибели наблюдается среди детенышей, родившихся первыми: за III декаду июня гибнет 22,1 % щенков; от числа родившихся в первой половине июля — 10 % щенков; от числа родившихся во второй половине июля — 3,7 %. Снижение уровня смертности среди родившихся щенков от начала периода щенки к его концу может быть обусловлено комплексом причин, одной из которых являются температурные условия среды.\* Весной на Командорских островах температура воздуха составляет 6° С днем и 3° С ночью. Лишь в июле она постоянно повышается и в конце месяца достигает 8–10° С.

Установлено также, что выживаемость детенышей связана с их размерно-массовыми показателями при рождении. Масса тела павших щенков была на 5,2–5,8 %, а длина тела на 0,6–1,3 % меньше, чем среднепопуляционная (см. рисунок). Различия достоверны (кроме различий по длине тела самцов). Более высокая смертность мелких детенышей может быть связана с более высокой относительной теплоотдачей.

Наблюдения за детенышами меченых самок позволили выявить зависимость выживаемости потомства от возраста матери. Смертность потомства от молодых самок (4–7 лет) составила 11,3 % от числа родившихся (табл. 1). У самок старшего возраста выживаемость потомства почти в два раза выше.

---

\* Аналогичные показатели смертности новорожденных котиков получены нами на о. Тюленьем в 1988 г. Считаем, что основной причиной гибели детенышей является асфиксия новорожденных. (Прим. ред.)



Масса (А, В) и длина тела (С, D) павших щенков (1) и средняя для популяции (2). А, С — самцы (n = 151) и В, D — самки (n = 141)

Из 410 меченых самок, за потомством которых велось наблюдение, 85 иммигрировали на Северное лежбище с других лежбищ. Оказалось, что детеныши самок-иммигрантов весили на 6,7–7,4 % меньше и имели большую смертность, чем детеныши самок-аборигенов. За период исследований погибло 14 щенков у самок-иммигрантов (16,5 %) и 16 (4,9 %) — у самок-аборигенов.

Таблица 1

Смертность щенков у самок разного возраста на Северном лежбище в 1984–1987 гг.

Возраст самок, лет	Всего помечено щенков	Погибло щенков	
		Кол-во	%
4–7	62	7	11,3
8–10	138	8	5,8
11–15	138	10	7,2
15+	72	5	6,9

По-видимому, более высокая гибель потомства у молодых самок и самок-иммигрантов связана с тем, что те и другие рожают в среднем более мелких щенков по сравнению со средневозрастными самками местного происхождения.

Величина смертности приплода, вероятно, связана и с пространственной структурой залежки котиков. Выявить такую связь трудно, поскольку приливно-отливные течения могут перемешивать павших щенков на соседних участках лежбища. Поэтому для анализа этой закономерности нами был взят участок Кишечный, обособленный и достаточно удаленный от других участков, численность и смертность приплода на котором сравнивалась с численностью и смертностью приплода на всем лежбище (табл. 2). Для расчета взяты только данные учета численности приплода методом прогона.

Оказалось, что на периферии лежбища смертность среди новорожденных котиков выше, чем в среднем по лежбищу. Связано это, на наш взгляд, с тем, что на периферии

лежбища размножаются более молодые самки, а также самки-иммигранты с других лежбищ.

Таблица 2

**Численность и смертность приплода на Северном лежбище**

Поколение	Северное лежбище в целом			Участок Кишечный		
	Всего щенков	Из них павших	%	Всего щенков	Из них павших	%
1981	24460	2310	9,4	1690	210	12,4
1983	26610	4110	15,4	1980	325	16,4
1985	31800	5280	16,6	2800	400	14,3
1986	30060	3340	11,1	2540	420	16,5
1988	32660	2740	8,4	2290	250	9,8
Ср.	—	—	12,2	—	—	14,2

Таким образом, выживаемость котиков в детском возрасте практически не различается по полу и относится как 1:1,02 с небольшим преимуществом в пользу самок. Выживаемость детенышей морских котиков зависит от времени и места рождения, от возраста и происхождения самок.

Наиболее высокая смертность щенков наблюдается среди родившихся в начале сезона размножения на периферии лежбища. К концу периода щенки показатели смертности среди новорожденных котиков снижаются.

Вероятность гибели потомства у молодых самок (4–7 лет) и самок-иммигрантов выше, чем у более старых самок местного происхождения.

Вероятность гибели при рождении мелких детенышей котиков выше, чем более крупных.

**ЛИТЕРАТУРА**

**Владимиров В.А.** Некоторые черты экологии северного морского котика в береговой период их жизни // Тр. ВНИРО. — 1972. — Т. 90. — С. 193–205.

**Доклады комиссии по котикам северной части Тихого океана об исследованиях за 1973-1980 гг.** — Вашингтон, 1981, 1985.

**Когай В.М.** Современное состояние и динамика численности стада котиков на о. Тюленьем // Тр. ВНИРО. — Т. 68: Изв. ТИНРО. — Т. 62. — 1968. — С. 43–52.

**Старостин Н.М.** Унцинариоз морских котиков острова Беринга // Тез. докл. VIII Всесоюз. конф. по природной очаговости болезней животных и охране их численности. — Киров, 1972. — Т. 2. — С. 131.

**Baker R.C.** Fur seals of the Pribilof islands. — Wash.: U.S. Government Printing office, 1957. — 23 p.

**Calambokidis J., Gentry R.L.** Mortality of northern fur seal pups in relation to growth and birth weights // J. of Wildlife Diseases. — 1985. — Vol. 21, № 3. — P. 327–330.

**Chapman D.G.** A critical study of Pribilof fur seal, population estimates // Fish. Bull. — 1964. — Vol. 63, № 3. — P. 657–669.

**Ichichara T.** Maximum sustainable yield in the robben fur seal // Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. — 1972. — № 424. — P. 77–94.

**Jellison W.L., Milner K.C.** Salmonellosis (bacillary dysentery) of fur seals // J. Wildl. Manag. — 1958. — Vol. 22, № 2. — P. 199–200.

Ф.Г. Челноков  
(Камчатское отделение ТИНРО)

## ДОЛЯ КОТИКОВ ПРИБЫЛОВСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ В ДОБЫЧЕ НА КОМАНДОРСКИХ ОСТРОВАХ

Известно, что при промысле котиков-холостяков существенную роль в добыче на Командорских о-вах составляли особи, родившиеся на о-вах Прибылова (Чугунков, 1966; Челноков, 1977, 1982; Фрисман и др., 1985). Анализ смешивания по возврату меченых холостяков с учетом коэффициентов мечения и потери меток позволил оценить долю прибыловских котиков в добыче на Командорских островах для поколений, метившихся при рождении (1958–1968 гг.). Доля прибыловских котиков менялась по годам и на протяжении периода имела устойчивую тенденцию к уменьшению (табл. 1).

Таблица 1

Доля прибыловских котиков в добыче на Командорских островах в 1958–1968 гг., %

Год рождения поколения	Добыто из поколения, экз.*	Доля прибыловских котиков
1958	4958	20,1
1959	6879	21,1
1960	7714	14,4
1961	10248	12,8
1962	10089	14,2
1963	9246	11,8
1964	8448	11,9
1965	8158	11,0
1966	8857	11,5
1967	8502	11,6
1968	7111	9,6

\* Суммарная добыча самцов на Командорских островах в возрасте 2–5 лет.

Анализ динамики численности живой части поколений котиков на о-вах Прибылова показал, что она имеет противоположную тенденцию по сравнению с изменением таковой на Командорских островах (коэффициент корреляции  $r = -0,82$  при вероятности  $p > 0,999$ ).

Так как массовое мечение котиков на о-вах Прибылова после 1968 г. прекратилось, а оценка их изъятия на Командорских островах представляет определенный интерес, была теоретически рассчитана их доля в добыче с помощью уравнения множественной регрессии:

$$y = -0,15x_1 + 0,29x_2 + 9,93,$$

где  $y$  — доля прибыловских иммигрантов в добыче на Командорских островах,  $x_1$  и  $x_2$  — численность живого приплода на Командорских островах и о-вах Прибылова соответственно.

Множественный коэффициент корреляции между  $y$ ,  $x_1$  и  $x_2$  равен 0,97 при  $p > 0,999$ .

На основании уравнения впервые определена возможная доля в добыче на Командорских островах прибыловских котиков в поколениях, где меченые прибыловские котики отсутствовали. Следует иметь в виду, что рассчитанная доля прибыловских котиков на Командорских островах будет близка к истинной в случае сохранения прежнего характера изменчивости численности котиков обеих популяций (табл. 2).

## Доля прибыловских котиков в добыче на Командорских островах в 1969–1979 гг., %

Год рождения поколения	Добыто из поколения, экз.	Доля прибыловских котиков
1969	5391	10,3
1970	2744	9,6
1971	2190	10,3
1972	2223	11,5
1973	2838	14,2
1974	3018	11,6
1975	3305	10
1976	2876	11,2
1977	4619	8,7
1978	4511	8,3
1979	4409	8,9

Полученные оценки смешивания могут быть использованы при анализе динамики численности котиковых стад на Командорских островах с целью поиска оптимального режима их эксплуатации.

## ЛИТЕРАТУРА

**Фрисман Е.Я., Скалецкая Е.И., Кузин А.Е.** Математическое моделирование динамики численности северного морского котика и оптимальное управление котиковым хозяйством. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1985. — 156 с.

**Челноков Ф.Г.** О возврате меченых и немеченых котиков на Командорские острова / ТИПРО. — Петропавловск-Камчатский, 1977. — 21 с. — Деп. в ЦНИИТЭИРХ 15 дек. 1977 г., № 133 деп.

**Челноков Ф.Г.** О смешиваемости командорских котиков с котиками других популяций // Вопросы географии Камчатки. — Петропавловск-Камчатский, 1982. — Вып. 8. — С. 74–76.

**Чугунков Д.И.** О локальности стад морских котиков, обитающих на островах Беринга и Медный. — Изв. ТИПРО. — 1966. — Т. 58. — С. 15–21.

А.П. Диденко, Л.И. Дроздова

## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ МАВРОЛИКУСА

Для оценки пищевой ценности мавроликуса был исследован его технохимический состав, аминокислотный состав белков, макро- и микроэлементарный состав тканей.

Объектом исследования послужил мавроликус, добываемый в Тихом океане (Императорский хребет). Изучение продолжалось в течение всего промыслового периода, с марта по сентябрь.

Отбор проб проводили по ГОСТу 7631-85, а изучение химического состава мавроликуса — по известной методике (Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных, 1981). Исследовалась свежая рыба целиком.

Определение аминокислотного состава выполнено на аминокислотном анализаторе японской фирмы «Хитачи». Триптофан определен методом Н.И. Крыловой, Ю.И. Лясковской (1965). Химический скор рассчитывали в соответствии с требованиями ФАО/ВОЗ, принятыми для классификации белка (Young, 1980).

Для количественного определения металлов в рыбе был использован метод спектрального анализа, количество макро- и микроэлементов определяли на эмиссионном спектрографе ИПС-28, который фотографирует область спектра от 2000 до 6000 А.

Исследование массового состава мавроликуса показало, что выход тушки составляет от 48,2 до 55,2 % (табл. 1). Относительный выход мяса у рыбы при ручной разделке — 37,6–44,7 %. Наибольший выход тушки и мяса у мавроликуса наблюдается в мае — соответственно 55,2 и 44,7 %.

Проведенные ранее исследования показали, что химический состав мавроликуса подвержен значительным сезонным изменениям (Акулин и др., 1982, 1983; Головкова, 1982; Одинцов, Рыбалкина, 1984). Влагосодержание тканей составляет 63,3–79,2 %, причем минимальное наблюдается в мае, максимальное — в марте (табл. 2).

Общее содержание липидов изменяется в более широких пределах — от 2,7 до 19,8 %, что связано с различной упитанностью рыбы в исследованные периоды лова. Наименьшее содержание липидов отмечено в марте — 2,7–7,4 %. Особи мавроликуса этого периода лова истощены (стадия зрелости гонад VI–II). В апреле и мае особи были упитанные (под кожей и во внутренностях имелись отложения жира), стадия зрелости II–III. Общее количество липидов в эти периоды лова возрастает до 19,5–19,8 %.

Таблица 1  
Выход мяса мавроликуса в зависимости от размерно-массового состава и времени лова, %\*  
Table 1  
Yield of Maurolicus meat in dependence on size-weight composition and time of catch, %

Месяц лова	Длина, см	Масса, г	Тушка	Мясо
Март	4,2–5,6	0,9–2,8	51,2	39,7
Апрель	2,3–6,0	0,2–3,4	50,2	37,6
Май	3,7–6,2	0,6–3,5	55,2	44,7
Июнь	3,3–6,0	0,8–3,1	48,2	39,7
Июль	3,0–5,3	0,5–2,4	53,0	42,8
Август	3,1–6,0	0,4–2,0	51,8	42,9
Сентябрь	2,8–5,4	0,8–2,3	49,5	39,7

\* Средние данные.

В последующие периоды лова содержание липидов в тканях мавроликуса находится примерно на одном уровне и составляет 15,0–18,7 %.

Химический состав мавроликуса в зависимости от времени лова, %

Chemical composition of Maurolicus, %, in dependence on time of catch

Месяц лова	Влага	Липиды	Белок	Калорийность, кДж
Март	73,9–79,2	2,7–7,4	14,8–16,1	358–563
Апрель	65,6–66,2	15,8–19,5	14,3–15,3	859–1020
Май	63,3–64,4	17,5–19,8	15,1–16,0	939–1044
Июнь	65,6–67,8	15,1–16,9	15,8–16,4	849–938
Июль	68,2–68,7	16,3–16,9	14,3–14,9	879–912
Август	66,7–67,4	15,0–17,1	14,6–15,2	833–925
Сентябрь	64,3–66,0	16,2–18,7	14,4–16,5	876–1009

Значительное влияние на содержание липидов в тканях мавроликуса оказывает возраст рыбы. Биологи ТИНРО отмечают, что жизненный цикл мавроликуса составляет 3 года (Фадеев, 1984). Польскими учеными установлено, что неполовозрелая молодь имеет длину тела 24–47 мм, а половозрелые особи — 47–60 мм (Каратаева, 1987).

Исследование химического состава неполовозрелой молоди в весенний и летний периоды лова показывает, что обводненность тканей составляет 73–77 %, а общее количество липидов возрастает с апреля по июнь и составляет соответственно 2,9; 6,6 и 8,0 %.

При исследовании химического состава сырца, направляемого на выработку соевых паст, а также кормовой муки, отмечено, что общее количество липидов снижается с 16 до 8 % (в средней пробе, взятой от общего улова) при наличии неполовозрелой молоди от 60 до 80 % в перерабатываемом сырце. Наличие неполовозрелой молоди от 10 до 30 % не оказывает существенного влияния на химический состав средней пробы сырца.

Общее количество белковых веществ у мавроликуса находится в различные сезоны лова в пределах 14,3–16,5 % (табл. 2).

Расчет калорийности мяса мавроликуса с помощью коэффициентов Рубнера показывает, что в различные периоды лова калорийность изменяется от 358 до 1044 кДж.

С целью определения питательной ценности мавроликуса был изучен аминокислотный состав его белков. На основании исследования аминокислотного состава белков мавроликуса выявлено, что преобладающей аминокислотой является глутаминовая кислота, содержание которой составляет 15,9 г на 100 г белка (табл. 3).

Расчет показывает, что белки мавроликуса содержат полный набор незаменимых аминокислот, которые в сумме составляют 46,1 % общего количества аминокислот. Количественное содержание аминокислот соответствует требованиям шкалы ФАО/ВОЗ (табл. 4). Следовательно, белки мавроликуса имеют высокую питательную ценность.

Биологическая роль минеральных веществ обусловлена их участием в физиологических процессах, происходящих в организме человека. Микро- и макроэлементы поступают в организм человека в основном с пищей, поэтому их количественное содержание определяет пищевую ценность рыбы. Исследования показали, что количественное содержание микроэлементов в тканях

Таблица 3

Аминокислотный состав белков мавроликуса

Table 3

Aminoacid composition of Maurolicus proteins

Аминокислота	Кол-во граммов на 100 г белка	Аминокислота	Кол-во граммов на 100 г белка
Аспарагиновая	10,3	Изолейцин	4,9
Треонин	5,0	Лейцин	8,2
Серин	4,6	Тирозин	3,3
Глутаминовая	15,9	Фенилаланин	4,6
Глицин	6,1	Лизин	7,2
Аланин	6,9	Гистидин	2,9
Цистеин	1,7	Аргинин	6,3
Валин	6,4	Пролин	4,6
Метионин	3,2	Триптофан	2,2

Таблица 4  
Химический состав белков мавроликуса

Table 4

Chemical composition of Maurolicus proteins

Аминокислота	Шкала ФАО/ВОЗ, г/100 г белка	Кол-во г/100 г белка	Химический состав, %
Изолейцин	4,0	4,9	123
Лейцин	7,0	8,2	118
Метионин + Цистеин	3,5	4,9	137
Фенилаланин + Тирозин	6,0	7,9	131
Триптофан	1,0	2,2	220
Валин	5,0	6,4	127
Лизин	5,5	7,2	131
Сумма незаменимых ами- нокислот, %			46,1

Результаты исследования химического, аминокислотного, микро- и макроэлементного состава тканей позволяют сделать вывод о том, что мавроликус является полноценным пищевым сырьем и обладает высокой питательной ценностью.

## ЛИТЕРАТУРА

- Акулин В.Н., Диденко А.П., Дроздова Л.И., Косарева Г.П.** Липидный и жирнокислотный состав мавроликуса (*Maurolicus muelleri*) // Биология шельфовых зон Мирового океана. — Владивосток, 1982. — Ч. 2. — С. 54.
- Акулин В.Н., Диденко А.П., Дроздова Л.И. и др.** Технохимические исследования мавроликуса различных сезонов лова // Изв. ТИНРО. — 1983. — Т. 108. — С. 7–12.
- Головкова Г.Н.** Технохимическая характеристика мавроликуса // Рыб. хоз-во. — 1982. — № 7. — С. 75.
- ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, беспозвоночные и продукты переработки.** — М.: Госкомитет по стандартам, 1985. — 87 с.
- Каратаева Б.В.** Рыболовство стран Латинской Америки и состояние биоресурсов прибрежных вод: ОИ/ЦНИИТЭИРХ. — Сер. 3. — 1987. — Вып. 1.
- Крайнова Л.С.** Определение макро- и микроэлементов в мышцах рыб // Изв. вузов. Сер. Пищ. технология. — 1968. — № 6. — С. 173–177.
- Крылова Н.И., Лясковская Ю.И.** Биохимия мяса. — М.: Пищ. пром-сть, 1968. — 345 с.
- Одинцов А.Б., Рыбалкина Г.Н.** Технохимический состав и технологические свойства некоторых мезопелагических рыб // Технология перспективных видов рыбопродукции. — Калининград: Труды АтлантНИРО, 1984. — С. 3–8.
- Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных: Метод, рекомендации.** -М.: ВНИРО, 1981. — 93 с.
- Фадеев Н.С.** Промысловые рыбы северной части Тихого океана. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. — 272 с.
- Young V.R.** Nutritional Evaluation of Protein Foods, and Pellett. P.L. // Food and Nutrition Butt. UNU. — 1980. — Supp. № 4. — P. 5–27.

мавроликуса составляет: магний — 87 мг%, железо — 4,89, медь — 0,204, алюминий — 0,423, марганец — 0,116, свинец — 0,04, ванадий — 0,384 мг%. Содержание макроэлементов: калий — 229,69 мг%, натрий — 311,19, кальций — 144,05, литий — 6,28, цинк — 2,63 мг%. По содержанию минеральных веществ в тканях рыбы мавроликус можно отнести к полноценным рыбам. Макро- и микроэлементный состав у него находится на одном уровне с традиционными морскими рыбами (Крайнова, 1968).

Содержание токсических веществ в тканях мавроликуса (медь, свинец, олово, железо, никель) не превышает предельно допустимых норм, установленных для морепродуктов.

## ИССЛЕДОВАНИЯ НА РУБЕЖЕ 20 И 21-ГО СТОЛЕТИЙ (1994–2002 ГГ.)

В период с 1986 до 1993 г. увидели свет всего 3 тома Известий ТИНРО (тома 111, 112, 114). С 1994 г. Известия ТИНРО печатались ежегодно, и по 2000 г. включительно вышло 18 томов (фактически 25 томов, так как тома 124, 126, 127, 128 и 130 включали по 2–3 отдельные части), в которых было опубликовано 905 статей. Рыбохозяйственные исследования в это время (в том числе в 1986–2002 гг.) продолжались и были сосредоточены в основном в пределах российской экономической зоны. Но отдельные экспедиции выходили за пределы зоны для наблюдений за тихоокеанскими лососями в открытых водах Северной Пацифики, а также за субтропическими объектами в зоне течения Куроисио и Субарктического фронта.

В начале 1990-х гг. в связи с приватизацией рыбохозяйственная наука лишилась большей части флота. В ее распоряжении остался небольшой отряд средне- и малотоннажных судов. Проблематичным стало даже минимальное финансирование науки. Ситуация была спасена тем, что для рыбохозяйственных институтов Росрыболовством стали выделяться промысловые квоты, что улучшило финансовое обеспечение исследований, в том числе экспедиционных. При мониторинге ресурсов рыб и нерыбных объектов в это время особое внимание уделялось оценке запасов конкретных эксплуатируемых стад, а также обитающих совместно с ними других представителей нектона и нектобентоса. Как и в 1980-е гг., в многочисленных комплексных съемках синхронно со сбором информации о промысловых объектах учитывались их кормовая база, а также состав и структура планктонных, а в некоторых случаях и бентосных сообществ. В результате накопления значительных рядов информации впервые для всей российской зоны была оценена биомасса основных компонентов трофических уровней от планктона до высших хищников и выявлены некоторые тенденции в межгодовой и многолетней динамике, включая циклические изменения. Было получено много новых конкретных данных о факторах, лимитирующих численность гидробионтов сверху и снизу. В результате были пересмотрены представления об ограниченной экологической емкости морской и океанической среды. Были уточнены и оценки рыбопродуктивности дальневосточных вод. Выводы о более значительном их продукционном потенциале имели большое значение в связи с тем, что дальневосточные моря стали главным рыбопромысловым бассейном России.

В начале 2000-х гг. достижения экосистемных исследований биоресурсов позволили перейти к планированию 5-летних тематических программ не по объектному, а бассейновому принципу. Институт по-прежнему представлял собой сложный научный комплекс со все более выраженным приоритетом сырьевых исследований. Существенно снизилась активность исследований по аквакультуре. Практически наполовину сократилась численность технологического направления, где спектр исследований все еще оставался достаточно широким, охватывал разработку пищевых, кормовых и фармакологических продуктов.

В рассматриваемый период все опубликованные тома готовились как тематические сборники:

- Биотехнологические основы аквакультуры на Дальнем Востоке России (1994 г., т. 113, 171 с.).
- Ихтиопланктон северной части Тихого океана (1994 г., т. 115, 185 с.).
- Экология и трофические связи промысловых рыб дальневосточных морей (1994 г., т. 116, 218 с.).
- Паразиты морских и проходных рыб бассейна Тихого океана (1994 г., т. 117, 197 с.).
- Химические и биохимические основы обработки гидробионтов (1995 г., т. 118, с. 192).

- Экология nekтона, nekтобентоса и планктона дальневосточных морей (1996 г., т. 119, 324 с.).
- Экологические исследования морских млекопитающих Дальнего Востока (1996 г., т. 121, 177 с.).
- Технология и биотехнология обработки гидробионтов (1997 г., т. 120, 280 с.).
- Экология nekтона и планктона дальневосточных морей и динамика климато-океанологических условий (1997 г., т. 122, 613 с.).
- Биология гидробионтов морских и пресных вод юга Дальнего Востока (1998 г., т. 123, 449 с.).
- Биология промысловых объектов дальневосточных российских вод и их экосистемные связи (1998 г., т. 124, 860 с.).
- Химия и технологии обработки гидробионтов (1999 г., т. 125, 510 с.).
- Биология промысловых животных дальневосточных морей и условия их обитания (1999 г., т. 126, 725 с.).
- Биология и условия обитания гидробионтов северо-западной части Японского моря (2000 г., т. 127, 721 с.).
- Биология, состояние запасов и условия обитания промысловых гидробионтов дальневосточных морей (2001 г., т. 128, 1064 с.).
- Биохимия и биотехнология гидробионтов (2001 г., т. 129, 347 с.).
- Статус пелагических и донных сообществ и условий их обитания в дальневосточных морях на рубеже XX и XXI столетий (2002 г., т. 130, 1322 с.).
- Условия обитания и биология гидробионтов северо-западной части Японского моря (2002 г., т. 131, 512 с.).

Из значительных по объему статей рассматриваемого периода заслуживают упоминания:

**В.А. Беляев и Т.Г. Соколовская** «Ихтиопланктон зоны течения Куроиси» (1994 г., т. 115, с. 74–91).

**О.А. Булатов** «Особенности размножения рыб и распределение ихтиопланктона восточной части Берингова моря» (1994 г., т. 115, с. 17–56).

**А.Ф. Волков** «Особенности питания горбуши, кеты и нерки во время анадромных миграций» (1994 г., т. 116, с. 128–136).

**Е.Н. Ильинский** «Основные трофические связи nekтона в мезопелагиали Охотского моря» (1994 г., т. 116., с. 91–104).

**В.В. Лапко** «Трофические отношения в эпипелагическом ихтиоценозе Охотского моря» (1994 г., т. 116, с. 168–177).

**С.Е. Поздняков** «О паразитологической оценке некоторых пелагических рыб Тихого океана» (1994 г., т. 117, с. 132–141).

**В.И. Радченко** «Нерка *Oncorhynchus nerka* в Беринговом море – экологическое описание вида» (1994 г., т. 116, с. 42–59).

**Г.В. Швыдкий, А.Н. Вдовин, К.М. Горбатенко** «Динамика упитанности минтая в дальневосточных морях» (1994 г., т. 116, с. 178–192).

**Г.М. Гаврилов, Н.Ф. Пушкарева** «Динамика численности приморской горбуши» (1996 г., т. 119, с. 178–193).

**Л.Б. Кляшторин, Н.С. Сидоренков** «Долгопериодные климатические изменения и флюктуации численности пелагических рыб Пацифики» (1996 г., т. 119, с. 33–54).

**А.М. Орлов** «Пространственное распределение и размерный состав наиболее массовых скорпеновых (*Scorpaenidae*, *Pisces*) мезобентали северных Курильских островов» (1996 г., т. 119, с. 149–177).

**О.С. Темных** «Экология и пространственная дифференциация азиатской горбуши во время анадромных миграций» (1996 г., т. 119, с. 55–71).

**В.П. Шунтов и Е.П. Дуленова** «Современный статус и межгодовая динамика донных и пелагических сообществ экосистемы Охотского моря» (1996 г., т. 119, с. 3–32).

**С.А. Блохин** «Распределение, численность и поведение серых китов (*Eschrichtius robustus*) американской и азиатской популяции в районах их летнего распределения у бе-

- регов Дальнего Востока» (1996 г., т. 121, с. 36–53); «Результаты исследования серых китов (*Eschrichtius robustus*), добытых у берегов Чукотского полуострова» (1996 г., т. 121, с. 54–61).
- Н.В. Дорошенко** «Полярные киты Охотского моря» (1996 г., т. 121, с. 14–25).
- Л.Н. Беседнов и Ю.Е. Вострецов** «Морской промысел рыб и млекопитающих в раннем и среднем голоцене в бассейне Японского моря» (1997 г., т. 122, с. 117–130).
- Ю.А. Федорец, В.Д. Диденко, П.П. Раилко, Н.Е. Кравченко** «Биология кальмара *Beryteuthis magister* на нерестилищах у Командорских островов» (1997 г., т. 122, с. 393–429).
- А.Н. Вдовин, Ю.И. Зуенко** «Вертикальная зональность и экологические группировки рыб залива Петра Великого» (1997 г., т. 122, с. 152–176).
- А.А. Огородникова, Е.Л. Вейдеман, Э.И. Силина, Л.В. Нигматулина** «Воздействие береговых источников загрязнения на биоресурсы залива Петра Великого (Японское море)» (1997 г., т. 122, с. 430–450).
- И.В. Мельников** «Пелагические хищные рыбы – потребители тихоокеанских лососей: распределение в экономической зоне России и прилегающих водах, численность и некоторые черты биологии» (1997 г., т. 122, с. 213–228).
- В.И. Радченко** «Тенденции многолетней динамики запасов азиатских лососей и определяющие ее факторы» (1997 г., т. 122, с. 72–94).
- Г.А. Федосеев** «Влияние ледовых условий на формирование репродуктивных экотипов и пространственную структуру популяций ледовых форм ластоногих северной части Тихого океана» (1997 г., т. 122, с. 95–116).
- Г.В. Хен** «Межгодовая динамика гидрологических областей на шельфе западной части Берингова моря в связи с меандрированием Камчатского течения» (1997 г., т. 122, с. 484–496).
- А.Н. Вдовин** «Биология и динамика численности южного одноперого терпуга (*Pleurogrammus azonus*)» (1998 г., т. 123, с. 16–45).
- А.Н. Вдовин, Д.В. Антоненко** «Вертикальное распределение бурого терпуга (*Hexagrammos octogrammus*) в заливе Петра Великого» (1998 г., т. 123, с. 46–52).
- В.А. Нуждин** «Минтай северо-западной части Японского моря – особенности биологии, размножения, промысел» (1998 г., т. 123, с. 53–73).
- А.Г. Погодин, Т.А. Шатилина** «Особенности термического режима вод и нерест эвфаузиид в северной части Японского моря» (1998 г., т. 123, с. 168–184).
- И.В. Волвенко** «Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловой съемки» (1998 г., т. 124, с. 473–500).
- Г.М. Гаврилов** «Состав, динамика численности и промысел рыб в экономической зоне России и прилегающих водах Японского моря» (1998 г., т. 124, с. 271–319); «Рыбные ресурсы экономической зоны СРВ и прилегающих вод Южно-Китайского моря» (1998 г., т. 124, с. 519–533); «Рыбные ресурсы экономической зоны Камбоджи» (1998 г., т. 124, с. 765–784).
- А.В. Голенкевич** «Видовой состав и биология донных осьминогов на шельфе северо-западной части Японского моря» (1998 г., т. 124, с. 178–211).
- А.А. Горяинов** «Условия нагула молоди кеты в прибрежье бухты Нарва (залив Петра Великого)» (1998 г., т. 123, с. 375–380); «Состояние воспроизводства запасов приморских лососей и перспективы лососевого хозяйства в Приморье» (1998 г., т. 124, с. 236–250).
- В.Н. Долганов** «Питание скатов семейства *Rajidae* и их роль в экосистемах дальневосточных морей России» (1998 г., т. 124, с. 417–424); «Размножение скатов семейства *Rajidae* дальневосточных морей России» (1998 г., т. 124, с. 425–428); «Абиотические условия среды обитания скатов семейства *Rajidae* дальневосточных морей России» (1998 г., т. 124, с. 429–432); «Распределение и миграции скатов семейства *Rajidae* дальневосточных морей России» (1998 г., т. 124, с. 433–437).
- О.А. Иванов** «Эпипелагическое сообщество рыб и головоногих моллюсков прикурильских вод Тихого океана в 1986–1995 гг.» (1998 г., т. 124, с. 3–54).
- Е.Н. Ильинский** «Состав и структура нектонного сообщества мезопелагиали Охотского моря» (1998 г., т. 124, с. 55–107).
- Е.П. Каредин** «Ресурсы мезопелагических рыб северной части Тихого океана» (1998 г., т. 124, с. 391–416).

- Л.Н. Ким** «Нерестовая сельдь восточной части залива Петра Великого» (1998 г., т. 124, с. 506–516).
- Ким Сен Ток** «Особенности биологии и численность тихоокеанской трески в водах западного побережья Сахалина и южных Курильских островов» (1998 г., т. 124, с. 212–235).
- Ю.Э. Брегман, Л.Г. Седова, В.А. Мануйлов, В.С. Петренко, Л.Т. Ковековдова, Г.С. Борисенко, Л.В. Шульгина, М.В. Симоконь, Л.Ю. Сухотская** «Комплексное исследование среды и донной биоты бухты Новик (о. Русский, Японское море) после многолетнего антропогенного пресса» (1998 г., т. 124, с. 320–343).
- И.В. Мельников, В.Н. Худя** «Дальневосточная песчанка (*Ammodytes hexapterus* Pallas) в Охотском и западной части Берингова морей» (1998 г., т. 124, с. 344–359).
- А.А. Никитин и Б.С. Дьяков** «Структура фронтов и вихрей в западной части Японского моря» (1998 г., т. 124, с. 714–733).
- В.П. Шунтов, И.В. Волвенко, А.Ф. Волков, К.М. Горбатенко, С.Ю. Шершенков, А.Н. Старовойтов** «Новые данные о состоянии пелагических экосистем Охотского и Японского морей» (1998 г., т. 124, с. 139–177).
- А.Б. Савин** «Биология лемонемы (*Laemonema longipes*, Moridae) северо-западной части Тихого океана» (1998 г., т. 124, с. 108–138).
- А.Н. Старовойтов** «Биологические показатели, численность и распределение кеты в Сахалино-Курильском регионе во время морских анадромных миграций (1998 г., т. 124, с. 444–455).
- О.С. Темных** «Региональная изменчивость склеритограмм чешуи азиатской горбуши (1998 г., т. 124, с. 375–390).
- П.Ю. Андронов, В.Г. Мясников** «Распределение и биология синего краба (*Paralithodes platypus*) в наваринском районе в летне-осенний период» (1999 г., т. 126, с. 96–105).
- И.В. Волвенко, Е.А. Титяева** «Динамика доминирования в нектоне и макропланктоне пелагиали северной части Охотского моря» (1999 г., т. 126, с. 58–81).
- А.В. Датский, Р.Л. Батанов, С.А. Пальм** «Минтай *Theragra chalcogramma* анадырско-наваринского района: промысел и биологическая характеристика по данным различных орудий лова» (1999 г., т. 126, с. 210–230).
- А.А. Кочнев** «Тихоокеанский морж в прибрежных водах о. Врангеля (1991–1994). 1. Численность и распределение в зависимости от гидрологических условий и хищничества белых медведей» (1999 г., т. 126, с. 447–464); «Тихоокеанский морж в прибрежных водах о. Врангеля (1991–1994). 2. Половозрастная структура» (1999 г., т. 126, с. 465–471).
- В.А. Дударев, Д.В. Измятинский, П.В. Калчугин** «Некоторые аспекты пространственной и временной изменчивости сообществ донных рыб северного Приморья» (2000 г., т. 127, с. 109–118).
- Д.В. Измятинский** «Количественные оценки ихтиофауны Уссурийского залива» (2000 г., т. 127, с. 149–160).
- Д.В. Измятинский, В.В. Свиридов** «Некоторые аспекты изменчивости ихтиофауны бухты Киевка (Японское море) в осенний период» (2000 г., т. 127, с. 161–165).
- Г.В. Авдеев, А.В. Смирнов, С.Л. Фронек** «Основные черты динамики численности минтая северной части Охотского моря в 90-е гг.» (2001 г., т. 128, с. 207–221).
- Г.В. Авдеев** «Факторы, обуславливающие зараженность охотоморского минтая копеподой *Naetobaphes diceraus*» (2001 г., т. 128, с. 278–286).
- Г.В. Авдеев, Е.В. Авдеева** «Патогенное воздействие, оказываемое паразитической копеподой *Naetobaphes diceraus* на минтая» (2001 г., т. 128, с. 287–292).
- А.В. Буслов** «Новые данные о распределении и миграциях минтая в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки» (2001 г., т. 128, с. 229–241).
- А.И. Варкентин** «Некоторые черты распределения и биологическое состояние минтая у восточной Камчатки осенью 1998 г.» (2001 г., т. 128, с. 222–228).
- Н.Т. Долганова** «Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона северо-западной части Японского моря» (2001 г., т. 128, с. 810–889).

**А.И. Кафанов, В.А. Павлючков** «Экология промысловых морских ежей рода *Strongylocentrotus* материкового япономорского побережья России» (2001 г., т. 128, с. 349–373).

**А.Г. Слизкин, В.Н. Кобликов, В.Н. Долженков, В.Е. Родин, В.И. Мясоедов, В.Я. Федосеев** «Камчатский краб (*Paralithodes camtschatica*) западнокамчатского шельфа: биология, распределение, динамика численности» (2001 г., т. 128, с. 409–431).

**А.Г. Слизкин, С.Д. Букин, А.А. Слизкин** «Четырехугольный волосатый краб (*Erimacrus isenbeckii*) северокурильско-камчатского шельфа: биология, распределение, численность» (2001 г., т. 128, с. 554–570).

**М.А. Степаненко** «Возрастная изменчивость пространственной дифференциации минтая *Theragra chalcogramma* в восточной и северо-западной частях Берингова моря» (2001 г., т. 128, с. 125–135); «Закономерности межгодовой изменчивости численности восточноберинговоморской популяции минтая *Theragra chalcogramma* и ее тенденция в конце 90-х годов» (2001 г., т. 128, с. 136–144); «Состояние запасов, межгодовая изменчивость численности пополнения и промысловое использование минтая восточноберинговоморской популяции в 80-90 годы» (2001 г., т. 128, с. 145–152); «Пространственная дифференциация и численность минтая в приалеутском районе Берингова моря» (2001 г., т. 128, с. 153–163).

**Н.С. Фадеев, В. Веспестад** «Обзор промысла минтая» (2001 г., т. 128, с. 75–91).

**А.Я. Великанов** «Сырьевые ресурсы морских рыб Сахалина и Курильских островов: состав, современное состояние запасов, их многолетняя изменчивость» (2002 г., т. 130, с. 1122–1141).

**А.Ф. Волков и А.Я. Ефимкин** «Современное состояние планктонного сообщества эпипелагиали Охотского моря» (2002 г., т. 130, с. 355–407).

**С.Ф. Золотухин** «Анадромные рыбы российского материкового побережья Японского моря и современный статус их численности» (2002 г., т. 130, с. 800–818).

**Е.Н. Ильинский** «Современное состояние запасов и размещение трески и наваги в Охотском море» (2002 г., т. 130, с. 1097–1103).

**Е.Н. Ильинский, А.В. Четвергов** «Современное состояние запасов и размещение камбал в Охотском море» (2002 г., т. 130, с. 1104–1121).

**А.К. Клитин** «Распределение, биология и функциональная структура ареала камчатского краба в водах Сахалина и Курильских островов» (2002 г., т. 130, с. 148–227).

**В.Н. Кобликов и В.А. Надточий** «Макрозообентос шельфа северо-западной части Берингова моря» (2002 г., т. 130, с. 329–335).

**И.В. Мельников** «Результаты оценки запаса сельди в северной части Охотского моря по траловым съемкам 2000 г.» (2002 г., т. 130, с. 1142–1158).

**И.В. Мельников, Н.А. Кузнецова** «Особенности формирования скопления охотской сельди в притауйском районе в сентябре 1998 и 1999 гг.» (2002 г., т. 130, с. 1159–1170).

**С.В. Найденко, Н.А. Кузнецова** «Трофические связи тихоокеанских лососей в эпипелагиали южных Курильских островов» (2002 г., т. 130, с. 570–594).

**С.В. Найденко** «Трофическая структура нектона эпипелагиали южнокурильского района в летний период в первой половине 1990 гг.» (2002 г., т. 130, с. 618–652).

**А.В. Кучерявенко, Н.И. Григорьева, Е.Б. Лебедев, Д.И. Вышкварцев** «Абиотические условия 30-летнего функционирования хозяйства марикультуры в Приморье» (2002 г., т. 131, с. 359–372).

**Е.И. Барабанщиков, Р.А. Магомедов** «Состав и некоторые черты биологии рыб эстуарной зоны рек южного Приморья» (2002 г., т. 131, с. 179–200).

**Е.И. Барабанщиков** «Японский мохнаторукий краб (*Eriocheir japonicus* de Naan) эстуарно-прибрежных систем Приморского края» (2002 г., т. 131, с. 228–248).

**М.В. Калинина, Г.И. Викторовская, Е.Э. Борисовец, Ю.Э. Брегман, В.Н. Кулепанов** «Биология серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) северо-западного побережья Японского моря. II. Репродукционная характеристика» (2002 г., т. 131, с. 249–265).

Ниже помещены научные сообщения, которые дополнительно демонстрируют разнообразие изучаемых вопросов и тем в рассмотренный период (на границе столетий).

В.А. Вышегородцев  
(Магаданское отделение ТИНРО)

## ОСОБЕННОСТИ ОБЫКРЕНИЯ НЕРЕСТОВОГО СУБСТРАТА ГИЖИГИНСКО-КАМЧАТСКОЙ СЕЛЬДИ

Гижигинско-камчатская сельдь — одна из обитающих в Охотском море популяций *Clupea harengus* P., районом воспроизводства которой служат прибрежные участки Гижигинской губы.

Имеющиеся в литературе сведения о ранних этапах жизни гижигинско-камчатской сельди немногочисленны. Известны две статьи (Пискунов, 1954; Галкина, 1959), в которых содержатся данные о характере кладок икры, ее распределении, развитии и выживаемости, дается представление о видовом составе водорослей, используемых сельдью в качестве нерестового субстрата. Обе публикации основываются на наблюдениях, проведенных в литоральной зоне, т.е. на участках нерестилищ, периодически осушающихся во время отлива. Что касается экологии размножения сельди в сублиторали, то до недавнего времени этот вопрос оставался совершенно не изученным.

Основой для статьи послужили материалы водолазной съемки нерестилищ сельди Гижигинской губы, выполненной в июне 1988 г. с борта водолазного судна РС «Убежденный» (ТУРНИФ).

Исследования проводились на трех участках прибрежной зоны: от р. Вилига до мыса Сторожевого, в Наяханской губе и от мыса Чайбуха до зал. Среднего (см. рисунок). За период с 8 по 18 июня над глубинами до 15 м выполнено 397 водолажных станций. Спуск под воду осуществлялся в легководолажном снаряжении с мотобота. Пробы нерестового субстрата собирались с площадок 50x50 см по намеченной сетке станций на разрезах, ориентированных, как правило, перпендикулярно к берегу. Количество станций в том или ином районе определялось в зависимости от размеров данного нерестилища, предварительно выявленного в ходе аэронаблюдений. Расстояние между станциями и размерами измерялось по скорости мотобота при помощи секундомера.

На каждой станции измерялась температура воды на поверхности и у дна. При взятии пробы водолазами также оценивался характер донных отложений и процентное покрытие грунта водорослями.

Собранные пробы нерестового субстрата доставлялись на судно, где взвешивались на детских весах с точностью до 10 г; от каждой из них бралась навеска в 100 или 200 г, которая затем фиксировалась в формалине. Последующая обработка велась в камеральных условиях. Икра счищалась с водорослей, взвешивалась на аптекарских весах с точностью до 20 мг и просчитывалась. Плотность обыкрения на 1 м<sup>2</sup> находили

путем экстраполяции числа икринок в навеске на массу всей пробы, полученный результат умножали на 4.



Район работ НПС «Убежденный»  
в июне 1988 г.

Region of the R/V Ubezhdennyi  
works in June 1988

Учитывая сроки нереста и последовательность заполнения нерестилищ сельдью, работы проводились в направлении с запада на восток.

Для прибрежных районов Гижигинской губы характерны скалистые, каменистые, галечные и илистые грунты. Основу растительных обрастаний составляют бурые и красные водоросли, на которых сельдь откладывает свою икру. Ведущее место занимают ламинариевые, а также фукус, хондрус, одонтолия и пtilота. Значительно реже встречаются тихокарпус, гипофилом и некоторые другие.

Видовой состав и количественное соотношение водорослей в разных районах имеют свои особенности. На западных и центральных нерестилищах преобладающими, как по биомассе, так и по частоте встречаемости, являются ламинариевые. На восточных участках репродуктивного ареала (к югу от мыса Чайбуха) более широко представлены красные водоросли: пtilата, одонтолия, тихокарпус и др. Их биомасса невелика, в этом отношении они, как и на западных нерестилищах, уступают ламинариевым.

В процессе съемки водоросли обнаружены на 208 из 397 станций, что составляет 52,4 %, т.е. в прибрежной зоне Гижигинской губы нерестовый субстрат для сельди имеется не повсеместно. В местах, пригодных для произрастания, распределение водорослей подчиняется определенной закономерности. Суть ее в том, что по мере удаления от берега их встречаемость увеличивается; на глубинах 4–8 м (без учета прилива и отлива) достигает максимума, а затем вновь снижается (табл. 1). Указанный диапазон глубин, очевидно, является наиболее благоприятным для обитания макрофитов, хотя и здесь они распространены не сплошным ковром, а скорее мозаично, образуя сгущения на сравнительно небольших участках. Обращает на себя внимание также то, что максимальные показатели встречаемости и биомассы водорослей пространственно разобщены. Наибольшие по массе пробы — до 20 кг и выше в пересчете на 1 м<sup>2</sup> — получены на глубинах от 1 до 5 м.

Таблица 1

Частота встречаемости и распределение водорослей по глубинам на нерестилищах сельди в Гижигинской губе в июне 1988 г.

Table 1

Frequency of occurrence and distribution of algae by depths on herring spawning grounds in Gizhiginskaya bay, June 1988

Глубина, м	Частота встречаемости проб с водорослями, %	Средняя масса водорослей в пробе, кг	Средняя масса водорослей на 1 м <sup>2</sup> , кг	Число станций
До 1	50,0	0,50	2,0	2
1–2	40,7	1,67	6,7	27
2–3	41,7	1,56	6,2	60
3–4	50,0	1,50	6,0	57
4–5	65,2	1,24	5,0	66
5–6	63,0	0,82	3,3	46
6–7	64,9	0,76	3,0	37
7–8	70,0	0,31	1,2	30
8–9	58,8	0,49	2,0	17
9–10	37,5	1,19	4,8	8
10–11	30,8	1,76	7,0	13
11–12	25,0	0,65	2,6	8
12–13	28,6	0,06	0,2	7
13–14	25,0	0,12	0,5	8
14–15	0,0	0,0	0,0	1

Мощные заросли выявлены в районе ручья Костяной, на 5 миль восточнее р. Широккой (у ручья Безымянного), на траверзе пос. Кушка, в восточной части Няханской

губы (возле мыса Тайночин), в бухте Имповеем и примыкающих к ней небольших заливчиках.

Основная масса косяков гижигинско-камчатской сельди в 1988 г. отнерестилась в 3-й декаде мая, при этом наиболее ранний нерест (22–24 мая) происходил на западных нерестилищах. На центральных — с 24 по 27, на восточных — с 23 по 29 мая.

Икра сельди в период съемки присутствовала почти на всех обследованных участках Гижигинской губы. На западных и центральных нерестилищах частота ее встречаемости составляла соответственно 9,0 и 11,5 %. На участке от р. Вилига до мыса Сторожевого основное количество проб с икрой получено в 2 местах: районе ручья Костяной (6 проб) и у пос. Кушка (5 проб). В Наяханской губе икра обнаружена на траверзе пос. Эвенск на расстоянии 1–1,5 миль от берега (3 пробы) и в юго-восточном углу возле мыса Тайночин (6 проб). На восточных нерестилищах процент встречаемости обычного субстрата гораздо выше — 26,7. Причем если на участке от мыса Чайбуха до бухты Матуга включительно, а также в зал. Среднем икра в пробах отсутствовала, то начиная от о. Морская Матуга до о-вов Халпили она наблюдалась в подавляющем большинстве случаев (63,6 %).

Придонная температура прибрежных вод в июне колебалась от 0,8 до 11,5 °С. Самые низкие значения отмечались в Наяханской губе (табл. 2). На крайних участках нерестового ареала икра гижигинско-камчатской сельди развивалась при более высокой температуре, причем на восточных нерестилищах вода была на 1,5 °С теплее, чем на западных.

Таблица 2  
Придонная температура воды на нерестилищах сельди  
в Гижигинской губе в июне 1988 г., °С

Table 2  
Demersal water temperature on herring spawning grounds  
in Gizhiginskaya bay in June 1988

Показатель	Нерестилища		
	Западные	Центральные	Восточные
Колебания	0,8–9,0	3,1–10,5	3,0–11,5
Средняя	5,4	4,4	6,9
Кол-во измерений	101	39	37

Некоторые данные о характере обыкрения водорослей содержатся в статье М.В. Суховеевой (1976), изучавшей видовой состав и распределение макрофитов в районах размножения охотской сельди. Она, в частности, отмечает, что икра откладывается преимущественно на нижнюю часть куста водоросли, в меньшей степени — на среднюю, а вершина, как правило, свободна

от икры. По нашим наблюдениям, на нерестилищах Гижигинской губы характер обыкрения водорослей иной. Основная масса икры находилась на средней части слоевища, тогда как ближе к основанию и вершине она отсутствовала. Правда, М.В. Суховеева приводит данные по цистозире, а наши относятся к ламинариевым.

Степень обыкрения поверхности разных водорослей неодинакова. У ламинарий она колебалась от 5 до 90 %, в то время как представители красных водорослей — птилиота, тихокарпус, одонталия — обычно сплошь покрыты икрой.

На ламинариевых икра располагалась чаще всего в 1–2, реже в 2–3 слоя. На багрянках кладки многослойные, в отдельных случаях до 10–12 слоев.

Количество икры в пересчете на 1 м<sup>2</sup> варьировало в пробах от 44 до 7,930 млн. шт. Минимальные значения отмечались на западных, максимальные — на восточных нерестилищах (табл. 3). Оценивая амплитуду колебания этого показателя по районам, следует иметь в виду, что плотность обыкрения на восточных нерестилищах, по-видимому, была выше. Как уже говорилось, для данного участка нерестового ареала характерны низкорослые красные водоросли. Обеспечить «чистый» сбор такого субстрата водлазу трудно. К тому же при отделении от грунта мелкие водоросли легко вымываются из рук токами воды. По этой причине биомасса целого ряда проб, собранных южнее бухты Имповеем, оказалась недоучтенной, что соответствующим образом повлияло на конечные результаты подсчета икры.

Средняя плотность обыкрения в обследованных горизонтах сублиторали Гижигинской губы достигла 2,365 млн. икринок. Это значительно больше, чем на осушенных

нерестилищах, где количество икры на 1 м<sup>2</sup>, по данным Л.А. Галкиной (1959), не превышало в среднем 1 млн. шт.

Экспериментальными работами установлено, что эмбриогенез гижигинско-камчатской сельди длится от 13 до 17 сут (Галкина, 1959). Расхождение в сроках нереста рыб и водолазной съемки в 1988 г. составляло 14–19 сут. Таким образом, можно предположить, что ко времени проведения работ из основной массы икры уже произошел выклев личинок. Отсюда становится понятной относительно редкая встречаемость обыкренного субстрата, особенно на западных и центральных нерестилищах, невысокая степень покрытия икрой слоевищ водорослей. С учетом временного фактора, очевидно, следует оценивать данные, дающие представление об интенсивности икротетания гижигинско-камчатской сельди в сравнении с таковой географически смежных популяций сельди охотской и корфо-карагинской (табл. 4).

Водолазная съемка нерестилищ сельди Гижигинской губы в 1988 г. проводилась впервые и носила рекогносцировочный характер. В ходе ее получены новые данные, представляющие интерес как с точки зрения пополнения знаний об экологии размножения гижигинско-камчатской сельди, так и методических основ организации дальнейших исследований в этом направлении. В целях повышения информативности сборов и наблюдений, возможности их использования для оценки эффективности нереста и численности (биомассы) производителей к водолажным съемкам нерестилищ, очевидно, следует приступать сразу после массового нереста сельди. В годы, аналогичные по условиям 1988 г., эти работы необходимо начинать не позже 1 июня.

## ЛИТЕРАТУРА

- Бенко Ю.К., Богаткин Ю.Н., Фархутдинов Р.К.** Биологические основы применения искусственных нерестилищ для воспроизводства охотской сельди // Биол. моря. — 1987. — № 1. — С. 56–61.
- Галкина Л.А.** О размножении сельди Гижигинской губы // Изв. ТИНРО. — 1959. — Т. 47. — С. 86–99.
- Качина Т.Ф.** Сельдь западной части Берингова моря. — М.: Лег. и пищ. пром-сть. — 1981. — 120 с.
- Пискунов И.А.** Материалы по биологии сельди Гижигинской губы // Изв. ТИНРО. — 1954. — Т. 39. — С. 59–72.
- Суховеева М.В.** Видовой состав и распределение макрофитов в районах размножения сельди у северо-западного побережья Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 1976. — Т. 100. — С. 144–149.

Таблица 3  
Показатели плотности обыкренного нерестового субстрата гижигинско-камчатской сельди в июне 1988 г., млн. шт./м<sup>2</sup>

Table 3  
Indices of eggs density on spawning substrate of Gizhiginsko-Karachatka herring in June 1988, mln. pcs/m<sup>2</sup>

Нерестилище	Количество икры		Число проб
	Колебания	Средняя	
Западные	0,082–2,517	1,097	17
Центральные	0,044–7,243	1,642	8
Восточные	0,408–7,931	3,883	18
В целом по району	0,044–7,930	2,365	45

Таблица 4  
Сравнительная характеристика плотности обыкренного нерестового субстрата и смежных популяций, млн. шт./м<sup>2</sup>

Table 4  
Comparative characteristics of density of eggs on spawning substrate, Gizhiginsko-Kamchatka and adjacent herring populations, mln. pcs/m<sup>2</sup>

Популяция	Количество икры		Автор
	Колебания	Средняя	
Охотская	3,2–12,2	7,6	Бенко и др., 1987
Гижигинско-камчатская	1,1–3,9	2,4	Наши данные, 1988
Корфо-карагинская	0,2–1,7	1,4	Качина, 1981

Г.В. Хен

## РОЛЬ ВОДНЫХ МАСС В ФОРМИРОВАНИИ ИЗОЛИРОВАННЫХ СКОПЛЕНИЙ ИКРЫ МИНТАЯ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

В местах массового скопления нерестового минтая в юго-восточной части Берингова моря происходит интенсивное смешение нескольких водных масс различного происхождения. До последнего времени этот процесс не исследовался, имеется только одна работа (Kihara, Uda, 1969), в которой указывается преобладающая роль вод Аляскинского течения в концентрации минтая в конце нерестового периода, т.е. в июне.

С 1978 г. по настоящее время в восточной части Берингова моря ежегодно проводится ихтиопланктонная съемка, которая сопровождается океанологическими работами. Эти работы позволили провести объемный T, S-анализ вод, в которых формируются нерестовые скопления минтая.

Вследствие разнообразного воздействия физико-географических факторов в пределах Берингова моря выделяются три крупные разновидности структуры вод (Арсеньев, 1967), характерные для трех районов Берингова моря: глубоководной части, восточоберингоморского шельфа и области Алеутских островов. Специфической особенностью юго-восточной части Берингова моря является то, что все крупные разновидности субарктической структуры вод находятся во взаимном контакте, чем создаются особые условия среды, свойственные только данному району. Наиболее важное значение имеет наличие ряда водных масс, присутствие которых является обязательным при формировании скоплений тех или иных видов рыб.

На шельфе юго-восточной части моря во время пика нереста минтая (апрель-май) у дна происходит интенсивное перемешивание четырех вод: прибрежной аляскинской (А), Аляскинского течения (В), зимней морской (С) и зимней шельфовой (Д). Эти воды различаются не только по температуре, но и по солености. Ядра их имеют следующие характеристики: прибрежная аляскинская (А) — 1,0 °С, 31,2 ‰; Аляскинского течения (В) — 4,5 °С, 32,4 ‰; зимняя морская (С) — 1,6 °С, 33,3 ‰; зимняя шельфовая (Д) — минус 1,8 °С, 32,1 ‰.

Графически смешение этих вод можно представить как четырехугольник, вершины которого совпадают с T, S-индексами. Семейства гипербол внутри четырехугольника — изолинии равного процентного содержания каждой водной массы (см. рисунок). Для выявления оптимальных условий нереста на T, S-диаграмму по соответствующим для каждой станции значениям температуры и солености у дна наносилось количество пойманной при вертикальном облове сетью ИКС-80 икры I и II стадий развития. Икра III и IV стадий в расчет не принималась, так как она могла быть поймана на некотором удалении от мест нереста.

Во все годы наблюдений основные ядра скоплений икры вырисовывались в центре четырехугольника смешения, т.е. наиболее интенсивный нерест минтая происходил в местах смешения четырех водных масс в равных пропорциях, приблизительно по 25 %. При отсутствии какой-либо из этих вод или увеличении объема одной из вод до 50 % и более количество выметанной икры резко снижалось. В некоторых случаях, например в 1985 г., могло формироваться отдельное ядро в зоне 50 %-ного содержания вод В. Объемы вод А и С в них были приблизительно равны 25 %, а воды Д практически отсутствовали. Подобное сочетание вод возможно только вблизи континентального склона, где влияние ветвей Аляскинского течения наиболее ощутимо, а зимние шельфовые воды не проникают.

Является ли обособленное ядро свидетельством существования независимого нереста минтая? Пока трудно утвердительно ответить на данный вопрос. Скорее всего, этот центр нереста образуется от случая к случаю.

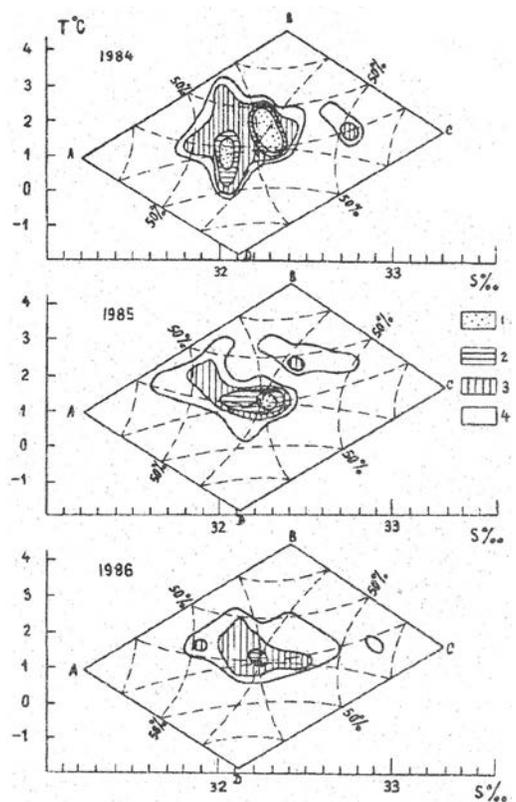
Четырехугольник смешения вод и частота встречаемости икры минтая в зависимости от температуры и солености в юго-восточной части Берингова моря

Quadrangle of water mixing and frequency of walleye pollock egg occurrence in dependence of temperature and salinity in the South Eastern Bering Sea

Оптимальные для нереста сочетания вод А, В, С и Д обычно отмечаются в узкой зоне (шириной 30–60 миль), вытянутой от о-вов Прибылова до о. Унимак. В пределах этой зоны обычно образуются два центра нереста (Vulatov, 1989): унимакский и прибыловский. В отдельные годы, например в 1985, воды В и С проникают до центра Бристольского залива, где формируется зона смешения четырех упомянутых вод. В такие годы здесь возможно образование еще одного центра нереста — бристольского.

Таким образом, наличие отдельных изолированных центров нереста минтая в юго-восточной части Берингова моря связано не с популяционными особенностями минтая, а с гидрологическими условиями района. Межгодовая переориентация нерестовых скоплений минтая происходит в соответствии с особенностями формирования и пространственного изменения областей, где смешиваются воды А, В, С и Д.

В зависимости от океанологических условий в юго-восточной части моря могут формироваться два или три центра нереста. При определенных гидрологических условиях возможно существование только одного центра. Учитывая изложенное, нужно критически оценивать попытку выделения отдельных популяций в унимакском, прибыловском и бристольском районах. Скорее всего, они составляют единую популяцию, имеющую несколько изолированных участков с благоприятными условиями для икрометания.



## ЛИТЕРАТУРА

- Арсеньев В.С.** Течения и водные массы Берингова моря. — М.: Наука, 1967. — 135 с.
- Vulatov O.A.** Some data on mortality of Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*) in the early stages of ontogenesis // Proc. Int. Symp. Biol. Mgmt. Walleye Pollock. — Fairbanks, Alaska, 1989. — P. 185–198.
- Kihara K., Uda M.** Studies on the formation of demersal fishing grounds. 1. Analytical studies on the mechanism concerning the formation of demersal fishing grounds in relation to the bottom water masses in the eastern Bering sea // J. Tokyo Univ. of Fish. — 1969. — Vol. 55, № 2. — P. 83–90.

Л.Т. Ковековдова, М.В. Симоконь

## ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПРОМЫСЛОВЫХ МОЛЛЮСКАХ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

В последние десятилетия происходит непрерывное загрязнение морей тяжелыми металлами, обладающими токсичными свойствами. Поступление загрязняющих веществ особенно сказывается на изменении содержания элементов в прибрежных акваториях, в то же время отличающихся высокой продуктивностью. Изменение концентраций элементов в среде оказывает влияние на организмы. Морские беспозвоночные способны накапливать металлы в количествах, намного превышающих их содержание в воде, поэтому возникает проблема контроля уровня содержания токсичных элементов, в том числе кадмия, ртути, цинка и меди, в промысловых моллюсках, используемых в пищу человеком и при изготовлении медицинских препаратов.

На фоне довольно большого числа работ, посвященных содержанию тяжелых металлов в промысловых моллюсках (Христофорова, 1982, 1983; Христофорова, Кавун, 1987; Кавун, 1991), моллюски, обитающие в прибрежных акваториях зал. Петра Великого, остаются недостаточно изученными.

Цель настоящей работы заключалась в изучении уровней содержания ряда элементов — железа, марганца, цинка, меди, кадмия и ртути—в промысловых беспозвоночных, установлении диапазонов концентраций этих элементов в органах и тканях беспозвоночных и сравнении их с санитарно-гигиеническими нормативами.

Объектами исследования были промысловые беспозвоночные — мидия Грея *Crenomytilus grayanus*, тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus*, гигантская устрица *Crassostrea gigas*, приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis*. Основные районы работ — акватории марикультурных хозяйств, расположенных в Амурском и Славянском заливах, зал. Посъета, входящих в зал. Петра Великого. Отбор проб проводился с использованием водолазного оборудования с борта судна типа ВРД с мая по сентябрь 1987—1991 гг. Всего отобрано и проанализировано около 200 проб тихоокеанской мидии, 40 проб устрицы гигантской, 120 проб мидии Грея и 150 проб приморского гребешка.

Пробы моллюсков подвергали минерализации азотной кислотой в СВЧ печи «Электроника» по разработанной нами методике, при этом образцы мидии Грея и приморского гребешка разделялись по органам и тканям (мускул, мантия, жабры, гонады, пищеварительная железа).

Все пробы на содержание железа, цинка, марганца, кадмия и меди проанализированы методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии (в пламени) на приборе «Nippon Jarrell Ash» модель АА—855. Ошибка не превышала 5 %. Концентрацию ртути определяли беспламенным атомно-абсорбционным методом на микроанализаторе ртути «Hiranuma» модель Hg — 1, ошибка определения не превышала 3 %.

Двустворчатые моллюски представляют собой одну из наиболее широко распространенных и богатых по численности и биомассе групп морских беспозвоночных и входят в состав подавляющего большинства биоценозов шельфа дальневосточных морей, причем во многих биоценозах двустворчатые моллюски являются доминирующими видами. Исследуемые нами четыре вида двустворчатых моллюсков имеют народнохозяйственное значение и перспективны как источник ценного пищевого и лекарственного сырья.

**Тихоокеанская мидия** (табл. 1). Максимальное количество железа с наибольшим разбросом данных обнаружено в моллюсках бухты Новгородской, минимальное — бухты Анны и у о. Рейнеке. В мидиях из бухты Новгородской отмечено также самое высокое содержание цинка и меди. Большое количество меди в моллюсках выделяет

эту бухту среди других акваторий как район с наибольшим техногенным прессом. Мидии из бухты Анны отличаются довольно высокими концентрациями кадмия, что, видимо, связано с локальным загрязнением. Полученные нами данные по ртути в тихоокеанской мидии зал. Петра Великого свидетельствуют о довольно низком уровне содержания металла в моллюсках.

Таблица 1

Средние концентрации металлов в мягких тканях тихоокеанской мидии, мкг/г сырой массы

Table 1

Average concentration of metals in soft tissues of Pacific mussels, mkg/g of raw mass

Место сбора	Год	Fe	Zn	Cu	Mn	Cd	Hg
Бухта Миноносков	1989	<u>197</u>	<u>67.7</u>	<u>3.25</u>	<u>7.4</u>	<u>0.73</u>	<u>0.013</u>
		36	8,5	0,80	1,1	0,08	0,014
Бухта Новгородская	1989	<u>898</u>	<u>76.7</u>	<u>5.40</u>	<u>14.8</u>	<u>0.41</u>	<u>0.009</u>
		497	8,4	1,81	3,7	0,09	0,003
Бухта Экспедиции	1989	<u>553</u>	<u>70.9</u>	<u>4.17</u>	<u>16.1</u>	<u>0.38</u>	<u>0.010</u>
		134	9,5	1,40	3,3	0,03	0,007
Бухта Анны	1989	<u>124</u>	<u>59.4</u>	<u>2.80</u>	<u>4.6</u>	<u>1.36</u>	<u>0.014</u>
		13	5,5	0,49	0,3	0,11	0,008
О. Рейнеке	1989	<u>132</u>	<u>62.7</u>	<u>1.89</u>	<u>3.5</u>	<u>0.40</u>	<u>0.023</u>
		13	8,5	0,85	0,2	0,10	0,012

*Примечание.* Над чертой — среднее значение, под чертой — стандартное отклонение, как и в табл. 2.

Сравнивая полученные нами значения концентраций металлов для моллюсков, собранных на мелководье, с данными других авторов (Чернова и др., 1988; Кавун, 1991), можно отметить идентичность по содержанию кадмия и повышенное содержание в наших пробах железа, марганца, цинка и меди, что свидетельствует о влиянии терригенного стока и близости освоенного человеком берега.

**Гигантская устрица** (табл. 2). Данные наших исследований по распределению элементов в органах и тканях устрицы позволяют судить о том, что характерным для этого вида является практически равное содержание металлов в жабрах и мантии. Диапазоны концентраций металлов в устрицах, собранных в разных местах, невелики. Тем не менее железа в моллюсках на ст. Санаторная значимо больше, чем в устрицах из других районов.

Таблица 2

Средние концентрации металлов в мягких тканях гигантской устрицы, мкг/г сырой массы

Table 2

Average concentration of metals in soft tissues of gigant oyster, mkg/g of raw mass

Место сбора	Fe	Zn	Cu	Mn	Cd	Hg
Бухта Новгородская	<u>48.2</u>	<u>485.7</u>	<u>12.1</u>	<u>4.0</u>	<u>1.13</u>	<u>0.047</u>
	18,4	178,2	5,2	3,1	0,22	0,016
О. Рейнеке	<u>40.5</u>	<u>400.8</u>	<u>13.8</u>	<u>9.2</u>	<u>1.84</u>	<u>0.036</u>
	20,1	150,3	6,9	3,9	0,50	0,014
Ст. Санаторная	<u>70.3</u>	<u>500.8</u>	<u>18.0</u>	<u>5.0</u>	<u>1.76</u>	<u>0.050</u>
	24,8	132,3	5,3	3,2	0,80	0,017

Среди моллюсков с трех станций сбора — бухта Новгородская, о. Рейнеке, ст. Санаторная, где определялась ртуть, замечена повышенная концентрация элемента в устрицах со ст. Санаторная, однако в целом различия в содержании ртути были незначимы.

**Мидия Грея** (табл. 3).

Независимо от природы тканей убывающий ряд концентраций выглядит так: Fe, Zn, Cd, Mn, Cu, Hg, т.е. железо и цинк обнаруживаются в органах и тканях в максимальных концентрациях, а ртуть — в минимальных.

Таблица 3  
 Диапазоны концентраций тяжелых металлов в тканях мидии Грея, мкг/г сырой массы

Table 3

Ranges of heavy metals' concentration in tissues of Pacific mussels, mkg/g of raw mass

Орган	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Hg
Мускул	0,44–1,00	12,9–20,6	14,2–40,9	0,64–2,01	0,55–1,00	0,03–0,06
Мантия	0,22–1,20	13,5–18,5	14,5–38,0	0,68–2,53	0,62–1,22	0,04–0,08
Жабры	1,25–1,86	20,9–30,8	26,0–36,1	0,36–3,66	1,35–4,65	0,04–0,08
Гонады	0,95–1,67	22,4–32,6	21,3–53,5	0,34–2,38	1,40–2,49	0,03–0,07
Пищевар. железа	1,77–4,44	27,9–69,7	40,4–137	0,86–5,34	2,96–8,19	0,07–0,25

Все металлы в наибольшем количестве находились в пищеварительной железе мидии Грея и в наименьшем — в мускуле. Медь и марганец распределялись в гонадах, мантии и жабрах практически равномерно.

Ртуть относится к группе элементов, оказывающих сильное токсическое действие на животных и человека. Данные о содержании ртути в мидиях Грея из зал. Петра Великого ранее отсутствовали, поэтому следует отметить, что наибольшие концентрации ртути отмечены в жабрах и пищеварительной железе. Они достоверно выше концентраций элемента в мантии, мускуле и гонадах моллюсков.

Повышенное содержание элементов в жабрах и пищеварительной железе отражает пути поступления и выведения элемента из организма моллюска. Жабры осуществляют непрерывный контакт животных с водой, фильтруя все растворенные и взвешенные компоненты, а в пищеварительной железе накапливается и нейтрализуется избыточное количество элемента. Уровни содержания металла в организме моллюсков зависят от его количества в среде. Таким образом, низкие концентрации ртути в мидиях Грея из зал. Петра Великого обусловлены низким фоновым уровнем ртути в морской воде и грунтах.

**Приморский гребешок.** В наибольших количествах в органах и тканях гребешков содержится железо и цинк, в наименьших — ртуть (табл. 4). Несмотря на изменчивость содержания металлов в гребешке, убывающий ряд концентраций элементов в моллюсках выглядит так: Fe, Zn, Cd, Cu, Mn, Hg.

Таблица 4  
 Диапазоны концентраций тяжелых металлов в тканях приморского гребешка, мкг/г сырой массы

Table 4

Ranges of heavy metals' concentration in tissues of scallop, mkg/g of raw mass

Орган	Cu	Zn	Fe	Mn	Cd	Hg
Мускул	0,25–0,76	17,1–29,8	9,2–48,0	0,42–1,02	0,49–2,07	0,02–0,08
Мантия	0,42–12,3	28,4–43,2	19,0–91,2	0,80–2,77	0,75–2,06	0,02–0,04
Жабры	0,94–6,53	33,0–120	35,5–120	1,11–1,78	1,43–4,12	0,03–0,07
Гонады	0,54–1,66	29,5–52,1	58,9–143	1,19–2,56	2,54–4,94	0,01–0,02
Печень	3,34–8,40	28,7–50,9	105–343	1,67–5,02	14,8–74,4	0,02–0,08

Самые высокие концентрации железа, меди, кадмия, марганца и ртути находятся в пищеварительной железе, независимо от места отбора животных. Количество цинка максимально в жабрах и значительно также в гонадах моллюсков. Самые низкие концентрации металлов характерны для мускулов гребешков, минимальна также концентрация ртути в гонадах. Для меди и марганца характерно равномерное распределение в мускулах, мантии, жабрах и гонадах.

Следует отметить, что концентрации кадмия в органах и тканях гребешка выше, чем в тканях тихоокеанской мидии, мидии Грея и гигантской устрицы.

Среди многих вопросов экологии есть один, решение которого предопределяет здоровье и продолжительность жизни человека. Это безопасность пищевых продуктов, что означает отсутствие токсического, канцерогенного, мутагенного или иного неблагоприятного действия продуктов на организм человека при употреблении их в общепри-

нятом количестве. Безопасность пищевых продуктов гарантируется установлением и соблюдением регламентированного уровня содержания загрязнителей химической и биологической природы (отсутствие или ограничение уровней предельно допустимой концентрации — ПДК), а также природных токсических веществ, характерных для данного продукта и представляющих опасность для здоровья (Рейли, 1985; Медико-биологические требования..., 1991).

Известно, что загрязнение окружающей среды промышленными сбросами, пестицидами и другими химическими веществами достигло глобальных масштабов, охватив в том числе гидросферу. В Амурский залив ежегодно только со сточными водами поступает 204,7 т железа, 1,2 т меди, 4,5 т цинка, 1,7 т кадмия, 1,4 т свинца (по исследованиям А.А. Огородниковой за 1992 г.). Учитывая вышесказанное, мы сравнили содержание токсичных элементов в промысловых беспозвоночных из зал. Петра Великого с существующими санитарно-гигиеническими нормами. Установленное ПДК для цинка составляет 200 мкг/г сырой массы, для меди — 30, для кадмия — 2,0, для ртути — 0,2 мкг/г.

Концентрации меди, цинка и ртути в органах и тканях мидий Грея не превышали ПДК этих элементов. Превышение ПДК кадмия в пищеварительной железе мидий характерно для всех собранных животных. Максимальное содержание кадмия, в 4 раза превышающее ПДК, отмечено в пищеварительной железе мидий из бухты Славянка Славянского залива. Незначительное превышение ПДК кадмия наблюдалось в жабрах и гонадах моллюсков из бухт Славянка, Миносок, Алексева и в прибрежье о. Рейнеке.

Уровни концентраций элементов в тихоокеанской мидии были значительно ниже нормируемых. Содержание меди, ртути и цинка в тканях гребешков также было низким. Превышение ПДК кадмия на порядок отмечено в пищеварительной железе гребешков, независимо от места сбора. В гонадах и жабрах моллюсков количество кадмия, значительно превышающее ПДК, наблюдалось в животных из бухт Западной, Алексева и Наездник. В съедобном органе гребешков — мускуле — уровень элемента был ниже ПДК, а в моллюсках из бухты Наездник равен ПДК.

В мягких тканях устриц отмечено высокое содержание цинка — в 2–3 раза выше нормируемого. Концентрации остальных металлов в устрицах отвечали санитарно-гигиеническим нормам.

Таким образом, устрицы из зал. Петра Великого из-за высокого содержания цинка по ныне существующим нормам не могут быть применимы в пищу. Тем не менее известно, что устрицы и в норме содержат сотни и тысячи микрограммов цинка и десятки микрограммов меди в 1 г ткани (Brooks, Rumsby, 1965). Учитывая этот факт, австралийским национальным советом по здравоохранению и медицинскому обслуживанию были разработаны ПДК металлов на примере устрицы. Согласно их ПДК, количество цинка, кадмия и меди в моллюсках не должно превышать соответственно 1000, 2, 30 мкг/г сырой массы. На наш взгляд, необходимо и в нашей стране разработать ПДК элементов конкретно для этого вида моллюсков.

Мускулы и мантии гребешков должны подвергаться тщательной проверке на содержание кадмия, концентрация которого может достигать предельно допустимого уровня в животных из отдельных районов, а также вследствие попадания элемента в съедобные ткани из других органов при несоблюдении технологии обработки моллюсков.

Таким образом, в результате проведенных исследований определены диапазоны концентраций металлов в органах и тканях промысловых беспозвоночных.

*В мидии Грея:* Fe — 14–240; Zn — 13–70; Mn — 0,8–5,3; Cu — 0,4–4,4; Cd — 0,5–8,2; Hg — 0,01–0,23 мкг/г сырой массы.

*В тихоокеанской мидии:* Fe — 124–898; Zn — 25–77; Mn — 5–16; Cu — 1,3–5,4; Cd — 0,3–1,4; Hg — 0,01–0,02 мкг/г сырой массы.

*В гигантской устрице:* Fe — 12–87; Zn — 390–700; Cu — 12–53; Mn — 4–9; Cd — 1,1–2,3; Hg — 0,04–0,05 мкг/г сырой массы.

*В приморском гребешке:* Fe — 9–340; Zn — 17–61; Cu — 0,2–8,4; Mn — 0,4–2,8; Cd — 0,5–74,4; Hg — 0,01–0,08 мкг/г сырой массы.

При этом меньшие значения относятся к мускулам, большие — к пищеварительным железам моллюсков.

Санитарно-гигиеническая оценка промысловых беспозвоночных из всех обследованных районов зал. Петра Великого показала, что концентрации токсичных металлов в мягких тканях тихоокеанской мидии не превышают ПДК, установленных для моллюсков и ракообразных. Превышают нормируемые величины уровни концентраций кадмия в пищеварительной железе мидии Грея и гребешка из любых районов, а также в мускулах и мантии гребешков из отдельных районов (бухты Наездник, Миносок Славянского залива, Алексева и Западная Амурского залива). Не соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам для моллюсков концентрации цинка в устрице, однако ПДК цинка непосредственно для устриц в нашей стране не разработана.

### Литература

**Кавун В.Я.** Микроэлементный состав массовых видов митилид северо-западной части Тихого океана в связи с условиями существования: Автореф. дис.... канд. биол. наук. — Владивосток, 1991. — 25 с.

**Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов.** — М.: Минздрав СССР, 1991. — 40 с.

**Рейли К.** Металлические загрязнения пищевых продуктов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 184 с.

**Христофорова Н.К.** Промысловые моллюски залива Петра Великого: особенности минерального состава мягких тканей // Пробл. рацион. исполъз. промысл. беспозвоночных: Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. — Калининград: АтлантНИРО, 1982. — С. 152–154.

**Христофорова Н.К.** Особенности минерального состава мягких тканей некоторых промысловых моллюсков залива Петра Великого // Тез. докл. 4-го Всесоюз. совещ. по науч.-техн. пробл. марикультуры. — Владивосток: ТИНРО, 1983. — С. 198–199.

**Христофорова Н.К., Кавун В.Я.** Микроэлементный состав съедобной мидии, выращиваемой в заливе Восток Японского моря // Биол. моря. — 1987. — № 3. — С. 9–13.

**Чернова Е.Н., Кавун В.Я., Христофорова Н.К.** Оценка химико-экологических условий в районах культивирования моллюсков по микроэлементному составу съедобной мидии // Биол. моря. — 1988. — № 5. — С. 71–74.

**Brooks R.R., Rumsby M.G.** The biogeochemistry of trace element uptake by some New Zealand bivalves // *Limnol. Oceanogr.* — 1965. — Vol. 10. — P. 521–527.

В.Н. Акулин, Ю.Г. Блинов, Т.М. Бывальцева, Г.В. Будаева,  
Т.А. Давлетшина, Л.В. Шульгина

## ВЛИЯНИЕ НОВОГО ПИЩЕВОГО КОНСЕРВАНТА НА МИКРОФЛОРУ СОЛЕНОЙ ЛОСОСЕВОЙ ИКРЫ

Как известно, икорные продукты в процессе изготовления не подвергаются жестким режимам, гарантирующим гибель микроорганизмов. Вместе с тем микробный биоценоз икры, извлеченной из тела рыбы, является весьма разнообразным. Контаминация ястыков и икры бактериями происходит при загрязнении содержимым кишечника рыбы, кровью и слизью. Преобладающими формами являются неспорообразующие палочковидные и кокковые, среди которых постоянно обнаруживаются санитарно-показательные — кишечные, гниlostные — протеи и патогенные стафилококки (Ушакова, 1972). Не исключена возможность попадания в икру и анаэробных бактерий, в том числе *Cl. botulinum* (Дутова и др., 1976). Кроме бактериальных форм в икре нередко обнаруживаются актиномицеты, дрожжеподобные и плесневые грибы, развитие которых вызывает снижение качества и порчу икорных продуктов.

Для предотвращения влияния микроорганизмов на качество и сохранность соленой икры при изготовлении были рекомендованы пастеризация икры (Пат. 1490732) и применение сорбиновой кислоты и уротропина (Наседкина, Теплицкая, 1967). Бактерицидное действие антисептиков достигалось при концентрации каждого 0,1 % к массе икры.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния антимикробного препарата (АП), полученного по разработанной нами технологии, на микрофлору и химический состав соленой лососевой икры.

Для этого были заготовлены три варианта образцов икры. Контрольные (1-й вариант) заготовлены согласно технологической инструкции, но не содержат антисептиков. Образцы варианта 2 содержали 0,1 % сорбиновой кислоты и 0,1 % уротропина. Образцы икры варианта 3 солили в солевом растворе, содержащем 50 % АП.

В процессе хранения определяли общее число мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (МАФАНМ), наличие санитарно-показательных (колиформных) и патогенных (*St. aureus*, *Salmonella*) бактерий.

Процесс гидролиза белков и липидов исследовали при помощи таких химических показателей как небелковый азот ( $N_{\text{нб}}$ ) и кислотные числа (КЧ) по общепринятым методикам. По содержанию хлористого натрия (4,4–4,5 %) контрольный и опытные образцы соленой лососевой икры близки.

На рис. 1 представлены результаты изучения количественной характеристики микрофлоры в процессе хранения. Как видно, содержание микроорганизмов в разных образцах икры существенно различается. В контрольном образце в течение всех девяти месяцев хранения наблюдался рост числа микроорганизмов. При этом в первые четыре месяца происходил резкий рост общего микробного числа, а затем скорость накопления микроорганизмов уменьшилась. В образцах с сорбиновой кислотой и уротропином в первые два месяца не происходило каких-либо изменений в количестве микроорганизмов, затем в течение двух месяцев количество их несколько увеличилось и к концу четвертого месяца соответствовало количеству микроорганизмов в контрольном образце полумесячного срока хранения. В дальнейшем в течение следующих пяти месяцев этот показатель почти не изменялся, хотя имел некоторую тенденцию к увеличению. В отличие от контроля и образца 2, в образцах икры с АП не происходило увеличения общего микробного числа в течение всего срока хранения. Более того, после девяти месяцев хранения оно было даже меньше, чем вначале. Остаточная микрофлора этих образцов в основном состояла из представителей рода

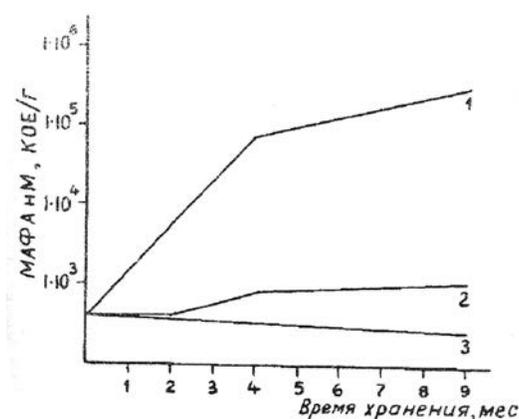


Рис. 1. Изменение количества мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (МАФАнМ) в образцах соленой лососевой икры при хранении: 1, 2, 3 — варианты образцов

Fig. 1. Change of quantity of mezophylical airoobical and optional unairobical bacteria in the models of salted salmon roe during storage: 1, 2, 3 — examples of the models

*Bacillus*, способных к спорообразованию. Таким образом, применение антисептиков значительно снижает общее содержание микроорганизмов в икре на протяжении всего срока хранения и АП по этому показателю превосходит антисептики, применяемые в рыбной промышленности (рис. 1).

Данные таблицы свидетельствуют о том, что в образцах соленой лососевой икры с АП и антисептиками санитарно-микробиологические показатели совпадают, в то время как в контрольном варианте установлено присутствие колиформных бактерий и большое количество плесневых и дрожжеподобных грибов (норма — не более 50 клеток в 1 г).

Санитарно-микробиологическая характеристика соленой лососевой икры  
Sanitarian-microbiological characteristic of salted salmon roe

Вариант	Плесневые и дрожжевые грибы, в 1 г	Бактериологический показатель			
		Колиформные бактерии, в 0,1 г   в 1 г		St. aureus, в 1 г	Salmonella, в 25 г
1	200	+	+	—	—
2	0	—	—	—	—
3	0	—	—	—	—

Результаты химических исследований представлены на рис. 2 и 3. Как видно из рис. 2, уже после одного месяца хранения во всех трех образцах обнаружены различия в содержании небелкового азота. В контрольном образце содержание азотистых соединений было выше, чем в образцах с антисептиками. После трех месяцев хранения в контрольном образце резко возросло содержание азотистых веществ. В образцах с сорбиновой кислотой и уротропином содержание НБА незначительно повышалось в течение всего срока хранения. В икре с АП этот показатель почти не менялся в течение всех девяти месяцев хранения, оставаясь ниже, чем в образце с обычными антисептиками.

Сходные тенденции обнаружены и при оценке гидролиза липидов икры. После первого месяца хранения содержание свободных жирных кислот в пробах с антисепти-

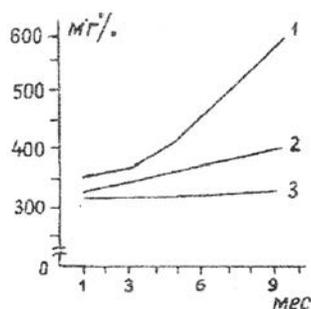
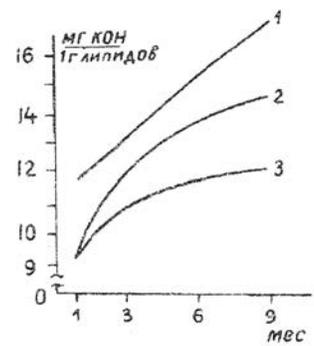


Рис. 2. Изменение небелкового азота в образцах соленой лососевой икры разных вариантов (1, 2, 3)

Fig. 2. Change of nonprotein nitrogen in the patterns of salted salmon roe of the different version (1, 2, 3)

Рис. 3. Изменение кислотных чисел в образцах соленой лососевой икры

Fig. 3. Change of acid numbers in the patterns of salted salmon roe



ками было ниже, чем в контроле, оставаясь одинаковым между собой. В последующие два месяца происходил быстрый рост уровня свободных жирных кислот (СЖК) в образцах с антисептиками, но и в это время их содержание уступало контролю. После трехмесячного хранения наблюдается замедление накопления последних в пробах с антисептиками на фоне постоянного роста их в контроле. Через шесть месяцев содержание СЖК в пробе с АП почти перестает расти, оставаясь намного ниже, чем в образцах первого и второго вариантов. Таким образом, гидролиз основных компонентов икры — белков и липидов — значительно замедляется в процессе хранения продукта под действием антисептиков, при этом АП оказывает более сильное действие в сравнении с сорбиновой кислотой и уротропином. Можно предположить, что и в гидролизе белков и липидов икры существенную роль играют микроорганизмы и консервирующая функция АП связана только с замедлением их роста. Но столь же правомерно предположить, что ЛПП оказывает прямое ингибирующее действие непосредственно на белки и липиды икры. Для понимания механизма действия АП исследования этого препарата интересно продолжить.

В результате проведенной работы можно заключить, что АП обладает выраженным антибактериальным действием на аспорогенную микрофлору икры, превосходя в этом антисептики, используемые в технологии рыбных продуктов. Во время хранения икры происходит торможение процессов гидролиза и липолиза под действием антисептиков, при этом активность АП выше, чем у сорбиновой кислоты и уротропина.

### Литература

Дутова Е.Н., Гофтарш М.М., Призренова И.И., Сазонова А.С. Техническая микробиология рыбных продуктов. — М.: Пищ. пром-сть, 1976. — 271 с.

Наседкина Е.А., Теплицкая А.М. Применение нового антисептика для сохранения качества соленой лососевой икры // Рыб. хоз-во. — 1967. — № 2. — С. 51–53.

Пат. 1490732 РФ, МКИ 4А 23L 1/328. Способ консервирования икры лососевых рыб / З.С. Репина, М.Н. Вахрушева, Л.М. Галкина. — 1993.

Ушакова Р.Ф. Влияние низина на микрофлору икры осетровых рыб // Тр. ВНИРО. — 1972. — Т. 38. — С. 24–32.

**А.А. Берзин, В.Л. Владимиров**

## **АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА КИТОВ ОХОТСКОГО МОРЯ**

В последние годы в результате аварий танкерного флота разных стран участились разливы нефти в различных акваториях Мирового океана, поэтому очень актуально изучение возможного влияния нефтесодержащих продуктов на жизнедеятельность морских млекопитающих.

Общие положения о вреде разлитой в море нефти дает Э. Манн-Боргезе (1982). Он, в частности, пишет, что нефть нарушает целостность экологической системы вследствие гибели молоди и других пищевых источников для более высокоорганизованных видов. Организмы, питающиеся за счет фильтрации воды, естественно, погибают, а съедобные виды рыб становятся несъедобными из-за присутствия в нефти химического вещества, являющегося канцерогеном. Нефтяники губят океан не только непосредственно самой нефтью: они разрушают его зарядами взрывчатки «при сейсморазведке, являющейся частью нефтеразведки». Бесспорно, что взрывы пагубно отражаются на всем окружающем биоценозе и особенно на малоподвижных бентосных организмах.

Научный сотрудник ТИНРО В.Н. Кобликов (устное сообщение) находил в донных осадках нефтяные капсулы, которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность бентосных организмов, а многие виды морских млекопитающих, такие как серый кит, морж, лахтак и в значительной степени белуха, — бентофаги.

Л.А. Попов (1990) для характеристики антропогенного воздействия на тюленей использует систему Ю. Одума (1986), представляющую собой два вида стрессов, возникающих от загрязнения акватории отходами промышленности и аграрного производства и разового разлива нефти.

Как отмечают Дойдж и Финлей (Doidge, Finley, 1993), особенно чувствительна к нефтепродуктам белуха, обитающая в реках. Это утверждение может быть в полной мере отнесено к р. Амур, в воде которого нефтепродукты стали обычными и, по-видимому, сыграли негативную роль в сокращении ареала белухи в самой крупной водной артерии Дальнего Востока.

Наша статья не претендует на широкий и углубленный анализ и охват всей антропогенной ситуации и это, очевидно, пока не под силу никому. В ней приводятся и обсуждаются те материалы, которые были получены при выполнении работ по изучению распределения и численности морских млекопитающих в дальневосточных морях, и в частности в Охотском море. В работе также использованы материалы проектной документации по Тугурской приливной электростанции (ПЭС) и нефте-газоносным месторождениям на шельфе северо-восточного Сахалина.

В последние годы на шельфе северо-восточного Сахалина проводились интенсивные поиски нефти. Плавающие буровые вышки вели разведывательное бурение непосредственно в местах обитания уникального скопления серых китов охотско-корейской популяции, считавшейся до самого последнего времени практически уничтоженной.

Суда жизнеобеспечения, вертолеты со сменными вахтами буровых, многочисленные моторные лодки (особенно во время хода лососевых) стали обычными в этих, некогда тихих, местах. Последствия вмешательства человека в естественный природный комплекс прибрежного района сказались быстро. Так, раньше серый кит встречался непосредственно вблизи берегов, иногда в прибойной полосе. Киты держались группами, а если одиночно, то недалеко друг от друга. Вероятно, фактор беспокойства вынудил китов покинуть прибрежные, наиболее кормные районы и переместиться в более спокойные, но удаленные от берега места с меньшим количеством бентоса. Изыскательские работы на шельфе северо-восточного Сахалина закончены, и серый кит вновь стал наблюдаться в прежних районах.

В 1995–1996 гг. уже возможна добыча нефти и газа на двух месторождениях — Пильтун-Астохском (1) и Луньском (2) (рис. 1). Работу первого месторождения будут обеспечивать три морские платформы, морские трубопроводы и большой комплекс сооружений. Каждая четырехпорная металлическая платформа рассчитана на добычу 2 млрд. м<sup>3</sup> газа и до 5 млн. т нефти в год. На Луньском месторождении будут работать две морские платформы, трубопроводы, береговые сооружения и завод сжиженного природного газа. Объем добычи до 15 млрд. м<sup>3</sup> газа в год. Все пять платформ будут расположены непосредственно в районе летнего обитания серых китов. В районе Пильтун-Астохского комплекса серые киты держатся в течение всех летних месяцев, а в районе Луньского комплекса проходят сезонные миграции этих китов.

Длина проложенного по дну моря трубопровода, соединяющего вышки с берегом, на первом месторождении составляет 15 км, а на втором — 10 км. Вышки между собой соединяются трубопроводами, а один магистральный идет к берегу. Несмотря на принятые меры предосторожности и секционную конструкцию трубопроводов, предусматривающую быструю локализацию поврежденной секции и последующую ее замену, возможность разлива нефти или утечки газа не исключается. Особенно опасным может оказаться весенний период. По проекту морские трубопроводы будут погружены в грунт на глубину пять метров, в то время как при весеннем торошении льдины могут вспахивать грунт на глубину до семи метров.

Когда нефтяники приступят к эксплуатации месторождений, фактор беспокойства для серых китов усилится, а возможное загрязнение акватории приведет к тому, что сложатся неблагоприятные условия для их обитания и они не смогут нагуливаться в этом районе.

Не меньшую тревогу вызывает экологическая обстановка, которая может сложиться в результате планируемого строительства Тугурской ПЭС и порта в зал. Константина в районах летнего обитания полярного кита в Охотском море.

В настоящее время этот кит встречается в относительно небольшом количестве только в двух районах: в водах Шантарского архипелага и в северной части моря — в зал. Шелихова. Численность этого вида, так же как и серого кита в Охотском море (оба кита занесены во все природоохранные документы: Красная книга МСОП\*, России и пр.), хищническим промыслом в разное время была сокращена до катастрофически низкого уровня. В настоящее время этот кит начал постепенно увеличивать свою численность.

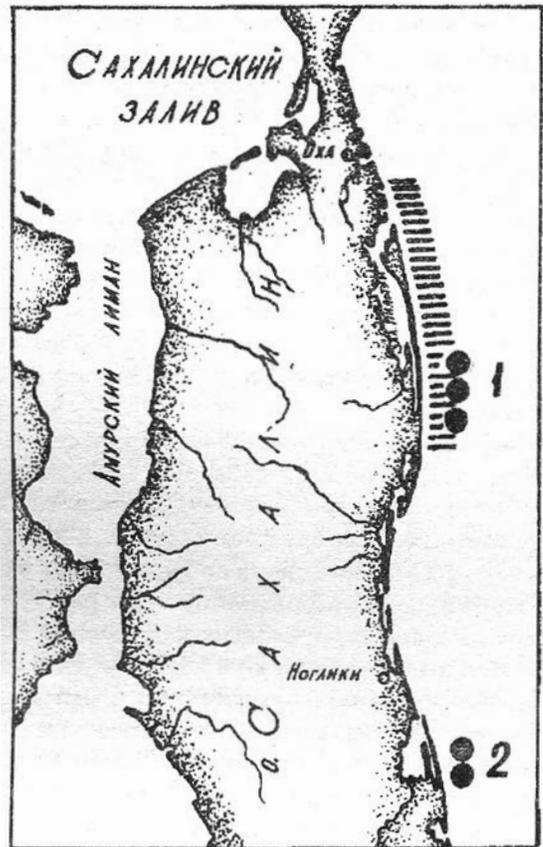


Рис. 1. Распределение серого кита (штриховка) и районы месторождения нефти (1) и газа (2)

Fig. 1. Gray whale distribution (shaded) and Tregions of oilfield (1) and gas deposit (2)

\* МСОП — Международный союз охраны природы и природных ресурсов.

Несколько лет назад (1989 г.) в верховьях зал. Константина (юго-западнее Шантарских островов) начались изыскательские работы по строительству порта и причала для обеспечения строительства Тугурской ПЭС. Планируется, что при строительстве этих сооружений в период навигации более 500 судов в год должны будут доставлять грузы в этот залив. При строительстве порта выемка грунта составит более 10 млн. м<sup>3</sup>. Проектируется также строительство поселка на 20–30 тыс. жителей.

Все это не может не сказаться на экологии этого мелководного залива. Пока строительство порта и причала не ведется, но тем не менее последние наблюдения показали, что киты здесь стали встречаться реже. Проход через залив всего нескольких судов, по-видимому, вызвал отрицательную реакцию со стороны китов — большинство их переместилось в соседний Ульбанский залив.

Еще более грандиозные масштабы работ намечаются при строительстве Тугурской ПЭС. Мощность этой электростанции составит 8 млн. кВт/ч, выработка электроэнергии за год — 21 млрд. кВт/ч. Объем выемки грунта под здание ПЭС будет равен 13,5 млн. м<sup>3</sup>. Плотины будут сдерживать вынос льда из центральной и южной части залива, что увеличит в отсекаемой акватории залива накопление терригенного материала (песок, ил, растительные остатки и т.д.), вмержшего в лед на мелководье, и приведет к изменению распределения бентосных организмов в заливе. Изменятся гидрологический и гидрохимический режимы, поскольку будет происходить опреснение южной и центральной частей залива за счет таяния льда и выноса вод довольно крупных рек Тугура и Кутына.

Но самое главное — это то, что возведение плотины немедленно создаст условия для сероводородного заражения вод и уничтожения всех живых организмов в отгороженной части залива (Богданов, 1994).

Если строительные работы будут проводиться (порт и причал в зал. Константина, ПЭС в Тугурском заливе), то неизбежно, что полярные киты покинут не только зал. Константина, но и все прилегающие к нему обширные акватории современного его обитания в Шантарском архипелаге. Центральная и южная части Тугурского залива практически будут исключены из ареала белухи — самого массового вида китов в Охотском море. К тому же значительная часть Шантарской популяции белухи обитает в Тугурском заливе, а полярный кит не сможет посещать весной эту акваторию, как это пока обычно происходит. Исчезнут также залежки тюленей в обоих заливах. Найдут ли эти морские млекопитающие подходящие районы для обитания, сказать трудно.

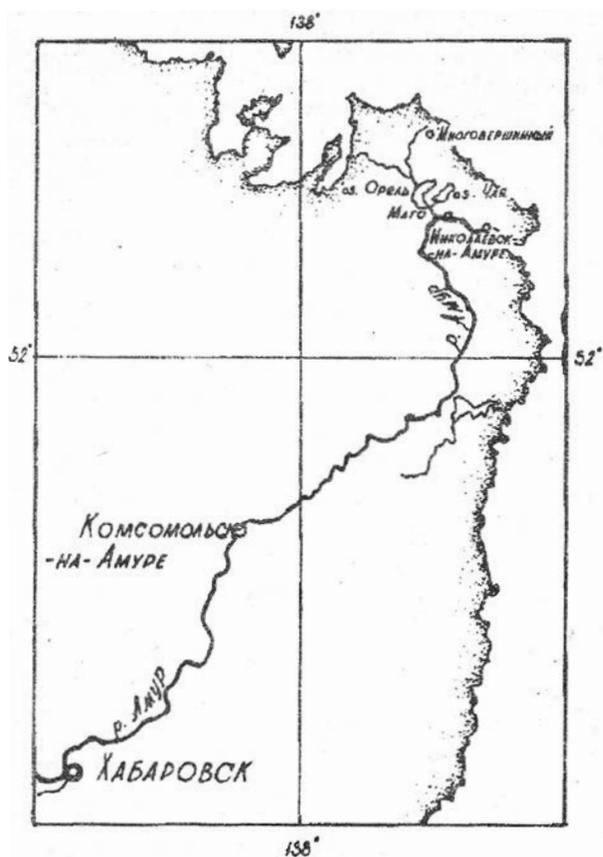
Остается возможным планируемое строительство ПЭС в северной части Охотского моря — в Пенжинской губе, что отрицательно скажется на североохотской популяции белухи и полярном ките, который, как уже упоминалось, обитает и в северной части Охотского моря. Следует подчеркнуть, что в весенний период в Пенжинскую губу заходит основная масса североохотской популяции белухи, а полярный кит в этом районе только недавно стал увеличивать свою численность.

Наблюдается резкое сокращение ареала белухи в р. Амур. В.К. Арсеньев (1925) отмечал заходы белухи вверх по реке до г. Хабаровска (900 км от устья), а В.А. Арсеньев (1939) неоднократно наблюдал косяки белухи в 300 км от устья Амура. В 1983 г., по нашим наблюдениям, самый дальний заход белухи по Амуру был только до пос. Маго. С 1984 г. белуха выше г. Николаевска-на-Амуре не наблюдалась, а в 1988 г. она держалась почти в самом устье (рис. 2). Причина большого сокращения области распространения белухи в р. Амур — это прежде всего увеличение грузоперевозок, и не меньшее, а возможно и большее, влияние оказывают токсичные стоки большого количества предприятий, расположенных на всем протяжении реки. Достаточно сказать, что самый крупный город в низовьях Амура — Николаевск-на-Амуре — для пищевых целей воду из реки уже давно не использует.

Трагическим для низовьев р. Амур могут оказаться последствия прорыва накопителей отработанных вод с большим содержанием токсичных реагентов, используемых на Многовершинном золотодобывающем комбинате, расположенном севернее г. Николаевска-на-Амуре (рис. 2). Через систему крупных озер Орель и Чля отравляю-

Рис. 2. Ареал белухи в р. Амур (см. текст)

Fig. 2. The area of beluga in Amur river (in text)



щие вещества попадут в р. Амур. О возможности и реальности такого бедствия неоднократно сообщалось в местной периодической печати.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективных мер по борьбе с разливом нефти и нефтепродуктов в море пока мало. О крупных авариях танкеров, разрывов нефтепроводов узнает весь мир. В то же время о кратковременных (а порой и постоянных) сбросах сточных или отработанных и не очищенных предприятиями вод зачастую умалчивается. Это особенно касается нашей страны. Необходимо накапливать материалы по антропогенному воздействию на морских млекопитающих и анализировать их.

Перед началом любого, а особенно крупного, строительства, связанного с вмешательством в природные комплексы, должна проводиться тщательная экологическая экспертиза с определением действительной целесообразности того или иного проекта, что полностью относится и к намечаемым строительствам, упоминающимся в этой работе. При этом должны выделяться средства, достаточные для проведения работ подобного рода, а не в таком мизерном количестве, как это было с Тугурской ПЭС, на предпроектные изыскания по которой Гидропроектом в январе 1990 г. израсходовано 2 млн. руб. Из этих средств на экологическое обоснование проекта выделено только 15 тыс. руб. (Богданов, 1994).

Охотское море, по материалам японских исследователей, пока считается самым чистым в северной части Тихого океана. Хотелось, чтобы оно таким и осталось.

### ЛИТЕРАТУРА

- Арсеньев В.А.** Распределение и миграции белухи на Дальнем Востоке: Изв. ТИНРО. — 1939. — Т. 15. — 112 с.
- Арсеньев В.К.** Дельфиний промысел // Экономическая жизнь Дальнего Востока. — 1925. — № 3–4.
- Богданов К.Т.** Приливные явления в Тихом океане. — М.: Наука, 1994. — 144 с.
- Манн-Боргезе Э.** Драма океана. — Л.: Судостроение, 1982. — 173 с.
- Одум Ю.** Экология. — М.: Мир, 1986. — 316 с.
- Попов Л.А.** О влиянии антропогенных факторов на ластоногих // Тез. докл. 10-го Всесоюз. совещ. — М., 1990. — С. 242–244.
- Doidge D.W., Finley K.J.** Status of the Baffin Bay population of Beluga, *Delphinapterus leucas* // Can. Field. Natur. — 1993. — Vol. 107, № 4. — P. 533–546.

Г.Н. Курганский

## ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ЗАВОДСКОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА КЕТЫ И ГОРБУШИ

Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей играет важную роль в сохранении их численности. На Дальнем Востоке наибольшее внимание уделяется двум видам лососей: кете (*Oncorhynchus keta*) и горбуше (*Oncorhynchus gorbuscha*). В Японии практически 100 % кеты и горбуши воспроизводится на рыбоводных заводах (ЛРЗ). Значителен вклад заводов России, где ежегодно выпускается более 600 млн. покатонок кеты и горбуши (Кобаяси, 1988; Гриценко, 1994).

Эффективность работы ЛРЗ оценивается по доле возврата лососей в те реки, откуда они были выпущены. Известно, что возврат на разных заводах различен и может составлять от 0,1 до 3 % и более (Канидьев, 1986; Рухлов, Шубин, 1986; Кобаяси, 1988). Низкие коэффициенты возврата характерны для отдельных заводов западного побережья Сахалина, бассейна р. Амур, Приморья.

Росрыбводом проводится целенаправленная работа по модернизации отечественных ЛРЗ и повышению эффективности их работы. Совершенствуется биотехника, устанавливается современное оборудование, модернизируются системы водоснабжения. Однако модернизация оборудования не является гарантией высокой эффективности ЛРЗ.

Практически все рыбоводные заводы отличаются друг от друга климатическими условиями, сроками подхода производителей на нерест, качеством воды, температурными режимами водоисточников и другими параметрами. С заводов выпускается молодь разного качества. Зачастую к моменту ската природной молоди заводская молодь еще в цехах и не перешла на активное питание. Более мелкая молодь оказывается менее жизнестойкой, что в конечном счете снижает коэффициент возврата.

Современная биотехника воспроизводства кеты и горбуши определяет необходимость выпуска с заводов жизнестойкой молоди в оптимальные для данного региона сроки (период, когда температура воды в прибрежье находится в диапазоне 5–10 °С и наблюдается интенсивный рост кормовых организмов в море). Сроки выпуска молоди с ЛРЗ обычно ограничены двумя-тремя неделями. Время подхода производителей на нерест зависит от комплекса условий, в основном природных, и также ограничено во времени. Следовательно, время, отпущенное природой на процесс искусственного воспроизводства, ограничено.

Для того чтобы в разные климатические годы выпускать с ЛРЗ молодь требуемого качества, необходимо управление технологическим процессом. Принципам и методам управления заводского воспроизводства кеты и горбуши и посвящена данная работа.

Заводское воспроизводство лососей включает в себя четыре основных этапа:

- отлов производителей и получение качественной икры;
- инкубация икры;
- выдерживание личинок;
- подращивание молоди до выпуска.

Первый этап обычно осуществляется вне завода и по времени занимает менее суток для каждой партии. В заводских условиях проходят три остальных этапа. По времени они занимают 180–220 сут. Следовательно, целесообразно управлять процессом воспроизводства на этих этапах.

Одним из главных факторов, ускоряющих или замедляющих процесс развития лососей, является температура воды (Смирнов, 1975; Канидьев, 1986). Важными факторами являются кислородный режим и расход воды. Известно, что недостаток кислорода замедляет развитие эмбрионов (Hamor, Garside, 1979), а снижение расхода

воды может привести к недостатку кислорода. Другие параметры воды практически не оказывают влияния на длительность процесса, но влияют на выживаемость и поэтому должны удовлетворять требованиям лососеводства.

Для расчета длительности инкубации в отечественном лососеводстве используется интегральная температура воды или градусо-дни (суммирование среднесуточных значений температуры). Расчет по градусо-дням довольно точен при постоянных температурах. Например, выклев кеты при  $t = 8^\circ\text{C}$  наступает при 480 градусо-днях, у горбуши при — 560–580 градусо-днях (Смирнов, 1975). Поскольку температура воды на большинстве отечественных ЛРЗ изменяется в течение процесса, то длительность инкубации может варьировать от 360 до 700 градусо-дней (Смирнов, 1975; Канидьеv, 1986). Такой разброс не позволяет точно прогнозировать время наступления последующих этапов. Следовательно, градусо-дни нецелесообразно использовать для планирования деятельности ЛРЗ из-за неточности. Для кеты наиболее точно длительность инкубации может быть описана зависимостью (Искусственное разведение лососей, 1986):

$$D_{\text{icon}} = 133,5 - 11,36 \cdot t + 0,309 \cdot t^2, \quad (1)$$

где  $D_{\text{icon}}$  — длительность инкубации при постоянной температуре, дней;  $t$  — температура воды,  $^\circ\text{C}$ .

Для горбуши длительность инкубации икры может быть выражена зависимостью (Разработка биотехнологического обоснования..., 1988):

$$D_{\text{icon}} = A_i \cdot \exp(-0,114 \cdot t), \quad (2)$$

где  $A_i$  — константа этапа, определяющая биологический возраст ( $A_i = 175-185$  для начала и окончания выклева).

За каждый день икра проходит в своем развитии часть этапа, равную  $1/D_{\text{icon}}$  длительности инкубации. Эта часть зависит от температуры воды. При более высокой температуре икра пройдет больший путь развития, а при меньшей температуре — меньший путь. Приняв общую длительность инкубации за 1 и просуммировав величины  $1/D_{\text{icon}}$  за каждый день при любых переменных температурах воды, можно найти длительность этого этапа при достижении  $\sum 1/D_{\text{icon}} = 1$ . Математическая обработка данных для Калининского и Барабашевского заводов за 1988–1992 гг. показала справедливость вышеприведенных доводов.

Для расчета длительности этапа инкубации икры при переменной температуре воды рационально использовать следующую зависимость:

$$D_i = N, \quad (3)$$

где  $D_i$  — длительность инкубации при переменной температуре, сут;  $N$  — число дней от начала закладки партии, удовлетворяющих соотношению

$$\sum_{k=1}^N \frac{1}{D_{\text{icon}}} \geq 1.$$

Зависимость (3) справедлива как для кеты, так и для горбуши. Важным этапом развития икры является стадия «глазок». У кеты она обычно наступает при наборе 240 градусо-дней. Для расчета времени наступления этой стадии можно использовать зависимость:

$$D_g = N, \quad (4)$$

где  $N$  — число дней от начала закладки партии, удовлетворяющих соотношению

$$\sum_{k=1}^N \frac{1}{D_{\text{icon}}} \geq 0,5.$$

Второй этап — выдерживание личинок. Длительность этого этапа также зависит от температуры воды. До момента рассасывания 80 % желточного мешка длительность составляет  $0,85 \cdot D_i$ , а до рассасывания 100 % желточного мешка —  $0,95 \cdot D_i$  (Искусственное разведение лососей, 1986). Длительность инкубации и выдерживания личинок можно определить по формуле

$$D_v = N, \quad (5)$$

где  $N$  — число дней от начала закладки партии, удовлетворяющих соотношению

$$\sum_{k=1}^N \frac{1}{D_{Icon}} \geq (1,85 - 1,95).$$

Таким образом, в зависимости от температуры воды можно достаточно точно определить длительность первых двух этапов.

Последний этап — подращивание молоди до выпуска в реку. На дальневосточных заводах подкармливать личинок начинают обычно в личиночных бассейнах. Затем при повышении температуры воды личинок переводят в выростные бассейны или пруды, где они находятся до выпуска. Согласно японским данным, выпуск кеты можно производить не ранее 1000–1100 градусо-дней (т.е. при навеске 0,6–1,0 г). Отечественные исследования по смолтификации кеты показывают, что молодь можно выпускать при навеске от 0,6 до 2,5 г (Смирнов, Кляшторин, 1988).

Следовательно, технологический процесс любого завода, воспроизводящего кету, должен быть спланирован так, чтобы ко времени выпуска молодь во всех партиях набрала массу не менее 0,6 г.

Для горбуши также справедлива зависимость (5). Подращивание горбуши на отечественных заводах практически не производится. Однако для достижения высоких коэффициентов возврата горбушу необходимо выпускать также в оптимальные сроки. Поэтому возможно подкармливание перед выпуском в течение нескольких дней, как делается на отдельных дальневосточных заводах.

Темп роста молоди зависит от температуры воды и количества потребляемого корма (Канидьев, 1986; Кобаяси, 1988). Потребность в корме обычно определяют по температуре воды и средней массе молоди. При подращивании кеты можно использовать следующую зависимость (Искусственное разведение лососей, 1986):

$$M_d = 0,265 \cdot \exp(0,0218 \cdot N_d), \quad (6)$$

где  $M_d$  — средняя масса молоди, г;  $N_d$  — длительность подращивания, сут.

В данной зависимости начальная масса личинок кеты принимается равной 0,265 г. Поскольку на разных заводах масса личинок может быть различной, то в общем виде зависимость (6) будет:

$$M_d = M_0 \cdot \exp(0,0218 \cdot N_d), \quad (7)$$

где  $M_0$  — начальная масса молоди, г.

Для определения количества задаваемого корма можно использовать табличные зависимости (Канидьев, 1986). Общее количество корма, необходимое на весь процесс подращивания, будет:

$$KM = S_n \cdot K_k \cdot (M_d - M_0)/1000, \quad (8)$$

где  $KM$  — количество корма, кг;  $S_n$  — количество молоди, шт.;  $K_k$  — средний кормовой коэффициент.

Важное значение в комплексе управления технологическим процессом на ЛРЗ имеет кислородный режим. Потребность лососей в кислороде обеспечивается притоком свежей воды в бассейны. Из литературных данных и нормативов известно, что концентрация кислорода в воде, находящейся в бассейне, не должна быть ниже 50 % (ВНТП, 1985). В общем случае расход воды через бассейны должен быть не менее

$$Q = P_k / (C_{k1} - C_{k2}), \quad (9)$$

где  $Q$  — расход воды, м<sup>3</sup>/час;  $P_k$  — расход кислорода, г/час;  $C_{k1}$ ,  $C_{k2}$  — концентрация кислорода во входящей и выходящей воде, мг/л (г/м<sup>3</sup>).

Задавшись условием, что концентрация кислорода на выходе из бассейнов равна половине равновесной —  $C_{k2} = 0,5 \cdot C_{kr}$  ( $C_{kr}$  — равновесная концентрация кислорода в воде), можно определить расход воды либо требуемую концентрацию кислорода в поступающей воде. Равновесная концентрация кислорода в пресной воде находится по таблицам или рассчитывается по известным формулам.

Расход кислорода зависит от массы рыбы, стадии развития и температуры воды. Для кеты он может быть описан зависимостью, которая получена на основании японских данных (Искусственное разведение лососей, 1986):

$$P_k = 0,0061 \cdot SM \cdot \exp(0,003338 \cdot G_t), \quad (10)$$

где  $P_k$  — потребление кислорода, г/кг час;  $SM$  — общая масса рыбы в бассейне, кг;  $G_t$  — градусо-дни, набранные данной рыбой.

Эта зависимость позволяет рассчитать расход кислорода на этапах инкубации икры, выдерживания личинок и подращивания молоди в диапазоне температур от 5 до 10 °С и применима с некоторой поправкой при других температурах. Для расчета оптимального расхода воды следует учитывать несколько факторов. В начале инкубации икры потребность в кислороде незначительная и возрастает в дальнейшем. Вода, омывая икринку, не только приносит кислород, но и удаляет  $CO_2$  и  $NH_4$ . Следовательно, необходима постоянная скорость движения воды (например, для аппаратов ящичного типа расход должен быть 50 л/мин, для аппаратов Аткинса 20 л/мин, для аппаратов дальневосточного типа расход должен обеспечивать необходимую скорость движения воды). Минимальный расход воды через бассейн или аппарат должен быть не менее

$$Q = 0,0017 \cdot SM \cdot \exp(0,0033 \cdot G_t) / (C_{к1} - 0,5 \cdot C_{кр}), \text{ л/с.} \quad (11)$$

На этапе подращивания, когда молодь активно питается, возрастает и расход кислорода. Известно, что на окисление 1 кг корма необходимо 220 г кислорода (Лавровский, 1981). Следовательно, на этом этапе возможно увеличение расхода воды или включение аэрации для компенсации потерь кислорода.

Таким образом, зависимости (1–11) функционально описывают длительность всех этапов заводского воспроизводства кеты и горбуши и их потребности в кислороде и расходе воды. Данные зависимости являются алгоритмом расчета параметров технологического процесса любого ЛРЗ. Практически все заводы имеют несколько водоисточников с различными температурными режимами (колодцы, скважины, дренажный и речной водозаборы). Следовательно, ЛРЗ имеют возможность смешивать воду из различных источников и тем самым управлять температурным режимом. Оптимальный температурный режим на текущий год можно найти выполнив комплекс расчетов. Ограничение может быть только по минимальным и максимальным температурам воды исходя из биологии конкретного вида лососей.

Поскольку на заводах обычно закладывается от 10 до 40 партий икры и все они сдвинуты во времени друг от друга, то расчеты следует проводить для каждой партии отдельно. Для этих целей рационально использовать на ЛРЗ вычислительные средства.

## ЛИТЕРАТУРА

- Гриценко О.Ф. Лососевое хозяйство Дальнего Востока // Рыб. хоз-во. — 1994. — № 2. — С. 28–31.
- Искусственное разведение лососей: Учебное пособие. — Хоккайдское управление лососеводства Департамента рыболовства Японии, 1986. — 76 с. (Пер. с яп.).
- Канидьев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1986. — 216 с.
- Кобаяси Т. Воспроизводство лососей в Японии // Рыб. хоз-во. — 1988. — № 8. — С. 57–62.
- Лавровский В.В. Пути интенсификации форелеводства. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. — 166 с.
- Нормы технологического проектирования лососевых рыбопроизводных заводов и форелевых рыбоводных хозяйств (ВНТП). — М.: Минрыбхоз СССР, 1985. — 93 с.
- Разработка биотехнологического обоснования и основных направлений интенсификации искусственного воспроизводства лососей в Сахалино-Курильском бассейне: Отчет о НИР / СахТИНРО. № ГР 81052340; Инв. № 20696. — Южно-Сахалинск, 1988.
- Рухлов Ф.Н., Шубин А.О. О промысловом возврате горбуши заводского происхождения // Марикультура на Дальнем Востоке. — Владивосток: ТИНРО, 1986. — С. 3–12.
- Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. — М.: МГУ, 1975. — 334 с.
- Смирнов Б.П., Кляшторин Л.Б. Можно ли длительное время подращивать молодь кеты в пресной воде // Рыб. хоз-во. — 1988. — № 7. — С. 59–61.
- Hamor T., Garside E.T. Hourly and total oxygen consumption by ova of Atlantic Salmon, *Salmo Salar* L, during embryogenesis at two temperatures and three levels of dissolved oxygen // Canadian journal of Zoology. — 1979. — Vol. 57, № 6. — P. 1196–1200.

А.А. Байталюк, В.Н. Филатов

## УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ СКОПЛЕНИЙ САЙРЫ У ЮЖНЫХ КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

С начала 60-х гг. тихоокеанская сайра (*Cololabis saira* Brevoort) является одним из основных промысловых объектов российского рыболовства на Дальнем Востоке, в частности в районе южных Курильских островов (Новиков, 1960; Парин, 1960). Несмотря на значительную промысловую практику, в отдельные периоды рыбодобывающие предприятия при работе на сайре несут существенные экономические потери. Одна из основных причин этого — нестабильность промысловой обстановки. Поиск и своевременное обнаружение скоплений сайры определяют величину и эффективность суточного вылова. Сезонный вылов в значительной мере может зависеть от прогнозов распределения основных размерно-возрастных группировок, а также от мощности и направления миграционных потоков сайры.

Ранее в качестве факторов, влияющих на сроки подхода, распределение, миграции, формирование скоплений сайры, брали абиотические: температуру поверхности океана, скорость и направление ветра, характер циклонической деятельности, интенсивность развития и положение ветвей течений Ойясио и Куроисио (Новиков, 1966; Завернин, 1967а, б, 1982; Каредин, 1989), — и комплекс абиотических и биотических факторов: градиент в сезонном термоклине (ГСТ), толщину верхнего квазиоднородного слоя (ВКС) и концентрацию кормового (для сайры) зоо- и фитопланктона в ВКС (Филатов, 1984). По сути результаты этих исследований описывали взаимодействие объект — внешняя среда на небольшом участке и в короткий промежуток времени. Пространственный масштаб таких участков составляет от 1–2 до 100–500 миль<sup>2</sup>, охватывая небольшие участки гидрологических фронтов и локальные неоднородности. Временной масштаб составляет от 1–2 до 3–10 сут, включая суточный и синоптический периоды. Результаты этих исследований успешно использовались для оперативного обеспечения добывающего флота краткосрочными прогнозами непосредственно в районе промысла (Филатов, 1988). Менее детально проведены исследования закономерностей распределения и формирования скоплений сайры в сезонном аспекте (Байталюк, 1995). Именно определение условий, необходимых для формирования промысловых скоплений сайры в различные сезоны и на разных участках, является целью настоящей работы. Задачи исследования сведены к определению величин показателей фоновых условий, отражающих наличие благоприятных для формирования скоплений сайры и получения наибольших ее уловов в различных модификациях водных масс.

В работе использованы материалы комплексных ежедекадных съемок, выполнявшихся ТИНРО в летне-осенний период (июль-октябрь) в 1980 и 1988 гг. в тихоокеанских водах южных Курильских островов. Эти материалы включают данные о положении различных водных масс, значения вертикального градиента в термоклине, концентраций фитопланктона и кормового (для сайры) зоопланктона в слое 100–0 м, а также статистические данные о дислокации добывающего флота и уловах сайры в те же периоды.

Для синоптического масштаба комплекс параметров среды, характерных для скоплений сайры, был определен ранее (Филатов, 1989). Было выяснено, что скопления косяков нагульной сайры формируются на тех участках, где ГСТ не менее 0,19 °С/м, ВКС не менее 0,4 г/м<sup>3</sup>, а концентрация фитопланктона в ВКС не более 5,6 г/м<sup>3</sup>. Этот комплекс является индикатором наличия или отсутствия благоприятных для нагула сайры условий в том или ином участке. При этом фактором, приводящим к образованию нагульных скоплений сайры, является наличие достаточного количества кормового зоопланктона и хорошо выраженного пикноклина, который способствует концентрированию в ВКС большей части поверхностного планктона, включая мигрантные формы (Новиков,

Филатов, 1994). В то же время доступ рыбы к таким участкам временно может быть ограничен малой толщиной ВКС и (или) повышенной концентрацией фитопланктона.

В данной работе были проведены исследования в более крупном — сезонном — масштабе, который пространственно определяется в сотни-тысячи квадратных миль, что соответствует модификациям водных масс исследуемого района. Предварительно выяснено, что вероятность избегания сайровыми косяками той или иной зоны из-за большой концентрации фитопланктона или малой толщины ВКС значительно ниже (не более 6%), чем из-за того, что отсутствуют участки с достаточным для питания количеством кормового зоопланктона и хорошо выраженным сезонным термоклином. Вследствие этого в масштабе сезона ограничивающими факторами мы пренебрегли.

Сложное взаимодействие вод субарктической и субтропической природы на акватории южных Курильских островов приводит к тому, что в летне-осенний период здесь наблюдается несколько зон (Самко, 1982; Zuenko et al., 1993), различающихся по типам вертикальной структуры (комбинациям водных масс по вертикали). Основные из них: прикурильская (*нк*), течения Ойясио (*оя*), субарктическая (*са*), течения Соя (*с*), трансформированная субтропическая (*тст*) и субтропическая (*ст*). Зоны перечислены в порядке возрастания температуры поверхностной водной массы. Кроме того, на шельфе отмечается трансформация вод приливным перемешиванием (рис. 1). В анализе использованы осредненные по каждой зоне среднемесячные показатели.

В данной работе, как и при исследовании особенностей формирования скопленных сайры для синоптического масштаба, отдельно рассматривались те случаи, когда лов сайры велся очень эффективно. В результате были найдены сочетания фоновых

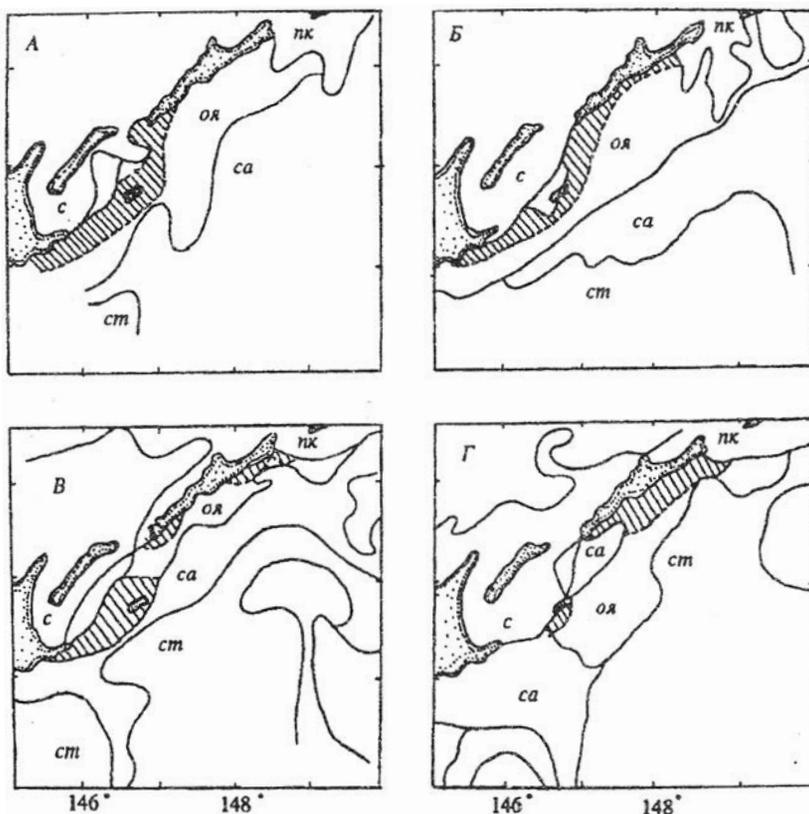


Рис. 1. Положение зон различной термической структуры вод в середине июля (А), начале августа (Б), начале сентября (В), начале октября (Г): *нк* — прикурильская зона, *са* — субарктическая, *с* — течения Соя, *ст* — субтропическая. Заштрихованы зоны приливного перемешивания

Fig. 1. Arrangement of the zones with certain thermal water structure in the middle of July (А), early August (Б), early September (В), early October (Г). Zones: *нк* — Kuril, *са* — Subarctic, *с* — Soya Current, *ст* — Subtropic, zones of fidal mixing are shaded

характеристик, при которых средние по зонам уловы сайры на ловушку превышали 1 т (см. таблицу). В зависимости от сочетания значений благоприятных для формирования промысловых скоплений сайры условий нами выделено три группы зон, в двух из которых пороговые величины показателей несколько изменяются от месяца к месяцу. Первая группа включает холодноводные зоны — Прикурильскую, Ойясио, и зону приливного перемешивания (ЗИП) Ойясио, вторая — течения Соя, третья — трансформированную субтропическую. Различия значений параметров по каждой группе зон, на наш взгляд, отражают два момента:

— во-первых, в течение месяца участок с комплексом благоприятных для обитания и формирования скоплений сайры условий может быть сформирован и разрушен несколько раз, а возможно, только один или даже ни разу. Вследствие этого значения пороговых (минимальных) величин ККЗ и ГСТ для каждой зоны будут индивидуальны;

— во-вторых, чем дальше в пределах зоны сохраняются условия для продукции кормового зоопланктона и стратификация вод, тем больше вероятность создания и сохранения благоприятных для формирования скоплений нагульной сайры условий. Соответственно более высокие значения показателей ККЗ и ГСТ будут свидетельствовать о большей привлекательности той или иной зоны. Таким образом, зоны Прикурильская, Ойясио и ЗИП Ойясио нами оценены как наиболее благоприятные для образования скоплений сайры в наиболее активный период нагула (июль-сентябрь), а трансформированная субтропическая — в период смещения сайровых косяков в юго-западном направлении в районы нереста (сентябрь-октябрь). Зона течения Соя наименее благоприятна для образования скоплений нагульной сайры, хотя в отдельных ее локальных участках сайровые скопления формируются ежегодно.

Значения параметров среды, благоприятных для формирования промысловых скоплений сайры в зонах различных типов термической структуры

Parameters of environmental factors favorable for formation fisherale concentrations of saury in the zones of various types of thermal structure

Зона	Показатель	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Прикурильская, Ойясио, ЗИП	ККЗ, мг/м <sup>3</sup>	> 40	> 40	> 70	> 17
	ГСТ, °С/м	> 0,2	> 0,2	> 0,3	> 0,18
Соя	ККЗ, мг/м <sup>3</sup>	> 5	> 5	> 5	> 5
	ГСТ, °С/м	> 0,19	> 0,19	> 0,19	> 0,19
ТСТ	ККЗ, мг/м <sup>3</sup>			> 90	> 80
	ГСТ, °С/м			> 0,7	> 0,4

*Примечание.* ККЗ — концентрация кормового зоопланктона (с учетом уловистости планктонной сети по Волкову, 1986) в слое 100–0 м.

Нами также предпринята попытка определить зависимость уловов сайры от этих параметров с использованием двумерных диаграмм рассеивания значений ККЗ и ГСТ (рис. 2). Анализ диаграмм показал, что наибольшие уловы на усилие достигаются при некоторых оптимальных значениях ККЗ и ГСТ. Отклонение от этих значений как в большую, так и в меньшую сторону по обеим координатам или по любой из них в отдельности ведет к уменьшению эффективности лова. Так, в холодноводных типах вертикальной структуры вод в период исследований наиболее эффективный промысел (с уловами более 2 т/ловушку) велся при концентрациях кормового зоопланктона от 50 до 350 мг/м<sup>3</sup> и значениях градиента в термоклине от 0,2 до 0,25 °С/м либо при сочетании значений концентрации кормового зоопланктона от 150 до 400 мг/м<sup>3</sup> и градиента в термоклине от 0,25 до 0,35 °С/м. В зоне течения Соя промысел наиболее эффективен при концентрациях кормового зоопланктона от 3 до 13 мг/м<sup>3</sup> и значениях вертикального градиента в термоклине более 0,19 °С/м. Предполагается, что при этих оптимумах концентрация пищи (в основном крупных копепоид) в доступном сайре поверхностном слое моря достаточна для привлечения и задержки нагульной рыбы, что ведет к накоплению ее на акватории, но не достаточна для полного ее насыщения, при котором реакция на

искусственные источники света ухудшается, что приводит к снижению эффективности лова.

### Литература

**Байталюк А.А.** Сезонные изменения фоновых условий, влияющих на формирование промысловых скоплений нагульной сайры в Южно-Курильском районе // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем: Тез. докл. конф. молод. ученых. — Владивосток: ТИНРО, 1995. — С. 104–105.

**Волков А.Ф.** Состояние кормовой базы основных промысловых объектов Охотского моря в осенний период // Тресковые дальневосточных морей. — Владивосток: ТИНРО, 1986. — С. 122–133.

**Завернин Ю.П.** К методике краткосрочного прогнозирования распределения сайры: Препринт. — Владивосток: ТУРНИФ, 1982. — 39 с.

**Завернин Ю.П.** Некоторые возможности предсказания подходов сайры к южным Курильским островам // Изв. ТИНРО. — 1967а. — Т. 61. — С. 311–314.

**Завернин Ю.П.** Прогноз сроков подхода сайры к Курильским островам // Изв. ТИНРО. — 1967б. — Т. 60. — С. 180–188.

**Каредин Е.П.** О прогнозировании промысловой обстановки на основе концепции «термического типа года» // Тез. докл. Всесоюз. конф. по проблемам промыслового прогнозирования (долгосрочные аспекты). — Мурманск, 1989. — С. 89–90.

**Новиков Ю.В.** Биологические обоснования перспектив советского промысла сайры в Тихом океане // Тр. совещ. по биологии основного океанического рыболовства. — 1960.

**Новиков Ю.В.** Условия образования промысловых скоплений сайры // Тр. ВНИРО. — 1966. — Т. 60. — С. 143–149.

**Новиков Ю.В., Филатов В.Н.** Разработка вероятностного прогноза распада нагульных скоплений сайры после шторма // Комплексные исследования морских гидробионтов и условий их обитания. — Владивосток: ТИНРО, 1994. — С. 57–65.

**Парин Н.В.** Ареал сайры (*Cololabis saira* Brev. — Scomberosocidae, Pisces) и значение океанографических факторов для ее распределения // ДАН СССР. — 1960. — Т. 130, № 3. — С. 649–652.

**Самко Е.В.** Опыт выделения термических фронтов в Южно-Курильском районе с помощью оператора Лапласа // Проблемы краткосрочного рыбопромыслового прогнозирования и управления: Тез. докл. 1-го Всесоюз. совещ. — Владивосток: ТИНРО, 1982. — С. 41–43.

**Филатов В.Н.** Определение перспективных для промысла сайры участков по данным полигонных съемок в Южно-Курильском районе // Изв. ТИНРО. — 1984. — Т. 109. — С. 35–40.

**Филатов В.Н.** Формирование скоплений тихоокеанской сайры в районе Курильских островов // Оценка и освоение ресурсов океана: Тез. докл. конф. молод. ученых. — Владивосток, 1988. — С. 33–34.

**Филатов В.Н.** Условия формирования нагульных скоплений тихоокеанской сайры *Cololabis saira* в районе Курильских островов: Дис.... канд. биол. наук. — Владивосток: ТИНРО, 1989. — 142 с.

**Zuenko Y., Bokhan L., Samko E.** Peculiarities of seasonal succession of plankton communities of different waters structures adjacent to south Kuril island // The 8th Int. Symp. on Okhotsk & Sea Ice. — Mombetsu, Japan. — 1993. — P. 427–432.

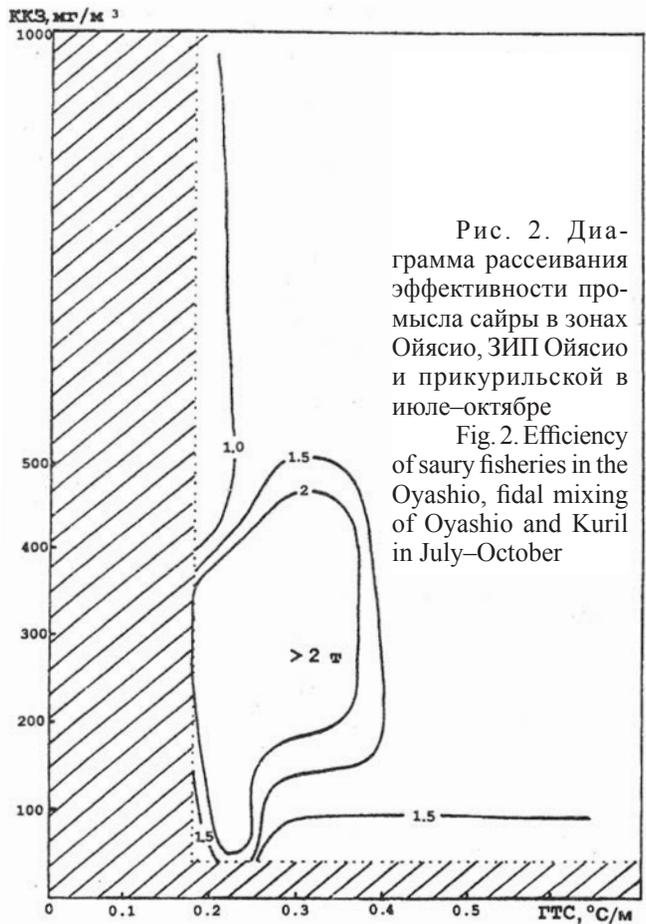


Рис. 2. Диаграмма рассеивания эффективности промысла сайры в зонах Ойясио, ЗИП Ойясио и прикурильской в июле–октябре

Fig. 2. Efficiency of saury fisheries in the Oyashio, fidal mixing of Oyashio and Kuril in July–October

М.И. Юрьева, К.М. Кучеравенко, В.Н. Акулин

## СОСТАВ ЛИПИДОВ МИКТОФИД

Миктофиды являются одними из главных обитателей мезопелагиали. Некоторые виды этого семейства достигают большой численности и рассматриваются как перспективные объекты промысла (Соколовская, 1972; Бэккер, 1983; Иванов, 1997; Каредин, 1998). Однако небольшие размеры миктофид, с одной стороны, и присутствие в уловах одновременно многих их видов, с другой, являются серьезным препятствием для традиционного использования этих рыб в качестве пищевого продукта. Высокое содержание в миктофидах липидов позволяет рассматривать их как источник рыбного жира (Технохимические свойства мелких мезопелагических рыб, 1990). В настоящее время проблема поиска новых видов сырья для получения рыбного жира весьма актуальна в связи с отсутствием дальневосточной сардины (иваси), используемой для этих целей в недавнем прошлом.

На фоне большого видового разнообразия миктофид данные по составу их липидов весьма ограничены (Nevenzel et al., 1969; Seo et al., 1996). Публикации главным образом посвящены изучению восков, присутствующих в значительном количестве в некоторых видах миктофид (Nevenzel, Kayama, 1968; Nevenzel, 1969; Nevenzel et al., 1969; Kayama, Nevenzel, 1974). Высокий уровень восков в липидах этих рыб может быть преградой для пищевого и кормового применения получаемого жира (Кизеветтер, 1973). С другой стороны, большое содержание полиеновых жирных кислот, характерное для липидов гидробионтов, определяет их высокую пищевую ценность (Ackman, 1989; Rocquelin, 1989; Topping et al., 1989; Lees, Karel, 1990). Исследование липидов миктофид, представленных в уловах, и прежде всего наиболее массовых видов, является непременным условием для вовлечения в промысел этих рыб и определения направлений их использования. В связи с этим целью работы было детальное изучение состава липидов миктофид.

Объектом исследования служили миктофиды: *Diaphus theta*, *D. perspicillatus*, *D. effulgens*, *Notoscopelus japonicus*, *Myctophum asperum* и *Symbolophorus californiensis*, выловленные вблизи тихоокеанского побережья о. Хонсю в июле–августе.

Материал заготавливали на научно-исследовательском судне. Мышечную ткань фиксировали системой растворителей хлороформ — этанол (2:1 об/об) и хранили при температуре минус 18 °С до начала анализов.

Экстракцию липидов проводили методом Фольча (Folch et al., 1957). Общее содержание липидов устанавливали гравиметрически. Состав липидов определяли с помощью тонкослойного хроматографа «Iatroscan TH—10» (Япония). Липиды разделяли на хроматодах марки SIII в двух системах растворителей. Сначала в системе бензол — гексан (6:4 об/об). После того как фронт растворителей достигал отметки 10 см, хроматоды высушивали и элюировали в системе растворителей гексан — диэтиловый эфир — уксусная кислота (80,0:30,0:0,2) до уровня 8 см. Общее содержание фосфолипидов (ФЛ) устанавливали по методу, разработанному Васьковским с коллегами (Vaskovsky et al., 1975). Анализ ФЛ по классам и плазмалогенов в них проводили методами тонкослойной хроматографии (Vaskovsky, Dembitsky, 1975; Vaskovsky et al., 1975) на стеклянных пластинках со слоем силикагеля, закрепленным гипсом (Svetashev, Vaskovsky, 1972). ФЛ разделяли в системах растворителей, предложенных Васьковским с Тереховой (Vaskovsky, Terekhova, 1979). ФЛ идентифицировали с помощью реагентов: нингидринового (Кейтс, 1975), молибдатного (Vaskovsky et al., 1975), малахитового зеленого (Vaskovsky, Latyshev, 1975) и реактива Драгендорфа (Wagner et al., 1961). Жирные кислоты анализировали используя газожидкостный хроматограф «Shimadzu GC—16A» (Япония) с пламенно-ионизационным детектором, снабженный

капиллярной колонкой (30 м x 0,3 мм) с фазой Supelcowax—10 при температуре 190 °С. Для этого жирные кислоты переводили в форму метиловых эфиров (Carreau, Dubacq, 1978). Жирные кислоты идентифицировали по относительному времени удерживания и значениям углеродных чисел (Ackman, 1969; Jamieson, 1975), а также проводя разделение жирных кислот на неполярной фазе OV— 101. Концентрацию жирных кислот рассчитывали с помощью базы обработки данных C—R4A Chromatorac.

Установлено, что из 6 исследуемых видов миктофид четыре принадлежат к высокожирным рыбам, а *N. japonicus* и *D. theta* — жирным (табл. 1) согласно классификации, предложенной И.П. Леванидовым (1968а, б).

Таблица 1  
Содержание липидов в мышечной ткани миктофид, % от сырой массы ткани  
Table 1  
The content of lipids in the muscle tissue of myctophids, % of wet weight

Вид миктофиды	Содержание	Вид миктофиды	Содержание
<i>Diaphus effulgense</i>	17,5 ± 0,9	<i>Myctophum asperum</i>	16,9 ± 0,8
<i>Diaphus perspicillatus</i>	17,3 ± 0,6	<i>Notoscopelus japonicus</i>	13,4 ± 0,4
<i>Diaphus theta</i>	14,6 ± 0,4	<i>Symbolophorus californensis</i>	25,8 ± 1,1

*Примечание.* Приведены среднеарифметические значения и средние квадратичные отклонения (n = 6).

Анализируя состав липидов миктофид, особое внимание уделили нейтральным липидам, поскольку у некоторых их представителей в составе этой фракции в значительной концентрации обнаружены воска (Kayama, Ikeda, 1975). Как известно, воска присутствуют в липидах мышечной ткани гидробионтов, обитающих на больших глубинах, как один из механизмов поддержания нейтральной плавучести (Lee, Patton, 1989). В настоящей работе изучены липиды мышечной ткани миктофид *M. asperum*, *N. japonicus*, *S. californensis*, обитающих на разных глубинах и относящихся к поверхностно живущим видам, и рода *Diaphus* — к глубоководным. Как видно из данных табл. 2, в обеих группах миктофид нейтральные липиды представлены преимущественно триглицеридами (ТГ), тогда как воска содержатся в следовых количествах или вообще отсутствуют, что согласуется с другими исследованиями (Nevenzel et al., 1969; Seo et al., 1996). Отсутствие восков у *M. asperum* указывает на большие различия в составе липидов представителей этого рода миктофид. По сведениям Каямы и Икеды (Kayama, Ikeda, 1975), у других видов рода *Myctophum* воска составляют значительную долю — до 17 %.

Таблица 2  
Состав липидов мышечной ткани миктофид, % от общих липидов  
Table 2  
Lipid composition of the muscle tissue of myctophids, % of total lipids

Липиды	<i>Diaphus effulgense</i>	<i>Myctophum asperum</i>
Триглицериды	84,4 ± 2,3	93,8 ± 1,1
Стерины	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1
Воска	0,3 ± 0,1	—
Свободные жирные кислоты	0,1 ± 0,0	0,3 ± 0,1
Полярные липиды	15,1 ± 1,3	5,3 ± 0,4

*Примечание.* Приведены среднеарифметические значения и средние квадратичные отклонения (n = 18).

В составе ФЛ мышечной ткани исследованных миктофид не выявлены какие-либо специфические особенности. Состав ФЛ глубоководных и поверхностноживущих миктофид имеет большое сходство, что подтверждает данные Паттона (Patton, 1975), полученные для других рыб, обитающих на разных глубинах. Состав ФЛ миктофид приведен на примере *Diaphus theta* (табл. 3). Как видно из данных табл. 3, главными ФЛ являются фосфатидилхолин (ФХ) и фосфатидилэтаноламин (ФЭ), которые находятся преимущественно в диацильной форме. Остальные классы ФЛ присутствовали в при-

близительно равной концентрации. Как и в других морских организмах (Дембицкий, 1985), ФЭ был липидом, содержащим наибольшее количество плазмалогенной формы — 31,2 % от суммы форм ФЭ, а в ФХ они присутствовали в небольшой концентрации — 6,6 %. По распределению и количеству плазмалогенов в ФЛ миктофиды имеют сходство с представителями ракообразных. Не считая основной структурной функции ФЛ мембран, специфическая роль плазмалогенов до сих пор еще недостаточно выяснена.

Таблица 3  
Состав фосфолипидов мышечной ткани *Diaphus theta*, % от суммы ФЛ

Table 3

Phospholipids composition of the muscle tissue *Diaphus theta*, % of total PL

Класс фосфолипидов	Содержание	Класс фосфолипидов	Содержание
Фосфатидилхолин	56,4 ± 1,7	Фосфатидилэтаноламин	24,4 ± 1,8
– диацил	52,7 ± 1,2	– диацил	16,8 ± 1,0
– плазмалоген	3,7 ± 0,3	– плазмалоген	7,6 ± 0,5
Лизофосфатидилхолин	1,6 ± 0,1	Фосфатидилсерин	5,1 ± 1,3
Дифосфатидилглицерин	5,1 ± 1,0	Сфингомиелин	4,1 ± 1,3

*Примечание.* Приведены среднеарифметические значения и средние квадратичные отклонения (n = 18), в случае установления концентрации форм ФХ и ФЭ n = 6.

В табл. 4 приведены главные жирные кислоты (ЖК) мышечной ткани миктофид. Кроме того, в составе их ЖК в незначительной концентрации присутствовали следующие кислоты: 15:0; 16:2n-4; 16:4n-1; 17:0; 17:1n-9; 18:2n-6; 18:2n-4; 18:3n-6; 18:3n-3; 18:4n-3; 18:4n-1; 20:0; 20:2n-6; 20:3n-6; 20:4n-6; 20:4n-3; 21:5n-3; 22:1n-11; 22:1n-9; 22:1n-7; 22:1n-5; 22:5n-3; 24:1n-9.

Таблица 4  
Состав жирных кислот мышечной ткани миктофид, % от суммы ЖК

Table 4

Fatty acids composition of the muscle tissue of myctophids, % of total FA

ЖК	1	2	3	4	5	6
14:0	4,0	3,6	3,9	4,4	2,6	3,0
16:0	17,5	19,4	20,0	22,8	21,8	22,3
16:1n-7	4,1	4,5	4,4	6,2	2,5	3,5
18:0	4,3	5,8	6,3	4,2	8,2	6,6
18:1n-9	23,1	25,4	23,0	20,7	16,4	18,1
20:1n-11	3,8	2,5	4,7	1,9	3,5	3,9
20:1n-9	2,6	1,9	3,2	2,7	6,2	6,0
20:5n-3	6,6	8,5	6,0	6,0	4,2	8,8
22:6n-3	11,5	15,1	13,7	14,8	15,4	10,0
22:1n-11	11,9	5,1	7,3	1,2	12,0	10,3
Сумма						
насыщенных	28,1	30,4	30,6	34,0	27,3	27,6
моноеновых	48,5	41,3	46,8	34,6	47,6	47,5
полиеновых	23,3	28,3	23,3	30,3	24,7	24,6

*Примечание.* 1 — *Diaphus theta*, 2 — *Diaphus effulgense*, 3 — *Diaphus perspicillatus*, 4 — *Myctophum asperum*, 5 — *Notoscopelus japonicus*, 6 — *Symbolophorus californiensis*.

Есть предположения, что состав ЖК тканей морских гидробионтов связан с глубиной их обитания (Lewis, 1967). Концентрация насыщенных и длинноцепочечных ненасыщенных (C20 и C22) ЖК уменьшается с глубиной, тогда как уровень 18:1 кислоты увеличивается. У изученных нами видов миктофид, как глубоководных, так и поверхностноживущих, количество этой кислоты почти одинаково. Не выявлена зависимость между содержанием насыщенных, полиеновых ЖК C20 и C22 рядов и глубиной их обитания. Олеиновая кислота (18:1n-9) — предшественник в биосинтезе линолевой (18:2n-6) и арахидоновой (20:4n-6) кислот в организме человека, которые

в свою очередь являются предшественниками эйкозаноидов — низкомолекулярных биорегуляторов (Hwang, 1992; Nelson, 1992). Кроме того, недавние работы доказали, что моноеновые кислоты, в частности 18:1, могут снижать уровень холестерина в крови, так же как и полиеновые кислоты (Mattson, Grundy, 1985; Grundy et al., 1988; Masana et al., 1991; O'Byrne et al., 1998). Наряду с этим в составе ЖК липидов миктофид в достаточном количестве присутствуют полиеновые ЖК, главным образом докозагексаеновая (22:6n-3), необходимая для нормального функционирования мозга, зрения и предотвращающая сердечную аритмию (Söderberg et al., 1991; Anderson et al., 1992; Hallaq, Leaf, 1992; Salem, Niebylski, 1992; Haumann, 1997), и эйкозапентаеновая, применяющаяся как средство для профилактики и лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы (Illingworth, Ullmann, 1990; Kinsella et al., 1990).

Высокий уровень липидов, богатых ненасыщенными жирными кислотами, в мышечной ткани исследованных миктофид и отсутствие фракций липидов, снижающих пищевую ценность, таких как воска, указывают на пригодность миктофид для промышленного получения рыбного жира.

### Литература

- Бэккер Ф.Э.** Миктофовые рыбы Мирового океана. — М.: Наука, 1983. — 248 с.
- Дембицкий В.М.** Алкоксиллипиды морских беспозвоночных // Журн. эволюц. биохим. и физиол. — 1985. — Т. 21, № 1. — С. 70–76.
- Иванов О.А.** Состав и биомасса рыб и головоногих моллюсков верхней мезопелагиали прикурильских и камчатских вод Тихого океана // Вопр. ихтиол. — 1997. — Т. 37, № 2. — С. 167–178.
- Каредин Е.П.** Ресурсы мезопелагических рыб северной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 391–416.
- Кейтс М.** Техника липидологии. — М.: Мир, 1975. — 158 с.
- Кизеветгер И.В.** Биохимия сырья водного происхождения. — М.: Пищ. пром-сть, 1973. — 424 с.
- Леванидов И.П.** Классификация рыб по содержанию в их мясе жира и белков // Рыб. хоз-во. — 1968а. — № 9. — С. 50–51.
- Леванидов И.П.** Классификация рыб по содержанию в их мясе жира и белков // Рыб. хоз-во. — 1968б. — № 10. — С. 64–65.
- Соколовская Т.Г.** Некоторые закономерности распределения ихтиопланктона в зоне течения Курошио // Изв. ТИНРО. — 1972. — Т. 81. — С. 166–172.
- Технохимические свойства мелких мезопелагических рыб.** Справочник. — М.: ВНИРО, 1990. — 73 с.
- Ackman R.G.** Gas-liquid chromatography of fatty acids and esters // Methods in enzymology. — N.Y.: Acad Press, 1969. — Vol. 14. — P. 329–381.
- Ackman R.G.** Problems in fish oils and concentrates // Fats for the future. — Chichester: Ellis Horwood Limited, 1989. — P. 189–204.
- Anderson R.E., Maude M.B., Alvarez R.A. et al.** Role of docosahexaenoic acid in inherited retinal degenerations // Essential fatty acids and eicosanoids: Invited papers from the Third International Congress. — Champaign, Illinois: Am. Oil. Chem. Soc, 1992. — P. 96–99.
- Carreau J.P., Dubacq J.P.** Adaptation of macro-scale method to the microscale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. — 1978. — Vol. 151, № 3. — P. 384–390.
- Folch J., Lees M., Sloane-Stanley G.H.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // J. Biol. Chem. — 1957. — Vol. 226, № 1. — P. 497–509.
- Grundy S.M., Florentin L., Nix D., Whelan M.F.** Comparison of monounsaturated fatty acids and carbohydrates for reducing raised levels of plasma cholesterol in man // Am. J. Clin. Nutr. — 1988. — Vol. 47, № 6. — P. 965–969.
- Hallaq H., Leaf A.** Stabilisation of cardiac arrhythmias by  $\omega$ -3 polyunsaturated fatty acids // Essential fatty acids and eicosanoids: Invited papers from the Third International Congress. — Champaign, Illinois: Am. Oil. Chem. Soc, 1992. — P. 245–247.
- Haumann B.F.** Nutritional aspects of n-3 fatty acids // Inform. — 1997. — Vol. 8, № 5. — P. 428–447.
- Hwang D.** Dietary fatty acids and eicosanoids // Fatty acids in foods and their health implications. — N.Y.; Basel; Hong Kong: Marsel Dekker, Inc., 1992. — P. 546–557.
- Illingworth D.R., Ullmann D.** Effects of omega-3 fatty acids on risk factors for cardiovascular disease // Omega-3 fatty acids in health and disease. — N.Y.: Marcel Dekker, 1990. — P. 39–69.
- Jamieson G.R.** GLC identification techniques for long-chain unsaturated fatty acids // J. Chromatogr. Sci. — 1975. — Vol. 13, № 10. — P. 491–497.

**Kayama M., Ikeda Y.** Studies on the lipids of micronectonic fishes caught in Sagami and Suruga Bays with special reference to their wax esters // *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* — 1975. — Vol. 24, № 7. — P. 435–440.

**Kayama M., Nevenzel J.C.** Wax ester biosynthesis by midwater marine animals // *Mar. Biol.* — 1974. — Vol. 24, № 4. — P. 279–285.

**Kinsella J.E., Lokesh B., Stone R.A.** Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms // *Am. J. Clin. Nutr.* — 1990. — Vol. 52, № 1. — P. 1–28.

**Lee R.F., Patton J.S.** Alcohol and waxes // *Marine biogenic lipids, fats, and oils.* — Boca Raton, Florida: CRC Press, Inc, 1989. — P. 73–102.

**Lees R.S., Karel M.** Omega-3 fatty acids in health and disease. — N.Y.; Basel: Marsel Dekker, Inc., 1990. — 241 p.

**Lewis R.W.** Fatty acid composition of some marine animals from various depths // *J. Fish. Res. Bd Canada.* — 1967. — Vol. 24, № 5. — P. 1101–1115.

**Masana L., Camprubi M., Sarda P. et al.** The mediterranean-type diet: it there a need for further modification? // *Am. J. Clin. Nutr.* — 1991. — Vol. 53, № 4. — P. 886–889.

**Mattson F.H., Grundy S.M.** Comparison of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids in plasma lipids and lipoproteins in man // *J. Lipid Res.* — 1985. — Vol. 26, № 2. — P. 194–202.

**Nelson G.J.** Dietary fatty acids and lipid metabolism // *Fatty acids in foods and their health implications.* — N.Y.; Basel; Hong Kong: Marsel Dekker, Inc., 1992. — P. 437–471.

**Nevenzel J.C.** The occurrence, function and biosynthesis of wax esters in marine organisms // *J. Am. Oil Chem. Soc.* — 1969. — Vol. 46, № 2. — P. 111A.

**Nevenzel J.C., Kayama M.** The biosynthesis of wax esters from labelled acetate, fatty acids, and long-chain alcohols in fish muscle // *Fed. Proc.* — 1968. — Vol. 27, № 2. — P. 647.

**Nevenzel J.C., Rodegker W., Robinson J.C., Kayama M.** The lipids of some Lantern fishes (family Myctophidae) // *Comp. Biochem. Physiol.* — 1969. — Vol. 31, № 36. — P. 25–35.

**O'Byrne D.J., Keefe S.F., Shireman R.B.** Low-fat, monounsaturate-rich diets reduce susceptibility of low density lipoproteins to peroxidation ex vivo // *Lipids.* — 1998. — Vol. 33, № 2. — P. 149–157.

**Patton J.S.** The effect of pressure and temperature on phospholipid and triglyceride fatty acids of fish white muscles: a comparison of deepwater and surface marine species // *Comp. Biochem. Physiol.* — 1975. — Vol. 52B. — P. 105–110.

**Rocquelin G.** How can the processing of fats and oils meet tomorrow's demand for food of haigher nutritive value? A European perspective // *Edible fats and oils processing: basic principles and modern practices.* — Champaign, Illinois: Am. Oil. Chem. Soc, 1989. — P. 166–172.

**Salem N., Niebylski C.D.** An evaluation of alternative hypotheses involved in the biological function of docosahexaenoic acid in the nervous system // *Essential fatty acids and eicosanoids: Invited papers from the Third International Congress.* — Champaign, Illinois: Am. Oil. Chem. Soc, 1992. — P. 84–86.

**Seo H.-S., Endo Y., Fujimoto K. et al.** Characterization of lipids in Myctophide fish in the subarctic and tropical Pacific ocean // *Fish. Sci.* — 1996. — Vol. 62, № 3. — P. 447–453.

**Söderberg M., Edulund C., Kristensson K., Dallner G.** Fatty acid composition of brain phospholipids in aging and in Alzheimer's disease // *Lipids.* — 1991. — Vol. 26, № 6. — P. 421–425.

**Svetashev V.I., Vaskovsky V.E.** A simplified technique for thin-layer microchromatography of lipids // *J. Chromatogr.* — 1972. — Vol. 67, № 2. — P. 376–378.

**Topping D.L., Ilman R.J., Roach P.D., Nestal P.J.** Adaptive effects of fish oils on hepatic lipid and lipoprotein metabolism // *Fats for the future.* — Chichester: Ellis Horwood Limited, 1989. — P. 139–151.

**Vaskovsky V.E., Dembitsky V.M.** Determination of plasmalogen contents in phospholipid classes by reaction micro-thin-layer chromatography // *J. Chromatogr.* — 1975. — Vol. 115, № 2. — P. 645–647.

**Vaskovsky V.E., Kostetsky E.Y., Vasendin I.M.** A universal reagent for phospholipid analysis // *J. Chromatogr.* — 1975. — Vol. 114, № 1. — P. 129–141.

**Vaskovsky V.E., Latyshev N.A.** Modified Jungnickels reagent for detecting phospholipids and other phosphorus-compounds on thin-layer chromatograms // *J. Chromatogr.* — 1975. — Vol. 115, № 1. — P. 246–249.

**Vaskovsky V.E., Terekhova T.A.** HPTLC of phospholipid mixtures containing phosphatidylglycerol // *J. High Resol. Chrom. C.C.* — 1979. — Vol. 2, № 11. — P. 671–672.

**Wagner H., Hörhammer L., Wolff P.** Dünnschicht chromatographie von Phosphatiden and Glycolipiden // *Biochem. Z.* — 1961. — Bd. 334, H. 1. — S. 175–184.

Т.М. Сафронова  
(Дальрыбвтуз)

## ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИТОЗАНА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Изготовление пищевых продуктов с хитозаном как технологической и лечебно-профилактической добавкой стало возможным в России с началом промышленного производства полимера под маркой «хитозан пищевой».

К настоящему времени установлено, что хитозан сочетается с такими многокомпонентными системами, как пищевые продукты.

В хлебобулочных и кисломолочных продуктах хитозан как лечебно-профилактическая добавка органолептически не обнаруживается.

В продуктах из гидробионтов хитозан более изучен как технологическая добавка: сорбент, эмульгатор, адгезив с высокой разрешающей способностью.

В пищевых продуктах, независимо от функции хитозана, его допустимое количество составляет  $\leq 0,5\%$ . В то же время ни качественный, ни количественный контроль внесенного в пищевые продукты хитозана методически не обеспечен.

Исследования, посвященные определению полисахаридов в пищевых продуктах, весьма редки (Stadler et al., 1982; Ямада, 1986; Knorr, 1991; Advances..., 1996).

Отмечается, что содержание хитина может служить индикатором степени поражения некоторых пищевых продуктов плесневыми грибами. Исследователи исходили из того, что плесневые грибы содержат в стенках клеток хитин, который определяется просто и быстро. Изучению подвергали пшеничную муку, миндальный порошок и манную кукурузную крупу различной степени заплесневелости. Содержание плесневых грибов определяли культуральным и прямым микроскопическим методами, полученные данные сопоставляли с содержанием хитина, определенном по количеству глюкозамина (ГА) в гидролизатах продуктов.

В итоге корреляция между степенью заплесневения и количеством ГА не установлена, и только разделение гидролизатов сильно заплесневелых образцов на аминокислотном анализаторе показало содержание ГА: оно соответствует 26 и 46 мкг/г сухих веществ в чистых культурах *Aspergillus flavus var columnurus* и *Aspergillus niger*. Таким образом, хитин может служить индикатором только сильно заплесневелых пищевых продуктов.

Подобная работа была посвящена дифференцированной окраске частиц насекомых, попавших в растительные продукты (какао), а именно на основе окраски хитина красителем Diamant chromreiblau. Окрашивание производилось в присутствии  $\text{CH}_3\text{COOH}$  при pH 2,5 с добавлением ПАВ в течение 60 мин при температуре 95 °С. После охлаждения образец обрабатывали раствором из смеси  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  с  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и получали синюю окраску всех частей насекомых. При дальнейшей обработке красным ксантеновым красителем Phloxim В в образце окрашиваются в красный цвет только хитинсодержащие фрагменты насекомых.

Образование ярко выраженного красного цвета также отмечали в композиционном материале целлюлозы, содержащей 10 % хитозана, при использовании кислого красного красителя № 2.

Таким образом, качественная реакция на хитин/хитозан позволяет обнаруживать эти полимеры несколькими методами, количественная оценка путем гидролиза хитина до ГА возможна только выше определенной концентрации его в объекте исследования.

Установлению истинного содержания хитозана в рыбных и мясных продуктах гидролизом до ГА мешают: присутствие в объектах гликозаминогликанов, содержащих ГА и гидролизуемых совместно с хитозаном; потери ГА в процессе гидролиза за

счет их конденсации и полимеризации; различия в оптимальных условиях гидролиза соединений, содержащих аминсахара. В промысловых гидробионтах гликозаминогликаны присутствуют повсеместно за исключением мышечного волокна рыб (табл. 1) (Сафронова, 1980).

Таблица 1  
Содержание ГА и локализация гликозаминогликанов в тканях темной камбалы (*Liopsetta obscura*)

Table 1  
Contents GA and localisation glycosaminoglicans in muscles of dark flounder (*Liopsetta obscura*)

Ткань рыбы	Содержание ГА, мкг/г	Гликозаминогликан		
		Кислые		Нейтральные
		Гиалуроновая кислота	Хондроитин-сульфат	
Мышцы	0,56			
– мышечное волокно		–	–	–
– мышечная соединительная ткань		+	±	+
– кровеносные сосуды		+	±	+
Дерма	22,5			
– волокнистая структура	+	–	+	
– аморфное вещество	+	–	+	
– зачатки чешуи		+	+	–
– эпидермис		–	–	+
Позвоночник	12,5			
– ткань между телом позвонка и хордой		+	–	+
– концы остистых отростков		±	±	+
– волокнистая оболочка позвонка		–	–	+

*Примечание.* Знаки «+», «±» и «–» обозначают соответственно: вещество обнаружено, следы и не обнаружено.

Среднемассовое содержание ГА в тушке рыб устанавливают расчетным путем из-за различий в режимах гидролиза тканей и трудности представить в гомогенате их естественное соотношение (табл. 2).

Съедобные ткани беспозвоночных по содержанию ГА превосходят среднемассовое его количество в тушке рыбы более чем на порядок.

В среднем содержание ГА в мясе рыбы и беспозвоночных составляет соответственно 1,0–2,5 и 5–25 мкг/г. На добавленный хитозан ( $\leq 5$  мкг/г) в этих условиях будет приходиться: в сочетании с рыбой — 65–80 %, с беспозвоночными — 17–50 %, что иллюстрирует необходимость учета ГА в сырье при определении количества внесенного хитозана, индексом содержания которого также является ГА.

Таблица 2  
Расчетное количество ГА в тушке рыбы

Calculation quantity GA in the fish flesh

Table 2

Ткань	Кета		Треска		Кабан-рыба	
	Содержание ткани, % тушки	ГА, мкг/г	Содержание ткани, % тушки	ГА, мкг/г	Содержание ткани, % тушки	ГА, мкг/г
Мышцы	91	0,3	70	0,5	69	0,8
Кожа	4	12,8	7	10,9	13	13,7
Кости	5	3,5	23	0,9	18	1,7
Тушка	100	0,96	100	1,32	100	2,62

Исследования кормов для аквакультуры, содержащих гидробионты и дрожжи, на общее и внесенное количество ГА также подтверждают, что в продуктах с низкой влажностью нахождение доли ГА, принадлежащих хитину или хитозану, еще более затруднено (табл. 3).

Таблица 3

Количество ГА, определяемое в корме и смеси хитинсодержащих компонентов с хитозаном

Table 3

Quantity GA, determination in forage and of the mixture chitincontains components

Обра- зец	Хитинсодержащие компонен- ты, % корма			Содержание ГА, %	
	Мука крилевая кормовая	Дрожжи		в корме	в смеси хитин- содержащих компонентов
		Кормовые	Пивные		
А	5	6	–	0,640	0,582
Б	14	–	1	0,896	0,597

При гидролизе корма в жестких условиях происходят потери ГА, предположи- тельно более чем на 50 % (табл. 4).

Таблица 4

Количество ГА, определяемое в корме и смеси хитинсодержащих компонентов с хитозаном

Table 4

Quantity GA, determination in forage and of the mixture chitincontains components

Обра- зец	Хитинсодержащие компоненты, % корма				Содержание ГА, %	
	Фарш крыля кормовой	Мука крилевая кормовая	Дрожжи кормовые	Хитозан	в корме	в смеси хитинсодержащих компонентов
В	10	15	10	–	0,437	0,120
Г	10	15	10	1	0,447	0,122

Нерастворимый, устойчивый к кислотам и щелочам хитин может быть определен гравиметрически после гидролиза сопутствующих ему компонентов (белков, жиров, минеральных веществ), промывания, высушивания и взвешивания.

Хитозан, в силу своей растворимости в слабых органических кислотах, не может быть определен гравиметрическим методом подобно хитину.

Таким образом, возникает необходимость разделения соединений, содержащих ГА. Методы количественного разделения гликопротеидов и полиаминосахаров в био-материалах основаны на: 1) способности отдельных фракций к растворению в зависи-мости от условий экстрагирования и 2) использовании специфических ферментов, в основном микробного происхождения, для последовательного выделения соединений, в том числе хитина и хитозана (Rosoiu et al., 1985; Каранова, Щипакина, 1990; Кара-нова и др., 1990; Юркина, Байдалинова, 1990; Быкова и др., 1991; Production..., 1991; Маслова и др., 1995; Феофилова и др., 1995; Ткачук и др., 1996).

Впоследствии индивидуальные биополимеры гидролизуют для освобождения ГА, определение которого основано на его способности образовывать окрашенные комплексы.

Определению внесенного хитозана в продуктах, изготовленных преимущественно из растительного сырья, могут также мешать другие соединения. Во-первых, с разви-тием исследований растений в последние годы ГА обнаружены и в некоторых из них. Предполагают, что ГА выполняет роль связующего звена между целлюлозой и белками. Во-вторых, в продукты растительного происхождения входят дрожжи, молочнокислые бактерии, яйца и другие компоненты, содержащие хитин, гликозаминогликаны, иден-тифицируемые по ГА.

Таким образом, метод выделения внесенного в биоматериал хитозана, пригодный для количественного определения его в сложных смесях, какими являются пищевые продукты, подлежит разработке. Для этого необходимо:

– установление условий отделения хитозана в пищевых продуктах от мешающих соединений;

– уточнение условий гидролиза очищенного хитозана до глюкозамина;

– выбор из известных методов количественного определения глюкозамина в гидролизате хитозана;

– написание прописи и апробация метода.

В связи с длительностью и сложностью количественного определения внесенного в пищевые продукты хитозана целесообразно разработать альтернативные методы, основанные на новейших результатах исследования хитина и его производных (Гладышев и др., 1990; Акопова и др., 1991, 1996; Вихорева и др., 1992; *Advances...*, 1996), например, переводом хитозана в нерастворимую форму. В качественном контроле присутствия хитозана в пищевых продуктах, возможно, могут быть полезными уточненные методы гистохимии.

## Литература

**Акопова Т.А., Роговина С.З., Вихорева Г.А. и др.** Образование хитозана из хитина в условиях сдвиговых деформаций // *Высокомолекулярный соед. Серия А.* — 1991. — Т. 335, № 10. — С. 735–737.

**Акопова Т.А., Роговина С.З., Горбачева И.Н. и др.** Влияние размола на структуру и свойства хитозана // *Высокомолекулярный соед. Серия А.* — 1996. — Т. 38, № 2. — С. 263–268.

**Быкова В.М., Полякова Л.К., Зыкова Н.П.** Определение массовой доли депротенинизированного панциря в мясе криля // *Рыб. хоз-во.* — 1991. — № 1. — С. 78–80.

**Вихорева Г.А., Гладышев Д.Ю., Базт М.Р. и др.** Влияние активирующих обработок на структуру и реакционную способность хитина и хитозана и синтез из них карбоксиметилированных производных // *Cell. Chemistri and Technolog.* — 1992. — Vol. 26, № 6 (англ. яз.).

**Гладышев Д.Ю., Базт М.Р., Вихорева Г.А. и др.** Строение и фракционный состав карбоксиметилового эфира хитозана // *Высокомолекулярный соед. Серия А.* — 1990. — Т. 325, № 7. — С. 503–505.

**Каранова М.В., Андреев А.А., Петропавлов Н.Н.** Об ингибировании кристаллизации льда антифризными гликопротеинами, выделенными из сыворотки атлантической трески *Gadus morhua* / *Ин-т биол. физ. АН СССР.* — Пушкино, 1990. — 9 с. — Деп. в ВИНТИ, № 5750-В90.

**Каранова М.В., Щипакина Т.Г.** Модификация метода выделения и очистки антифризных гликопротеинов сыворотки беломорской трески *Gadus morhua* / *Ин-т биол. физ. АН СССР.* — Пушкино, 1990. — 12 с. — Деп. в ВИНТИ, № 5749-В90.

**Маслова Г.В., Куприна Е.Э., Богерук А.К., Ежов В.Г.** Комплексная безреагентная технология производства хитина и хитозана из панцирьсодержащих гидробионтов электрохимическим способом // *Производство и применение хитина и хитозана: Тез. докл. 4-й Всерос. конф.* — М.: ВНИРО, 1995. — С. 74–77.

**Сафронова Т.М.** Аминосахара промысловых рыб и беспозвоночных и их роль в формировании качества продукции. — М.: Пищ. пром-сть, 1980. — 112 с.

**Ткачук Л.А., Шемякина Т.М., Честухина Г.Г., Степанов В.М.** Хитиназы *Bacillus cereus*: выделение и характеристика // *Биохим.* — 1996. — Т. 61, № 2. — С. 357–368.

**Феофилова Е.П., Терешина В.М., Меморская А.С.** Хитин мицелиальных грибов: методы выделения, идентификация и физико-химические свойства // *Микробиол.* — 1995. — Т. 64, № 1. — С. 26–30.

**Юркина Е.А., Байдалинова Л.С.** Активность хитинолитических ферментов криля // *Антарктический криль в экосистемах промысловых районов (биологические, технологические и экономические аспекты).* — Калининград, 1990. — С. 219–225.

**Ямада Хисаси.** Широкое использование хитина и хитозана в пищевых продуктах и медикаментах // *Секухин то Кайхацу.* — 1986. — Т. 21, № 8. — С. 20–23.

**Advances in Chitin Science.** Vol. 1 / Ed. A. Domard, Ch. Jeuniaux, R. Muzzarelli, G. Roberts. — Lyon: Jacques Andre, 1996. — 514 p.

**Knorr D.** Recovery and utilization of chitin and chitosan in food processing waster management // *Food Technol.* — 1991. — Vol. 45, № 1. — P. 114–120.

**Production of oligo-saccharides from unutilized resource chitosane-method off utilizing cellulase** // *Techno Jap.* — 1991. — Vol. 24, № 4. — P. 62–64.

**Rosoiu N., Serban M., Voineseu I.** Identification, extraction and the purification of hyaluronidase from some fish species on the Romania Black Sea coast // *Cerc. mar. Inst. Rom. cerc. mar.* — 1985. — № 18. — P. 245–251.

**Stadler D., Blaser P., Schmidr J.W.** Cgitingehalt als Indikator fur Schimmelpilzkontaminationen in Lebensmitteln // *Milt. geb. Lebensmitteluntersuch und Hyg.* — 1982. — Vol. 73, № 1. — S. 108–120.

*Поступила в редакцию 9.02.99 г.*

Л.М. Чибирик

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИОКСИДАНТОВ ПРИ ПОСОЛЕ РЫБЫ

Для защиты от окисления применяют антиоксиданты — вещества, способные в той или иной степени сохранять качество продукции (Эмануэль, Лясковская, 1961; Борисочкина, 1976).

Однако механизм действия и эффективность различных добавок различаются. Существуют истинные антиоксиданты (фенольной природы), прерывающие цепь радикального окисления (I); хелатирующие соединения, образующие комплексы с ионами металлов, катализирующими процессы окисления (II); вещества, участвующие в окислительно-восстановительных реакциях с кислородом и перекисями (III) (Rozen, 1988; Сейфулла, Борисова, 1990; Чумак, 1995).

Некоторые антипротеазные вещества, выделенные из природного растительного материала (сои, гречихи, картофеля и др.), обладают и антиокислительным действием (Максимов и др., 1990; Wu, Brewer, 1994; Nieto et al., 1994; Satillo et al., 1994; Six, 1994; Tian, White, 1994; Weinreich, 1995; Dave, Giuseppe, 1996; Чумак и др., 1997).

Существует ряд методов для определения антиокислительной активности различных соединений (Владимиров, Арчаков, 1972). Однако они не отражают тех реальных условий, в которых осуществляется посол рыбы и, таким образом, не показывают истинную эффективность антиоксидантов в этих условиях.

Цель настоящей работы заключалась в определении эффективности антиоксидантов в условиях, приближенных к технологии производства соленой рыбной продукции.

Для этого провели серию экспериментов по ускоренному окислению липидов на модельных системах в присутствии солей железа (Wu, Brewer, 1994). Материалом для исследования служила мышечная ткань горбуши, в качестве антиокислителей использовали ионол, токоферол, пропилгаллат, таннин, этоксихин, тартрат калия, трилон Б, цитрат натрия, сульфит натрия, а также этанольный экстракт из кустарника леспедыцы двухцветной (*Lespedeza bicolor*), обладающий выраженным антиокислительным действием (Пат. № 2118986).

Эксперименты по сравнительному окислению липидов проводили следующим способом: к 100 г измельченной мышечной ткани горбуши добавляли 0,1 г бензойнокислого натрия, 7 г NaCl в 20 мл воды, антиокислитель в 2 мл воды или этанола (если он нерастворим в воде), по 3 мл смеси 10 %-ных растворов  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в качестве катализатора окислительных процессов. Пробы тщательно перемешивали и оставляли на 24 ч при температуре 4–6 °С в темноте.

Для оценки эффективности антиокислителей в условиях посола использовали определение малонового диальдегида (МДА) при его реакции с тиобарбитуровой кислотой (Janero, Burghardt, 1989; Чумак и др., 1992).

Полученные результаты исследований (см. таблицу) показывают, что наилучшей эффективностью в условиях ускоренного окисления обладают некоторые антиоксиданты I типа: этоксихин (49 % от контроля), пропилгаллат (57 %), ионол (60 %) и экстракт леспедыцы в концентрациях 0,05 и 0,075 % (соответственно 49 и 45 % от контроля). Первые три антиокислителя плохо растворимы в воде, а следовательно, и в тузлуке, поэтому использование их при посоле рыбы малоэффективно. Кроме этого, пропилгаллат и этоксихин не разрешены к применению в России в качестве антиоксидантов для пищевой продукции (Булдаков, 1996). Ионол, который широко используется для стабилизации жиров и масел, может оказывать токсическое действие на организм, способен накапливаться в жировых тканях и изменять их обмен, усиливает канцерогенное

действие некоторых других химических веществ (Witchi et al., 1989; Булдаков, 1996). Антиокислители II и III типа показали себя менее эффективными.

Содержание малонового диальдегида через 24 ч ускоренного окисления  
The content of MDA after 24 hours of accelerated oxidation

Антиоксидант*	Тип антиоксиданта	Содержание МДА,	
		мкг/100 г	% от контроля
Без добавок	—	1,06	100
Таннин (0,008 %)	I	1,06	100
Цитрат натрия (0,1 %)	II	0,940	89
Экстракт леспедецы (0,025 %)	I	0,915	86
Трилон Б (0,3 %)	II	0,886	84
Тартрат калия (0,1 %)	II	0,846	80
Сульфит натрия (0,05 %)	III	0,820	77
Токоферол (0,05 %)	I	0,798	75
Ионол (0,05 %)	I	0,639	60
Пропилгаллат (0,05 %)	I	0,609	57
Экстракт леспедецы (0,05 %)	I	0,536	51
Этоксихин (0,05 %)	I	0,520	49
Экстракт леспедецы (0,075 %)	I	0,474	45

\* В процентах к массе ткани.

Исходя из этого можно сделать заключение, что для применения в производстве соленой рыбной продукции наиболее приемлемым и эффективным является экстракт леспедецы двухцветной, тем более известно, что он применяется в медицине (Машковский, 1993).

Примененный нами метод ускоренного окисления позволяет в течение короткого времени оценить эффективность антиокислителей в условиях, приближенных к технологии производства соленой рыбной продукции.

## ЛИТЕРАТУРА

- Борисочкина Л.И.** Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. — М.: Пищ. пром-сть, 1976. — 182 с.
- Булдаков А.С.** Пищевые добавки. Справочник. — СПб.: УТ, 1996. — 240 с.
- Владимиров Ю.А., Арчаков А.И.** Перекисное окисление липидов в биологических мембранах. — М.: Наука, 1972. — 252 с.
- Максимов О.Б., Горовой П.Г., Чумак Г.Н.** Содержание антиоксидантов в семенах некоторых видов флоры Приморского края // Раст. ресурсы. — 1990. — Вып. 4. — С. 487–498.
- Машковский М.Д.** Лекарственные средства. — М.: Медицина, 1993. — Т. 1. — 624 с.
- Пат. № 2118986.** Способ стабилизации липидов к окислению / Максимов О.Б., Кулеш Н.И., Степаненко Л.С., Чумак А.Д. (Россия). — Заявлено 24.08.97 г.; Опубл. 20.09.98.
- Сейфулла Р.Д., Борисова И.Г.** Проблемы фармакологии антиоксидантов // Фармакол. и токсикол. — 1990. — Т. 53, № 6. — С. 3–10.
- Чумак А.Д.** Окисление липидов рыб. Методы определения // Изв. ТИНРО. — 1995. — Т. 118. — С. 3–18.
- Чумак А.Д., Миленина Н.И., Слуцкая Т.Н. и др.** Влияние различных добавок на окисление липидов и качество соленых лососевых // Изв. ТИНРО. — 1992. — Т. 114. — С. 167–174.
- Чумак А.Д., Чибиряк Л.М., Павелъ К.Г.** Исследование антиокислительного действия ингибитора протеолиза из клубней картофеля // Изв. ТИНРО. — 1997. — Т. 120. — С. 147–151.
- Эмануэль Н.М., Лясковская Ю.Н.** Торможение процессов окисления жиров. — М.: Пищепромиздат, 1961. — 359 с.
- Dave O.B., Giuseppe M.** Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat // J. Agr. And Food Chem. — 1996. — Vol. 44, № 7. — P. 1746–1750.
- Janero D.R., Burghardt B.** Thiobarbiturec acid-reactive malondialdehyde formation during superoxide-depend, iron catalyzed lipid peroxidation: influence of peroxidation conditions // Lipids. — 1989. — Vol. 24, № 2. — P. 125–131.

**Nieto S., Garrido A., Speisky H., Sanhuesa J.** The antioxidative action of natural substances of fish oil: The effect of boldine and some flavonoids // Int. News Fats, Oils and Relat. Mater. — 1994. — Vol. 5, № 4. — P. 474.

**Rozen J.P.** Effects of types I, II and III antioxidants on phospholipid oxidation in a meat model for warmed over flavour (WOF) // Abh. Akad. Wiss. DDR. Abt. Math Naturwiss Techn. — 1988. — № 2. — S. 63–71.

**Satillo R.D., Hadley M., Holm E.T.** Potato peel waste: stability and antioxidant activity of a freeze-dried extract // J. Food Sci. — 1994. — Vol. 59, № 5. — P. 1031–1033.

**Six P.** Current research in natural food antioxidants // Int. News Fats, Oils and Relat. Mater. — 1994. — Vol. 5, № 6. — P. 679–688.

**Tian L.L., White P.J.** Antioxidant activity of oat extract in soybean and cottonseed oils // J. Amer. Oil Chem. Soc. — 1994. — Vol. 71, № 10. — P. 1079–1086.

**Weinreich B.** Rosmarinextrakte erhalten produktqualität // Ernährungsindustrie. — 1995. — № 10. — S. 34–36.

**Witchi H., Malkinson A.M., Thompson J.A.** Metabolism and pulmonary toxicity of butylated hydroxytoluene (BHT) // Pharmacol. and Ther. — 1989. — Vol. 42, № 1. — P. 89–113.

**Wu S.Y., Brevier M.S.** Soy protein isolate antioxidant effect on lipid peroxidation of ground beef and microsomal lipids // J. Food Sci. — 1994. — Vol. 59, № 4. — P. 702–706.

*Поступила в редакцию 9.02.99 г.*

Г.П. Смирнов  
(Чукотское отделение ТИНРО-центра, г. Анадырь)

## ЛЕТНЕЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ МОРЖА ЗАЛ. КРЕСТА В 1996 Г.

В работе использованы материалы собственных исследований, проведенных в 1996 г., архивные и литературные данные, а также устные сведения морских охотников сел Уэлькаль и Конергино: А. Кергитагина, С. Ранавнаута, М. Анкана, Д. Калузатова и С. Беленкова. В сборе полевых материалов участвовал студент-практикант экологического факультета Украинской академии водного хозяйства Д. Литовка. Всем перечисленным лицам автор выражает искреннюю признательность.

В 30-х гг. исследованиями тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens*, 1815) в Анадырском заливе занимался Л.О. Белопольский (1931, 1939), который выделял три отдельные группы, названные им крестовской, врангелевской и американской. Последующие исследователи, в первую очередь П.Г. Никулин (1941), отнесли к утверждению Л.О. Белопольского в части обособленного существования крестовской группы моржей довольно сдержанно, считая его малоубедительным. В 60–80-х гг. после обследования лежбищ Анадырского залива В.М. Бельковичем и А.В. Яблоковым (1961), а также В.Н. Гольцевым (1968) было выявлено, что в Анадырском заливе, в том числе и в зал. Креста, в летнее время оставались лишь обособленные самцовые группы моржей. Правда, В.Н. Гольцев отметил в их числе «некоторое количество самок с детенышами». Позднее Фей (Fay, 1982) гипотетически признал возможность существования крестовской группы моржей, однако к тому времени в исследовательской среде сложилось довольно устойчивое мнение о летнем распределении тихоокеанской популяции моржа, в соответствии с которым все самки откочевывали на лето в Чукотское море.

Исследования, проведенные в конце 80-х гг. сотрудниками контрольно-наблюдательных станций (КНС)\* по морским млекопитающим «Охотскрыбвода», позволили определить ряд популяционных параметров группировки моржей, остающейся на лето в Анадырском заливе, в том числе и Крестовского стада\*\*, формирующего Меечкыинское лежбище (Мыррин и др., 1988, 1990). В структуре стада было выявлено наличие моржей разных поколений, в том числе и половозрелых животных обоих полов, а также самок с сеголетками, годовалыми и 2–3-летними детенышами, что свидетельствовало о значительных изменениях внутривидовой организации тихоокеанского моржа, происшедших за последние двадцать лет. Чисто самцовые группы крестовского стада моржей в течение лета постепенно откочевывали в сторону Берингова пролива, а перемещения смешанных агрегаций имели в основном локальный характер. По нашим наблюдениям, зимние ледовые залежки разнополых и разновозрастных групп моржей формировались поздней осенью в этом же районе на первых льдах, выносимых течением из опресненного прол. Каманавыт (рис. 1). Таким образом, было установлено, что в северной части Анадырского залива, включая зал. Креста, весь год обитает значительное количество моржей обоих полов всех возрастных классов. Минимальное расстояние между летними местообитаниями (о. Коса Меечкын) и зимними (февраль–апрель) ледовыми залежками моржей крестовского стада может колебаться от 5 до 50 км, максимальное — от 200 до 400 км.

Анализ изложенных выше данных позволил нам высказать предположение о репродуктивной самостоятельности крестовского стада моржей со слабой степенью

\* С 1985 по 1988 г. автор статьи занимался исследованиями моржей Анадырского залива, работая в Анадырской КНС по морским млекопитающим.

\*\* Стадо — временное, реже относительно постоянное, сравнительно многочисленное скопление диких животных одного вида, ведущих групповой образ жизни (Реймерс, 1988).

изоляции. На локальность смешанной группировки моржей Анадырского залива указывали также А.И. Грачев и Н.И. Мымрин (1991).

Рис. 1. Летнее распределение крестовского стада моржей в 1996 г.

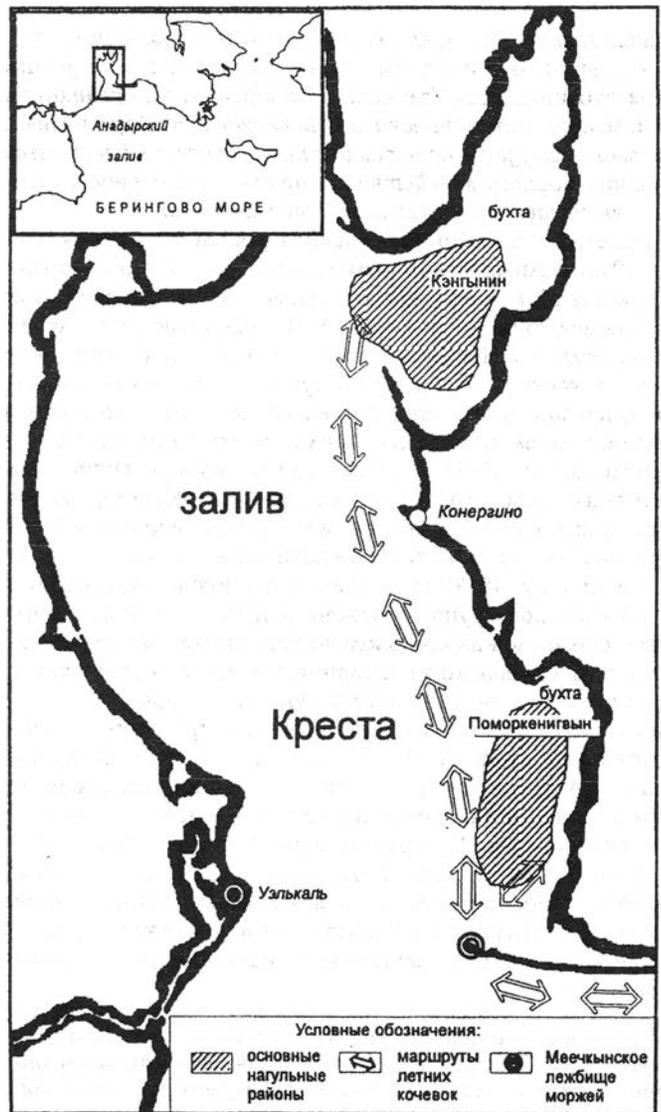
Fig. 1. Summer distribution of Kresta walrus herd in 1996

Подход моржей в места летнего обитания в 1996 г., в связи с аномальными ледовыми условиями, растянулся до конца июля. По наблюдениям уэлькальских морзверобоев (устное сообщение Д. Калузатова), первые моржи на траверзе поселка были замечены в конце апреля — начале мая, сразу после вскрытия припайных льдов. В июне и первой половине июля ветры восточных и юго-восточных направлений задержали вынос полей дрейфующих льдов из Анадырского залива, в связи с чем основная часть стада задержалась на ледовых залежках в районах зимнего обитания, удаленных от зал. Креста. В начале июля рев моржей был слышен в центральной части залива, на траверзе устья р. Вамчергыргын, а 5–7 июля — в северном направлении от мыса Аннюалькаль (устное сообщение М. Апкана). В обоих случаях разглядеть животных в торосах, да еще при тумане, наблюдателям не удалось.

Меечкыинское лежбище моржей начало функционировать, вероятно, в интервале между 19 и 21 июля, так как последние дрейфующие льды в акватории западной оконечности о. Коса Меечкын наблюдались до 21 июля, а 23 июля, по словам инспектора Иультинской инспекции рыбоохраны В.М. Карасева, на лежбище лежало уже около 5 тыс. моржей. Формирование Меечкыинского лежбища, в связи с гидрологическими особенностями сезона, задержалось приблизительно на 30–40 дней.

Стационарные исследования лежбища проводились нами с 28 июля по 17 августа. За указанный период было отмечено 4 пика численности: 29.07; 05.08; 12.08 и 17.08 (рис. 2).

Средний промежуток времени между пиками численности составил 6,33 дня. В 1985 г. этот показатель равнялся 6,1, в 1987 г. — 4,25 и в 1989 г. — 4,67 дня. Как и в предыдущие годы наблюдений, лежбище моржами покидалось в дни со штормовой погодой и заполнялось вновь лишь после прекращения штормов.



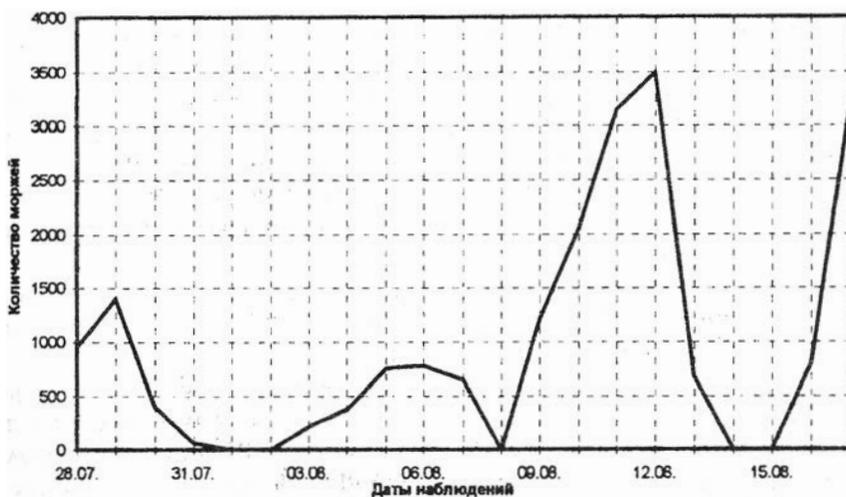


Рис. 2. Динамика численности моржей на Меечкыном лежбище в июле–августе 1996 г.

Fig. 2. Dynamics of walrus number at the Meechkin haulout on July–August in 1996

За время наблюдений локальные кочевки моржей были связаны в основном с периодическими посещениями группами животных районов кормежек, ближайший из которых расположен в зал. Поморэкэнигвын (см. рис. 1), в 10–20 км к северу от лежбища. Реже, но систематически моржи посещали богатую кормом бухту Кэнгынин, где иногда формировали временные залежки на обнажающихся отмелях. Дважды, 5 и 8 августа, было зафиксировано движение моржей от лежбища в восточном направлении вдоль мористого берега косы, а 9 августа замечены моржи, возвращающиеся тем же маршрутом обратно. Известный район кормежки, посещаемый животными трех лежбищ (Меечкынского, Руддерское и Китовая коса), расположен в прибрежной акватории между восточной оконечностью о. Коса Меечкын и бухтой Руддера.

Резкое увеличение количества моржей на лежбище 9–10 августа было вызвано появлением в бухте Кэнгынин 8 августа большой стаи косаток. Морские охотники давно заметили, что моржи обращаются в паническое бегство к лежбищу при появлении косаток в бухте и менее чем за сутки преодолевают расстояние в 80–100 км (устное сообщение А. Кергитагина). Следом за моржами 9 августа в районе лежбища появилась стая косаток (около 15 китов), что подтвердило информацию уэлькальских морзверобоев. После двух результативных нападений на моржей, зафиксированных нами в 10 ч 28 мин и в 11 ч 32 мин, и длительного преследования серых китов\* косатки исчезли из пределов видимости между 14 и 15 ч. Наивысшая интенсивность заполнения лежбища моржами наблюдалась нами на следующий день, 10 августа. Моржи двигались двумя потоками одновременно: со стороны кормовой банки в зал. Поморэкэнигвын и из глубины зал. Креста — из бухты Кэнгынин. Только за 55 мин наблюдений на лежбище вышло более 190 вновь прибывших животных. Высокие темпы подхода моржей в этот день сохранялись до вечера.

По визуальным определениям, средний размер выходящих на лежбище групп моржей равнялся 7,1 особи (min — 2, max — 15), а самцы во всех просмотренных группах составили около 70 % половозрелых животных. В возрастных классах незначительно преобладали половозрелые животные — около 55–60 %, а количество замеченных сеголетов не превышало 3 % общего количества моржей. Вероятно, эти же параметры могут приблизительно соответствовать возрастно-половой структуре всего Крестовского стада.

Соотношение полов в промысловых побойках составило 65 % самцов и 35 % самок (n = 24). В добыче (n = 22) преобладали 9–13-летние животные — 36,41 % (рис. 3).

В глубинной (северной) части зал. Креста в течение всего лета наблюдались отдельные моржи и небольшие группы животных в бухтах Эчкачек и Этелькуйым, а в бухте Кэнгынин и в районе косы Эруля\*\* длительное время обитало крупное стадо

\* Три кита в этот день с утра кормились в 3–5 км южнее лежбища моржей.

\*\* До 1960–1970-х гг. на косе Эруля существовало моржовое лежбище.

моржей, численность которого, судя по наблюдениям морзверобоев, могла достигать 1,5–2,0 тыс. голов. Группы моржей из этого стада время от времени посещали Меечкынское лежбище.

Таким образом, основная часть локального стада моржей зал. Креста в летний период 1996 г. обитала в пределах весьма ограниченной акватории, омывающей западную оконечность о. Коса Меечкын, периодически откочевывая в районы нагула и возвращаясь на лежбище. Общая численность моржей залива в безледовый период 1996 г., по нашим оценкам, достигала 5–6 тыс. голов.

Влияние аборигенного промысла на крестовское стадо моржей, даже с учетом высоких непроизводительных потерь (в 1996 г., по нашим данным, — 47,4 %), весьма незначительно в связи с резким спадом промысловой активности. Объемы добычи моржей береговыми хозяйствами за последние 10 лет снизились в 5–7 раз по причинам социально-экономического характера. Объем промыслового изъятия моржей из крестовского стада в 1996 г. не превысил 0,8 %.

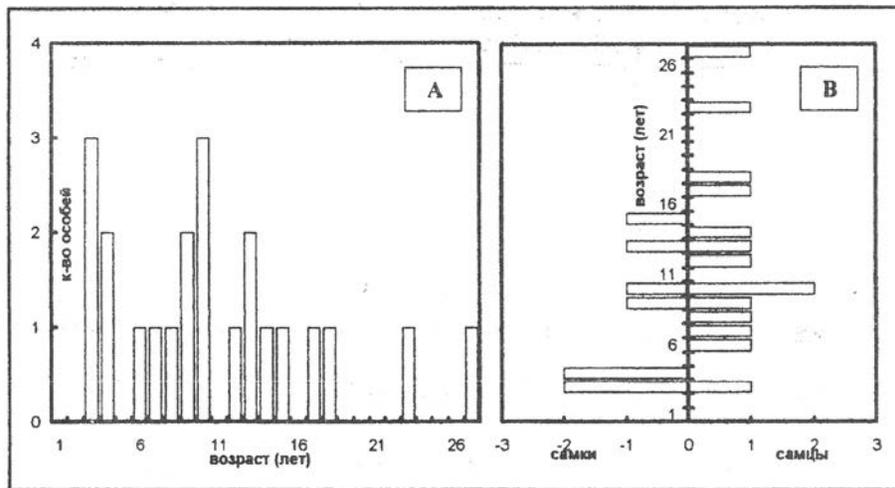


Рис. 3. Возрастно-половой состав моржей, добытых в 1996 г.  
Fig. 3. Age-sex composition of walrus harvest in 1996

## ЛИТЕРАТУРА

- Белопольский Л.О.** Краткий предварительный отчет о работе по изучению морских млекопитающих Анадырского района / ТИНРО. № 61. — Владивосток, 1931. — 25 с.
- Белопольский Л.О.** О миграциях и экологии тихоокеанского моржа (*Odobenus rosmarus divergens* Illiger) // Зоол. журн. — 1939. — Т. 18, вып. 5. — С. 762–776.
- Белькович В.М., Яблоков А.В.** Среди моржей // Природа. — 1961. — № 3. С. 50–56.
- Гольцев В.Н.** Динамика береговых лежбищ моржа в связи с его распределением и численностью // Изв. ТИНРО. — 1968. — Т. 62. — С. 205–215.
- Грачев А.И., Мырнин Н.И.** Численность и возрастно-половой состав моржей на лежбищах Чукотского полуострова // Науч.-исслед. работы по мор. млекопит. сев. части Тихого океана в 1989–1990 гг. — М.: ВНИРО, 1991. — С. 48–51.
- Мырнин Н.И., Смирнов Г.П., Гаевский А.С., Клименко Ю.В.** Миграции тихоокеанского моржа и динамика его численности на лежбищах // Науч.-исслед. работы по мор. млекопит. сев. части Тихого океана в 1986–1987 гг. — М.: ВНИРО, 1988. — С. 111–113.
- Мырнин Н.И., Смирнов Г.П., Гаевский А.С., Коваленко В.Е.** Сезонное распределение и численность моржей в Анадырском заливе Берингова моря // Зоол. журн. — 1990. — Т. 69, № 3. — С. 105–113.
- Никулин П.Г.** Чукотский морж // Изв. ТИНРО. — 1941. — Т. 20. — С. 21–59.
- Реймерс Н.Ф.** Основные биологические понятия и термины. — М.: Просвещение, 1988. — 319 с.
- Fay F.H.** Ecology and biology of the Pacific walrus, *Odobenus rosmarus divergens* Illiger. North Amer. fauna. № 74. — Washington, D.S.: US Dep. Ynterior; Fish Wildl. Service, 1982. — 279 p.

**В.Н. Долганов**  
(Институт биологии моря ДВО РАН)

## ЗАПАСЫ СКАТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРОМЫСЛОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

В дальневосточных морях России скаты добываются в незначительных количествах только в качестве прилова при промысле других видов рыб и до настоящего времени их специализированный лов не ведется. Несмотря на обилие и важную роль скатов в донных биоценозах данные по их вылову, численности и биомассе также отсутствуют.

Планомерный подсчет запасов скатов и других рыб дальневосточных морей начался с 1980 г. серией учетных траловых съемок, проводимой лабораторией прикладной биоценологии ТИНРО. В настоящей работе использованы данные 16 рейсов 1977–1997 гг. с участием автора и 7 экспедиций с участием Л.А. Борца, В.В. Федорова, В.Н. Тупоногова, Б.А. Шейко и О.А. Иванова, в которых охвачен весь шельф и материковый склон российской экономической зоны дальневосточных морей. К сожалению, другие материалы использовать не представлялось возможным из-за неправильной идентификации видов, так как систематика группы была не разработана и определитель скатов появился лишь в 1983 г. (Долганов, 1983). По этим же причинам пока нет и многолетних рядов наблюдений за состоянием их запасов.

Численность и биомассу скатов рассчитывали методом зональных средних (Борец, 1997) по результатам траловых уловов. В качестве отдельных зон приняты площади в пределах следующих диапазонов глубин: 50–100, 100–200, 200–300, 300–500, 500–1000, 1000–1500, 1500–2000 м. Общая численность каждого вида получена суммированием численностей в пределах обследованных зон, а общая биомасса — путем суммирования произведений численности на среднюю биомассу 1 экз. в каждом диапазоне.

Коэффициент уловистости для скатов принимался 0,5. Так как все скаты дальневосточных морей являются донными рыбами и практически не отрываются от дна, а иногда даже зарываются в грунт, то вертикальное раскрытие трала не учитывалось.

Результаты подсчета биомассы скатов российской экономической зоны дальневосточных морей приведены в таблице.

Биомасса скатов российской экономической зоны дальневосточных морей, тыс. т  
Skate's biomass of Russian economic zone in the far-eastern seas, th. t

Вид	Берингово море	Восточная Камчатка, Курильские острова	Охотское море	Японское море	Всего
Щитоносный	45,1	11,5	211,7	5,3	273,6
Мацубары	32,1	8,2	77,3	–	117,6
Алеутский	27,8	5,1	54,8	–	87,7
Пятнистый	24,6	4,3	46,4	–	75,3
Фиолетовый	17,3	7,4	36,1	–	60,8
Мелкошипый	19,6	0,2	1,9	–	21,7
Грубохвостый	16,7	0,1	1,7	–	18,5
Таранца	14,5	2,9	–	–	17,4
Берга	–	1,9	0,8	0,4	3,1
Длиннохвостый	–	1,2	–	–	1,2
<i>Всего</i>	197,7	42,8	430,7	5,7	676,9

Наибольшую биомассу во всех районах и в дальневосточных морях в целом имеет щитоносный скат (*B. parmifera*). Достаточно много ската Мацубары (*B. matsubarai*), алеутского (*B. aleutica*), пятнистого (*B. maculata*) и фиолетового (*B. violacea*), которые с щитоносным составляют основу биомассы скатов (90,9 %).

В основном мелкошипый (*B. minispinosa*), грубохвостый (*B. trachura*) и скат Таранца (*Rh. taranetzi*) обитают в Беринговом море, а в Охотском море и у Курильских островов они встречаются гораздо реже. Небольшое количество скатов Берга (*B. bergi*) и длиннохвостого (*Rh. longicauda*) объясняется ограниченным распространением этих видов в наших водах, поскольку большая часть их ареала находится у Японии. Японское море резко выделяется из других дальневосточных морей малым видовым богатством скатов и их незначительной биомассой. Такое распределение вызвано мелководностью проливов Лаперуза и Сангарского, через которые большинство скатов северного происхождения не смогло проникнуть в Японское море, а также сравнительно небольшой площадью шельфа и верхней части материкового склона в Японском море. В результате подсчетов суммарный запас 10 наиболее массовых видов скатов в дальневосточной экономической зоне России оценивается в 677 тыс. т.

По классификации П.В. Тюрина (1962), большинство исследованных скатов принадлежит к рыбам со средней продолжительностью жизни, у которых массовая половозрелость наступает в возрасте 4–8 лет, а коэффициент естественной смертности составляет 20–35 %. Объем вылова таких рыб не должен превышать их коэффициента естественной смертности. Поэтому в принципе можно рекомендовать вылов в объеме 20 % их промыслового запаса, т.е. 40 тыс. т в Беринговом море, 9 тыс. т у восточной Камчатки и Курильских островов, 86 тыс. т в Охотском море и около 1 тыс. т в Японском море. Суммарный вылов массовых видов скатов дальневосточных морей, таким образом, может составлять около 140 тыс. т.

Промысловые скопления скаты образуют преимущественно весной (апрель–май) на глубинах 400–700 м, когда уловы в некоторых районах достигают 3–7 т за траление. В этот период возможен их облов донными травами. Однако в другие сезоны скаты обитают более разреженно, и поэтому наиболее целесообразно для их промысла применять ярусный лов. На наш взгляд, перспективно применение ярусов при совместном лове трески, белокорого палтуса и щитоносного ската на нижней части шельфа и верхней части материкового склона, а также нижнебатиальных скатов и палтусов. Это позволит значительно повысить рентабельность ярусного лова. К примеру, ярусный лов в Приморье показал, что скатов ловится гораздо больше, чем трески (91 % против 9 %).

Особое внимание следует обратить на перспективы использования скатов для пищевых целей. У нас в стране они пока не считаются ценными промысловыми объектами питания. Это сложилось исторически в связи с тем, что в наших водах практически отсутствуют мелководные виды, доступные для прибрежного рыболовства. Во всем мире (особенно в азиатских странах), где имеется прибрежный лов скатов, их употребляют в пищу, причем в качестве деликатесов. Большой знаток хрящевых рыб Г. Мак-Кормик пишет: «У скатов вкусное мясо, и во многих странах они считаются деликатесом. Обыкновенные скаты употребляются в пищу вдоль всего атлантического побережья США. Европейский обыкновенный скат представляет собой одну из важных статей европейского рыбного рынка. Калифорнийского обыкновенного ската едят в Америке, на побережье Тихого океана» (Мак-Кормик и др., 1971, с. 143). Он же сообщает, что во французской кулинарной энциклопедии есть такие блюда, как заливное из ската, рагу из ската и печень ската. Огромное количество блюд из скатов имеется в кухне стран Азии, где они употребляются в пищу в сыром, сушеном, вяленом, вареном и жареном виде. Печень скатов во многих странах используется также для получения технического жира и медицинских препаратов.

Из вышесказанного следует, что значительные запасы скатов дальневосточных морей России явно недоиспользуются. Следовательно, при организации крупномасштабного ярусного лова можно будет добывать скатов в больших количествах, что при соответствующей рекламе позволит расширить ассортимент рыбных продуктов у нас в

стране, а также значительно увеличить экспорт скатов в страны, где они традиционно пользуются спросом.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Борец Л.А.** Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. — Владивосток: ТИНРО-центр, 1997. — 217 с.

**Долганов В.Н.** Руководство по определению хрящевых рыб дальневосточных морей СССР и сопредельных вод. — Владивосток: ТИНРО, 1983. — 92 с.

**Мак-Кормик Г., Аллен Т., Янг В.** Тени в море. — Л.: Гидрометиздат, 1971. — 295 с.

**Тюрин П.В.** Фактор естественной смертности рыб и его значение при регулировании рыболовства // Вопр. ихтиол. — 1962. — Т. 2, вып. 3. — С. 403–427.

*Поступила в редакцию 8.12.99 г.*

## СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД (2003–2018 ГГ.)

С 2003 г. в стандартные сроки (поквартально), т.е. в соответствии с четкой периодичностью, ежегодно выходят в свет 4 тома Известий ТИНРО. За этот период напечатано 64 тома, в которых содержится 1618 статей и научных сообщений (по 193 том, в 2018 г. еще будет 2 тома — 194 и 195). Согласно правилам периодического издания статьи размещаются по следующим разделам: Биологические ресурсы, Условия обитания промысловых объектов, Аквакультура, Промысловое рыболовство, Технология обработки гидробионтов, Экономические исследования, Методика исследований.

С 2002 г. Известия ТИНРО включены в Перечень ВАК (в настоящий Перечень — как издание, имеющее переводную версию (с 2008 г.), которая входит в международные базы данных и системы цитирования — CA(pt), Scopus, Springer, WoS).

С середины первого десятилетия текущего столетия поступательно уменьшалось финансирование рыбохозяйственной науки. Этому сопутствовало сокращение до критического уровня в результате старения научного флота. Ослаб и кадровый состав специалистов. По существу прекратились работы на перспективу, и значительная часть усилий науки стала тратиться на текущее обслуживание рыбной отрасли во временном промежутке в 1–2 года, при этом только в пределах собственной экономической зоны. Как исключение в этом смысле стали экспедиции по международным лососевым программам BASIS-1 (2007–2006 гг.) и BASIS-2 (2007–2011 гг.), когда специалисты ТИНРО-Центра работали не только на российских научных судах, но и на судах США и Японии.

Тенденции к потере комплексности института, проявившиеся в предыдущий период, продолжали развиваться. Существенно сократившиеся подразделения аквакультуры и технологии все больше базировались на исследованиях советского периода.

В то же время при значительном сокращении количества экспедиций и фронта экспедиционных исследований в целом, благодаря накопленному опыту (и знаниям) по организации комплексных исследований, научились работать более экономно и во время одного рейса поэтапно выполнять (хотя и не в полном масштабе) задачи прежних 2–3 экспедиций.

Ощутимую отдачу в понимании сложных природных процессов в популяциях, сообществах и биоценозах в 2000-е гг. стали давать и экосистемные (биоценологические) исследования биологических ресурсов, начатые ТИНРО в 1980 г. В 1980–1990-е гг. с учетом биоценологических принципов была перестроена большая часть мониторинговых экспедиционных съемок с тотальным учетом всех изучаемых компонентов биоты. За эти два десятилетия были накоплены большие ряды наблюдений за состоянием и динамикой пелагических и донных сообществ. Эти ряды по основным районам были продолжены и в 2000-е гг. Таким образом, была сформирована солидная база количественной информации по зоопланктону, nektonу и nektoбентосу, основанная на данных десятков тысяч стандартных обловов. Для изучения трофических отношений в сообществах было обработано около 1 млн желудков рыб и беспозвоночных.

Некоторая часть информации из этих баз данных в виде статей была опубликована и в Известиях ТИНРО. И в целом результаты экосистемных исследований биологических ресурсов (состав, структура и динамика сообществ и популяций, экологическая емкость, био- и рыбопродуктивность водоемов и ландшафтных зон, трофические связи и потоки вещества и энергии в биоценозах) также нашли отражение в Известиях ТИНРО.

Как и во все предыдущие периоды, значительная часть усилий специалистов «НТО ТИНРО» направлена на мониторинг сырьевой базы рыболовства, прогнозирование динамики численности и уловов сотен единиц промысловых запасов рыб и нерыбных объектов в Дальневосточном рыбопромысловом бассейне, где ежегодно добывается более двух третей российского вылова гидробионтов.

Из опубликованных в современный период статей в первую очередь заслуживают упоминания:

**А.В. Бугаев** «Идентификация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* по чешуйным критериям в юго-западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период преднерестовых миграций. Сообщение 1 (формирование реперных баз данных)» (2003 г., т. 132, с. 154–177); «Идентификация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* по чешуйным критериям в юго-западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период преднерестовых миграций. Сообщение 2 (пространственное и темпоральное распределение)» (2003 г., т. 132, с. 178–203); «Идентификация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* по чешуйным критериям в юго-западной части Берингова моря и сопредельных водах Тихого океана в период преднерестовых миграций. Сообщение 3 (оценка промыслового изъятия)» (2003 г., т. 132, с. 204–229).

**И.В. Волвенко** «Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке» (2003 г., т. 132, с. 27–42).

**О.С. Темных, А.Н. Старовойтов, И.И. Глебов, А.Ю. Мерзляков, В.В. Свиридов** «Тихоокеанские лососи в пелагических сообществах южной части Охотского моря» (2003 г., т. 132, с. 112–153).

**А.Ф. Волков, К.М. Горбатенко, А.Ю. Мерзляков** «Планктон, состояние кормовой базы и питание массовых рыб эпи- и мезопелагиали Охотского моря в зимне-весенний период» (2003 г., т. 133, с. 169–235).

**О.Н. Лукьянова** «Молекулярные биомаркеры в экологическом мониторинге морских экосистем» (2003 г., т. 133, с. 271–281).

**А.Е. Кузин** «Морские млекопитающие Берингова моря (ретроспективный анализ промысла и численности)» (2003 г., т. 134, с. 46–100).

**А.В. Бугаев, В.Ф. Бугаев** «Многолетние тенденции промысла и динамики численности азиатских стад нерки *Oncorhynchus nerka*» (2003 г., т. 134, с. 101–119).

**С.Ю. Глебова** «Типы атмосферных процессов над дальневосточными морями, межгодовая изменчивость их повторяемости и сопряженность» (2003 г., т. 134, с. 209–257).

**А.В. Бугаев** «Идентификация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* в юго-западной части Берингова моря и сопредельных водах северо-западной части Тихого океана по материалам траловых съемок НИС «ТИНРО» в сентябре-октябре 2002 г.» (2003 г., т. 135, с. 30–45).

**Н.В. Колпак** «Ихтиоцен прибрежных вод северного Приморья: состав, структура, пространственно-временная изменчивость. I. Видовой состав» (2004 г., т. 136, с. 3–40); «Ихтиоцен прибрежных вод северного Приморья: состав, структура, пространственно-временная изменчивость. II. Видовая структура и изменчивость» (2004 г., т. 138, с. 37–65); «Ихтиоцен прибрежных вод северного Приморья: состав, структура, пространственно-временная изменчивость. III. Распределение рыб в прибрежных биотопах» (2004 г., т. 139, с. 3–18).

**И.В. Волвенко** «ГИС для анализа сезонной и межгодовой пространственно-временной динамики nekтона Охотского моря» (2004 г., т. 137, с. 144–176).

**С.В. Давыдова** «Динамика численности основных массовых эпипелагических видов рыб в Японском море во второй половине XX века и факторы, ее обуславливающие» (2004 г., т. 137, с. 119–143).

**А.Н. Вдовин, Д.В. Измятинский, С.Ф. Соломатов** «Основные результаты исследований рыб морского прибрежного комплекса Приморья» (2004 г., т. 138, с. 168–190).

**В.В. Напазаков** «Трофические связи рыб в донных ихтиоценах западной части Берингова моря» (2004 г., т. 139, с. 19–42).

**Д.А. Терентьев, П.М. Василец** «Структура уловов на рыбных промыслах в северо-западной части Берингова моря» (2005 г., т. 140, с. 18–36).

**Е.П. Дулепова** «Экосистемные исследования ТИНРО-центра в дальневосточных морях» (2005 г., т. 141, с. 3–29).

**А.В. Бугаев и Е.А. Шевляков** «Травмированность тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* spp. некоторыми видами хищников по данным дрейфтерных уловов в экономической зоне России 2004 г.» (2005 г., т. 142, с. 46–63).

**О.И. Пущина** «Питание и пищевые взаимоотношения массовых видов донных рыб в водах Приморья в весенний период» (2005 г., т. 142, с. 246–269).

**А.Ф. Волков, Н.А. Кузнецова, А.М. Слабинский** «Структура планктонного сообщества Берингова моря в летне-осенний период (итоги 3-летней работы российско-японско-американской экспедиции по программе «BASIS»)» (2005 г., т. 143, с. 219–239).

**А.В. Буслов, О.Б. Тепнин, А.Ю. Дубинина** «Весенний ихтиопланктон в районе глубоководных каньонов Авачинского залива (восточная Камчатка)» (2006 г., т. 144, с. 226–246).

**Н.Т. Долганова, Н.В. Колпаков, В.И. Чучукало** «Питание и пищевые отношения рыб прибрежных вод северного Приморья» (2006 г., т. 144, с. 140–179).

**Е.П. Дулепова, А.Ю. Мерзляков** «Сравнительный анализ основных компонентов южной и северной пелагических подсистем Охотского моря» (2007 г., т. 148, с. 23–41).

**Ким Сен Ток** «Современная структура и тенденции изменения ресурсов демерсальных рыб в восточносахалинских водах» (2007 г., т. 148, с. 74–92).

**И.В. Волвенко** «Новая ГИС интегральных характеристик макрофауны пелагиали северо-западной Пацифики» (2007 г., т. 149, с. 3–20); «Видовое разнообразие макрофауны пелагиали северо-западной Пацифики» (2007 г., т. 149, с. 21–63).

**В.А. Надточий, Л.Л. Будникова, Р.Г. Безруков** «Некоторые результаты бонитировки бентоса в российских водах дальневосточных морей: состав и количественное распределение (Охотское море)» (2007 г., т. 149, с. 310–337).

**А.В. Бугаев, Е.А. Заволокина, Л.О. Заварина, А.О. Шубин, С.Ф. Золотухин, Н.Ф. Капланова, М.В. Волобуев, И.Н. Киреев** «Популяционно-биологические исследования по программе BASIS. Часть 1 – кета *Oncorhynchus keta*» (2007 г., т. 151, с. 115–152).

**А.В. Бугаев** «Популяционно-биологические исследования по программе BASIS. Часть 2 – нерка *Oncorhynchus nerka*» (2007 г., т. 151, с. 153–187); «Популяционно-биологические исследования по программе BASIS. Часть 3 – чавыча *Oncorhynchus tshawytscha*» (2007 г., т. 151, с. 188–205).

**А.Ф. Волков, А.Я. Ефимкин, Н.А. Кузнецова** «Результаты исследований питания тихоокеанских лососей в 2002(2003) – 2006 гг. по программе «BASIS»)» (2007 г., т. 151, с. 365–402).

**И.И. Глебов** «Распределение и миграции нерки (*Oncorhynchus nerka*) в летне-осенний период 2002–2006 гг. в западной части Берингова моря» (2007 г., т. 151, с. 61–74); «Распределение и миграции кижуча (*Oncorhynchus kisutch*) в летне-осенний период 2002–2006 гг. в западной части Берингова моря» (2007 г., т. 151, с. 75–82); «Распределение и миграции чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) в летне-осенний период 2002–2006 гг. в западной части Берингова моря» (2007 г., т. 151, с. 83–95).

**А.Ф. Волков** «Среднегодовое распределение характеристик зоопланктона Охотского и Берингова морей и СЗТО (межгодовые и сезонные значения биомассы, доминирование)» (2008 г., т. 152, с. 253–270).

**В.И. Габрюк, В.В. Кудакаев, В.В. Чернецов** «Моделирование распорных устройств орудий рыболовства» (2008 г., т. 153, с. 355–380).

**В.И. Габрюк** «Методика моделирования хребтин ярусов» (2008 г., т. 153, с. 381–385).

**В.И. Габрюк, А.Н. Бойцов** «Механика хребтин ярусов» (2008 г., т. 153, с. 386–391).

**К.М. Горбатенко, С.И. Княшко, А.Е. Лаженцев, В.А. Надточий, А.Б. Савин** «Трофические связи пелагических и донных животных западной части Берингова моря по данным содержания желудков и анализа стабильных изотопов углерода и азота» (2008 г., т. 154, с. 144–164).

**В.Н. Акулин и Б.И. Покровский** «Инновационная стратегия преодоления современного кризиса рыбной промышленности Дальнего Востока» (2009 г., т. 156, с. 370–374).

**К.М. Горбатенко, С.И. Кияшко, А.Е. Лаженцев** «Питание и состав стабильных изотопов углерода и азота тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* spp. в Охотском море и сопредельных водах Тихого океана» (2009 г., т. 156, с. 159–173).

**А.В. Буслов** «О нересте минтая (*Theragra chalcogramma*) у юго-западного побережья Камчатки» (2009 г., т. 158, с. 128–141).

**И.В. Волвенко** «Взаимная обусловленность интегральных характеристик макрофауны пелагиали северо-западной Пацифики» (2009 г., т. 159, с. 3–34).

**Н.С. Фадеев** «Минтай Японского моря. Сроки и районы нереста, популяционный состав» (2009 г., т. 159, с. 70–100).

**А.Г. Слизкин, В.Н. Кобликов, П.А. Федотов** «К методике оценки запасов и доли изъятия глубоководных крабов рода *Chionoecetes* по данным ловушечных съемок» (2010 г., т. 160, с. 24–43).

**М.Е. Шаповалов** «Внутривидовая структура верхогляда *Chanodichthys erythropterus* озера Ханка» (2010 г., т. 162, с. 36–60).

**Н.Т. Долганова** «Зоопланктон Японского моря как потенциальная кормовая база для пастбищного выращивания лососей» (2010 г., т. 163, с. 311–337).

**А.В. Заволокин** «Медузы дальневосточных морей России. 1. Видовой состав и распространение» (2010 г., т. 163, с. 45–66); «Медузы дальневосточных морей России. 2. Вертикальное распределение и миграции» (2010 г., т. 163, с. 67–84); «Медузы дальневосточных морей России. 3. Биомасса и численность» (2011 г., т. 164, с. 74–92).

**Д.С. Павлов, Е.А. Кириллова, П.И. Кириллов** «Покатная миграция молоди лососевых рыб в р. Утхолок и ее притоках (северо-западная Камчатка). Сообщение 1. Покатная миграция молоди первого года жизни» (2010 г., т. 163, с. 3–44); «Покатная миграция молоди лососевых рыб в р. Утхолок и ее притоках (северо-западная Камчатка). Сообщение 2. Покатная миграция молоди второго и последующих лет жизни» (2011 г., т. 164, с. 27–73).

**Ю.И. Зуенко, Е.А. Першина** «Изменчивость температуры воды и сроков весеннего «цветения» на нерестилищах сардины иваси в Японском море» (2011 г., т. 165, с. 251–264).

**С.В. Найденко, А.Я. Ефимкин, К.А. Карякин, А.А. Баланов, А.Л. Фигуркин, С.С. Пономарев, А.В. Климов, А.В. Кожевников, И.Ю. Спирин** «Состав, биомасса и распределение рыб и кальмаров в верхней эпипелагиали зоны Субарктического фронта в зимне-весенний период 2010 г.» (2011 г., т. 165, с. 15–32).

**Ю.И. Зуенко** «Межгодовые изменения районов и сроков массового нереста сардины иваси в Японском море и их значение для воспроизводства сардины» (2011 г., т. 166, с. 103–122).

**И.В. Волвенко** «Многомерное пространство интегральных характеристик: инвариантность его структуры для различных биоценотических группировок» (2012 г., т. 168, с. 9–25); «Многомерное пространство интегральных характеристик биоценотических группировок: самоподобие или масштабная инвариантность его структуры» (2012 г., т. 168, с. 26–41).

**А.Ф. Волков** «Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «НРАФС» (экспедиция BASIS). Часть 1. Восточные районы» (2012 г., т. 169, с. 45–66); «Результаты исследований зоопланктона Берингова моря по программе «НРАФС» (экспедиция BASIS). Часть 2. Западные районы» (2012 г., т. 170, с. 151–171).

**К.М. Горбатенко, В.А. Надточий, С.И. Кияшко** «Трофический статус макробентоса шельфа западной Камчатки по данным анализов стабильных изотопов азота ( $\delta^{15}\text{N}$ ) и углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ )» (2012 г., т. 171, с. 168–174).

**Н.Т. Долганова** «Зимний планктон российских вод Японского моря» (2013 г., т. 172, с. 161–180).

**О.А. Иванов** «Зоогеографическое районирование пелагиали тихоокеанских вод Камчатки и Курильских островов на основе ареалов нектона» (2013 г., т. 172, с. 3–9).

**В.П. Шунтов и О.С. Темных** «Иллюзии и реалии экосистемного подхода к изучению и управлению морскими и океаническими ресурсами» (2013 г., т. 173, с. 3–29).

**А.Ф. Волков** «Распределение и количественные показатели меропланктона в Беринговом и Охотском морях» (2013 г., т. 173, с. 130–145); «Сезонная и многолетняя динамика в планктоне эпипелагиали присахалинских вод Охотского моря» (2013 г., т. 174, с. 170–186); «Сезонная и многолетняя динамика в планктоне эпипелагиали прикамчатских вод Охотского моря» (2013 г., т. 175, с. 206–233).

**К.М. Горбатенко, С.И. Княшко, А.Е. Лаженцев, В.А. Надточий, А.Б. Савин** «Трофические отношения и бенто-пелагические связи на западнокамчатском шельфе по данным анализа содержимого желудков и стабильных изотопов  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$ » (2013 г., т. 175, с. 3–25).

**С.В. Найденко и А.А. Хоружий** «Пищевая обеспеченность нектона эпипелагиали прикурильских вод Тихого океана в летние периоды 2000-х гг.» (2014 г., т. 176, с. 240–260).

**И.В. Волвенко** «Многомерное пространство интегральных характеристик биоценологических группировок: инвариантность его структуры относительно различных мер (и единиц измерения) этих характеристик» (2014 г., т. 176, с. 37–50); «Новая база данных донных траловых станций, выполненных в дальневосточных морях и северной части Тихого океана в 1977–2010 гг.» (2014 г., т. 177, с. 3–24); «Сравнение дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана по интегральным характеристикам траловой макрофауны пелагиали и дна» (2014 г., т. 178, с. 58–67).

**П.Ю. Андронов и А.В. Датский** «Закономерности пространственной изменчивости структуры донных сообществ рыб шельфа северо-западной части Берингова моря» (2014 г., т. 177, с. 40–76).

**С.А. Блохин, Д.И. Литовка** «Серый кит *Eschrichtius robustus* Дальнего Востока России: история открытия, изучения и добычи» (2014 г., т. 179, с. 65–80); «Морфофизиологическая характеристика серых китов, добытых в Северной Пацифике в 20-м столетии» (2014 г., т. 179, с. 81–90).

**Н.Т. Долганова и В.В. Надточий** «Состав, сезонная и межгодовая динамика зоопланктона залива Петра Великого (Японское море)» (2015 г., т. 181, с. 169–190).

**А.О. Золотов, О.Г. Золотов, И.Ю. Спирин** «Многолетняя динамика биомассы и современный промысел северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* в тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов» (2015 г., т. 181, с. 3–22).

**О.А. Иванов и В.В. Суханов** «Некоторые аспекты биогеографии в приложении к районированию дальневосточных морей России и сопредельных вод Тихого океана» (2015 г., т. 183, с. 3–26).

**К.М. Горбатенко, С.И. Княшко, А.Е. Лаженцев, П.О. Емелин, Р.П. Гришан** «Донно-пелагические связи в глубоководной части Охотского моря по данным анализа стабильных изотопов  $\text{C}$  и  $\text{N}$ » (2015 г., т. 183, с. 200–216).

**А.М. Хрусталева, Н.В. Кловач** «Внутрипопуляционная дифференциация нерки *Oncorhynchus nerka* озерно-речных систем восточного побережья Камчатки» (2015 г., т. 183, с. 27–40).

**А.Ф. Волков** «Таблицы и графики по трофологии минтая западной части Берингова моря» (2016 г., т. 185, с. 175–184); «Элементарная трофология тихоокеанских лососей в Беринговом море. Видовые и региональные отличия. Обеспеченность пищей при различных условиях среды» (2016 г., т. 187, с. 162–186).

**Г.С. Гаврилова и Л.Н. Ким** «Эффективность культивирования приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) в Уссурийском заливе (Японское море)» (2016 г., т. 185, с. 240–250).

**С.В. Найденко и О.С. Темных** «Выживаемость тихоокеанских лососей в Северной Пацифике в зимне-весенний период» (2016 г., т. 185, с. 67–94).

**В.И. Звалинский, А.А. Марьяш, П.Я. Тищенко, С.Г. Сагалаев, П.П. Тищенко, М.Г. Швецова, Р.В. Чичкин, Т.А. Михайлик, А.М. Колтунов** «Производственные характеристики эстуария реки Раздольной в период ледостава» (2016 г., т. 185, с. 155–174).

**В.П. Шунтов и И.В. Волвенко** «Дополнения к генерализованным количественным оценкам макрофауны бентали в дальневосточных морях и сопредельных водах

Тихого океана. Сообщение 1. Региональные особенности распределения биомассы рыб» (2016 г., т. 186, с. 3–31); «Дополнения к генерализованным количественным оценкам макрофауны бентали в дальневосточных морях и сопредельных водах Тихого океана. Сообщение 2. Региональные и батиметрические особенности распределения биомассы и плотности концентраций рыб и некоторых групп беспозвоночных» (2016 г., т. 186, с. 32–60).

**Н.В. Колпаков** «Антропогенное загрязнение эстуариев южного Приморья» (2016 г., т. 187, с. 3–18).

**С.В. Найдено и А.А. Хоружий** «Трофодинамика nektonных сообществ эпипелагиали северо-западной части Тихого океана в летний и зимний периоды» (2017 г., т. 188, с. 181–203).

**В.П. Шунтов, О.С. Темных, О.А. Иванов** «Об устойчивости стереотипов в представлениях о морской экологии тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.)» (2017 г., т. 188, с. 3–36).

**В.П. Шунтов** «Об упрощенных трактовках лимитирующих факторов и динамики численности некоторых промысловых рыб дальневосточных вод» (2017 г., т. 189, с. 35–51).

**О.А. Иванов** «Смена парадигм в управлении рыболовством: от концепции к реализации?» (2017 г., т. 190, с. 3–17).

**А.В. Бугаев** «Оценка влияния численности стад и глобальной температурной аномалии на среднюю массу тела тихоокеанских лососей в бассейне Северной Пацифики» (2017 г., т. 191, с. 3–33).

**А.М. Каев** «Снижение численности горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Сахалино-Курильском регионе как следствие действия экстремальных факторов среды» (2018, т. 192, с. 3–14).

**В.П. Шунтов, О.С. Темных** «Среднедолголетняя биомасса и доминирующие виды рыб в донных и придонных биотопах Охотского моря. Сообщение 1. Состав и количественное соотношение видов на шельфе разных районов моря» (2018 г., т. 193, с. 3–19); «Среднедолголетняя биомасса и доминирующие виды рыб в донных и придонных биотопах Охотского моря. Сообщение 2. Состав и количественное соотношение видов на свале глубин в разных районах моря» (2018 г., т. 193, с. 20–32).

В результате многолетнего мониторинга сырьевой базы рыболовства институтами «НТО ТИНРО» и масштабных экосистемных исследований ТИНРО-Центра биологических ресурсов дальневосточных вод России изменились многие представления о природе их вод, в том числе о био- и рыбопродуктивности, лимитирующих факторах развития биоты (включая промысловых гидробионтов), о месте и роли конкретных таксономических и экологических групп в функционировании макросообществ. Новые данные и представления рассматривались во многих публикациях в разных изданиях, а также в Известиях ТИНРО.

Несмотря на обилие новых данных многие прежние представления, ранее вошедшие в учебники и другие обобщения, оказались очень устойчивыми (т.е. живучими). Поэтому в Известиях ТИНРО в 2000-е гг. появились целенаправленные критические публикации, которые призывают к анализу новых данных и к дискуссиям по различным неоднозначно трактуемым вопросам и темам. Такими публикациями, в частности, являются статьи В.П. Шунтова, О.С. Темных и О.А. Иванова в приведенном выше списке за 2017 г. Кроме них, в 2004–2016 гг. в Известиях ТИНРО были опубликованы аналогичные статьи об экологической емкости океанической пелагиали для лососей (В.П. Шунтов, О.С. Темных, 2004 г., т. 138, с. 19–36; В.П. Шунтов и др., 2010 г., т. 160, с. 149–184, 185–208; т. 161, с. 3–25, 25–52); о факторах, определяющих динамику биоты макроэкосистем Берингова моря (В.П. Шунтов, О.С. Темных, 2008 г., т. 155, с. 3–32, 33–65); о месте и роли морских млекопитающих в морских и океанических сообществах (В.П. Шунтов, О.А. Иванов, 2015 г., т. 181, с. 57–76); о причинах динамики численности минтая в Беринговом море (В.П. Шунтов, 2016 г., т. 185, с. 31–48).

Ниже из публикаций современного периода приводятся некоторые научные сообщения, опубликованные до 2007 г.

**Б.И. Сиренко, А.Ф. Алимов**  
(Зоологический институт РАН, г. Санкт-Петербург)

## АРКТИЧЕСКИЕ МОРСКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Зоологический институт Российской академии наук, имеющий почти 200-летнюю историю, издавна занимается изучением морской фауны России. После образования лаборатории морских исследований в 1960 г. эти изыскания заметно активизировались. Применение легководолазного снаряжения и новых водолазных методик сбора материала позволило изучать также и мелководные участки шельфа, недоступные судовым орудиям лова.

С начала 60-х гг. до наших дней лабораторией морских исследований было проведено более 50 морских экспедиций по всем северным и дальневосточным морям России (рис. 1). В этих экспедициях изучались литоральные, мелководные и глубоководные экосистемы до глубины 4 000 м.



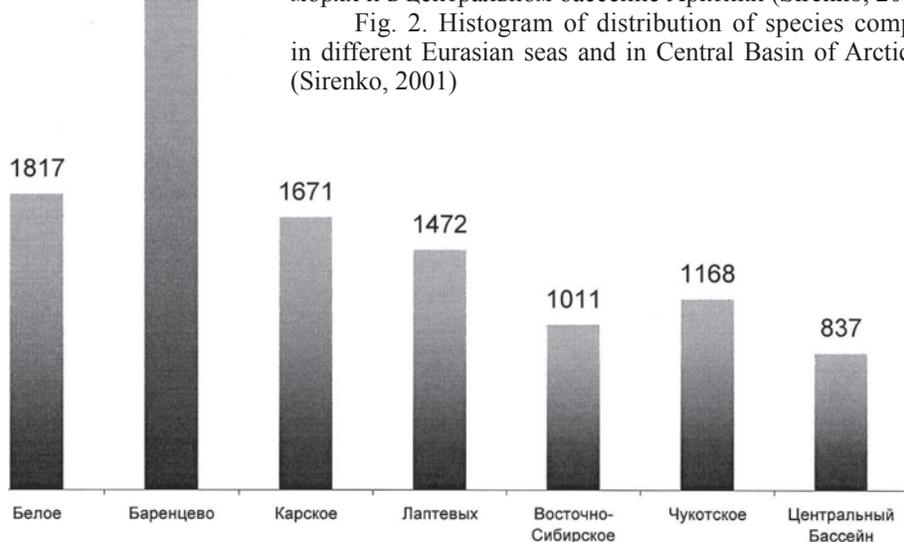
Fig. 1. Regions of investigation of the Zoological Institute RAS in Arctic and Far Eastern seas during last 40 years from 1962 till 2001

Собранный в экспедициях материал значительно пополнил фондовые коллекции Зоологического института. Большая часть арктического материала уже обработана, что позволяет провести анализы и выяснить некоторые закономерности распределения фауны в Северном Ледовитом океане.

Фауна арктических евразийских морей (Баренцево, Белое, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское), а также глубоководной части Арктики насчитывает около 4800 видов свободноживущих беспозвоночных (List..., 2001) (рис. 2) и около 250 видов рыб.

Наиболее богатым оказывается Баренцево море, в котором обитает 3245 видов беспозвоночных. Беломорская фауна содержит 1817 видов. Число видов беспозвоночных постепенно уменьшается при продвижении на восток, что демонстрирует влияние Атлантического океана на состав фауны: 1671 вид известен для Карского моря, 1472 вида — для моря Лаптевых, 1011 видов — для Восточно-Сибирского моря. Лишь в Чукотском море заметно увеличение числа видов до 1168, что отражает влияние Тихого

Рис. 2. Гистограмма распределения видового состава свободноживущих беспозвоночных в различных евразийских морях и в центральном бассейне Арктики (Sirenko, 2001)



океана. Для глубоководной части Арктического бассейна, прилегающей к евразийским морям, известно 837 видов.

Анализ распространения различных донных биоценозов в арктических евразийских морях дает нам возможность выявить некоторые закономерности (рис. 3).

Оказалось, что для этих морей характерно поясное распределение доминирующих групп беспозвоночных. Вблизи больших рек в опресненных участках располагается эстуарно-арктический комплекс, в котором доминируют двустворчатые моллюски *Portlandia aestivalis* и *Cyrtodaria kurriana* и некоторые ракообразные. В более открытых водах на шельфе до глубины примерно 60 м располагается широкий пояс, занятый биоценозами с доминированием различных видов двустворок: *Astarte borealis*, *A. montagui*, *Macoma calcarea*, *Portlandia arctica*, *Nuculana radiata*, *Leionucula tenuis* и др. На глубинах 60–550 м распространен также широкий пояс биоценозов, где доминируют офиуры *Ophiocten sericeum*, *Ophiopleura borealis*, *Ophiocantha bidentata* и некоторые виды полихет.

Глубже 550–600 м поясность выражена слабо. Там располагаются сообщества, где в основном доминируют полихеты *Aglaophamus malmgreni*, *Maldane arctica*, *Jasmineira schaudinni* и др., а также иногда сипункулиды, зоантарии, амфиподы и другие группы. В отдельных участках на глубинах 1580–3310 м встречены животные глубоководного арктического комплекса: голотурии (*Kolga hyalina*, *Elpidia heckeri*), ежи (*Pourtalesia jeffreysi*) и двустворки (*Ciclopecten frigidus*). На склонах подводных хребтов и на материковых склонах у островов в местах выхода твердых пород грунта, от 500 м до глубины 2 000 м, находятся биоценозы с доминированием губок.

Одной из важнейших наших задач, имеющих народнохозяйственное значение, является изучение количественного распределения жизни в арктических морях. Воды Атлантики входят в Арктический бассейн с низким содержанием биогенов. Более богатые биогенами тихоокеанские воды, проходящие через мелководный Берингов пролив, не могут оказывать значительного влияния на Арктику вследствие их малой мощности. Основным источником биогенов в морях Карском, Лаптевых и Восточно-Сибирском служит речной сток крупных сибирских рек. Короткий срок вегетации фитопланктона, ограниченный коротким летом и плотным многолетним льдом, покрывающим большую часть арктических морей, является результатом низкой продукции фитопланктона, не превышающей 500–1500 ккал/м<sup>2</sup> в год, а в районах с сильным развитием паковых льдов редко составляющей больше 60–150 ккал/м<sup>2</sup> (Скарлато, Голиков, 1985). К этому следует добавить продукцию криопелагических биоценозов, дающих в год в среднем

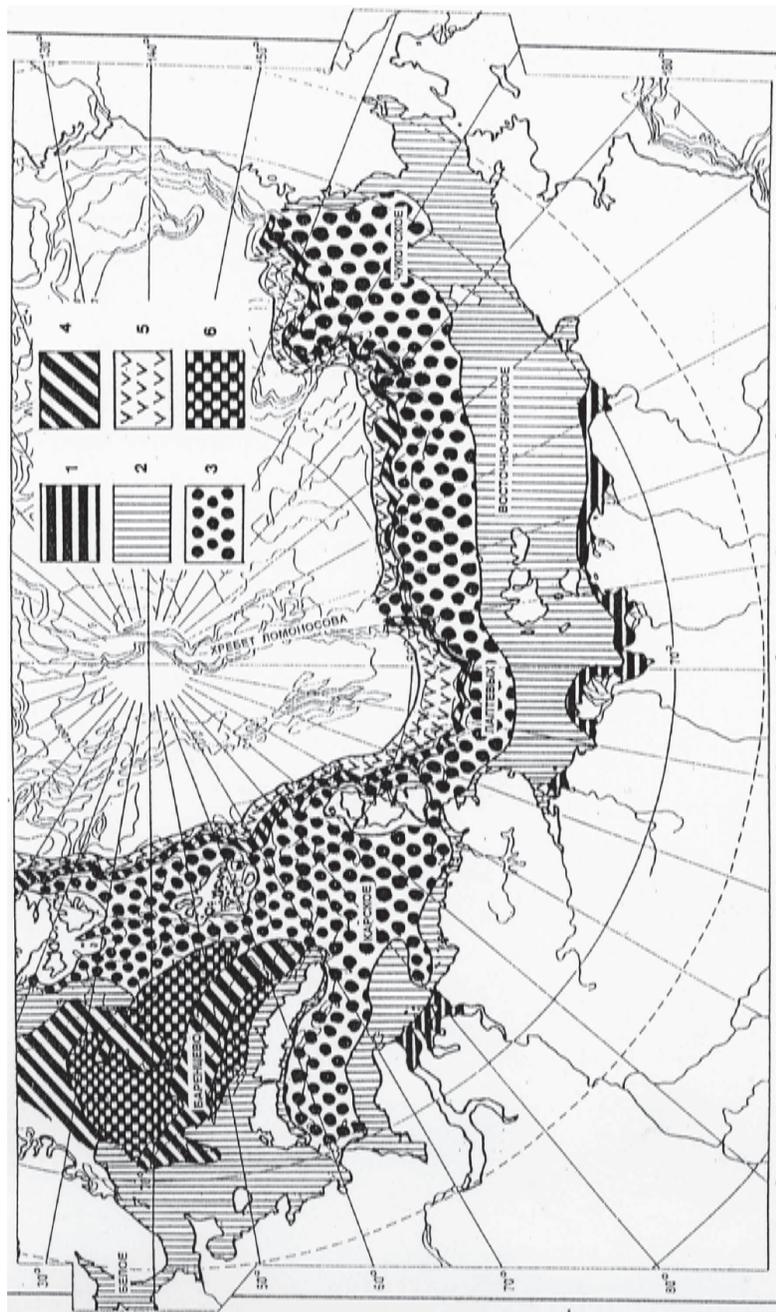


Рис. 3. Схема распределения основных групп донных биодонатов в российских морях Арктики: 1 — эстуарно-арктический комплекс (доминирующие виды: *Portlandia aestuariorum*, *Cyrtodaria kurriana*, *Rhizomolgula globularis*, *Saduria entomon*); 2 — двустворчатые моллюски (доминирующие виды: *Astarte borealis*, *A. montagui*, *A. crenata*, *Macomoma calcareo*, *Nuculana pernula*, *N. radiata*, *Latonicula tenuis*, *Portlandia arctica*, *Yoldia hyperborea*, *Ciliatocardium ciliatum*); 3 — офиуры и полихеты (доминирующие виды: *Ophiosten sericeum*, *Ophiocantha bidentata*, *Ophiopleura borealis*, *Spiochaetopterus typicus* и др.); 4 — полихеты (доминирующие виды: *Aglaophamus malmgreni*, *Maldane arctica*, *Jasmineira schudinni*); 5 — иглокожие (доминирующие виды: *Elpidia glacialis*, *Kolga hyalina*, *Pourtalesia jeffreysi*); 6 — sipункулиды. Схема составлена на основании всех литературных и неопубликованных данных (Сиренко, 1998)

Fig. 3. Chart of distribution of main group of bottom communities in Russian Arctic seas: 1 — estuarine arctic complex (dominated species: *Portlandia aestuariorum*, *Cyrtodaria kurriana*, *Rhizomolgula globularis*, *Saduria entomon*); 2 — bivalves (dominated species: *Astarte borealis*, *A. montagui*, *A. crenata*, *Macomoma calcareo*, *Nuculana pernula*, *N. radiata*, *Latonicula tenuis*, *Portlandia arctica*, *Yoldia hyperborea*, *Ciliatocardium ciliatum*); 3 — brittle stars and polychaetes (dominated species: *Ophiosten sericeum*, *Ophiocantha bidentata*, *Ophiopleura borealis*, *Spiochaetopterus typicus* and others); 4 — polychaetes (dominated species: *Aglaophamus malmgreni*, *Maldane arctica*, *Jasmineira schudinni*); 5 — echinoderms (dominated species: *Elpidia glacialis*, *Kolga hyalina*, *Pourtalesia jeffreysi*); 6 — sipunculids. The chart was compiled on the basis of all published and unpublished data (Сиренко, 1998)

300 ккал/м<sup>2</sup>, а в морях Баренцевом и Белом, где бореальные воды способствуют развитию макрофитов, последние также могут давать существенную прибавку к первичной продукции (Скарлато, Голиков, 1985). Следует заметить, что сильная замутненность шельфовых вод в сибирских морях приводит к существенному уменьшению первичной продукции в них. Плотность поселений и биомасса зоопланктона сокращаются с запада на восток по мере удаления от Атлантики. Но особенно хорошо заметно уменьшение в этом же направлении плотности поселений и биомассы бентоса. Средняя биомасса бентоса в Баренцевом море — 111,8 г/м<sup>2</sup>, в Карском — 41,5, а в море Лаптевых — 60 г/м<sup>2</sup> (табл. 1).

Таблица 1  
Максимальная и средняя биомассы бентоса в северных и дальневосточных морях России, г/м<sup>2</sup>  
Table 1  
Maximal and average biomass of benthos in Northern and Far Eastern Seas of Russia, g/m<sup>2</sup>

Район	Макс.	Средн.	Источник данных
Баренцево море	400–6 000	111,8	Нейман, 1988
Карское море	300	41,5	«
Море Лаптевых	300	60	Petryashov et al., 1999
Восточно-Сибирское море, Чаунская губа	2 350	74–327	Голиков и др., 1994
Чукотское море, юго-восточная часть	2 000	300–670	Сиренко, Колтун, 1992
Берингово море, Анадырский залив и юго-западнее о. Св. Лаврентия	2 800	78–1 400	«
Берингово море	500–1000	145,9	Нейман, 1988
Охотское море		160,7	«
Охотское море, Гижигинская губа	1000	470	Виноградова, 1954

Установлено наличие существенной корреляции величины биомассы зообентоса в евразийских морях со среднегодовой продолжительностью ледового покрова 20 %-ной сплоченности. На построенных картах распределения кромки льда и распределения биомассы зообентоса области высоких величин биомассы бентоса совпали с положением изолиний среднегодовой продолжительности ледового покрова 20 %-ной сплоченности и местоположением стационарных полыней (Denisenko, 2002).

Таким образом, ледовая кромка может рассматриваться как один из основных факторов увеличения первичной продукции планктона, которое обуславливает повышение локальной продуктивности зообентоса в арктических морях. Однако следует отметить, что эти районы занимают лишь небольшую часть площади морей и не могут существенно повысить продуктивность арктических водоемов.

Работа, проведенная сотрудником Зоологического института С.Г. Денисенко (Denisenko, 2001) по определению воздействия промысла на биоту, показала, что изменения биомассы бентоса вдоль разреза «Кольский меридиан» очень хорошо коррелируют ( $r^2 = 0,987$ ) с интенсивностью донных тралений в прилегающих районах.

Реакция зообентоса на интенсивность тралений выражается в уменьшении биомассы с задержкой в 4 года, которая, очевидно, обуславливается средней продолжительностью жизни донных организмов (рис. 4). Величина, обратная этому значению, практически совпадает с величиной Р/В-соотношения, которое для всего зообентоса в Баренцевом море оценивается разными авторами в пределах 0,2–0,3. Исходя из этого можно предположить, что основную роль в снижении биомассы в результате тралений играет не прямое уничтожение взрослых животных, а сокращение репродуктивного потенциала популяций.

Таким образом, донные траления представляются одним из главных причинных факторов многолетних флюктуаций донной фауны в Баренцевом море. Отсутствие здесь существенного рыболовства во время второй мировой войны объясняет высокую биомассу зообентоса вдоль разреза «Кольский меридиан» в конце 40-х гг., когда траловый промысел только начинал восстанавливаться. В годы интенсивного рыбного промысла биомасса понизилась более чем в два раза. Незначительные вариации био-

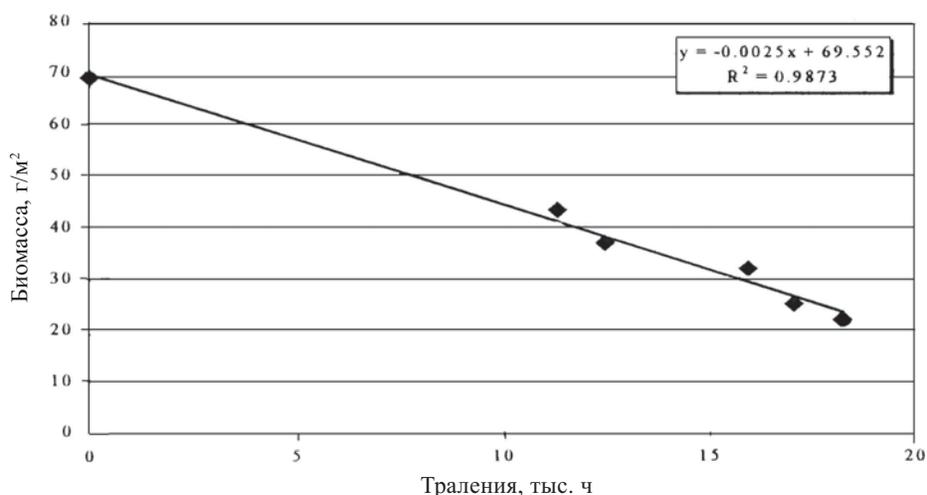


Рис. 4. Зависимость биомассы зообентоса от интенсивности тралений вдоль «Кольского меридиана» (Denisenko, 2001)

Fig. 4. Dependence of zoobenthic biomass from the intenseness of trawlings along «Kola meridian» (Denisenko, 2001)

массы в Печорском море объясняются традиционно малой рыбопромысловой значимостью этого региона.

По-видимому, и в Беринговом море донные траления влияют на бентос. В юго-восточной части Берингова моря спустя 20 лет после существенного сокращения промысла желтоперой камбалы произошло повышение биомассы зообентоса. Это вселяет надежду на то, что морские донные экосистемы все же способны к восстановлению, даже после очень серьезных нарушений (Denisenko, 2001).

В промысловом отношении только краевые евразийские моря: Баренцево, Белое и отчасти Чукотское — имеют значение. Что касается Карского, Лаптевых и Восточно-Сибирского морей, то небольшие запасы промысловых рыб сосредоточены в основном в устьях сибирских рек. Впрочем, в таком глубоко вдающемся в сушу водоеме, как Чаунская губа Восточно-Сибирского моря, где создаются особые, отличные от настоящих арктических, условия, возможна организация местного промысла. Предварительные расчеты сотрудников Зоологического института, проведенные в ходе водолазной экспедиции в Чаунской губе, показали, что в этом огромном водоеме можно добывать в год 420 000 т водорослей, более 90 000 т брюхоногих и двустворчатых моллюсков и свыше 1 300 т рыбы (табл. 2) (Голиков и др., 1994).

В заключение следует отметить, что относительно большое количество органики и биогенов, поступающее ежегодно в Северный Ледовитый океан со стоком в основном сибирских рек, слабо используется в биологических пищевых цепях и быстро захоранивается на шельфах и в глубоководных бассейнах, исключаясь из круговорота.

Совсем другая картина наблюдается в таких крупных антарктических морях, как море Уэдделла, где, благодаря наличию мощной циклонической циркуляционной системы, какой является Круговорот Уэдделла, и богатых донных сообществ, потери биогенов и органики минимальны и большая их часть находится в постоянном биологическом круговороте (Сиренко и др., 2002).

## Литература

- Виноградова Н.Г.** Материалы по количественному учету донной фауны некоторых заливов Берингова и Охотского морей // Тр. ИОАН СССР. — 1954. — Т. 9. — С. 136–158.
- Голиков А.Н., Гагаев С.Ю., Гальцова В.В. и др.** Экосистемы, флора и фауна Чаунской губы Восточно-Сибирского моря // Исслед. фауны морей. — 1994. — Т. 47(55). — С. 4–112.
- Нейман А.А.** Количественное распределение и трофическая структура бентоса шельфов Мирового океана. — М.: ВНИРО, 1988. — 101 с.

Таблица 2  
Ресурсы макрофитов и зообентоса в Чаунской губе Восточно-Сибирского моря  
(Голиков и др., 1994)

Table 2

Resources of macrophytes and zoobenthos in the Chaun Bay, the East Siberian Sea  
(Голиков и др., 1994)

Вид	Запасы, т	Возможное промысловое или кормовое изъятие, т/год
Laminaria spp.	1 253 100	400 000
Fucus distichus	150 000	20 000
Ahnfeltia plicata	11 000	1 500
Трубачи (Neptunea, Buccinum)	64 000	5 200
Astarte borealis	990 000	86 000
Mytilus trossulus	50 600	5 300
Amphipoda	53 200	15 000
Saduria spp.	232 000	5 500
Бычки		
Мухоcephalus verrucosus	7 900	500
Камбала		
Liopsetta glacilis	7 200	300
Муксун		
Coregonus muksun	2 600	67
Голец		
Salvelinus malma	2 700	64
Ряпушка		
Coregonus sardinella sardinella	150	16
Корюшка		
Osmerus eperlanus dentex	90	8
Сайда		
Boreagadus saida	6 600	400

**Сиренко Б.И.** Морская фауна Арктики (по экспедициям Зоологического ин-та РАН) // Биол. моря. — 1998. — Т. 24, вып. 6. — С. 341–350.

**Сиренко Б.И., Арнц В., Смирнов И.С.** Особенности фауны моря Уэдделла // Науч. конф. «Исследования и охрана окружающей среды Антарктики»: Тез. докл. — СПб., 2002. — С. 96–98.

**Сиренко Б.И., Колтун В.М.** К характеристике донных биоценозов Чукотского и Берингова морей // Исследование экосистем Берингова и Чукотского морей. Вып. 3. — М.: Госкомгидромет, 1992. — С. 465–480.

**Скарлато О.А., Голиков А.Н.** Биология // География Мирового океана. Северный Ледовитый и Южный океаны / Ред. А.Ф. Трешников, С.С. Сальников. — Л.: Наука, 1985. — С. 102–119.

**Denisenko S.** Long-term changes of zoobenthos biomass in the Barents Sea. Zoological sessions (Annual reports 2000) // Proc. of Zool. Inst. RAS. — 2001. — № 289. — P. 59–66.

**Denisenko S.G.** Zoobenthos and ice distribution in the Arctic seas. Zoological sessions (Annual reports 2001) // Proc. of Zool. Inst. RAS. — 2002. — № 296. — P. 39–46.

**List of species of free-living invertebrates of Eurasian arctic seas and adjacent deep waters: Exploration of the Fauna of the Seas.** — 2001. — Vol. 51(59). — 133 p.

**Petryashov V.V., Sirenko B.I., Golikov A.A. et al.** Macrobenthos Distribution in the Laptev Sea in Relation to Hydrobiology // Land-Ocean Systems in the Siberian Arctic Dynamics and History. — Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1999. — P. 169–180.

**Sirenko B.I.** Introduction // Exploration of the Fauna of the Seas. — 2001. — Vol. 51(59). — P. 5–10.

*Поступила в редакцию 4.03.04 г.*

**Н.В. Парин**  
(ИО РАН, г. Москва)

## **ИХТИОФАУНА МОРЕЙ РОССИИ: БИОРАЗНООБРАЗИЕ И ПРОМЫСЛОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ**

Видовой состав фауны позвоночных животных России — млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и рыб — в целом известен достаточно полно. В то же время несмотря на многолетние исследования отечественных ихтиологов списочный состав морских рыб (в отличие от ихтиофауны внутренних вод) до сих пор остается сравнительно менее изученным. Классические фаунистические сводки по морским рыбам СССР, составленные для отдельных бассейнов — Охотского моря (Шмидт, 1950), северных морей (Андрияшев, 1954), Черного моря (Световидов, 1964), Японского моря и сопредельных вод (Линдберг, Легеца, 1959, 1965; Линдберг, Красюкова, 1969, 1975, 1987; Линдберг, Федоров, 1993; Линдберг и др., 1997), — не полностью соответствуют уровню современных знаний и к тому же включают виды, распространенные в этих бассейнах за пределами российских вод в их современных границах. Тем же недостатком страдают более новые списочные работы по северным морям (Андрияшев, Чернова, 1994), Черному морю (Расе, 1987) и дальневосточным морям (Борец, 2000), тогда как другие сводки и каталоги рыб последнего региона (Федоров, 1973; Федоров, Парин, 1998; Шейко, Федоров, 2000; Черешнев и др., 2001; Новиков и др., 2002; Федоров и др., 2003) касаются лишь отдельных его участков. Нужно отметить также, что постоянно публикуются сообщения об обнаружении новых для науки видов и новых находениях рыб в разных морях, и в первую очередь это касается Дальневосточного региона, где ежегодно обнаруживаются новые для нашей фауны формы. Вопрос об интегральном числе видов морских рыб России все еще остается открытым.

В подготавливаемой сейчас автором совместно с В.В. Федоровым и другими соисполнителями, но еще не завершенной работе («Аннотированный каталог морских рыбообразных и рыб России и сопредельных стран») учтено около 1100 таксонов видового ранга, принадлежащих к 39 отрядам, 176 семействам и 529 родам. Предварительный вариант этого каталога частично опубликован на английском языке в дополнительных выпусках журнала «*Journal of Ichthyology*» (Parin, 2001, 2003; Parin et al., 2002; Evseenko, 2003; Vasilyeva, 2003); последняя его часть (подотряды *Zoarcoidei* и *Stichaeoidei*) сейчас готовится к публикации В.В. Федоровым и Б.А. Шейко.

Для сравнения укажем, что фауна пресноводных рыб России (даже с включением в ее состав проходных и пресноводно-солонатоводных видов, которых насчитывается около 120), по последним данным (Атлас..., 2002), представлена 13 отрядами, 34 семействами и 140 родами при общем числе видов 295, т.е. примерно в 4 раза беднее морской по числу представленных таксонов. Наибольшим числом видов в морской ихтиофауне выделяются семейства *Cottidae* (102), *Zoarcidae* (99) и *Liparidae* (96), а также *Gobiidae* (47), *Stichaeidae* (45), *Pleuronectidae* (43), *Cyprinidae* (30), *Rajidae* (29), *Agonidae* (27), *Mystophidae* (23), *Salmonidae*, *Cyclopteridae* и *Sebastidae* (по 20) и *Clupeidae* (19) (рис. 1). В то же время 62 семейства представлены одним единственным видом, а 44 семейства — двумя или тремя видами.

Определенный интерес вызывает сравнение общего видового обилия морских и пресноводных видов рыб в водах России (около 1250 видов) с обилием других стран и регионов, для которых имеются соответствующие подсчеты (рис. 2). Наибольшее разнообразие ихтиофауны отмечено для Австралии (3600) и Японии (3500), в водах Индонезии зарегистрировано около 3000 видов, США и Канады — около 2200, Южной Африки — около 2000, Европы — около 1300 (Paxton et al., 1989; с добавлениями по другим источникам).

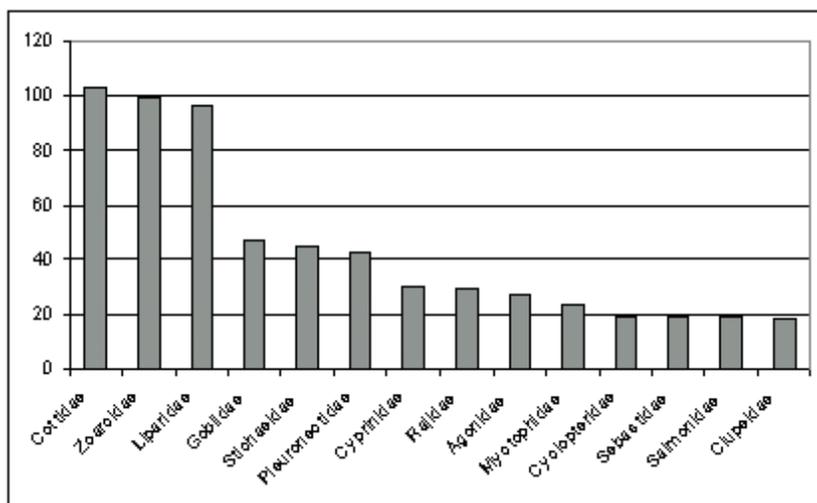


Рис. 1. Доминирующие по числу видов семейства морских рыб России  
 Fig. 1. Families of marine fishes of Russia with the maximal number of species

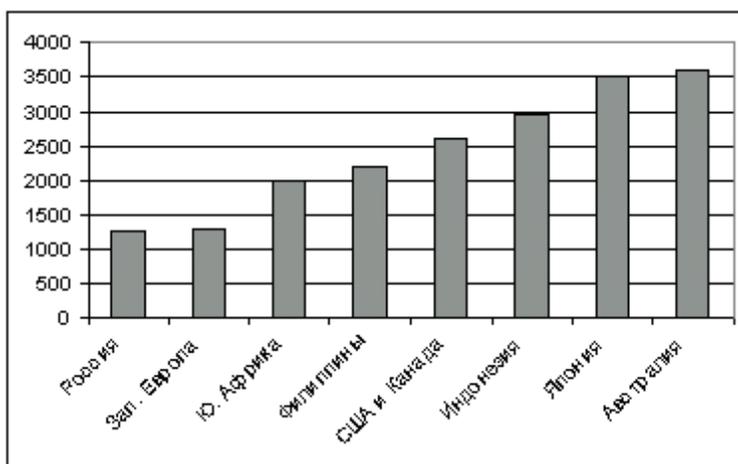


Рис. 2. Число видов рыб в фауне России и некоторых других регионов  
 Fig. 2. Number of fish species in fauna of Russia and some other regions

Согласно нашим предварительным данным (рис. 3, 4), состав ихтиофауны черноморско-азовского бассейна (всего 171 вид) сильно отличается от прочих морей: здесь доминируют семейства Gobiidae (27 видов), Cyprinidae (20), Clupeidae (10), Blenniidae (9), Labridae, Sparidae и Syngnathidae (по 7) и Acipenseridae (6). Фауна Балтийского моря сильно обеднена (всего 73 вида), в ней преобладают Cyprinidae (20 видов), Cottidae (5) и Clupeidae (4). Во всех северных и восточных морях России в первую тройку семейств всегда входят коттиды, зоарциды и липариды, на долю которых приходится подавляющее большинство видов. В Баренцевом и Белом морях во главе списка, заключающего 148 видов, стоят Cottidae (15 видов), Zoarcidae (14), Liparidae (10), Pleuronectidae (9) и Gadidae (8), в сибирских морях (при списочном составе из 114 видов) — Cottidae (19), Zoarcidae (17), Liparidae (10) и Coregonidae (9), в Беринговом море (всего 318 видов) — Cottidae (51), Liparidae (40), Zoarcidae (34), Pleuronectidae (17) и Stichaeidae (15), в тихоокеанской зоне России (493 вида, в том числе 91 тропический и субтропический вид в пелагиали у южных Курильских островов) — Cottidae (64), Liparidae (46), Zoarcidae (26), Stichaeidae (25), Myxostomatidae (22), Rajidae и Sebastidae (по 15), в Охотском море (435 видов) — Liparidae (56), Zoarcidae (55), Cottidae (53), Agonidae (23), Rajidae (16) и Salmonidae (13), в Японском море (331 вид) — Cottidae (40), Stichaeidae (32), Pleuronectidae (27), Zoarcidae (20), Liparidae (19) и Agonidae (18).

В составе российской ихтиофауны, насчитывающей (без учета подотрядов Zoarcoidei и Stichaeoidei, по которым полные списки еще не опубликованы) 937 видов и подвидов, основная часть принадлежит к категории «редких» (508, или 54 % всего списка), 278 относятся к категории «обычных» (30 %) и только 151 (16 %) к категории «промысловых», включая в это число объекты сколько-нибудь существенного любии-

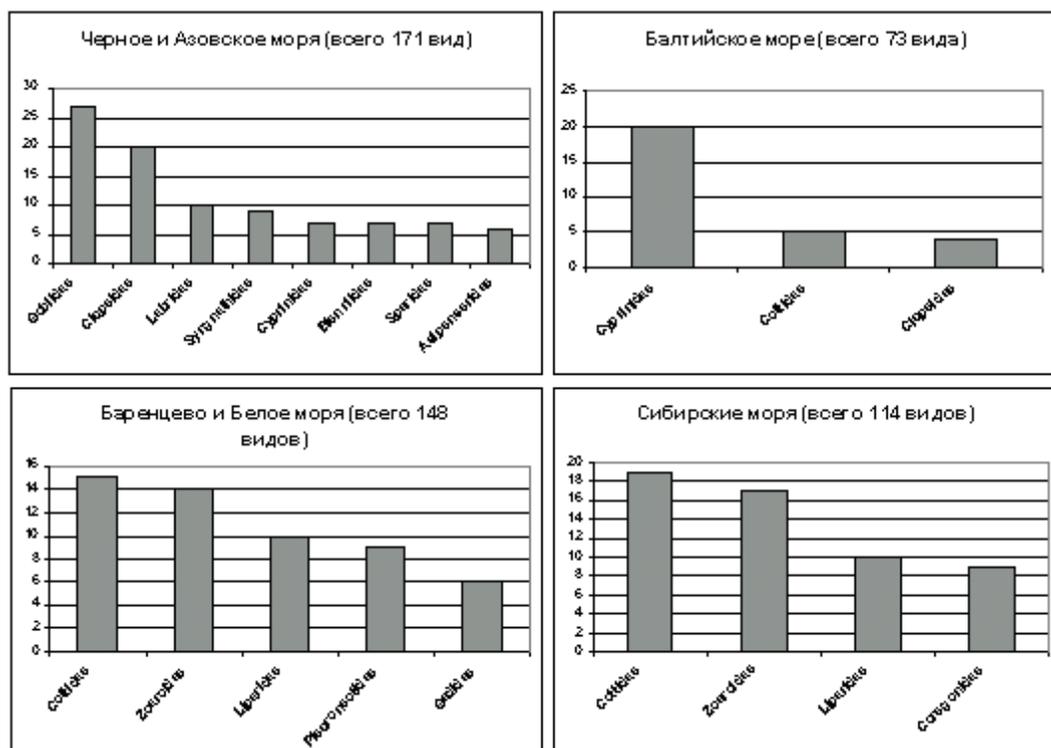


Рис. 3. Доминирующие по числу видов семейства рыб западных и северных морей России  
 Fig. 3. Families of fishes of western and northern seas of Russia with the maximal number of species

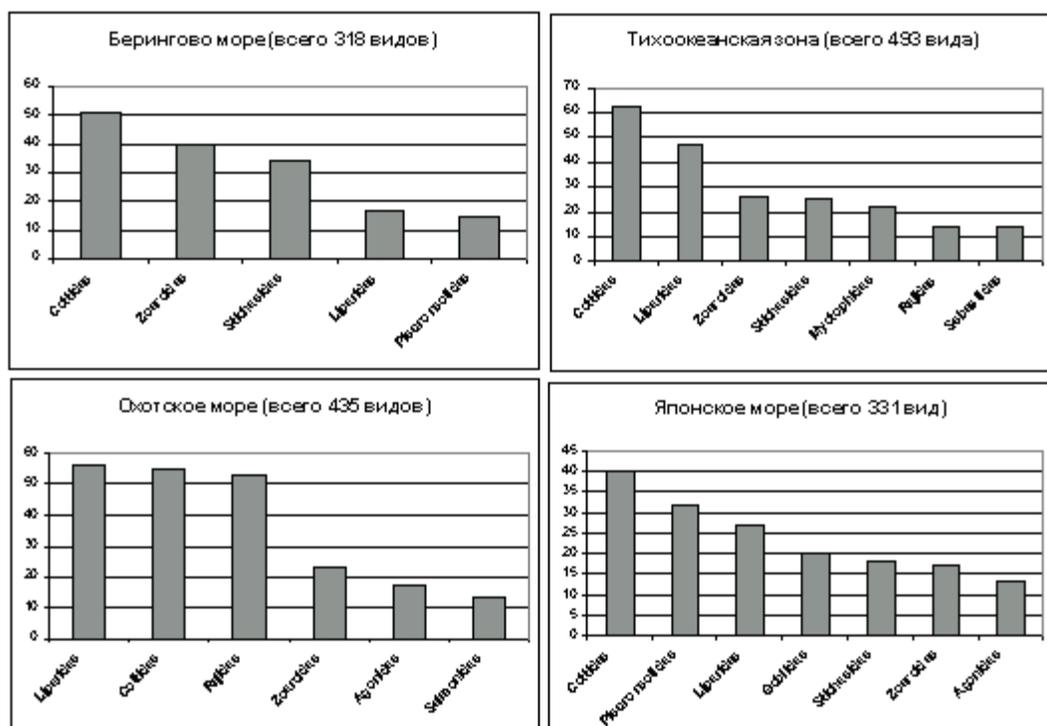


Рис. 4. Доминирующие по числу видов семейства рыб дальневосточных морей России  
 Fig. 4. Families of fishes of Far-Eastern seas of Russia with the maximal number of species

тельского лова. При этом более 80 видов (~7 % российской фауны) известны сейчас лишь по 1–2 находкам, в том числе 6 видов в Баренцевом море, 12 — в Черном море, 20 — в водах южного Приморья и более 40 — в исключительной экономической зоне России к юго-востоку от южных Курильских островов. Нужно отметить, что последние два региона вообще выделяются большим разнообразием рыб южного происхождения, не встречающихся в других участках российских морей: в зал. Петра Великого и прилегающих районах таковых насчитывается около 70, принадлежащих в основном к сублиторальной и неритопелагической группировкам, а на юге тихоокеанской зоны России — около 120 (вероятно даже больше), в том числе около 45 мезопелагических и около 55 эпипелагических.

Экосистемный подход к биологическим ресурсам моря предусматривает, по своему определению, сохранение видового и популяционного разнообразия ихтиофауны, причем все виды рыб равно заслуживают защиты и охраны, так как разделение их на промысловые и непромысловые весьма условно. В классическом атласе «Промысловые рыбы СССР» (Берг и др., 1949) к этой категории было отнесено около 150 видов, многие из них не были тогда (и не стали впоследствии) объектами промышленного рыболовства. В то же время в «Словаре названий морских промысловых рыб...» Г.У. Линдберга с соавторами (1980), в котором учтены «по возможности все виды рыб, служащие объектами рыболовства, а также обычные в уловах и имеющие народное название», значится более 300 видов российской морской ихтиофауны. При этом в современном официальном «Перечне промысловых видов рыб», для которых устанавливается ОДУ (общий допустимый улов) в водах России, установлена 31 «позиция», среди которых такие сборные понятия, как «сельдь», «зубатки», «бычки», «макрурусы», «терпуги», «тунцы», «акулы и скаты», «ликоды», а также «палтусы» (3 вида), «камбалы» (17 видов), «морские окуни» (17 видов). В общей совокупности этот список включает около 80–85 видов. В наш список в число промысловых объектов, сильно различающихся по масштабам уловов, довольно условно включены около 120 видов, в том числе ~40 черноморско-азовских (около 20 % фауны), ~15 балтийских (20 %), ~20 баренцево- и беломорских (15 %), ~5, обитающих в северных морях (менее 5 %), ~30 берингоморских, ~45 тихоокеанских, ~35 охотоморских и ~30 япономорских (во всех четырех дальневосточных регионах примерно по 10 % фауны), но реальными объектами крупномасштабного рыболовства можно считать лишь 40–50 видов (т.е. менее 5 % полного списочного состава ихтиофауны) из семейств Clupeidae, Engraulidae, Salmonidae, Osmeridae, Gadidae, Sebastidae, Hexagrammidae, Scombridae, Pleuronectidae и некоторых других.

Важнейшими объектами российского морского промысла были или являются сейчас весьма разнообразные по ассортименту виды рыб. В основном промысловом районе — дальневосточных морях — добываются минтай, лососи (главным образом горбуша и кета), дальневосточная сардина, тихоокеанская сельдь, морские окуни, камбалы и палтусы, скумбрия, японский анчоус, сайра и др., в Баренцевом море — треска, пикша, атлантическая сельдь, мойва, морской окунь, зубатки, камбаловые, в Белом море — беломорская сельдь, треска, навага, в северных морях — сайка, сиги и гольцы, в Черном море — хамса, бычки, ставрида, скумбрия, кефали и др., в Азовском — осетровые, судак, хамса, тюлька, бычки и карповые, в Балтийском — салака, шпрот, треска, карповые и угорь. При этом абсолютные уловы рыб в морях Дальнего Востока многократно превышают уловы в других морях России, среди которых наибольшую промысловую продуктивность имеет Баренцево море. Во всех морях России показатели вылова отдельных видов сильно варьируют в разных временных промежутках, что определяется как естественными колебаниями численности, так и антропогенными причинами.

## Литература

- Андряшев А.П. Рыбы северных морей СССР. — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. — 566 с.  
Андряшев А.П., Чернова Н.В. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод // Вопр. ихтиол. — 1994. — Т. 34, № 4. — С. 435–456.

- Атлас пресноводных рыб России** / Под ред. Ю.С. Решетникова. — М.: Наука, 2002. — Т. 1. — 379 с. — Т. 2. — 253 с.
- Берг Л.С., Богданов А.С., Кожин Н.И., Расе Т.С.** Промысловые рыбы СССР. — М.: Пищепромиздат, 1949. — 787 с.
- Борец Л.А.** Аннотированный список рыб дальневосточных морей. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2000. — 192 с.
- Линдберг Г.У., Герд А.С., Расе Т.С.** Словарь названий морских промысловых рыб мировой фауны. — Л.: Наука, 1980. — 562 с.
- Линдберг Г.У., Красюкова З.В.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 3. — М.; Л.: Наука, 1969. — 479 с.
- Линдберг Г.У., Красюкова З.В.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 4. — М.; Л.: Наука, 1975. — 463 с.
- Линдберг Г.У., Красюкова З.В.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 5. — М.; Л.: Наука, 1987. — 526 с.
- Линдберг Г.У., Легеза М.И.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 1. — М.; Л.: Наука, 1959. — 208 с.
- Линдберг Г.У., Легеза М.И.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 2. — М.; Л.: Наука, 1965. — 391 с.
- Линдберг Г.У., Федоров В.В.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 6. — М.; Л.: Наука, 1993. — 272 с.
- Линдберг Г.У., Федоров В.В., Красюкова З.В.** Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 7. — СПб.: Гидрометеиздат, 1997. — 350 с.
- Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.Н.** Рыбы Приморья. — Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. — 552 с.
- Расе Т.С.** Современные представления о составе ихтиофауны Черного моря и его изменениях // *Вопр. ихтиол.* — 1987. — Т. 27, вып. 2. — С. 179–187.
- Световидов А.Н.** Рыбы Черного моря. — М.; Л.: Наука, 1964. — 552 с.
- Федоров В.В.** Список рыб Берингова моря // *Изв. ТИНРО.* — 1973. — Т. 87. — С. 42–47.
- Федоров В.В., Парин Н.В.** Пелагические и бентопелагические рыбы тихоокеанских вод России (в пределах 200-мильной экономической зоны). — М.: ВНИРО, 1998. — 154 с.
- Федоров В.В., Черешнев И.А., Назаркин М.В. и др.** Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. — Владивосток: Дальнаука, 2003. — 204 с.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Хованский И.Е., Шестаков А.В.** Прибрежные рыбы северной части Охотского моря. — Владивосток: Дальнаука, 2001. — 197 с.
- Шейко Б.А., Федоров В.В.** Рыбообразные и рыбы // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. — Петропавловск-Камчатский: Камч. печ. двор, 2000. — С. 7–61.
- Шмидт П.Ю.** Рыбы Охотского моря // *Тр. Тихоокеан. ком. АН СССР.* — 1950. — Т. 6. — С. 1–370.
- Evseenko S.A.** An annotated catalogue of pleuronectiform fishes of the seas of Russia and adjacent countries // *J. Ichthyol.* — 2003. — Vol. 43, Suppl. 1.
- Parin N.V.** An annotated catalogue of fishlike vertebrates and fishes of the seas of Russia and adjacent countries. Pt 1: Orders Myxiniiformes — Gasterosteiformes // *J. Ichthyol.* — 2001. — Vol. 41, Suppl. 1. — P. 51–131.
- Parin N.V.** An annotated catalogue of fishlike vertebrates and fishes of the seas of Russia and adjacent countries. Pt 3: Orders Perciformes (except suborders Gobioidi, Zoarcoidei and Stichaeoidei) and Tetraodontiformes // *J. Ichthyol.* — 2003. — Vol. 43, Suppl. 1.
- Parin N.V., Fedorov V.V., Sheiko B.A.** An annotated catalogue of fishlike vertebrates and fishes of the seas of Russia and adjacent countries. Pt 2: Order Scorpaeniformes // *J. Ichthyol.* — 2002. — Vol. 42, Suppl. 1. — P. 60–135.
- Paxton J.R., Hoese D.F., Allen G.R., Hanley J.E.** Zoological catalogue of Australia. Vol. 7: Pisces. Petromyzontidae to Carangidae. — Canberra: Austral. Gov. Publ. Serv., 1989. — 665 p.
- Vasilyeva E.D.** An annotated catalogue of fishlike vertebrates and fishes of the seas of Russia and adjacent countries. Pt 4: Suborder Gobioidi // *J. Ichthyol.* — 2003. — Vol. 43, Suppl. 1.

*Поступила в редакцию 4.03.04 г.*

**В.П. Шунтов**  
(ТИНРО-центр, г. Владивосток)

## **УПРАВЛЕНИЕ МОРСКИМИ БИОЛОГИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ — ЭТО ПОКА ВСЕ ЕЩЕ МЕЧТА, А НЕ РЕАЛЬНОСТЬ**

В основу настоящей статьи положены тезисы доклада «Управление морскими биологическими ресурсами: иллюзии и реальности», представленного автором на международной конференции «Рациональное природопользование и управление биологическими ресурсами: экосистемный подход», прошедшей на базе НТО «ТИНРО» 23–26 сентября 2003 г.

Тема рационального природопользования, управления и экосистемного изучения биологических ресурсов является не только многоплановой, но и многотрудной при ее разработке и внедрении в практику. Состояние изученности данной проблемы находится еще очень далеко не только от желаемого, но и от минимально необходимого уровня. В последние годы она широко обсуждается, а упоминание связанных с нею вопросов становится и модным, и привычным. Это создает иллюзию легкости и значительной продвинутой в познании и практической реализации научных разработок по управлению ресурсами. По мнению автора, это далеко не так и основные работы и исследования здесь все еще впереди. Некоторые свои соображения и сомнения на этот счет я высказываю здесь в тезисной форме. Именно в тезисной, ибо если говорить полно, то даже при нынешних скромных достижениях в познании указанной проблемы необходимо писать специальную монографию.

1. Уже давно во многих или большинстве прибрежных государств предпринимаются значительные усилия для сохранения биологических ресурсов и рационализации существующего промысла. Различные мероприятия и действия в связи с этим, а также крупномасштабная деятельность в области аквакультуры рассматриваются как управление биологическими ресурсами.

Сейчас после десятилетий усилий в данных направлениях, несомненно, можно говорить о том, что в целом ряде случаев действительно удавалось и удастся добиться позитивных результатов в области сохранения ресурсов и даже управления ими. Например, многолетний запрет на большой промысел китов способствовал заметному росту численности большей части их популяций. Этот процесс продолжается и сейчас. Выдающиеся достижения японских специалистов по искусственному воспроизводству кеты также могут свидетельствовать в пользу того, что реальная действительность с некоторыми оговорками стала соответствовать планируемым результатам. Аналогичные примеры можно продолжить. Однако все взятые вместе позитивные примеры на этот счет все же не являются типичными, если говорить о проблеме промыслового регулирования и управления ресурсами в целом. В большинстве случаев, несмотря на внедрение различных мероприятий, в том числе запретных и таких как квотирование уловов, не удается не только увеличить, но и сохранить запасы гидробионтов на определенном уровне. Рост численности промысловых объектов иногда на самом деле происходит при сильных ограничениях или полных запретах на промысел. Так, например, происходило восстановление камбальных стад в дальневосточных морях в 1970–1980-х гг. Но не менее часто даже очень длительные запреты не дают заметного результата. Показательным примером в этом случае являются сельди Японского и южной части Охотского морей, очень давно сохраняющие низкую численность. С другой стороны, нередки случаи, когда та или иная популяция или группа популяций начинает быстрый рост численности, при этом зачастую неожиданно для специалистов. Не предсказанными, в частности, в Северной Пацифике и дальневосточных морях оказались мощные волны численности сардины иваси, минтая и трески, наблюдавшиеся со второй

половины 1970-х гг. Кстати сказать, всплеск численности этих рыб в 1970–1980-х гг. резко повысил рыбопродуктивность макроэкосистем дальневосточных морей. Столь же неожиданным в конце 1990-х гг. явилось относительно резкое (в 2–3 раза) снижение очень высокой биомассы западнокамчатских камбал в условиях умеренного промысла.

Таким образом, и морская биология в целом, и рыбохозяйственная наука в частности, несмотря на свой значительный потенциал и наработанные системы взглядов по проблемам динамики природных систем, видов и популяций, прогнозирования численности и продуктивности, а также сохранения биологических ресурсов и управления ими, пока все еще весьма ограничены в своих возможностях. На мой взгляд, чаще всего действительный ход событий мало соответствует ожидаемому и тем более желаемому. Хотя сомнений на этот счет высказывается немного. И напротив, чаще звучит уверенность и во взглядах, и в формулировках направлений практических действий.

В связи с этим совсем не случайно, что не вошло в практику возвращаться к прогнозам средней и большой продолжительности (5, 10, 15, 20 лет). Обычно анализируется оправдываемость прогнозов до года и менее. В таких прогнозах есть много «попаданий в цель». Но по существу пока нет в активе науки оправдывающихся долгосрочных прогнозов.

2. Из причин, определяющих такое состояние проблемы, как наиболее важные, на мой взгляд, назову только две.

*Первая причина* относится к общей методологии познания. Все или почти все представления о рациональном рыболовстве и управлении биоресурсами, а также предсказании будущих изменений основывались на данных аутэкологических исследований, т.е. преобладал взгляд через призму экологических особенностей одного вида и даже только популяционной группировки. Хорошо, однако, известно, что каждая из них является только одним звеном сложно организованных биоценозов и связана с другими членами сообществ различными связями. А масштабы функционирования природных сообществ по объему перераспределения вещества и энергии чаще всего превосходят даже сильный промысловый пресс. Поэтому глубокие проработки биологии таких природных единиц, зачастую являющихся единицами запаса, в принципе не могли и не могут компенсировать дефицит представлений экосистемного плана. Образно говоря, все, даже очень глубокие, аутэкологические представления о наиболее массовых промысловых объектах (а именно они всегда были главным предметом не только рыбохозяйственных, но и экологических исследований в целом) являются зримой верхушкой айсберга, основная масса которого остается невидимой под водой, и именно воздействие на нее течений определяет путь айсберга. В контексте рассматриваемой темы эта подводная часть и олицетворяет собой те самые биоценозы и экосистемы, составными частями которых являются промысловые виды.

*Вторая причина* ограниченности успехов в проблемах управления и прогнозирования биологических ресурсов в определенной степени связана с первой, но истекает из истории изучения и использования морских ресурсов и сырьевой базы рыболовства. Вообще подходы в данной области, в том числе в практике реализации научных результатов при хозяйственной деятельности, в течение 20-го столетия неоднократно претерпевали значительные изменения. К примеру, бытующие долго взгляды на неисчерпаемость морских и океанических биологических ресурсов сменялись категорическими выводами об ограниченности био- и рыбопродуктивности Мирового океана. Сторонники абсолютизации и достаточности соблюдения элементарных правил рыболовства (в которых, кстати, в основном суммировался опыт речного рыболовства) в свое время с одной стороны не приняли так называемую теорию промрыболовства Ф.Ф. Баранова, а с другой, при этом примерно в то же время, — представления Г.К. Ижевского о системной организации природных процессов, согласно которым тенденции многолетней динамики запасов рыб в значительной степени определяются крупномасштабными изменениями климато-океанологических процессов.

Непринятие теории промрыболовства в основном объясняется тем, что она игнорирует влияние природных условий и во многом исходит из нереального допущения

зависимости изменения количества промысловых объектов исключительно от взаимодействия в системе «запас—промысел». Более поздние модели этой теории улучшили ее. Однако и последний ее вариант — концепция предосторожного подхода, — хотя и преподносится как кардинальный пересмотр традиционной методологии в области управления биоресурсами, содержит целый ряд условных (а значит нереальных или недоказанных) допущений типа устойчивого запаса (и улова), равновесного состояния запаса, управления запасом с помощью изменения интенсивности промысла и т.д.

Но совершенно непонятно, почему на первых порах большинством ихтиологов (а среди них было много авторитетных фигур, правда, в классической ихтиологии, но не в области рационального рыболовства и управления ресурсами) не были приняты (даже агрессивно отвергнуты) взгляды Г.К. Ижевского, которые давали хорошую физико-географическую и экологическую базу для изучения динамики численности промысловых животных, включая волны их численности. Все же в этом случае справедливость в конечном счете (к сожалению, уже без Г.К. Ижевского) восторжествовала.

3. В целом можно сказать, что взгляды на пути рационального использования морских биологических ресурсов и их управление развивались как смена парадигм (систем взглядов), что, как известно, является вообще характерным для развития науки. Несмотря на альтернативный характер различных парадигм, все их объединяло то, что ни одна из них не опиралась на строгие доказательства. Их отправные положения были интуитивными и принимались как изначальные постулаты (в лучшем случае основанные на аутэкологических исследованиях ограниченного количества видов), а в основных целях обозначались достижение максимальных уловов и нереальная стабилизация численности единиц запасов.

4. Кризисность взглядов на проблему рационального рыболовства и управления морскими биологическими ресурсами стала все более обозначаться в последние 30 лет прошедшего столетия, а особенно контрастно — с развитием тропического рыболовства, базирующегося на огромном разнообразии промысловых объектов. В то же время классические «управленческие рыбные модели» были разработаны при анализе промыслов в умеренной зоне с ориентацией на один, в лучшем случае 2–3 массовых вида или популяции. Не случайно, что примерно двадцать лет назад на одной международной конференции, посвященной промысловой эксплуатации морских сообществ, положение в проблеме управления ресурсами и рыболовством было сравнено с огромным госпиталем, который используется только для диагностики (она касается оценки состояния), но не лечения (здесь уже подразумевается управление). С тех пор в представлениях и возможностях науки на эту тему изменилось не очень много. И по существу универсальной рекомендацией при уменьшении по любой причине количества того или иного объекта является только или снижение промыслового пресса, или запрет на промысел, т.е. предлагается то, что применялось и в отдаленные времена, когда в обиходе еще не фигурировало понятие управление биологическими ресурсами.

Но все эти годы понемногу пробивала себе путь новая парадигма, согласно которой существующие подходы (точнее их рациональное содержание) могут быть усилены экосистемными исследованиями, которые при этом должны помочь от одновидового промыслового регулирования перейти к многовидовому. Наконец, подразумевается, что именно на базе экосистемных исследований могут быть разработаны критерии оценки состояния (здоровья) сообществ, а также их экологической емкости. Именно знание структуры сообществ и количественных взаимосвязей их компонентов и должно дать конкретные исходные данные для направленных действий с целью управления биологическими ресурсами.

В настоящее время подобные взгляды уже получили широкое распространение. Как замечено выше, они становятся даже модными. Реальный же уровень знаний остается очень далеким от того, чтобы управление природными процессами стало осмысленным и действительно осуществимым. Ситуация сейчас такова, что знания и возможности далеко не соответствуют желаниям и намерениям. И для перехода от деклараций к результативным действиям здесь потребуется еще много времени.

5. Как и на предыдущих этапах исследований по проблеме рационального природопользования и управления биологическими ресурсами, до сих пор существует много широко используемых недоказанных постулатов, а главное — накоплено мало адекватной информации о количественных показателях и конкретных реальных связях в экосистемах, а также удачно опробованных на практике рецептов управления. Назову некоторые из таких узких мест и моментов:

а–б) несмотря на многолетний опыт и наличие различных методик, приборов и орудий лова, до сих пор остается большой проблемой точность количественных учетов абсолютно всех представителей биоты — от микробов до китов. Более того, достоверность обычных визуальных учетов, например млекопитающих и птиц, несколько не меньше приборных оценок других групп гидробионтов. Что касается сетных орудий лова и учета, то, применяя различные коэффициенты уловистости, можно вообще получать большое количество вариантов оценок. Но без адекватных оценок численности, биомассы и продуктивности гидробионтов не могут быть получены и соответствующей точности продукционно-энергетические характеристики компонентов трофических уровней и сетей, что в свою очередь резко уменьшает возможности и качество моделирования. К этому следует добавить, что для рационального ведения промысла важны достоверные оценки не численности и биомассы вообще (они также нужны для оценки биопродуктивности районов), а численности и биомассы единиц запаса. Кроме того, выделение единиц запаса связано со знанием популяционной организации видов, которая для большинства промысловых объектов дальневосточных морей (и не только) изучена слабо. К сожалению, и генетики не смогли пока создать в этом направлении принципиальный и давно обещанный прорыв. Поэтому регулирование рыболовства, как правило, как и десятилетия назад, осуществляется в рамках давно выделенных физико-географических районов, например западнокамчатского, южнокурильского, восточносахалинского и т.д.;

в) сейчас хорошо известно, что даже в пределах однотипных ландшафтов разных морей, расположенных в одной и той же климатической зоне (даже подзоне), эффективность функционирования сообществ по выходу биопродукции на разных трофических уровнях может значительно различаться. Равным образом это относится к формированию рыбопродукции на единицу площади. В частности, при сравнении дальневосточных морей и вообще крупных регионов российской экономической зоны в последние годы выявлены заметные различия в сбалансированности макросообществ, а также показано, что заметно различается в них эффективность работы трофических пирамид по цепочке от биогенов до высших хищников. Например, наиболее богатые биогенами регионы могут иметь менее значительные концентрации планктона и бентоса (Берингово море) и наоборот (Охотское море), а при более низких концентрациях последних может наблюдаться наиболее высокий выход рыбопродукции (Берингово море по сравнению с Охотским). Данные обстоятельства совсем не учитываются при расчетах интенсивности промысла и реальном изъятии рыбной продукции;

г) кажется, никто не отрицает, что хищники, находясь на вершинах трофических пирамид, в частности морские млекопитающие, играют важную регуляционную (стабилизирующую) роль в экосистемах. Правда, на этом фоне курьезом выглядит имеющая довольно широкое хождение гипотетическая версия экологического кризиса в Беринговом море по локальной цепочке. Суть этой версии состоит в том, что якобы всего четыре косатки могли уничтожить калана на Алеутских островах, в результате чего должна сильно возрасти численность морских ежей, истребление ими полей водорослей и далее последовать цепь других изменений в биоте в масштабе всего моря.

После многих негативных страниц в прошлом, когда произошел перепромысел морских млекопитающих, предложения о расширении их промысла даже при восстановлении поголовья встречают сопротивление экологов и «зеленых», делающих упор на экосистемное значение хищников, без которых может нарушиться функционирование системы. Вообще против такой постановки вопроса категорически, т.е. на 100 %, возражать трудно. Но отдельные сомнения все же можно высказать. Хорошо,

например, известно, что наиболее высокая рыбопродуктивность, а также съём рыбопродукции в дальневосточных морях наблюдались в 1980-е гг., когда численность китообразных находилась на низком уровне. В Мировом океане есть немало мест с высокой рыбопродуктивностью, но низкой численностью морских млекопитающих и наоборот (например в водах Чукотки).

У части специалистов, напротив, возникают сомнения относительно масштабного промысла представителей низших трофических уровней — макропланктона и мелкого нектона (в том числе мезопелагического). Аргументация в этом случае очень проста: при большом промысле может быть нарушен фундамент трофических пирамид, после чего рухнет вся конструкция (здание). Но одновременно никто и никогда не выступал в принципе против промыслового использования представителей средних трофических уровней, к которым относится большинство традиционных объектов промысла. Однако если следовать обозначенной выше логике, то изъятие из «средних этажей» тем более должно нарушить пирамиду: ведь при изъятии середины конструкции обвал вообще неизбежен. В связи с изложенным необходимо принципиально определиться: во-первых, что можно включать в категорию потенциальных биологических ресурсов и сырьевой базы рыболовства, во-вторых, в каких пропорциях могут рационально использоваться промыслом компоненты разных трофических уровней? Помимо углубления количественных представлений о закономерностях функционирования биоценозов здесь необходимы широкие модельные проработки;

д) хотя в соответствующих расчетах динамики запасов и ОДУ фигурируют величины естественной смертности промысловых объектов (в них суммируется гибель от разных причин, в том числе от хищников), истинные (т.е. выраженные в тотальных оценках) масштабы таких потерь в популяциях известны недостаточно, к тому же имеющиеся примеры расчетов вызывают много вопросов, а иногда и недоумение. По дальневосточным морям в процессе экосистемного изучения биологических ресурсов такие расчеты выполнялись неоднократно. В частности, было, например, показано, что выедание минтая хищниками (млекопитающие, рыбы, птицы, каннибализм) как минимум не уступает (более реально, что превосходит) по масштабам промысловому изъятию. Потребление же хищниками креветок и молоди крабов (особенно тресковыми и керчаковыми) при подобных тотальных расчетах зачастую многократно (на один—два порядка) превосходит и оцениваемые запасы, и ОДУ, и реальный вылов. Подобные сентенции ставят целый ряд разных вопросов, в том числе методического характера. В числе их сомнения о действенности такого регулирования использования ресурсов вообще. Но если эти расчеты даже только отдаленно правдоподобны, то управление биоресурсами должно касаться и хищников, включая «особенно любимых» «зелеными» морских млекопитающих. Но при этом необходимо научиться определять допустимые параметры их регулирования. Если же в связи с этим вспомнить проблемы организации многовидового рыболовства, то в данном случае требование рассматривать все компоненты как равноправные и что они в одинаковой степени должны охраняться с точки зрения сохранения биоразнообразия просто нереально. В каждом случае (районе) необходимо осуществлять ранжирование приоритетов и чем-то поступаться. Простым и наглядным примером может быть локальная река, где в небольшом количестве может встречаться какой-либо редкий ценный лосось, но в изобилии другой или другие лососи, например горбуша и кета. Если в подобных случаях (а они более чем часты) стать на позицию сохранения редкой популяции, то масштабное промысловое изъятие других окажется или затруднительным, или даже невозможным;

е–ё) хорошо известен эффект плотности, связанный с конкуренцией за пищу. Впрочем, в данном вопросе объединены два вопроса. Первый — как учитывать при определении ОДУ различные масштабы межвидовой конкуренции. Как это делать конкретно — не ясно. Межвидовая конкуренция за пищу в пелагических и донных сообществах на разных этапах онтогенеза, несомненно, существует, хотя длительно живущие вместе виды в определенной степени адаптировались друг к другу, частично разошлись в пищевых спектрах и бывают разобщены пространственно или по времени.

Тем не менее существуют так называемые альтернативные виды, у которых динамика численности протекает в противофазе (минтай—сельдь, сардина—анчоус, тресковые—креветки и т.д.). В некоторых случаях противофазность может не быть связана с конкуренцией, а происходить по линии «хищник—жертва» (тресковые—креветки, хищные рыбы — мелкие крабы), хотя для методики и в целях определения ОДУ в принципе это неважно.\* Во всех аналогичных и подобных случаях, по-видимому, реальны два подхода: или традиционно, как сейчас, квотировать каждый объект вне зависимости от других, или в паре взаимодействующих видов определиться в приоритетности каждого из них с точки зрения значения в биоценозе и в сырьевой базе.

Второй — регуляция популяции в связи с внутривидовой конкуренцией. При определении ОДУ он также не учитывается. На Дальнем Востоке в свое время делались попытки ввести этот параметр для определения объемов вылова охотской популяции сельди, при этом были определены пределы количества производителей, за которыми эффективность воспроизводства заметно снижается. В результате следовал логичный вывод о том, что все количество сельди, превышающее верхнюю границу оптимума производителей, может быть выловлено. В практику это не вошло, возможно, оттого, что на вершинах волн численности сельди такие «излишки» производителей выглядели очень значительными по сравнению с традиционно вычисленными ОДУ.

На мой взгляд, неправомерен стандартный подход и при определении ОДУ у флюктуирующих видов на разных фазах волн численности. Ясно, что подъемы и спады численности у таких видов связаны с изменениями в соотношении основных параметров динамики численности — выживаемости и смертности. Подчеркну: здесь вообще заложен принципиальный вопрос о том, насколько обоснованы применяемые нормы промыслового изъятия. Это тема мало изученных адаптационных возможностей популяций и видов, т.е. их экологического потенциала и предела или запаса прочности на повышенную смертность. Иными словами, надо знать, насколько популяция или вид могут противостоять давлению среды (включая антропогенные факторы) и реализовывать свой воспроизводительный потенциал;

ж) некоторые из перечисленных выше вопросов имеют прямое отношение к более общей и комплексной проблеме экологической емкости морской среды, в том числе к контролю численности гидробионтов «сверху» и «снизу». Все существующие методики определения объемов возможных уловов относятся к размерно-возрастным группам промысловых объектов, формирующих промысловый запас и ближайшее пополнение. На уровне этих размерно-возрастных групп фатальных дефицитов пищи или сверхизбытка хищников уже не бывает. Уровень численности всех этих групп уже сформировался через соотношение смертность—выживание на более ранних стадиях жизни. Именно этот иктиопланктонный компонент сообществ (в нем кроме планктона, простейших, бактерий и нектона ранних стадий присутствуют и донные гидробионты на аналогичных стадиях) с позиций биоценологических отношений мало изучен.

Таким образом, можно сказать, что регулирование промысла и попытки управления запасами осуществляются в настоящее время без учета экологических ситуаций в тот период, когда закладывается численность, т.е. на ранних стадиях развития и жизни промысловых объектов. На этом этапе, который можно назвать иктиопланктонным, также работает фактор плотности. На сегодня применительно к теме динамики численности и управления ресурсами данный этап исследован очень слабо. Равным образом слабо изучена и гидробиологическая среда (хищники, конкуренты и кормовая база) личинок и ранних мальков промысловых объектов. Во многом с учетом этого уровня организации биоты, по-видимому, должны делаться обоснования масштабов аквакультуры и соотношения этой формы рыбного хозяйства и промыслового использования естественных биологических ресурсов;

\* Противофазность в ходе численности разных видов может быть связана и с экологическими особенностями, например у теплолюбивых и холодолюбивых видов, по-разному реагирующих на изменение климато-океанологических условий. Этот момент, скорее всего, присутствует как фон и при формировании особенностей конкурентных отношений.

з) так сложилось, что в природоохранной деятельности основной упор делается на запретные меры и вычленение для охраны акваторий и территорий под заповедники, заказники, национальные парки, памятники природы и т.д. Позитивное значение\* подобных дел бесспорно, но даже при самом благоприятном стечении обстоятельств в особых условиях оказывается максимум несколько процентов площади региона. Остальные площади территорий и акваторий так или иначе остаются в сфере хозяйственной деятельности. Если же говорить о сохранении основной массы морских биоресурсов и содействии эффективности их воспроизводства (это уровень макроэкосистем), то здесь существенную роль могли бы сыграть охранные (не заповедные!) зоны. Таковые есть и сейчас, но обычно они выделяются в прибрежной зоне, при этом с целью охраны ограниченного количества интересных объектов, например колоний птиц, лежбищ тюленей и т.д. Это важно, но недостаточно. Хозяйственная деятельность должна быть запрещена или ограничена в зонах морей, где формируется основной объем продуктивности на разных трофических уровнях и особенно в местах воспроизводства и обитания ранних стадий максимального числа видов, в том числе промысловых. По крайней мере, экология десятков массовых видов гидробионтов в каждом из дальневосточных морей изучена сейчас неплохо, и путем сопоставления и наложения контуров функциональной структуры ареала многих видов такие зоны моря уже можно выделить и частично оконтурить. Такой подход сделает природоохранную деятельность более комплексной и даже более осмысленной.

\* \* \*

Из кратко изложенных выше замечаний и суждений, по-видимому, есть основание сделать вывод, что все существующие и применяемые в настоящее время подходы и схемы регулирования рыболовства, охраны и управления биологическими ресурсами основаны не на строгих доказательствах, а на узаконенных предположениях, априорно принятых постулатах, логических допущениях, но не на выясненных и доказанных закономерностях. К перечисленным выше общепринятым, но не доказанным положениям можно также добавить и другие, например заключения о промысле исключительно самцов (у крабов) или в целом половозрелых особей (по существу у всех видов рыб) и т.д.

Теория рационального морского природопользования пока не создана. Поэтому тот самый огромный научный госпиталь, упомянутый в начале доклада, по-прежнему может использоваться в основном для диагноза (подчеркну: далеко не всегда верного), а не для лечения, т.е. не для взвешенных, обоснованных и направленных практических действий. Делая такой вывод, я не предлагаю отказаться от накопленного опыта и навыков действий. Они несут в себе некую системность и даже отлаженность. Но столь же очевидна относительность большинства современных представлений, касающихся проблемы управления биоресурсами. Приняв такой диагноз, необходимо сделать правильный вывод для дальнейших исследований и действий. Управление биоресурсами — это во многом экологическая проблема, прогресс в изучении которой в свете изложенного выше во многом (но не только) связан с углублением экосистемных исследований. Из этого и нужно исходить на будущее, не преувеличивая уже достигнутый уровень знаний и представлений. На мой взгляд, могла бы принести большую пользу и широкая дискуссия по затронутым выше вопросам в крупных журналах.

Одновременно следует ясно представлять, что из-за сложности организации экосистем и особенно их функционирования вряд ли можно рассчитывать на быстрый прогресс в их познании. Все же весь опыт развития науки показывает, что продвижение познания происходит путем проб и ошибок, а не в результате победного шествия научного сообщества. Ускорить его может серьезное моделирование, а также крупномасштабные эксперименты «на местности». Так, еще 20 лет назад я пытался предложить провести многолетний эксперимент в трех аналогичных по условиям и составу

---

\* Позитивно в том случае, когда при обосновании заповедности присутствуют надлежащая аргументация и доводы. Противоположным примером здесь могут рассматриваться эмоциональные предложения и планы организации заповедника на одном из участков нагула серого кита у северо-восточного побережья Сахалина.

биоты заливах, например в Авачинском, Кроноцком и Камчатском, расположенных рядом у восточного побережья Камчатки и разделенных далеко выходящими в море мысами. В первом из них вести промысел на основании существующих принципов рационального рыболовства, во втором — установить полный запрет на промысел, в третьем — организовать максимально интенсивный промысел, т.е. на подрыв запасов. Но во всех случаях вести регулярный мониторинг, и он уже через несколько лет, на мой взгляд, даст интересные в научном и практическом отношении результаты, которые сразу выявят много «пищи» для размышлений. По прошествии еще какого-то отрезка времени (возможно, 10–15 лет) появится возможность для обобщений и пересмотра хотя бы некоторых сложившихся представлений. Относительно последнего у меня нет сомнений. Конечно, прогноз хода научного познания — занятие не очень надежное в смысле оправдываемости. Однако мне представляется, что предлагаемый эксперимент позволит существенно продвинуться в понимании таких вопросов, как важность и приоритетность конкретных функциональных связей в сообществах, лимитирующие факторы, характеристики экологической емкости, «запас прочности» популяций и сообществ, а также соотношение естественных и антропогенных факторов в динамике популяций, биоценозов и экосистем.

*Поступила в редакцию 4.03.04 г.*

А.П. Черняев

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОДЕ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ АМУРСКОГО ЗАЛИВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Нефтегазодобывающая индустрия по-прежнему остается одной из основных отраслей, оказывающих негативное влияние на окружающую среду. С ее активным развитием на Дальнем Востоке России все большие участки морей подвергаются загрязнению нефтяными углеводородами (НУ). Загрязнение НУ морской среды в основном приурочено к портам, нефтеналивным терминалам.

Нефть и нефтепродукты являются токсическим фактором, влияющим на выживание и адаптационные способности организмов (Миронов, 1985; Патин, 2001). При этом отмечается непосредственный токсический эффект соединений, входящих в состав нефти (полиароматические углеводороды, фенолы), образование гидрофобными соединениями (парафины) пленки на поверхности воды, препятствующей нормальному газообмену, налипание нефти на оперение птиц и т.д.

Большое количество работ, посвященных исследованию содержания растворенных и распределенных в воде НУ, а также депонируемых донными отложениями (ДО), в основном относится к прибрежной зоне и водоемам Северной Америки и Европы. Информация о нефтяном загрязнении северной части Тихого океана немногочисленна. В официальных данных (Государственный доклад..., 2002) сообщается о среднегодовом содержании НУ в водах зал. Петра Великого на уровне 0,8–1,4 ПДК.

По оценкам экспертов, наибольшую антропогенную нагрузку в акватории зал. Петра Великого испытывают Амурский залив и бухта Золотой Рог (Романкевич, Айбулатов, 2004).

В Амурском заливе, из-за небольших глубин, ветровых и приливных течений, а также процессов турбулентной диффузии (Зайцева, 1981; Зуенко, 1998), органические загрязняющие вещества в летний период в водной толще распределены относительно равномерно. По данным А.В. Ткалина (Tkalin, 1991), средние концентрации НУ в толще вод залива составляют 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, что не превышает принятых в России ПДК — 0,05 мг/дм<sup>3</sup>. В прибрежной зоне залива содержание этих веществ часто выше ПДК, а в бухте Золотой Рог концентрация НУ достигает 1 мг/дм<sup>3</sup>. Часть акватории залива и особенно бухты Золотой Рог практически постоянно покрыта нефтяной пленкой, толщина которой у берегов может достигать 100 мкм: здесь даже средняя за год концентрация углеводородов в толще воды (67 мг/дм<sup>3</sup>) выше ПДК (Огородникова, 2001). В ДО картина пространственного распределения НУ может сильно отличаться от распределения в воде, так как представляет собой результат депонирования нефти и продуктов ее деградации.

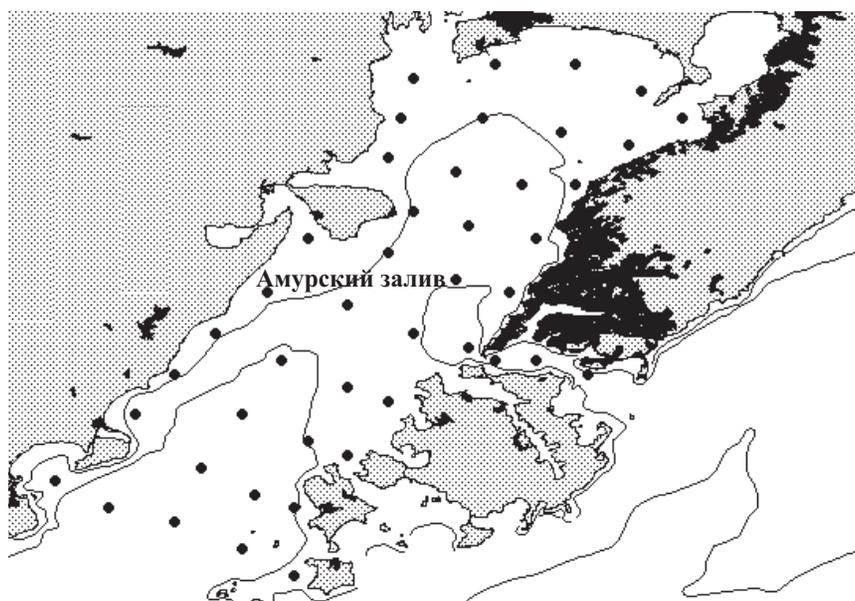
Цель данной работы состояла в подробном изучении распределения НУ в поверхностном слое воды и ДО Амурского залива и установлении влияния на этот процесс абиотических и антропогенных факторов. Пробы были собраны с 45 станций (рис. 1).

Отбор проб производили с борта мотобота в мае-июне 2004 г. Поверхностный слой воды (не более 20 см) отбирали в герметичные стеклянные сосуды вместимостью 3 дм<sup>3</sup> и немедленно прибавляли 1,1,2-трихлор-1,2,2-трифторэтан (25 см<sup>3</sup>). После тщательного перемешивания в течение 5 мин пробы оставляли до полного разделения органического и водного слоев. Затем органический экстракт фильтровали через слой безводного сульфата натрия.

Отбор проб ДО производили водолазным способом. Образцы помещали в полимерные пакеты и отправляли на хранение при температуре минус 14 °С. Дальнейший анализ образцов ДО заключался в экстракции НУ щелочным раствором этилового спирта. Навеску пробы (20 г) помещали в термостойкую коническую колбу со шлифованным горлом, приливали 15 см<sup>3</sup> 2 %-ного раствора гидроксида калия в этаноле и кипятили

Рис. 1.  
Карта-схема  
станций. Точки  
— станции

Fig. 1. Map  
indicating the  
sampling sites.  
Points — sites of  
sampling



с обратным холодильником 1,5 ч. Колбу охлаждали, содержимое центрифугировали. Надосадочную жидкость собирали, а осадок подвергали повторной экстракции 15 см<sup>3</sup> щелочного этанола в течение 1 ч; далее содержимое вновь центрифугировали, надосадочные жидкости объединяли, помещали в делительную воронку, добавляли 5 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и дважды экстрагировали НУ гексаном (по 5 см<sup>3</sup>). Гексановый слой промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции по универсальной индикаторной бумаге и сушили над безводным сульфатом натрия.

Полученные экстракты морской воды и донных отложений пропускали через патроны для твердофазной экстракции «Spe-ed Sil» для очистки от полярных соэкстрагирующихся примесей. Гексановую вытяжку упаривали на песчаной бане при температуре 100 °С досуха. Сухой остаток растворяли в точном объеме четыреххлористого углерода. Используемая методика экстракции НУ является модификацией известного метода (РД 52.10.556-95). Определение общего содержания нефтяных углеводородов проводили на ИК-анализаторе фирмы Wilks Enterprise, Inc. Infracal TOG/TPH Analyzers в трех параллелях.

Метод применим для анализа природных вод или промышленных стоков при концентрации нефтяных углеводородов от 0,01 мг/дм<sup>3</sup>.

Основными источниками поступления нефтяных углеводородов в Амурский залив являются несколько выпусков, собирающих сточные воды двух крупных городов — Владивостока и Уссурийска. Причем вклад г. Уссурийск обусловлен прежде всего речным стоком р. Раздольной, а вклад Владивостока связан с выбросами выпусков Верхне-Портовый, Первая Речка, Вторая Речка, Де-Фриз (Нигматулина и др., 2002).

Средняя концентрация НУ на западе ктовой части Амурского залива (рис. 2) составляет 0,2 мг/дм<sup>3</sup> и превышает ПДК в 4 раза. В донных отложениях, собранных в этом районе, содержание нефти составляет 31–64 мг/кг (рис. 3), что превышает содержание НУ в ДОО о. Рейнеке (условно фоновый район) в 3–6 раз. Относительно высокие концентрации нефтяных углеводородов в этом районе связаны, как уже было сказано выше, со сбросом сточных вод г. Уссурийск, с. Вольно-Надеждинское, с. Михайловка в р. Раздольную без какой-либо очистки. В районе выпуска Де-Фриз в воде также наблюдается превышение нормы в 3–4 раза (0,25 мг/дм<sup>3</sup>), что свидетельствует о невысоком уровне очистки сточных вод, несмотря на тенденцию к снижению объемов выбросов в последние годы. По общепринятой классификации такие сбросы относят к «недостаточно очищенным». В районе выпусков Первая Речка, Вторая Речка, Верхне-Портовый обнаружено значительное превышение концентрации нефте-углеводородов в воде (0,35–0,45 мг/дм<sup>3</sup>), что связано с деятельностью предприятий г. Владивосток.

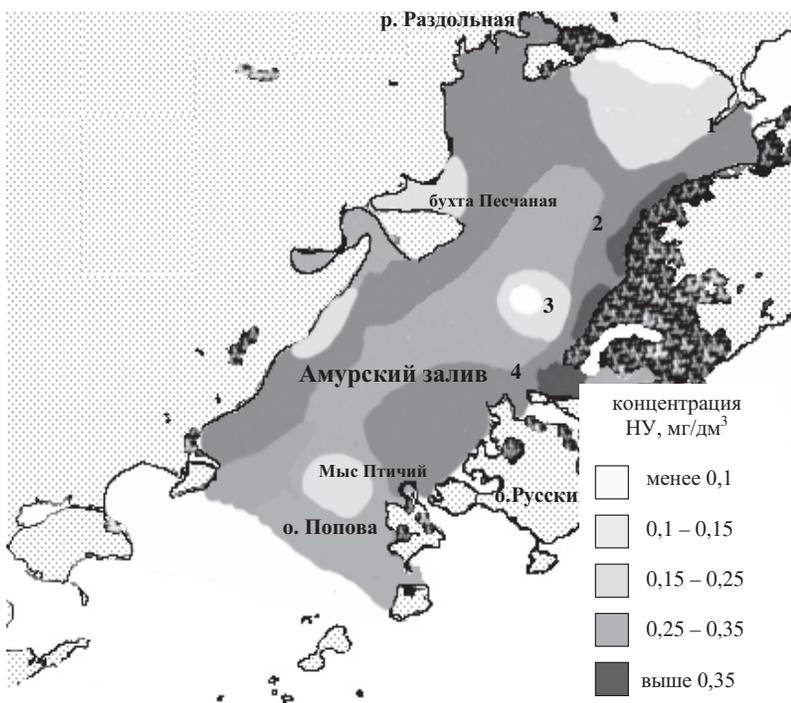


Рис. 2. Распределение нефтяных углеводородов в поверхностном слое воды Амурского залива. Контролируемые выбросы: 1 — Де-Фриз; 2 — Вторая Речка; 3 — Первая Речка; 4 — прол. Босфор Восточный

Fig. 2. Petroleum hydrocarbons distribution in surface layer of sea-water of Amur Bay. Controllable emissions: 1 — De-Friz; 2 — Vtoraya Rechka; 3 — Pervaya Rechka; 4 — Bosphor Vostochny Strait

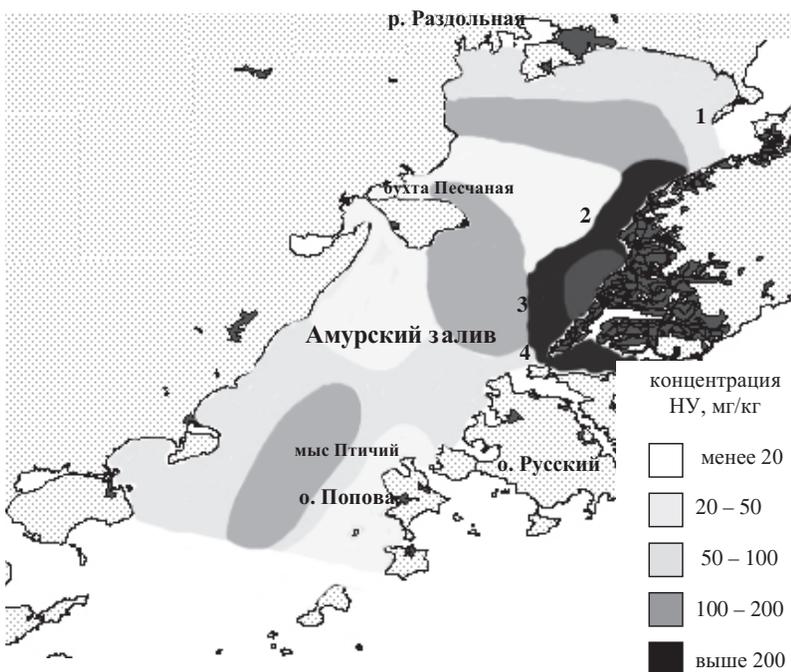


Рис. 3. Распределение нефтяных углеводородов в донных отложениях Амурского залива. Контролируемые выбросы: 1 — Де-Фриз; 2 — Вторая Речка; 3 — Первая Речка; 4 — прол. Босфор Восточный

Fig. 3. Petroleum hydrocarbons distribution in surface bottom sediments of Amur Bay. Controllable emissions: 1 — De-Friz; 2 — Vtoraya Rechka; 3 — Pervaya Rechka; 4 — Bosphor Vostochny Strait

Основными «поставщиками» НУ в акваторию Амурского залива в этом районе являются морские порты, железнодорожный транспорт и автотранспорт (Нигматулина и др., 2002). Содержание НУ в грунтах этих станций также высоко — 150–200 мг/кг, что свидетельствует о хроническом характере загрязнения.

В центральной части Амурского залива концентрация НУ составляет 0,1–0,15 мг/дм<sup>3</sup>. Из-за значительных, по сравнению с кутовой частью, глубин происходит перемешивание и разбавление загрязненных вод, что и объясняет относительно невысокое превышение ПДК (2–3 раза). В этом районе происходит значительное депонирование НУ донными отложениями, их содержание на отдельных станциях достигает 70 мг/кг. Какой-либо закономерности в пространственном распределении НУ в грунтах этого района не

отмечено, что можно объяснить их разным гранулометрическим составом. В песчаных грунтах содержание НУ понижено (5–24 мг/кг), а в илах — повышено (30–70 мг/кг).

Аномально низкие концентрации НУ в воде были зафиксированы в центре кутовой части — здесь они не превышали 0,1 мг/дм<sup>3</sup>. В ДО этого района содержание НУ варьирует от 19 до 64 мг/кг. Такое несоответствие, вероятнее всего, связано с сильным разбавлением морской воды из-за паводковых явлений в весенний период.

Прибрежные воды западной части о. Попова (бухта Западная) характеризуются относительно невысокими концентрациями НУ (0,12 мг/дм<sup>3</sup>), в то же время вода, отобранная около мыса Птичьего, отличается более высоким уровнем их содержания (0,25 мг/дм<sup>3</sup>). Вероятнее всего, это связано с влиянием сильно загрязненных прибрежных вод Владивостока.

Можно выделить три локальных участка на акватории залива с концентрацией НУ в воде выше 0,35 мг/дм<sup>3</sup>. Самая высокая концентрация НУ была зарегистрирована в западной части прол. Босфор Восточный — 0,95 мг/дм<sup>3</sup>, что связано с активным судоходством в этом районе. В центре пролива и его восточной части наблюдалось значительное снижение концентрации НУ (соответственно 0,21 и 0,15 мг/дм<sup>3</sup>), что, по-видимому, связано с благоприятным гидрологическим режимом вследствие смешения с более чистой водой Уссурийского залива. Похожая картина наблюдается и в распределении НУ в ДО пролива — у выпуска Верхне-Портовый — 441 мг/кг (абсолютно максимальное значение), в районе мыса Токаревского — 370 мг/кг, в центре пролива — 330 мг/кг, в районе мыса Иродова — 258 мг/кг.

По уровню загрязнения нефтяными углеводородами Амурский залив приближается к акваториям, испытывающим сильнейший антропогенный стресс, каким является, например, эстуарий Понгол (Ponggol estuary) в Сингапуре (Nayar et al., 2004).

Полученные данные свидетельствуют о наличии нефтяного загрязнения, местами значительного, в одном из прибрежных промысловых районов — Амурском заливе, а высокое содержание НУ в донных отложениях — о хроническом характере загрязнения этого района.

## Литература

**Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2001 году».** — М.: Государственный центр экологических программ, 2002. — 452 с.

**Зайцева Т.В.** Статистический анализ поля скорости течений в прибрежной зоне залива Петра Великого // *Гидрофизические исследования в северной части Тихого океана.* — Владивосток, 1981. — С. 93–98.

**Зуенко Ю.И.** Элементы структуры вод северо-западной части Японского моря // *Изв. ТИПРО.* — 1998. — Т. 123. — С. 262–290.

**Миронов О.Г.** Взаимодействие морских организмов с нефтяными углеводородами. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — 127 с.

**Нигматулина Л.В., Огородникова А.А., Щеглов В.В.** Влияние стока прибрежных территорий на степень загрязнения вод Амурского залива (Японское море) // *Мат-лы междисциплинарной конф. «Человек в прибрежной зоне: опыт веков».* — Владивосток: ТИПРО-центр, 2002. — С. 73–77.

**Огородникова А.А.** Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. — Владивосток: ТИПРО-центр, 2001. — 193 с.

**Патин С.А.** Нефть и экология континентального шельфа. — М.: ВНИРО, 2001. — 247 с.

**РД 52.10.556-95.** Методические указания. Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси. — М.: Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1996.

**Романкевич Е.А., Айбулатов Н.А.** Геохимическое состояние морей России и здоровье человека // *Электрон. науч.-информ. журн. «Вестник отделения наук о Земле РАН».* — 2004. — № 1(22). — С. 1–17: [http://www.scgis.ru/russian/cpl251/h\\_dggms/1-2004/scpub-5.pdf](http://www.scgis.ru/russian/cpl251/h_dggms/1-2004/scpub-5.pdf)

**Nayar S., Goh B.P.L., Chou L.M.** The impact of petroleum hydrocarbons (diesel) on periphyton in an impacted tropical estuary based on in situ microcosms // *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* — 2004. — Vol. 302. — P. 213–232.

**Tkalin A.V.** Chemical pollution of the north-west Pacific // *Mar. Pollut. Bull.* — 1991. — Vol. 22, № 9. — P. 455–457.

В.Н. Лысенко

## РАЗМЕР И ВОЗРАСТ НАСТУПЛЕНИЯ ПОЛОВОЗРЕЛОСТИ У САМОК КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* НА ЗАПАДНОКАМЧАТСКОМ ШЕЛЬФЕ

Размеры наступления половозрелости у самок используются при определении репродуктивного потенциала популяции, что необходимо при расчетах величины пополнения, а также для установления численности зрелых самок в популяции, нужной при оценке эффективной репродуктивной биомассы в моделях запас—пополнение.

Материал был собран во время проведения учетных траловых съемок на западнокамчатском шельфе в июле–августе 1999–2002 гг. В качестве орудия лова при проведении траловой съемки использовали донный трал 27,1 м, вооруженный мягким грунтопом. Траления проводились в районе, ограниченном координатами 51°11'—57°28' с.ш., на глубинах от 13 до 200 м. При проведении съемки в 1999 г. было выполнено 152, 2000 г. — 150, 2001 г. — 201 и в 2002 г. — 179 учетных тралений.

При проведении траловых съемок было проанализировано в 1999 г. 2875 самок, 2000 г. — 5934, 2001 г. — 5933 и в 2002 г. — 6540 самок. Сбор и анализ материала проводили по стандартной методике (Руководство..., 1979).

Размер 50 %-ной половозрелости самок определяли по изменению доли икроносных особей с увеличением линейных размеров. Полученные эмпирические данные аппроксимировались логистической кривой, коэффициенты которой находили по уравнению Ферхюльста (Лакин, 1990):

$$y = 100/1 + 10^{(a + bx)},$$

где  $y$  — доля морфологически зрелых самок, %;  $x$  — ширина карапакса, мм;  $a$  и  $b$  — коэффициенты.

Для сравнения наших данных со сведениями зарубежных авторов, которые при анализе размеров камчатского краба используют длину карапакса, было рассчитано уравнение линейной зависимости между длиной и шириной карапакса для самок камчатского краба. Связь между длиной ( $L$ ) и шириной ( $W$ ) карапакса аппроксимировалась уравнением  $L = 4,3 + 0,895W$  ( $r = 0,9891$ ).

Размеры проанализированных самок находились в диапазоне 65–163 мм. Минимальный размер самки с наружной икрой за период исследований равнялся 79 мм. Все самки размером 100 мм и более имели икру, 91,6 % самок имели наружную икру или следы ее присутствия. Логистическая кривая строилась в интервале размеров 73–110 мм.

На западнокамчатском шельфе самки становятся яйценосными при размерах 79–86 мм (Виноградов, 1941). В 1960-е гг. на западнокамчатском шельфе минимальные размеры самок с наружной икрой равнялись 81 мм по ширине карапакса и все самки размером более 100 мм имели икру (Matsuura et al., 1972).

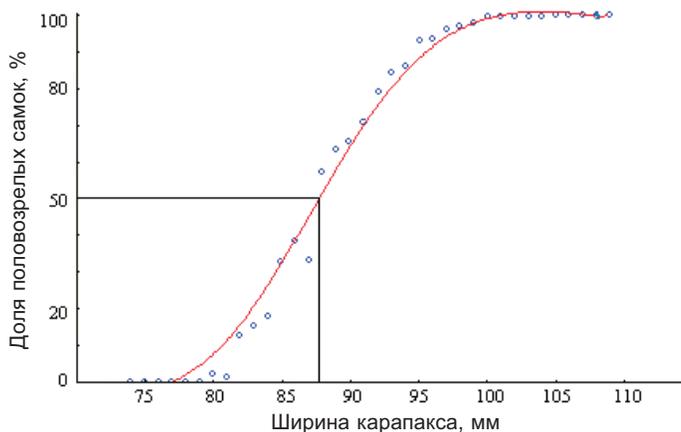
Размеры наступления 50 %-ной половозрелости, по данным траловых уловов, на протяжении 4 лет исследований практически не изменялись (см. таблицу) и в среднем составляли  $88,6 \pm 0,4$  мм. По осредненным данным построена кривая зависимости половозрелости от размера (см. рисунок).

Размер наступления 50 %-ной половозрелости у самок камчатского краба в северной части западнокамчатского шельфа в 1960-х гг. равнялся 82,0 мм по длине карапакса (86,8 мм по ширине карапакса) (Matsuura et al., 1972), т.е. этот показатель практически не изменился на протяжении около 40 лет.

Известно, что размеры наступления 50 %-ной половозрелости самок сильно варьируют как у разных популяций камчатского краба, так и в разные годы исследований — от 66 мм по ширине карапакса у побережья о. Нортон-Саунд (Powell et al., 1983) до 120 мм в зал. Анива (Клитин, 2003) и 130 мм в Баренцевом море (Баканев и др., 1997).

Средние размеры наступления 50 %-ной половозрелости самок камчатского краба  
и коэффициенты логистического уравнения  
The 50 % sizes at maturity (SM50) for red king crab female and coefficients of logistic equation

Год	Ширина карапакса, мм	Коэффициент <b>a</b>	Коэффициент <b>b</b>
1999	87,8	7,0806	-0,0806
2000	89,2	12,242	-0,1373
2001	88,7	8,6	-0,097
2002	88,8	8,8871	-0,1001



Зависимость наступления половозрелости самок камчатского краба от размера SM50 for females of red king crab

Размер наступления 50 %-ной половозрелости самок в популяции краба западнокамчатского шельфа больше, чем в популяции о. Нортон-Саунд и северо-западной части Охотского моря, где минимальный размер самок с икрой равнялся 55 мм (Родин, Мясоедов, 1982). Во всех остальных популяциях камчатского краба его величина больше, чем у западной Камчатки. Ближе всего этот размер у популяции краба Алеутских островов — 93,5 мм по ширине карапакса (Blau, 1990).

Несмотря на то что размеры, при которых наступает половозрелость, сильно варьируют, возраст наступления половозрелости более стабилен. Курата (Kurata, 1961) определил возраст наступления половозрелости у самок в водах у о. Хоккайдо в 6+ лет. По Веберу (Weber, 1967), возраст наступления половозрелости у самок камчатского краба в юго-восточной части Берингова моря равен 5,5 года. У о. Кадьяк наступление половозрелости самок наступает на шестом году жизни (Incze et al., 1986).

Размер 50 %-ной половозрелости самок в популяции западнокамчатского шельфа соответствует 6-летнему возрасту (Лысенко, Гайдаев, наст. сб.), как и у популяций восточной части Берингова моря и у о. Кадьяк (Stevens, Munk, 1990), хотя средние размеры 6-летних самок этих популяций намного выше — соответственно 96 мм и 122 мм по ширине карапакса.

## Литература

- Баканев С.В., Герасимова О.В., Матьков Д.В.** Основные репродуктивные параметры баренцевоморской популяции камчатского краба *Paralithodes camtschatica* // Исследования промысловых беспозвоночных в Баренцевом море. — Мурманск: ПИНРО, 1997. — С. 5–14.
- Виноградов Л.Г.** Камчатский краб. — Владивосток: ТИНРО, 1941. — 94 с.
- Клитин А.К.** Камчатский краб у берегов Сахалина и Курильских островов: биология, распределение и функциональная структура ареала // Бюл. журн. «Вопр. рыб-ва». — 2003. — Вып. 2. — 252 с.
- Лакин Г.Ф.** Биометрия. — М.: Высш. шк., 1990. — 243 с.
- Лысенко В.Н., Гайдаев В.Э.** Рост камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в северной части западнокамчатского шельфа // Наст. сборник.
- Родин В.Е., Мясоедов В.И.** Биологическая характеристика популяции камчатского краба *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) в северо-западной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 1982. — Т. 106. — С. 3–10.

**Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей.** — Владивосток: ТИНРО, 1979. — 58 с.

**Blau S.F.** Size at maturity of female red king crabs (*Paralithodes camtschatica*) in the Adak management area, Alaska // Proc. of the Intern. Sympos. on King and Tanner Crabs. — Fairbanks, 1990. — P. 105–116.

**Incze L.S., Otto R.S., McDowell M.K.** Recruitment variability of juvenile red king crab, *Paralithodes camtschatica*, in the southeast Bering sea // North Pacific workshop on stock assessment and management of invertebrates. Can. Spec. Pub. Fish. Aquat. Sci. — 1986. — Vol. 92. — P. 370–378.

**Kurata H.** On the age and growth of the king crab, *Paralithodes camtschatica* // Hokkaido Prefectural Fisheries Experimental Station. Monthly Report. — 1961. — Vol. 18(1). — P. 10–22.

**Matsuura S., Takeshita K., Fujita H., Kawasaki S.** Reproduction and fecundity of the female king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) in the waters of western Kamchatka. II. Determination of fecundity based on the counts of the ovarian eggs and the spawned eggs attached to pleopods // Bull. Far Seas Fish. Res. Lab. — 1972. — Vol. 6. — P. 169–190.

**Powell G.C., Peterson R., Schwarz L.** The red king crab, *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) in Norton Sound, Alaska: History of biological research and resource utilization through 1982: Alaska Dep. Fish. Game, Inf. Leaflet. — 1983. — Vol. 222. — 104 p.

**Stevens B.G., Munk J.E.** A temperature-dependent growth model for juvenile red king crab, *Paralithodes camtschatica*, in Kodiak, Alaska // Proc. of the Intern. Sympos. on King and Tanner Crabs. — Fairbanks, 1990. — P. 293–304.

**Weber D.** Growth of the immature king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) // Bull. Int. North. Pac. Fish. Comm. — 1967. — Vol. 21. — P. 21–53.

Н.Б. Аюшин, Н.Н. Ковалев

## ЦИТОХРОМ С ИЗ СЕРДЕЦ ЛОСОСЕЙ: СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА

Цитохромы — группа сложных белков, относящихся к классу пигментов-гемопро-теидов. Цитохром С — железосодержащий митохондриальный белок, участвующий в качестве переносчика электронов в процессах биологического окисления, он содержит одну полипептидную цепь и одну гемогруппу, которая ковалентно связана с полипептидом. Молекула цитохрома С свернута в компактную глобулу, причем большинство его гидрофильных групп расположено снаружи, а большинство гидрофобных групп — внутри глобулярной структуры. Рентгеноструктурный анализ показал, что в цитохроме С на долю спиральных сегментов приходится около 40 % аминокислотных остатков. В остальной части аминокислотной цепи цитохрома находятся всевозможные изгибы, повороты, нерегулярные витки и сегменты в вытянутой конформации. Цитохром С функционирует путем переменного окисления и восстановления атома железа, т.е. железо находится то в ферро-, то в ферриформах (Уайт и др., 1981). Молекулярная масса этого белка у большинства видов составляет около 12300 Да. Он исключительно важен для осуществления функции клеточного дыхания, и его препараты, полученные из сердец крупного рогатого скота, применяются в клинической практике. Цитохром С улучшает метаболизм миокарда, особенно в перинфарктной зоне, уменьшает размеры некроза, сокращает сроки рубцевания сердечной мышцы. Выявленный положительный инотропный эффект цитохрома С способствует более быстрому и полному восстановлению сократительной и ритмической функции сердца. Высокоэффективным оказалось применение препарата в кардиологической практике: в комплексе интенсивной терапии острого инфаркта миокарда, после операций протезирования искусственных клапанов сердца. В клинической практике цитохром С применяется для улучшения тканевого дыхания при асфиксии новорожденных, астматических состояниях, хронической пневмонии, сердечной недостаточности, ишемической болезни сердца, инфекционном гепатите, старческой дегенерации сетчатки глаза, интоксикациях (Костюченко, 1998), прогрессирующих мышечных дистрофиях (Мальмберг и др., 2004).

Известно, что цитохром С из сердец крупного рогатого скота выпускается как лекарственное средство (Машковский, 1997). Его получают с помощью многостадийного и трудоемкого процесса, что сказывается на стоимости готовой формы, однако клиническая потребность в этом веществе обеспечена менее чем на 20 %, а наращивать объемы производства в современных условиях не представляется возможным. Кроме того, в последние годы использование органов сельскохозяйственных животных в качестве сырья для получения фармпрепаратов резко сократилось из-за опасности распространения тяжелых заболеваний прионовой природы. Эти обстоятельства стали побудительным мотивом для поиска альтернативных видов сырья для производства лекарств и действующих начал для биологически активных пищевых добавок, к числу которых относится цитохром С.

Большое количество разнообразных биологических ресурсов добывается средствами морского промысла. Одной из проблем, неразрывно связанной с промышленным рыболовством, является проблема рациональной утилизации отходов, большую часть которых составляют внутренние органы добываемых рыб, в том числе и сердца, которые могли бы быть использованы как сырье для производства цитохрома С. Для исследований в этом направлении были выбраны сердца рыб семейства лососевых, в частности кеты, которая занимает в общем объеме вылова тихоокеанских лососей второе место после горбуши.

Сердца кеты *Oncorhynchus keta Walbaum* были заготовлены в разные годы на рыбокомбинатах Камчатки. По качественным показателям сырье соответствует требованиям ТУ 9267-258-00472012-04, необходимым для заготовки и хранения.

Цитохром выделяли двумя методами.

## Метод с использованием кислотной экстракции

Классическая методика выделения цитохрома С из сердец сельскохозяйственных животных включает экстракцию слабым раствором трихлоруксусной кислоты (ТХУ), ступенчатое высаливание балластных белков сульфатом аммония, осаждение препарата 20 %-ным раствором ТХУ, отделение осадка, растворение его в воде, замораживание, размораживание, фильтрацию и диализ фильтрата против физиологического раствора. Затем материал либо лиофилизируют, либо готовят ампулированную жидкую форму для инъекций. Эта методика послужила основой для выделения цитохрома С из сердец кеты.

В процессе выделения цитохрома С из сердец лососевых были выявлены некоторые особенности. Для проведения экстракции сердца были измельчены, заморожены при минус 25 °С, а затем хранились в морозильной камере в течение 3 мес при минус 18 °С. Фарш был разморожен и повторно измельчен. При размораживании фарша отмечено, что мышечная ткань сердец лососевых имеет более мягкую консистенцию по сравнению с миокардом убойного скота и морских ластоногих и отличается более высоким содержанием в ней липидов. При обработке фарша раствором ТХУ оказалось, что экстракция цитохрома С из реакционной массы происходит при более высоких значениях рН (4,8–5,5), чем по классической технологии.

При отжиме после экстракции избыток липидов значительно затруднил фильтрацию экстракционных продуктов. В связи с этим для осаждения липидной фракции и ускорения процесса фильтрации в реакционную массу добавляли природный адсорбент.

В соответствии с промышленной технологией получения цитохрома С после нейтрализации экстракта дальнейшее выделение препарата проводили дробным высаливанием. Для высаливания, как в промышленных условиях, использовали серноокислый аммоний. При отработке методики осаждения цитохрома С из экстракта выяснилось, что использование реагента в концентрациях, рекомендуемых технологическим регламентом, для данного вида сырья оказалось не оптимальным, что потребовало проведения дополнительных изысканий. Выяснилось, в частности, что экстракцию цитохрома лососей лучше проводить при низкой температуре, в отличие от цитохрома крупного рогатого скота (КРС), как показано в табл. 1.

Таблица 1

Содержание цитохрома С в зависимости от температурного режима экстракции, мг/кг  
Table 1

Cytochrome C, in related from temperature of extraction, mg/kg

Объект	20 °С	15 °С	10 °С	5 °С
КРС	151,4	120,5	100,6	–
Лососевые (кета)	180,1	202,5	289,8	345,8

Время экстракции, как оказалось, также имеет большое значение, поскольку при длительных экспозициях выход цитохрома снижается (табл. 2).

Таблица 2

Выход цитохрома С в зависимости от времени экстракции при разных температурах, мг/кг исходного сырья

Table 2

Yield of Cytochrome C in related from extraction time at different temperatures, mg/kg of initial material

Объект	0,5 ч		1 ч		2 ч		3 ч		4 ч		12 ч	
	20 °С	5 °С										
КРС	–	–	–	–	151,4	–	140,3	–	144,3	292,8	111,0	110,2
Кета	113,1	331,2	160,2	320,6	180,1	345,8	173,5	330,1	153,8	250,3	101,7	110,8

Последующие стадии процесса получения препарата из нового вида сырья проводились в соответствии с промышленным регламентом.

Таким образом, модифицированный способ получения цитохрома С из сердец лососевых пород рыб включает измельчение сырья, экстракцию кислотой, обработку экстракта сульфатом аммония, осаждение препарата кислотой, обработку полученного

осадка сульфатом аммония, получение водного раствора цитохрома С, его замораживание — размораживание с последующим фильтрованием, диализ с последующими стерильной фильтрацией и лиофилизацией супернатанта и отличается тем, что в качестве сырья используют сердце лососевых, экстракцию проводят при pH 4,8–5,5 (в отличие от pH 2,5–3,5 в случае использования сердец крупного рогатого скота), а при осаждении балластных белков после экстракции вводят стадию обработки природным адсорбентом для удаления липидов из расчета 20–30 г на 100 г исходного сырья.

Эксперименты показали принципиальную возможность использования миокарда лососевых пород рыб для выделения цитохрома С в качестве источника получения фермента.

После обработки дитионитом для перевода цитохрома С в восстановленную форму был снят спектр поглощения и зарегистрированы максимумы поглощения при 430, 520 и 555 нм, что примерно соответствует спектрам поглощения цитохрома С из сердечной мышцы крупного рогатого скота (Скулачев, 1969) и лошади (Новые методы..., 1988), т.е. соответствует требованиям ФС 42-2533-88. Его содержание на разных стадиях процесса определяли спектрофотометрически, по методу, основанному на разнице поглощения окисленной и восстановленной форм (ФС 42-2533-88).

Выход цитохрома С из нового сырья в опытах составил 70–100 мг/кг сердца — это достаточно высокий показатель, поскольку количественное содержание фермента в исходном сырье — миокарде лососевых пород рыб — равно 200 мг/кг (в сердцах КРС — 190 мг/кг, а выход препарата по технологии — от 40 до 120 мг/кг). Таким образом, новый вид сырья не уступает общепринятому для получения препарата в промышленных масштабах.

### **Метод с использованием ультрафильтрации**

Ультрафильтрационные методы разделения и концентрирования различных веществ биологического происхождения начали широко применяться в полупромышленных и промышленных масштабах с середины 80-х гг., когда были созданы кассетные, волоконные и трубчатые аппараты. Поскольку процедура проводится в исключительно щадящих условиях, этот метод весьма удобен для получения нативных ферментов. Еще с помощью фильтрования с давлением через плоские мембраны была получена в препаративных количествах плацентарная В-1,4-о-ксиленоза (Green et al, 1986). Тогда же удалось разделить и получить в препаративных количествах фракции ингибитора трипсина из сои (Baker, 1986). С помощью мембран с пропускной способностью до 300 кДа на твердой подложке получили альбумин и иммуноглобулины человека (Wan, 2004).

Для проведения ультрафильтрации использовалась аппаратура фирмы Millipore (Франция) с плоскими мембранными модулями Pellicon, рассчитанными на пропускание макромолекул с массой в 1, 10 и 100 кДа.

Замороженные сердца кеты подвергали частичному оттаиванию и измельчали. Полученный фарш заливали пятикратным объемом дистиллированной воды и оставляли при перемешивании на 17 ч при 12 °С, после чего центрифугировали с охлаждением. Полученный супернатант подвергали ступенчатой ультрафильтрации: сначала пропускали его через мембранный модуль, задерживающий макромолекулы с массой свыше 100 кДа, затем к полученному концентрату добавляли равный объем дистиллированной воды (два раза) для более полного удаления низкомолекулярной фракции и продолжали процесс до достижения объема концентрата в 1/10 часть первоначального объема; фильтрат подвергали аналогичной процедуре с использованием мембранных модулей, задерживающих молекулы с массой более 10 кДа и 1 кДа. Концентрат с фракцией более 100 кДа был подвергнут дополнительному центрифугированию, поскольку в процессе концентрирования образовался осадок, хорошо различимый визуально. Остальные фракции получились совершенно прозрачными, при этом фракция, содержащая вещества массой от 10 до 100 кДа, имела интенсивную красную окраску, фракции от 1 до 10 кДа и менее 1 кДа были слабо окрашены в желтый цвет. Полученные фракции были направлены на сублимационную сушку. Данные о выходе сухих веществ представлены в табл. 3.

Таблица 3  
Выход сухих веществ, полученных в результате ступенчатой ультрафильтрации водного экстракта сердец кеты, % от первоначального фарша

Table 3  
Yield of dry substances after the step ultrafiltration of water extract by salmon (*O. keta*) hearts, % from initial material

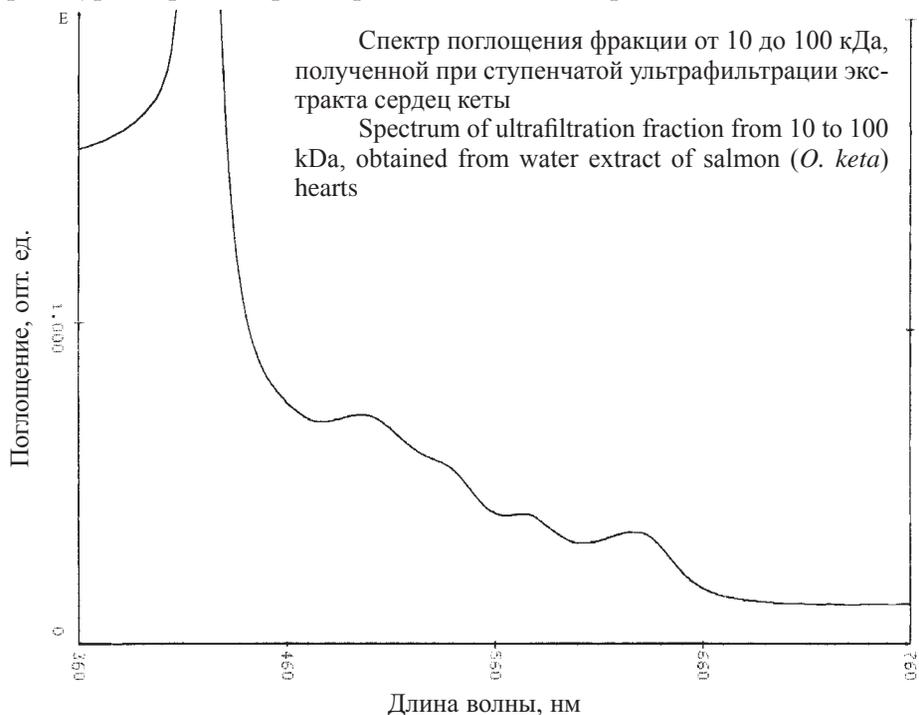
Фракция	Масса
Концентрат (свыше 100 кДа)	2,90
От 10 до 100 кДа	1,70
От 1 до 10 кДа	0,14
Менее 1 кДа	0,30

Наибольшую долю, как и ожидалось, составляют вещества с молекулярной массой более 100 кДа — кроме истинных биомолекул, присутствующих в растворе, здесь имеется мелкая механическая взвесь, от которой не удалось избавиться из-за ограничений, наложенных на скорость вращения роторов применявшихся при эксперименте центрифуг. Количество веществ с молекулярной массой менее 10 кДа оказалось весьма незначительным.

Спектры поглощения, снятые для всех фракций в диапазоне длин волн от 360 до 760 нм, показали наличие для фракции 10–100 кДа четырех максимумов — на 420, 500, 580 и 630

нм (см. рисунок). Как упоминалось выше, для цитохрома С из сердечной мышцы КРС и лошади характерны максимумы поглощения при 415, 520 и 550 нм (Скулачев, 1969; Новые методы..., 1988). Максимумы при тех же значениях длины волны были отмечены ранее для цитохрома С из сердец кеты, полученного кислотной экстракцией. Некоторый сдвиг максимумов поглощения объясняется тем, что обработки дитионитом не производилось и материал содержит смесь окисленной и восстановленной форм цитохрома; кроме того, препарат приготавливался в исключительно щадящих условиях без обработки любыми химическими реагентами и, несомненно, содержит истинный нативный цитохром. Максимум при 630 нм цитохрому не принадлежит. Массовая доля цитохрома С в этой фракции, вычисленная по значению оптической плотности при 580 нм, оказалась равна 26–27 % сухой массы препарата. Это соответствует его содержанию в сырье (450–470 мг на 1 кг сырого фарша), что заметно превышает показатель, полученный при использовании метода с экстракцией ТХУ. Спектр поглощения концентрата (более 100 кДа) снять не удалось из-за сильной опалесценции раствора; две низкомолекулярные фракции максимумов поглощения при длине волны более 400 нм не имеют.

Классический способ получения цитохрома С включает в качестве обязательных процедур экстракцию растворами кислот, от которых впоследствии необходимо



избавляться с помощью диализа. При этом время экстракции не превышает 2 ч, но дальнейший диализ требует как минимум 70 ч с заменой дистиллированной воды или физраствора, против которых он производится, через каждые 5 ч. Процедура с использованием ультрафильтрации занимает для получения фракции, содержащей весь имеющийся в экстракте цитохром С, не более суток; при этом сырье и конечный продукт не контактируют ни с каким другим веществом, кроме дистиллированной воды.

Таким образом, показана возможность применения сердец лососевых рыб в качестве источника цитохрома С, разработаны два метода получения его препаратов и доказано наличие в этих препаратах нативного цитохрома С с высокой степенью выхода.

### Литература

**Костюченко А.Л.** Применение современных антигипоксантов в практике неотложной кардиологии // *Аqua Vitae*. — 1998. — № 1. — С. 42–43.

**Мальмберг С.А., Шаркова И.В., Дадали Е.Л.** Использование препаратов цитохрома-с при прогрессирующих мышечных дистрофиях у детей // *Мед. науч. и учеб.-метод. журн.* — 2004. — № 18. — С. 58–60.

**Машковский М.Д.** Лекарственные средства. Изд. 13-е. — Харьков: Торсинг, 1997. — Т. 2. — 590 с.

**Новые методы практической биохимии.** — М.: Наука, 1988. — 262 с.

**Скулачев В.П.** Аккумуляция энергии в клетке. — М.: Наука, 1969. — 439 с.

**ТУ 9267-258-00472012-04.** Сердца лососевые мороженые — полуфабрикат.

**Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э. и др.** Основы биохимии. В трех томах. — М.: Мир, 1981. — Т. 1. — 535 с.

**ФС 42-2533-88.** Цитохром С для инъекций.

**Baker E.C.** Separation of Soy Trypsin-Inhibitors Using Ultrafiltration // *Journal of the American Oil Chemists Society*. — 1986. — Vol. 63, № 4. — P. 402–408.

**Green F., Clause C.A., Highley T.L., Micale J.A.** Purification of an Extracellular B-1,4-Xylanase of *Poria-Placenta* by Gel-Filtration and Ultrafiltration // *Phytopathology*. — 1986. — Vol. 76, № 10. — P. 1113.

**Wan Y.H., Ghosh R., Cui Z.F.** Separation of human serum albumin and human immunoglobulins using carrier phase ultrafiltration // *Biotechnology Progress*. — 2004. — Vol. 20, № 4. — P. 1103–1112.

*Поступила в редакцию 23.03.06 г.*

Г.А. Боровская, Е.В. Михеев, Л.М. Эпштейн,  
Н.Н. Ковалев, А.К. Гажа, Т.С. Запорожец

## МЕТОД УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ТИПРОСТИМА

В процессе экстрагирования биологически активных веществ (БАВ) из различных объектов искомые вещества нередко выделяются в виде сильно разбавленных растворов, которые необходимо сконцентрировать. Среди наиболее известных методов концентрирования БАВ можно выделить высаливание, осаждение органическими растворителями, диализ, упаривание и ультрафильтрацию. Последний метод является наиболее оптимальным, поскольку позволяет проводить концентрирование БАВ при очень мягких условиях: низкой температуре, широких значениях рН, любой ионной силе раствора. Существенно, что увеличение концентрации БАВ происходит без концентрирования растворителя и, следовательно, денатурирующие воздействия самой процедуры сведены к минимуму (Современные методы..., 1977).

Метод ультрафильтрации основан на разности давления (рабочего и атмосферного) на мембрану. Обычно ультрафильтрацию проводят при сравнительно невысоких давлениях 0,3–1,0 МПа (3–10 кгс/см<sup>2</sup>). С помощью ультрафильтрации можно проводить отделение как макро-, так и микрочастиц (размером 10 А); размеры отделяемых веществ могут варьировать от размеров неповрежденных клеток до буферных солей (Брок, 1987).

В настоящее время ультрафильтрация (мембранная фильтрация) применяется практически во всех отраслях производства (Дытнерский, 1975): пищевой, нефтеперерабатывающей промышленности, в медицине и др.

Фирма «Миллипор» является ведущим разработчиком и производителем мембран и установок на их основе («Пелликон»). Мембраны производятся в нескольких форматах: плоские пластины (кассеты); спиральные навивки; полые волокна. Фирма «Миллипор» производит мембраны для ультрафильтрации из различных материалов, в зависимости от встречающихся характеристик производства и химической совместимости материалов и сред. Каждый из материалов мембран представлен широким рядом предела номинальной молекулярной массы (ПНММ). Двумя наиболее часто используемыми материалами для изготовления ультрафильтрационных мембран являются регенерированная целлюлоза и полиэфирсульфон. Миллипоровская мембрана «Ультрасел» произведена из регенерированной целлюлозы и имеет широкий диапазон мембран по ПНММ (Ультрасел PL — от 1 до 300 кДа, Ультрасел PLC — от 5 до 1000 кДа).

Характерной особенностью системы «Пелликон» является то, что процесс фильтрации проходит в тангенциальном потоке. Выделяют два режима фильтрации: фильтрация в нормальном потоке и фильтрация в тангенциальном потоке. Различие между этими режимами заключается в токе жидкости.

При фильтрации в нормальном потоке жидкость конвектирует напрямую через мембрану под действием давления. Вещества крупнее пор мембраны накапливаются на ее поверхности, вызывая снижение скорости процесса фильтрации, забивание мембраны, что ведет к снижению селективности и уменьшению срока служения мембраны.

При фильтрации в тангенциальном потоке жидкость прокачивается тангенциально вдоль поверхности мембраны, т.е. по касательной. При фильтрации в нормальном потоке вещества крупнее пор мембраны задерживаются на ее поверхности, а в тангенциальном не оседают на поверхности, а сметаются тангенциальным потоком и не засоряют мембрану. Эта особенность фильтрации в тангенциальном потоке делает ее идеальным процессом для утонченного разделения, основанного на различии размеров веществ.

Диафильтрация в тангенциальном потоке применяется в целях увеличения степени извлечения продукта и увеличения его чистоты. Для диафильтрации в рециркулирующую емкость вводится буфер до тех пор, пока фильтрат не удаляется из процесса.

Целью настоящей работы являлась разработка технологии безопасного получения тинростима, используемого в качестве основы для производства БАД, а также для изучения возможности последующего его применения в качестве лекарственного инъекционного средства в медицине и ветеринарии.

Сырьем для изготовления тинростима служили мороженые ганглии кальмаров, хранившиеся при температуре минус 18 °С в течение 10 мес.

Экстракцию пептидов проводили методом кислотного гидролиза при температуре  $17 \pm 2$  °С в течение 36–48 ч.

Ультрафильтрацию экстракта проводили на установке «Пелликон» фирмы «Миллипор» на плоских кассетных мембранах, изготовленных из материала «Ультрасел». Процесс ультрафильтрации проводили в несколько этапов, с последовательной сменой кассет с мембранами пор ПНММ 100, 10 и 1 кДа.

Иммунологическую активность фракций тинростима определяли по восстановлению фагоцитарной активности нейтрофилов крови человека *in vitro*. Иммунодефицитное состояние нейтрофилов индуцировали путем инкубации клеток с циклофосфаном (20 мг/см<sup>3</sup>) в течение 60 мин при 37 °С, затем вносили исследуемые образцы тинростима в дозах 0,05, 0,005 и 0,0005 мкг/см<sup>3</sup> и взвесь микроорганизмов — *S. aureus* — в количестве 10<sup>9</sup> клеток/см<sup>3</sup>. Инкубацию проводили в течение 30 мин при 37 °С. Клеточную взвесь центрифугировали при 1000 об/мин, из осадка готовили мазки, которые фиксировали метанолом, окрашивали азур-п-эозином. Фагоцитарную активность нейтрофилов (ФП — фагоцитарный показатель — процент фагоцитирующих клеток и ФЧ — фагоцитарное число — среднее количество микробов, поглощенных одним нейтрофилом) определяли, подсчитывая клетки под микроскопом.

Контролем служили нейтрофилы, инкубированные с микроорганизмами без тинростима.

Для статистической обработки результатов использовали t-критерий Стьюдента.

Используемая в настоящее время технология получения тинростима включает стадию осаждения ацетоном. Для получения 100 г вещества расход ацетона составляет 250 л. Это обстоятельство приводит к необходимости хранения на производстве больших запасов этого растворителя, что делает производство токсичным, взрыво- и огнеопасным.

В течение нескольких лет в экспериментальном цехе ФГУП «ТИНРО-центр» получают биологически активную субстанцию «тинростим», служащую основой для получения биологически активных добавок к пище — тинростим СТ<sup>+</sup>, тинростим-С. Кроме того, тинростим используют для получения продуктов лечебно-профилактического назначения. Препарат представляет собой пептидно-белковый комплекс, обладающий высокой иммуномодулирующей активностью (Боровская и др., 1996; Эпштейн и др., 1997). За весьма короткое время эта уникальная БАД завоевала заслуженное внимание со стороны как пищевой промышленности (Беседнова и др., 1997), так и ветеринарии (Беседнова и др., 1995) и медицины (Беседнова и др., 1991; Боровская, Эпштейн, 1999).

Ранее проведенное разделение тинростима методом ионообменной хроматографии на колонке с сульфокатионом с помощью анализатора «Biotvomk-2000» позволило обнаружить 45 пептидных фракций (А.с. 1259185).

При получении субстанции «тинростим» были проведены следующие операции, применяемые и при получении препарата методом осаждения ацетоном: размораживание сырья, измельчение, мягкий гидролиз и экстрагирование 3 %-ным раствором уксусной кислоты, центрифугирование. Для получения отдельных фракций тинростима с точно заданной молекулярной массой (м.м.) центрифугат подвергали ступенчатой ультрафильтрации. Первое разделение проводили на мембране с ПНММ 100 кДа. При этом вещества с м.м. от 100 кДа и выше не проходили через поры мембраны и концентрировались в емкости (концентрат). Вещества с м.м. менее 100 кДа проходили через поры мембраны и накапливались в другой емкости (фильтрат). Для более полного перехода из концентрата веществ с м.м. менее 100 кДа проводили диафильтрацию. Для этого концентрат разбавляли в 3 раза водой и повторно пропускали через эту же кассету. Фильтрат (раствор с веществами менее 100 кДа) подавали на кассету с

ПНММ 10 кДа. Таким же образом, как и на первой ступени, происходило отделение веществ с м.м. более 10 кДа (концентрат — раствор с веществами от 10 до 100 кДа) от раствора с веществами менее 10 кДа (фильтрат). Фильтрат, полученный на второй ступени, подавали на кассету с ПНММ 1 кДа для отделения веществ с м.м. от 1 до 10 кДа от фильтрата — раствора с веществами м.м. менее 1 кДа, — и концентрирования. Для более полной очистки этой фракции (1–10 кДа) проводили диафильтрацию. По окончании процесса ультрафильтрации концентрированные растворы с фракциями тинростима м.м. 1–10 и 10–100 кДа, а также фильтрат (раствор с м.м. менее 1 кДа) сублимировали при конечной температуре высушивания  $30 \pm 3$  °С.

Концентрат — раствор фракции тинростима с веществами м.м. более 100 кДа, содержащий большое количество примесей, — концентрировали с помощью ацетона. Ацетон декантировали, осадок в ацетоне фильтровали, промывали чистым ацетоном, сушили на воздухе, измельчали, растворяли в воде, центрифугировали (удаление водонерастворимого балласта), супернатант сублимировали при тех же условиях, что и остальные фракции.

51,5 дм<sup>3</sup> центрифугата, полученного после экстрагирования 10 кг сырья в уксуснокислом растворе, удалось сконцентрировать до 2,75 дм<sup>3</sup> с помощью ультрафильтрации через мембрану с ПНММ 100 кДа. К полученному концентрату (м.м. более 100 кДа) добавляли ацетон в соотношении 1 : 5. Таким образом, вместо 272,5 дм<sup>3</sup> ацетона, необходимого для получения тинростима методом осаждения, было израсходовано 13,75 дм<sup>3</sup> этого растворителя. Расход ацетона уменьшается в 20 раз, вследствие чего отпадает необходимость хранения больших запасов этого растворителя, что повышает безопасность производства.

В процессе выделения получено четыре фракции тинростима с различной м.м.: 1-я — более 100 кДа; 2-я — от 10 до 100; 3-я — от 1 до 10; 4-я — менее 1 кДа (табл. 1). Три первые фракции после сублимирования представляли собой аморфный порошок от белого до светло-желтого цвета. Четвертая фракция, являющаяся фильтратом с веществами низкой м.м., при сублимировании не высыхала, оставаясь в виде густой, вязкой полужидкой фазы. При добавлении ацетона эта фракция не осаждалась, образуя в растворе белесую взвесь.

Таблица 1  
Выход фракций тинростима из 10 кг сырья при ультрафильтрации

Table 1

Output of tinrostim fractions by ultrafiltration

Образец, № фракции	Объем, дм <sup>3</sup>	Молекулярная масса, кДа	Выход фракций, г
Центрифугат	51,5 ± 1,0	—	—
Концентрат, 1	2,75 ± 0,3	Более 100	26,6 ± 0,2
Концентрат, 2	1,70 ± 0,1	10–100	21,8 ± 0,1
Концентрат, 3	3,5 ± 0,1	1–10	36,6 ± 0,2
Фильтрат, 4	52,0 ± 0,1	Менее 1	—
Тинростим, полученный стандартным методом	50,0 ± 1,0	Менее 1 и более 100	85,0 ± 0,5

*Примечание.* Объемы образцов приведены с учетом диафильтрации.

Суммарный выход трех фракций тинростима составляет 0,85 % от количества сырья, что соответствует выходу препарата, полученного стандартным методом. Наиболее высокий выход оказался у 3-й фракции (м.м. от 1 до 10 кДа), которая составила около половины всего тинростима (43 %).

Таким образом, новая принципиальная схема (см. рисунок) получения тинростима с помощью ультрафильтрации обеспечивает применение минимального количества ацетона.

Сравнительное изучение биологической активности тинростима, полученного стандартным методом осаждения, и фракций препарата, полученных с помощью ступенчатой ультрафильтрации, проводили на модели определения фагоцитарной активности нейтрофилов человека (табл. 2).

Из данных табл. 2 следует, что инкубирование клеток с циклофосфаном значительно подавляет фагоцитарную активность нейтрофилов, сопровождаясь снижением как



фагоцитарного показателя (более чем в 2 раза), так и фагоцитарного числа (более чем в 3 раза) по сравнению с контролем. Внесение в среду инкубирования растворов тинростима и его фракций в дозах, указанных в табл. 2, восстанавливает активность нейтрофилов и возвращает фагоцитарные показатели к контрольным значениям. Все фракции тинростима оказывают выраженное влияние на фагоцитарную активность нейтрофилов крови человека и незначительно отличаются друг от друга и от цельного тинростима по этим показателям. Наибольшее влияние на нейтрофилы оказывает фракция 4 при минимальной дозе.

Не выявлено значимых различий при использовании различных доз исследуемых образцов, за исключением фракций 1 и 4, где максимальный эффект восстановления фагоцитарной активности нейтрофилов наблюдался при использовании дозы 0,005 мкг/см<sup>3</sup>.

Таким образом:

— применение ультрафильтрации позволяет в 20 раз сократить количество ацетона, используемого для получения тинростима, и таким образом обеспечить безопасность производства;

— все полученные фракции тинростима имеют высокую иммунологическую активность, сравнимую с активностью препарата, полученного методом осаждения;

Таблица 2

Влияние тинростима и его фракций на фагоцитарную активность нейтрофилов человека (in vitro)

Table 2

Influence tinrostim, and its fractions on fagocytic activity of man neutrophils (in vitro)

Образец	Доза, мкг/см <sup>3</sup>	Фагоцитарный показатель, %	Фагоцитарное число
Контроль	—	75 ± 6,3	2,8 ± 0,3
Циклофосфан	20 мг/см <sup>3</sup>	32 ± 2,1*	0,8 ± 0,1*
Тинростим	0,05	58 ± 3,5*	1,6 ± 0,2**
«	0,005	66 ± 5,1*	1,3 ± 0,2**
«	0,0005	60 ± 4,8*	1,9 ± 0,3**
Фракция 1 (более 100 кДа)	0,05	50 ± 4,1**	1,2 ± 0,1**
«	0,005	48 ± 4,4**	1,0 ± 0,1**
«	0,0005	70 ± 3,7*	1,8 ± 0,3**
Фракция 2 (10–100 кДа)	0,05	50 ± 1,8*	1,2 ± 0,2**
«	0,005	54 ± 2,0*	1,3 ± 0,1**
«	0,0005	48 ± 3,3**	1,1 ± 0,2**
Фракция 3 (1–10 кДа)	0,05	58 ± 4,0*	1,3 ± 0,1**
«	0,005	56 ± 2,8*	1,5 ± 0,2**
«	0,0005	55 ± 4,2*	1,7 ± 0,2**
Фракция 4 (менее 1 кДа)	0,05	52 ± 1,9*	1,2 ± 0,1**
«	0,005	65 ± 2,1*	2,1 ± 0,3**
«	0,0005	70 ± 5,6*	2,0 ± 0,2*

\* P ≤ 0,01.

\*\* P ≤ 0,05.

— с помощью ультрафильтрации возможно получение препаратов со строго ограниченной заданной молекулярной массой, что особенно важно при получении инъекционных лекарственных форм препаратов, поскольку известно, что для инъекций, во избежание побочных эффектов, применяют только низкомолекулярные белковые вещества (верхняя граница м.м. 10–15 кДа);

— тинростим, полученный с помощью ультрафильтрации, может применяться в качестве биологически активного сырья для получения БАД, а также лечебно-профилактических продуктов с иммуномодулирующими свойствами. Фракция тинростима с м.м. от 1 до 10 кДа может быть рекомендована для изготовления инъекционной формы иммуномодулятора.

## Литература

- А.с. 1259185 SU.** Способ хроматографического разделения пептидов / Демущкин В.П., Малыгина Т.А., Зотов В.М. и др. — Оpubл. 23.09.86, Бюл. № 35.
- Беседнова Н.Н., Запорожец Т.С., Сергиенко А.К. и др.** Иммуноактивный пептид, полученный из оптических ганглиев кальмара // Антибиотики и химиотерапия. — 1991. — Т. 36, № 7. — С. 35–37.
- Беседнова Н.Н., Эпштейн Л.М., Гажа А.К.** Лечебно-профилактические молочные продукты с новым иммунокорректором природного происхождения // Вопр. питания. — 1997. — № 3. — С. 31–34.
- Беседнова Н.Н., Эпштейн Л.М., Гусева Н.И. и др.** Использование ганглиина в пушном звероводстве // Ветеринария. — 1995. — № 8. — С. 43–46.
- Боровская Г.А., Бояркина Л.Г., Эпштейн Л.М. и др.** Новый лечебно-профилактический продукт с иммуномодулирующей добавкой // Вопр. питания. — 1996. — № 4. — С. 28–30.
- Боровская Г.А., Эпштейн Л.М.** Физико-химические свойства тинростима и его применение в медицине // Изв. ТИПРО. — 1999. — Т. 125. — С. 176–184.
- Брок Т.** Мембранная фильтрация. — М.: Мир, 1987. — 361 с.
- Дытнерский Ю.И.** Мембранные процессы разделения жидких смесей. — М.: Химия, 1975. — 328 с.
- Современные методы в биохимии.** — М.: Медицина, 1977. — 390 с.
- Эпштейн Л.М., Боровская Г.А., Левачев М.М. и др.** Эффективность перорального применения нового иммунокорректора природного происхождения // Вопр. питания. — 1997. — № 1. — С. 10–13.

В.В. Давидович, Т.Н. Пивненко

## ВЛИЯНИЕ ЛИПОФИЛЬНОСТИ РЕАКЦИОННОЙ СРЕДЫ НА ПРОЦЕСС ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА В ТЕХНОЛОГИИ БАД «МОЛЛЮСКАМ»

В ТИПРО-центре разработаны промышленные технологии БАД к пище, включающие как основную стадию ферментативный гидролиз («Моллюскам», «Нуклеатин», «Артротин») (Пат. РФ № 2171066, № 2250047). Стадия ферментативного гидролиза — наиболее длительная и лабильная во всем технологическом цикле. Для того чтобы уменьшить время реакции, увеличить количественный выход целевого продукта, а также регулировать его состав, предложена новая модифицированная технология.

Известно, что некоторые органические растворители обладают активационными эффектами при взаимодействии с ферментными препаратами (Беляева, Еремеев, 2000). Ряд авторов (Белова и др., 1991; Еремеев и др., 1999) полагают, что замещение воды в гидратной оболочке белковой глобулы на молекулы органического растворителя приводит к ее структурным изменениям, неспецифическое влияние органических растворителей на показатели связывания субстратов с ферментами определяется увеличением растворимости субстратов при увеличении липофильности среды. Специфическое влияние зависит от природы растворителя, который может выступать в роли конкурентного ингибитора. Кроме того, известно, что в случае реакций, в которых одним из продуктов является вода, изменение липофильности среды позволяет сдвинуть равновесие в сторону целевых продуктов (Пяллин, 1979). При этом важно установить, в какой степени в таких растворах сохраняется специфичность и каталитическая активность ферментов.

Целью настоящей работы явилась разработка метода регуляции скорости, глубины и специфичности ферментативного гидролиза при получении БАД к пище «Моллюскам» путем добавления в реакционную смесь низких концентраций этилового спирта.

В качестве объектов исследования использовали ферментативные гидролизаты двустворчатых моллюсков (приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis*, мидии *Mytilus trossulus*), являющиеся основой БАД к пище «Моллюскам»; ферментные препараты — гепатопанкреатин из гепатопанкреаса камчатского краба, пилорин из пилорических придатков лососевых рыб, полученные по собственному методу (Пивненко, 1986), мегатерин, выделенный из клеточных культур микроорганизма *Bacillus megaterium*, протамекс из *Bacillus protease*.

В качестве субстрата для определения протеолитической активности использовали казеин по Гаммерстону.

Для определения общей протеолитической активности использовали 2 %-ный раствор казеина (в растворимое состояние переводили нагреванием в течение 15 мин) в 0,05 М фосфатном буфере pH 8,0. К раствору субстрата добавляли 2 мл 0,5–1,0 %-ного раствора ферментного препарата, выдерживали в течение 10 мин при температуре 37 °С, реакцию останавливали добавлением трихлоруксусной кислоты, образовавшийся осадок отфильтровывали и измеряли оптическую плотность при  $\lambda = 280$  нм против контрольного раствора, полученного добавлением к 2 мл раствора субстрата 4 мл 5 %-ной трихлоруксусной кислоты, а затем 2 мл раствора ферментного препарата с последующей фильтрацией.

За единицу активности принимали такое количество фермента, которое приводит к увеличению поглощения при 280 нм на 1 оптическую единицу за 1 мин (единица измерения удельной активности — Е/г).

Для определения накопления продуктов гидролиза использовали модифицированный метод Ансона (Алексеев, 1968).

Установление состава аминокислот проводили на аминокислотном анализаторе «Hitachi-935» (Япония) после гидролиза БАД «Моллюскам» в 6 н. HCl в ампулах,

запаянных под вакуумом, при температуре 110 °С в течение 24 ч с последующим упариванием раствора образца под вакуумом.

Микробиологические исследования были проведены в лаборатории биотехнологии и микробиологии ТИПРО-центра к.б.н. Г.И. Загородней.

С целью увеличения выхода целевого продукта и степени гидролиза нами были испытаны различные приемы, в частности добавление некоторых реагентов, влияющих на свойства протеолитических ферментов, а также являющихся консервантами и антисептиками.

Известно, что при достаточно высоких концентрациях органических растворителей для сериновых протеиназ наблюдается изменение субстратной специфичности. Так, для химотрипсина одним из требований к субстратам является наличие определенной протяженности гидрофобных участков. В присутствии же органических растворителей химотрипсин теряет выраженную специфичность к наличию гидрофобности различных субстратов (Пяллин, 1979). Эти установленные ранее факты позволили нам предположить, что проведение реакции ферментативного гидролиза при получении БАД «Моллюскам» в присутствии органических растворителей позволит изменить в определенной степени ход реакции и, возможно, повысить глубину гидролиза за счет изменения субстратной специфичности сериновых протеиназ.

Первоначально нами было исследовано влияние различных концентраций этанола на активность ферментов с использованием модельного субстрата казеина. Концентрация спирта в реакционной смеси составляла 5, 10 и 15 %. Гидролиз проводили при температуре 37 °С, концентрация фермента 0,2 % по отношению к субстрату (рис. 1).

Из полученных данных видно, что добавление низких концентраций этанола увеличивает активность ферментных препаратов, исключение составляет только протамекс, активность которого практически сразу снижается. Повышение концентрации спирта выше 20 % сочли нецелесообразным в связи с частичной или полной инактивацией ферментных препаратов. Наиболее эффективная концентрация этилового спирта в реакционной смеси — 10 %.

Эксперименты были продолжены с использованием мидии и мантии гребешка. Было проведено сравнение содержания свободных аминокислот (САК) в гидролизатах, полученных как в присутствии этанола, так и без него (табл. 1).

Таблица 1

Содержание САК в гидролизатах, полученных в присутствии 10 %-ного этилового спирта, ферментный препарат — гепатопанкреатин, % от общей массы

Table 1

Contents of free amino acids in the preparations received by enzyme's hydrolysis, at the presence of 10 % ethanol, used enzyme hepatopankreatin, % total mass

Аминокислоты	Гидролизат (контроль)		Гидролизат (10 %-ная водно-спиртовая смесь)	
	мидии	мантии гребешка	мидии	мантии гребешка
Таурин	7,06	3,93	7,05	4,00
Гистидин	1,23	0,88	1,49	1,40
Пролин	4,20	3,72	4,78	3,96
Дикарбоновые	9,55	7,27	11,03	11,33
Серосодержащие	2,79	3,16	1,27	1,64
Основные	9,85	9,78	12,62	8,47
Ароматические	7,47	9,03	8,63	11,45
Нейтральные	6,77	6,38	6,76	6,40
Алифатические	19,83	18,35	21,66	19,04
Сумма	68,75	62,50	75,29	67,69

Примечание.  $p < 0,05$ .

Использование водно-спиртовой смеси позволило в большинстве случаев увеличить выход практически всех аминокислот, при этом наибольшее увеличение содержания отмечено для лейцина, глутаминовой кислоты и лизина, а содержание

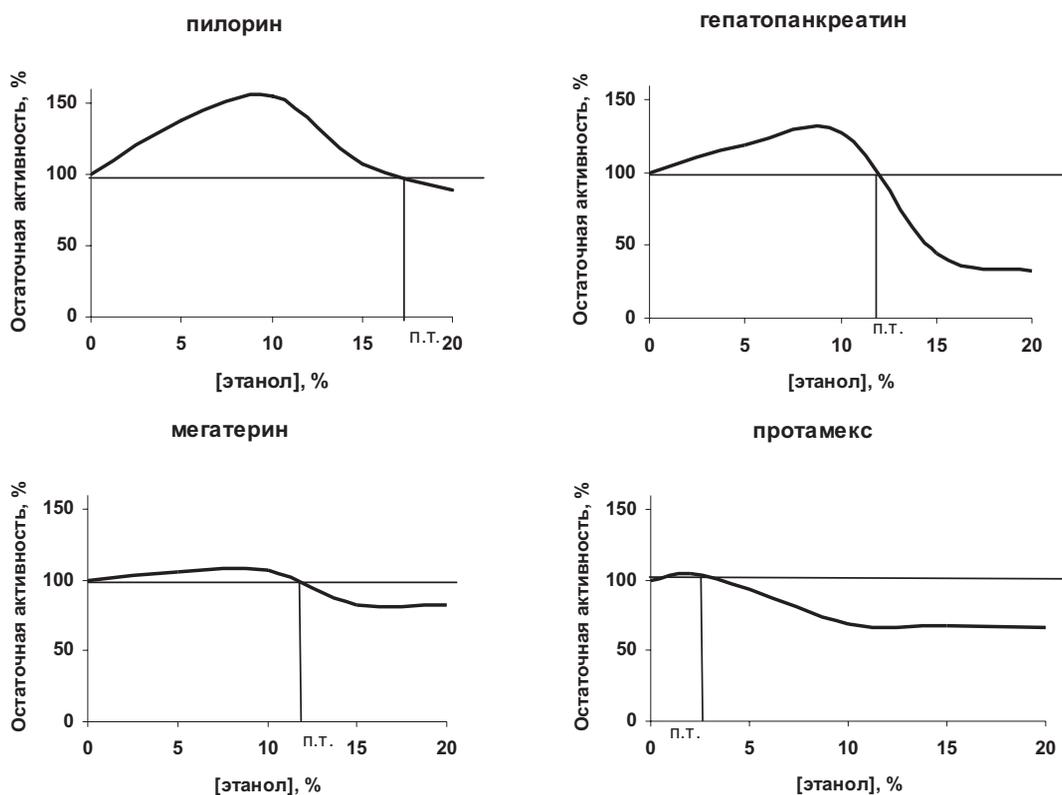


Рис. 1. Влияние различных концентраций этанола на активность ферментных препаратов: п.т. — пороговая точка; субстрат — казеин; соотношение фермент : субстрат — 2 мг/г;  $t$  —  $37 \pm 2$  °C; время — 3,5 ч

Fig. 1. Influence of various concentration ethanol on enzyme's activity of preparations: п.т. — threshold point; substratum — casein; ratio enzym : substratum — 2 mg/g;  $t$  —  $37 \pm 2$  °C; time — 3.5 hours

таурина, как и следовало ожидать, осталось на прежнем уровне. Присутствие этанола позволило сократить время проведения гидролиза в среднем до 2,5 ч в зависимости от используемого ферментного препарата и вида сыря (рис. 2).

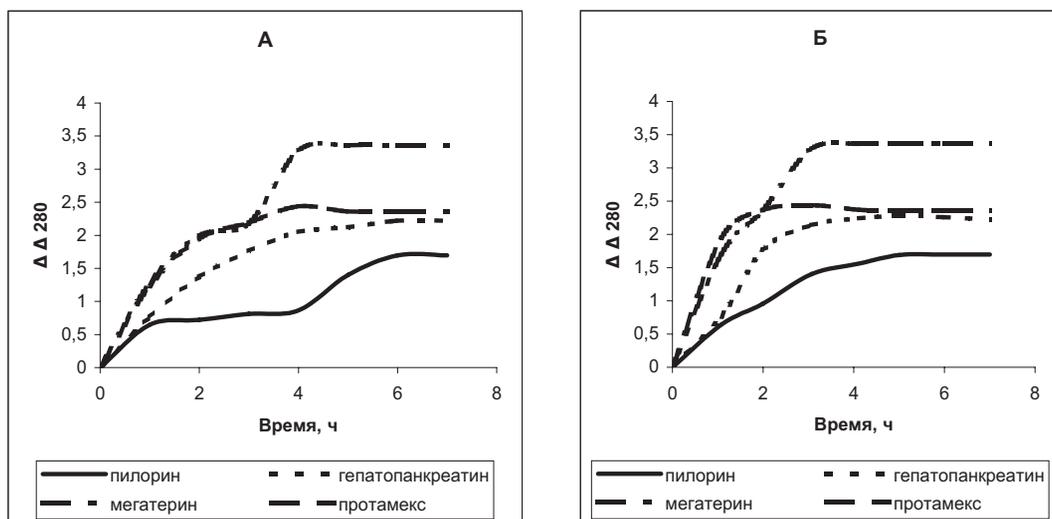


Рис. 2. Динамика скорости гидролиза сыря различными ферментными препаратами: А — контроль, Б — водно-спиртовая смесь. Субстрат — мантия гребешка

Fig. 2. Speed hydrolysis dynamics of raw material by various enzymes preparations: А — control, Б — water-ethanol mix. Substratum — scallop mantle

На экспериментальном участке по производству БАД ТИПРО-центра были получены опытно-промышленные партии препарата при проведении ферментативной реакции в водно-спиртовой смеси. Установлено, что при использовании в процессе гидролиза ферментного препарата «Протамекс» (с пороговой концентрацией этанола 3 %) выход готового продукта увеличился по сравнению с контролем на  $20 \pm 5 \%$  при 1,5 %-ной концентрации этанола в водно-спиртовой смеси.

Микробиологические исследования проводили на всех технологических стадиях, в том числе исследовали динамику роста микроорганизмов в процессе ферментализации (рис. 3). В контрольных партиях без добавления спирта происходило увеличение общего микробного числа. Следует отметить, что на стадии инактивации фермента как в контрольных, так и в опытных образцах значение общего микробного числа снижалось и было в пределах нормы. Однако различие было весьма существенным:  $1,1 \cdot 10^4$  в контроле и  $2,0 \cdot 10^3$  в опытных образцах.

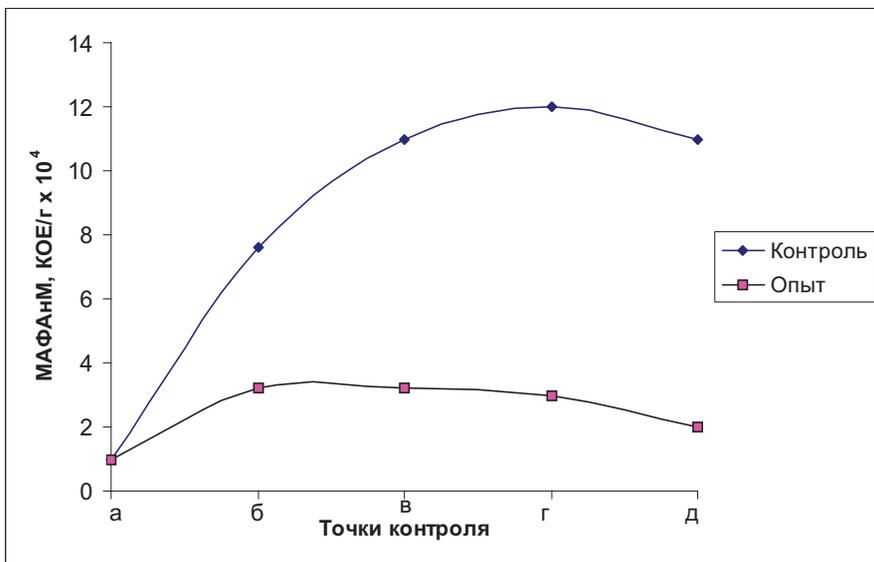


Рис. 3. Влияние этанола на развитие микрофлоры: а — начало гидролиза, б — через 1 ч, в — через 2 ч, г — через 3 ч, д — после инактивации

Fig. 3. Ethanol influence on microflora development: а — beginning hydrolysis, б — 1 h, в — 2 h, г — 3 h, д — after inactivation

Таким образом, метод ферментативного гидролиза при получении БАД к пище «Моллюскам» можно модифицировать путем увеличения липофильности реакционной среды, заменив на стадии ферментирования водный раствор реакционной смеси на водно-спиртовой. Наблюдавшиеся в ходе процесса и качестве конечного продукта различия соответствовали изменениям субстратной специфичности, скорости и глубины гидролиза. Низкие концентрации этанола в реакционной смеси позволили увеличить активность ферментных препаратов, сократить время проведения гидролиза до  $2,5 \pm 0,5$  ч (в зависимости от используемого вида сырья и ферментного препарата), увеличить степень гидролиза (на  $9,7 \pm 8,6 \%$ ), повысить выход свободных аминокислот на  $4,3 \pm 2,6 \%$ , увеличить выход готового продукта, снизить микробную обсемененность в процессе гидролиза.

## Литература

Алексеев Л.П. Современные методы в биохимии. — М.: Медицина, 1968. — Т. 2. — 112 с.

Белова А.Б., Можаяев В.В., Левашов А.В. и др. Взаимосвязь физико-химических характеристик органических растворителей с их денатурирующей способностью по отношению к белкам // Биохимия. — 1991. — Т. 56, вып. 11. — С. 1923–1945.

**Беляева Е.А., Еремеев Н.Л.** Кинетическая демонстрация локальных конформационных изменений вблизи активного центра  $\alpha$ -химотрипсина в смесях вода—диметилсульфоксид // Вестн. МГУ. Сер. 2, Химия. — 2000. — Т. 41, № 6. — С. 392–394.

**Еремеев Н.Л., Беляева Е.А., Казанская Н.Ф.** Влияние фазового перехода поли-N-изопропилакриамидного геля в смеси вода/диметилсульфоксид на кинетические закономерности функционирования иммобилизованного  $\alpha$ -химотрипсина // Биоорган. химия. — 1999. — Т. 25, № 6. — С. 444–449.

**Пат. № 2171066 РФ.** Продукт, обогащенный свободными аминокислотами, и способ его получения / Т.Н. Пивненко, Л.М. Эпштейн, В.В. Давидович, Ю.М. Позднякова. Заявлено 22.03.2000; Оpubл. 27.07.2001.

**Пат. № 2250047 РФ.** Пищевой общеукрепляющий профилактический продукт из хрящевой ткани гидробионтов и способ его получения / Т.Н. Пивненко, Г.Ю. Клычкова, Л.М. Эпштейн и др. Заявлено 18.11.2003; Оpubл. 20.04.2005.

**Пивненко Т.Н.** Трипсиноподобные протеазы дальневосточных лососей: Дис. ... канд. биол. наук. — Киев, 1986. — 176 с.

**Пяллин Р.А.** Влияние органических растворителей на взаимодействие  $\alpha$ -химотрипсина с фосфорорганическими ингибиторами: Дис. ... канд. хим. наук. — Таллин, 1979.

*Поступила в редакцию 24.04.06 г.*

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ. А.А. Байталук .....	3
ВВЕДЕНИЕ .....	4
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ ТИХООКЕАНСКОЙ НАУЧНО-ПРОМЫСЛОВОЙ СТАНЦИИ (ТОНС) И НАЧАЛО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (1928–1936 ГГ.)</b> .....	5
Организация Тихоокеанской Научно-Промысловой Станции Дальневосточного Управления Рыболовства и ее исследовательские работы. Проф. <b>К.М. Дерюгин</b> .....	6
<b>Пентегов Б.П., Георгиевский С.И. и Ментов Ю.Н.</b> Химический анализ горбуши и ее жира .....	10
<b>Пентегов Б.П., и Нянковская Р.Н.</b> К химическому изучению приморской сардины-иваси ( <i>Clupea melanosticta</i> ) .....	11
<b>Дерюгин К.М.</b> Некоторые результаты научно-промысловых исследований в Охотском море, осуществленных в 1915–17 гг. под руководством профессора Марукава .....	12
<b>Курнаев Е.Ф.</b> VI. Применение рыбьих жиров для пищевых целей в жидком (натуральном) виде .....	16
<b>ПЕРИОД СТАНОВЛЕНИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ И ВОЕННЫЕ ГОДЫ (1937–1945 ГГ.)</b> .....	24
<b>Арсеньев В.А.</b> О миграциях белухи в Сахалинском районе .....	26
<b>Моисеев П.А.</b> Некоторые данные о траловом промысле у берегов западной Камчатки .....	31
<b>Таранец А.Я.</b> К вопросу о различии между иваси и калифорнийской сардиной .....	36
<b>Мельникова О.М.</b> Консервирование мидии .....	40
<b>Кизеветтер И.В.</b> К вопросу об использовании панцыря камчатского краба для получения хитина .....	46
<b>Дорофеев С.В.</b> Воздушные разведки тюленей в Охотском море .....	48
<b>ПОСЛЕВОЕННОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ (1946–1955 ГГ.)</b> .....	52
Результаты мечения тихоокеанских лососей в Камчатском заливе (Камчатское отделение ТИНРО). <b>К.А. Лямин</b> .....	53
Результаты мечения одноперого терпуга. <b>А.Г. Кагановский</b> .....	57
О некоторых биологических особенностях тихоокеанской сельди и о причинах, их обусловивших. <b>А.Н. Световидов</b> .....	59
Крупные экземпляры восточного тунца в заливе Петра Великого. <b>А.И. Румянцев</b> .....	64
Техническая и химическая характеристика некоторых дальневосточных ластоногих. <b>И.В. Кизеветтер</b> .....	65
Консервы из тихоокеанской скумбрии. <b>К.М. Мершина</b> .....	68
Обнаружение промысловых крабов в зал. Шелихова и у берегов Чукотки. <b>П.Г. Никулин</b> .....	72
О зимовке белухи. <b>П.Г. Никулин</b> .....	72
Обнаружение моржа в Охотском море. <b>П.А. Моисеев</b> .....	73
О причинах различного поведения скумбрии. <b>М.С. Кун</b> .....	74
Внутренние волны как фактор распределения организмов в пелагиали. <b>Г.М. Бирюлин</b> .....	77

<b>ЭПОХА АКТИВНОГО МОРСКОГО И ОКЕАНИЧЕСКОГО РЫБОЛОВСТВА (1956–1978 ГГ.)</b> .....	79
О связи между плотностью заполнения нерестилищ и эффективностью нереста амурских лососей. <b>В.Я. Леванидов</b> .....	82
<b>Долженков В.Н.</b> Распределение малых полосатиков ( <i>Balaenoptera acutorostrata</i> ) в водах индийского и западной части тихоокеанского секторов Антарктики .....	89
О влиянии вырубки леса в бассейнах нерестовых рек о. Сахалин на естественное воспроизводство лососевых рыб. <b>А.Н. Канидьев, С.А. Салмин</b> .....	93
Прогноз многолетних колебаний термического режима вод у юго-западного берега Сахалина. <b>Е.Н. Уранов</b> .....	98
Повышение эффективности ярусного промысла тунцов. <b>В.М. Сухачев</b> .....	101
<b>Акулин В.Н., Первунинская Т.А.</b> Состав тканевых липидов придонных рыб южных морей .....	104
<b>Куликова В.А.</b> Трепанг лагуны Буссе .....	108
<b>Зверькова Л.М.</b> О воздействии промысла на состояние запасов стада минтая, обитающего в северной части Японского моря .....	111
<b>Никитина И.Н., Орехова Н.В., Анисимова Г.В.</b> Изыскание способов устранения горького вкуса в соленой пробойной икре минтая .....	115
<b>Ярочкин А.П., Кизеветтер И.В.</b> Изменение аминокислотного состава белкового гидролизата в процессе его приготовления из мяса кашалота .....	118
<b>Косака С.</b> О поведении сайры в период северных миграций в северо-западной части Тихого океана .....	121
<b>Саблин В.В.</b> Смертность сайры <i>Cololabis saira</i> (Brevoort) на ранних стадиях жизни .....	127
<b>РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗОН ДО РАСПАДА СССР (1979–1991 ГГ.)</b> .....	130
<b>Каев А.М.</b> К воспроизводительной способности кеты ( <i>Oncorhynchus keta</i> ) острова Итуруп .....	133
<b>Чернявский В.И., Бобров В.А., Афанасьев Н.Н.</b> Основные продуктивные зоны Охотского моря .....	138
<b>Золотов О.Г.</b> О двухлетней цикличности в численности северного одноперого терпуга шельфовых вод курило-камчатского района .....	142
<b>Шепель Н.А.</b> Формирование друз мидии Грея <i>Stenomitilus grayanus</i> на искусственных субстратах .....	145
<b>Подкорытова А.В., Шмелькова Л.П.</b> Пищевая и техническая ценность культивируемой ламинарии .....	148
<b>Федотова Н.А.</b> О циклических изменениях биомассы зоопланктона у юго-западного Сахалина .....	152
<b>Надточий В.А.</b> О многолетней изменчивости в количественном распределении бентоса на западнокамчатском шельфе .....	155
<b>Науменко Н.И., Балыкин П.А., Науменко Е.А., Шагинян Э.Р.</b> Многолетние изменения в пелагическом ихтиоценозе западной части Берингова моря .....	158
<b>Дулупова Е.П., Лапшина В.И., Благодеров А.И.</b> Элементы функционирования пелагической экосистемы Японского моря .....	165
<b>Болтнев А.И.</b> Причины смертности новорожденных котиков .....	171
<b>Челноков Ф.Г.</b> Доля котиков прибыловской популяции в добыче на Командорских островах .....	174
<b>Диденко А.П., Дроздова Л.И.</b> Пищевая ценность мавроликуса .....	176
<b>ИССЛЕДОВАНИЯ НА РУБЕЖЕ 20 И 21-ГО СТОЛЕТИЙ (1994–2002 ГГ.)</b> ...	179
<b>Вышегородцев В.А.</b> Особенности обыврения нерестового субстрата гижигинско-камчатской сельди .....	184
<b>Хен Г.В.</b> Роль водных масс в формировании изолированных скоплений икры минтая в юго-восточной части Берингова моря .....	188

<b>Ковековдова Л.Т., Симоконов М.В.</b> Тяжелые металлы в промысловых моллюсках залива Петра Великого .....	190
<b>Акулин В.Н., Блинов Ю.Г., Бывальцева Т.М., Будаева Г.В., Давлетшина Т.А., Шульгина Л.В.</b> Влияние нового пищевого консерванта на микрофлору соленой лососевой икры .....	195
<b>Берзин А.А., Владимиров В.Л.</b> Антропогенное воздействие на китов Охотского моря .....	198
<b>Курганский Г.Н.</b> Основы управления процессом заводского воспроизводства кеты и горбуши .....	202
<b>Байталюк А.А., Филатов В.Н.</b> Условия формирования промысловых скопленных сайры у южных Курильских островов .....	206
<b>Юрьева М.И., Кучеравенко К.М., Акулин В.Н.</b> Состав липидов миктофид .....	210
<b>Сафронова Т.М.</b> Подходы к разработке метода определения хитозана в пищевых продуктах .....	215
<b>Чибирик Л.М.</b> Определение эффективности антиоксидантов при посоле рыбы .....	219
<b>Смирнов Г.П.</b> Летнее распределение и численность моржа зал. Креста в 1996 г. ....	222
<b>Долганов В.Н.</b> Запасы скатов дальневосточных морей России и перспективы их промыслового использования .....	226
<b>СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД (2003–2017 ГГ.)</b> .....	229
<b>Сиренко Б.И., Алимов А.Ф.</b> Арктические морские экосистемы .....	235
<b>Парин Н.В.</b> Ихтиофауна морей России: биоразнообразие и промысловый потенциал .....	241
<b>Шунтов В.П.</b> Управление морскими биологическими ресурсами — это пока все еще мечта, а не реальность .....	246
<b>Черняев А.П.</b> Распределение нефтяных углеводородов в воде и донных отложениях Амурского залива (Японское море) .....	254
<b>Лысенко В.Н.</b> Размер и возраст наступления половозрелости у самок камчатского краба <i>Paralithodes camtschaticus</i> на западнокамчатском шельфе .....	258
<b>Аюшин Н.Б., Ковалев Н.Н.</b> Цитохром С из сердец лососей: способы получения и свойства .....	261
<b>Боровская Г.А., Михеев Е.В., Эпштейн Л.М., Ковалев Н.Н., Гажа А.К., Запорожец Т.С.</b> Метод ультрафильтрации в технологии получения тинростима .....	266
<b>Давидович В.В., Пивненко Т.Н.</b> Влияние липофильности реакционной среды на процесс ферментативного гидролиза в технологии БАД «Моллюскам» .....	271

Научное издание

**Известия ТИНРО. 1928–2018**

Сборник статей

Корректоры Л.Н. Иванова, А.А. Федченко, С.О. Шумкова

Компьютерная верстка Н.С. Самойловой

Предварительная подготовка материалов А.В. Голованем, О.В. Степановой

Подписано в печать 20.06.2018 г. Формат 70х108/16. Усл. печ. л. 17,4. Тираж 200. Заказ 7.

Типография ФГБНУ «ТИНРО-центр»  
г. Владивосток, ул. Западная, 10