

ISSN 0372—2864

ТРУДЫ ВНИРО

ТОМ СХХХVII

ВОПРОСЫ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

138

ALL-UNION RESEARCH INSTITUTE
OF MARINE FISHERIES AND OCEANOGRAPHY
VNIRO

PROCEEDINGS

VOLUME CXXXVIII

PROBLEMS OF MARICULTURE

MOSCOW
PISHCHEVAYA PROMYSHLENNOST
1979

ТРУДЫ

ТОМ CXXXVII

ВОПРОСЫ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

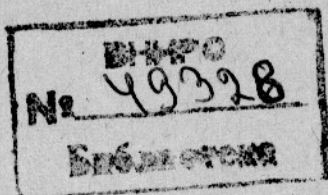
МОСКВА
«ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»
1979

Редакционная коллегия

Н. Е. Сальников (отв. редактор),
А. Ф. Каревич (зам. отв. редактора),
И. А. Бурцев, Т. М. Аронович, Ж. Т. Дергалева, Е. А. Каменская

Editorial Board:

N. E. Salnikov (Editor-in Chief), *A. F. Karpevich* (Ass.
Editor-in Chief), *I. A. Burtsev, T. M. Aronovich,*
Zh. T. Dergaleva, E. A. Kamenskaya



Выпущено по заказу ВНИРО

В 31705—147
044(01)—79 без объявл. 4002030000

© Всесоюзный научно-исследователь-
ский институт морского рыбного хозяй-
ства и океанографии (ВНИРО), 1979

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Н. Е. Сальников, Т. М. Аронович. О выборе объектов для марикультуры	6
Г. А. Вальтер. О факторах, влияющих на величину гонадо-соматического индекса у преднерестовых самок сингиля	10
Л. Г. Гнатченко. Популяционная чувствительность ооцитов черноморского лобана к гипофизарным гонадотропинам на протяжении нерестового сезона	14
Н. А. Белая. О зоологической специфичности гипофизарных гонадотропинов черноморской кефали-лобана	20
Н. И. Куликова, В. С. Апекин, Г. А. Вальтер, Ю. П. Федоров. К характеристике трофоплазматического роста ооцитов кефали-сингиля	25
В. С. Апекин, Л. Г. Гнатченко, Г. А. Вальтер. Индуцирование созревания черноморской кефали-сингиля гипофизами сингиля и сазана	33
О. Н. Маслова. Энергетический обмен и пищевые потребности личинок и молоди кефали-лобана при выращивании в искусственных условиях	39
В. Н. Мальцев. Изучение гаметофита ламинарии японской в связи с ее культивированием	46
В. Ф. Макненко. Исследование водорослей, перспективных для культивирования на Дальнем Востоке	51
Т. Н. Моисеенко. Развитие репродуктивной ткани и динамика спорогенеза ламинарии японской у берегов Приморского края	59
Е. В. Серебрякова. О возможности использования стерильных гибридов в осетроводстве	68
В. С. Агапов. Естественное воспроизводство горбуши в некоторых реках Кольского полуострова	73
Т. Я. Чечун, Е. Д. Стоматова. Сравнительные данные по росту и плодовитости стальноголового лосося на экспериментальном кефалевом заводе и Чернореченском форелевом хозяйстве	82
Т. П. Стребкова. Некоторые гематологические показатели сеголетков полосатого окуня	92
О. А. Анисимов, О. Н. Альбицкая, Л. В. Спекторова, О. И. Горонкова. Перспективы использования спирулины в марикультуре	95
А. И. Марколия. Исследования по автоматическому подсчету рыб в реках и рыбоходах	100
М. И. Шатуновский. О направлениях эколого-физиологических исследований ранних стадий развития морских и проходных рыб	113
С. К. Спичак. Миндия как объект аквакультуры в северной части Азовского моря	116
Рефераты	119

CONTENTS

Preface	5
Salnikov, N. E., T. M. Aronovich. Selection of species for mariculture	6
Valter, G. A. On factors affecting the gonado-somatic index in the pre-spawning females of long-finned mullet (<i>Mugil auratus</i> Risso)	10
Gnatchenko, L. G. The population sensitivity of oocytes of grey mullet (<i>Mugil cephalus</i> L.) from the Black Sea to pituitary gonadotropins in the spawning season	14
Belaya, N. A. On zoological specificity of pituitary gonadotropins of grey mullet (<i>Mugil cephalus</i> L.) from the Black Sea	20
Kulikova, N. I., V. S. Apekin, G. A. Valter, Ju. P. Fedorov. Characteristics of the trophoplasmatic growth of oocytes of long-finned mullet (<i>Mugil auratus</i> Risso)	25
Apekin, V. S., L. G. Gnatchenko, G. A. Valter. Induction of maturation of long-finned mullet (<i>Mugil auratus</i> Risso) with pituitaries of mullet and carp	33
Maslova, O. N. Energy metabolism and food requirements of cultivated larvae and young of grey mullet	39
Maltsev, V. N. The study of the gametophyte of <i>Laminaria japonica</i> for cultivation purposes	46
Makienko, V. F. Investigations of Algae to be cultivated off the Far East	51
Moiseenko, T. N. The development of the reproductive tissue and dynamics of sporogenesis of <i>Laminaria japonica</i> off Primorye	59
Serebryakova, E. V. An opportunity of using sterile hybrids in sturgeon culture	68
Agapov, V. S. Natural reproduction of pink salmon in some rivers of the Kola peninsula	73
Chechun, T. Ya., E. D. Stomatova. Comparative data on the growth rate and fecundity of steelhead reared at the experimental mullet farm and trout farm on the Black River	82
Strebkova, T. P. Some haematologic characteristics of one-summer-old striped bass (<i>Morone saxatilis</i> Mitchell)	92
Anisimov, O. A., O. N. Albitskaya, L. V. Spektorova, O. I. Goronkova. Prospects for using <i>Spirulina platensis</i> in mariculture	95
Markoliya, A. I. Experiments with fish-counting devices in rivers and fishways	100
Shatunovsky, M. I. On ecologo-physiological aspects in the investigations of early stages of development of marine and anadromous species of fish	113
Spichak, S. K. Mussel as an item for mariculture in the North Azov Sea	116
Abstracts	119

ВВЕДЕНИЕ

Вопросами марикультуры в нашей стране занимается все большее количество исследователей и практических работников, так как в связи с введением в Мировом океане национальных 200-мильных экономических зон значение роли внутренних и шельфовых морей для рыбного хозяйства Советского Союза резко возросло.

Поскольку успешное развитие марикультуры возможно только на глубокой научной основе, предлагаемый вниманию читателей том трудов ВНИРО целиком посвящен именно этой проблеме. В нем наряду с общими теоретическими основами марикультуры (Н. Е. Сальников и Т. М. Аронович, М. И. Шатуновский) рассмотрен ряд практических вопросов.

Как известно, кефали перспективны для морского рыбоводства, поэтому группа статей (В. С. Апекин и др., Г. А. Вальтер, Л. Г. Гнатченко, Н. Н. Белая, О. Н. Маслова) в сборнике посвящена созреванию кефалей, развитию их гонад, индуцированию их созревания, особенностям энергетического обмена и пищевым рационам личинок и молоди и др.

Некоторые статьи (В. С. Агапов, Т. Я. Чечун и Е. Д. Столетова, Т. П. Стребкова) затрагивают аспекты биологии горбуши в реках Кольского полуострова, стальноголового лосося и полосатого окуня в связи с их акклиматизацией.

Для ученых, занимающихся промышленным рыбоводством и акклиматизацией рыб в естественных водоемах, представляют интерес исследования по автоматическому подсчету рыб в водоемах и рыбоходах (Л. И. Марколия).

В сборнике отражено и одно из наиболее перспективных направлений марикультуры — промышленное культивирование водорослей в морях Дальнего Востока (В. Н. Мальцев, В. Ф. Макиенко, Т. И. Моисеенко).

Работа Е. В. Серебряковой посвящена осетроводству, О. А. Анисимовой — культивированию живых кормов.

Публикуемые работы отражают возросший интерес исследователей к проблемам марикультуры и явятся полезным вкладом в развитие этой важной отрасли рыбного хозяйства.

PREFACE

At the present time many workers investigate maricultural problems in this country, and their interest has now increased for the role of the inland shelf seas has become more important after the introduction of national 200-mile fishing zones in the World Ocean.

Mariculture may be successfully developed only on a scientific basis. So the volume is dedicated to the problem. Alongside with theoretical problems many practical aspects are also discussed.

As is known mullet are very promising for mariculture, so some papers consider the problems of maturation, development of gonads, induction of their maturation, energy balance, food rations for larvae and juveniles.

Some papers describe the results of observations on the biology of pink salmon off the Kola peninsula, steelhead and stripe bass in view of their acclimatization.

A new automatic fish-counting device to be used in rivers and fishways is described.

The cultivation of algae off the Far East is a very promising aspect of mariculture. The results of investigations made on the algal plantations are presented in the volume.

The cultivation of sturgeon and food species is also discussed. A possibility of cultivating mussel in the Azov Sea is considered and practical steps are recommended.

In view of the ever-increasing interest to mariculture the papers presented may contribute to the development of this important field of fisheries.

О ВЫБОРЕ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ МАРИКУЛЬТУРЫ

Н. Е. Сальников, Т. М. Аронович (ВНИРО)

В 1975 г. мировая продукция аквакультуры превысила 6 млн. т (по данным Технической конференции по аквакультуре, состоявшейся в мае 1976 г. в Японии). В общей мировой добыче морепродуктов доля аквакультуры незначительна и составляет всего 8,5%. Из этого количества на долю рыб приходится около 4 млн. т, или 66%, причем почти всю продукцию аквакультуры составляют пресноводные и проходные рыбы: карповые, тилапия, сомики, лососевые (до 90—95%).

Культивирование жилых морских или стеногалинных видов рыб пока еще находится на стадии экспериментальных разработок и в промышленных масштабах нигде в мире не производится. На III совещании рабочей группы ICES по марикультуре было отмечено, что в последние годы особого прогресса в разработке биотехники культивирования морских рыб не наблюдается, хотя по некоторым морским объектам достигнуты значительные успехи. Так, успешно осуществляется выращивание личинок на живых кормах до жизнестойкой стадии (в количестве нескольких сотен тысяч штук) морской камбалы (*Pleuronectes platessa*), морского языка (*Solea solea*), красного морского окуня (*Chrysophrys major*) и лаврака (*Dicentrarchus labrax*). В ближайшем будущем, видимо, следует ожидать успешного разведения кефалей, ханоса, тюрбо, спаровых и сиганид.

Эти виды рыб перспективны для аквакультуры с различных точек зрения. Так, растительноядные рыбы представляют большой интерес для аквакультуры из-за короткой пищевой цепи: они непосредственно питаются организмами, составляющими первичную продукцию. К сожалению, мы располагаем всего лишь несколькими растительноядными видами, пригодными для культивирования в морской воде. Несомненно, наибольший интерес представляет ханос. Хотя он размножается в открытых водах высокой солености, его молодь можно выращивать в широком диапазоне солености на растительных кормах.

Второй объект — различные виды рода *Mugil*, также размножающиеся в соленой воде. Их молодь хорошо растет в солоноватоводных прудах на естественной кормовой базе не только в субтропических районах, но и в умеренной зоне в термальных водах. Высокие вкусовые качества, повышенный спрос у населения и недостаточное поступление на рынок за счет промысла делают кефалей весьма перспективным объектом аквакультуры (Bardach et al., 1972; Karringa, 1976; Nash et al., 1975 и др.).

Использование плотоядных рыб в аквакультуре базируется на ином принципе: пруды или садки используют лишь как емкости, в которых рыб выращивают на искусственных кормах. Для достижения наибольшей эффективности использования кормов рыб содержат при высоких плотностях посадки, что имеет свои отрицательные стороны, так как появляется опасность возникновения болезней. При выращивании плотоядных организмов основные расходы приходятся на кор-

ма. Культивирование плотоядных морских рыб станет рентабельным только в том случае, если будут разработаны полноценные и дешевые искусственные корма.

При выборе объекта для аквакультуры в промышленных масштабах прежде всего необходимо определить возможности и источник получения посадочного материала. Наиболее перспективны те объекты, которые можно культивировать в контролируемых условиях в замкнутом цикле, на базе собственных маточных стад, как, например, в карповодстве и форелеводстве. К сожалению, среди морских рыб таких объектов практически не существует. Отлов молодежи в море не только приводит к колебаниям численности посадочного материала, которая определяется естественными условиями, но и может подорвать естественные запасы рыб этого вида.

На совещании рабочей группы по марикультуре ICES была сделана попытка систематизировать все объекты, культивируемые в питомниках, на следующие группы:

I. Виды, выращивание личинок которых технически возможно и выгодно в больших масштабах:

устрицы *O. edulis*, *Crassostrea gigas* C.;
креветки *Penaeus japonicus*, *P. monodon*;
красный морской окунь *Chrysophrys major*;
лососевые рода *Salmo* и *Oncorhynchus*.

II. Виды, выращивание личинок которых технически возможно и уже практикуется, но разведение в больших масштабах не всегда еще рентабельно:

устрица *C. virginica*;
двустворчатые моллюски *Mercenaria mercenaria*, *Venerupis decussata*, *V. seneidecussata*;
морское ушко *Abalones*;
креветки *P. vanamei*, *P. stylirostris*;
омар *Homarus americanus*;
лаврак *D. labrax*.

III. Перспективные на ближайшее будущее виды (с технической и экономической точек зрения). В настоящее время их получают в количествах, превышающих несколько тысяч:

гребешок *Pecten maximus*;
кефаль *Mugil cephalus*;
сиганиды *Siganus ruvilatus*;
тюрбо *Scophthalmus maximus*;
морской окунь *Sparus auratus*;
черный окунь *Mylio macrocephalus*;
желтохвост *Seriola quinqueradiata*;
осетр *Acipenser sturio*.

IV. Возможно перспективные виды в будущем:

а) перспективные с промышленной точки зрения, но личинок получать в искусственных условиях очень трудно:

ханос *Chanos chanos*;
угри *Anguilla* spp.;
тюрбо *Sc. maximus*;
латес *Lates calcarifer*;
тунцы *Tunnus* spp.

б) личинок получать в искусственных условиях сравнительно не трудно, но пока экономический интерес к этим объектам невысок:

морская камбала *Pleuronectes platessa*;
сельдь *Clupea harengus*;
треска *Gadus callarias*.

В последние годы в Советском Союзе также приступили к работам по культивированию морских рыб, но эти работы находятся еще на стадии научных разработок.

Научно-исследовательские институты морского рыбного хозяйства Минрыбхоза СССР (ВНИРО, АзЧерНИРО, АзНИИРХ, ТИНРО, ПИНРО), а также некоторые научно-исследовательские институты Академии наук СССР приступили к разработке генеральной схемы размещения и технико-экономического обоснования развития крупномасштабных промышленных хозяйств марикультуры с наиболее перспективными объектами культивирования. Для этого составлено биологическое обоснование выбора объектов культивирования, началось изучение экологических особенностей каждого объекта, определены методы ведения морских хозяйств и пр.

Изучаются современное состояние заливов, лиманов, бухт и прочих прибрежных участков морей СССР, гидрографические особенности их береговой линии и определяются перспективы создания морских хозяйств различного типа для конкретных условий каждого района.

Морские товарные хозяйства и хозяйства полноциклического типа могут получить широкое развитие только при условии разработанной методики массового получения жизнестойкой молоди, являющейся посадочным материалом. С этой целью бассейновые научно-исследовательские институты Минрыбхоза СССР на основании изучения особенностей биологии (высокой приспособляемости к условиям внешней среды, высокого темпа роста, значительного набора объектов питания, большой плодовитости, раннего полового созревания и созревания половых продуктов в искусственных условиях), а также с учетом спроса населения выбрали ценные промысловые объекты для ведения с ними работ по искусственному разведению, исходя из климатических особенностей районов разведения.

Так, в Азово-Черноморском бассейне перспективны для искусственного разведения кефаль (лобан, сингиль) и камбала (калкан, глосса). Для получения качественных половых продуктов рыб этих видов совершенствуются способы отлова, доставки производителей, отрабатывается схема гормональной стимуляции созревания самок (Апекин, 1977; Куликова, Апекин, 1978; Гнатченко, 1978; Вальтер, 1978; Воробьева, Таликина, 1976), разрабатывается метод выращивания личинок до жизнестойкой стадии (Аронович, Борисенко, Воробьева, 1976, 1977).

Для Каспийского бассейна Туркменским отделением ЦНИОРХ разработана принципиальная схема искусственного разведения морского судака. Однако работы по искусственному разведению морских рыб сдерживаются из-за отсутствия экспериментальной базы.

На наш взгляд, значительный интерес представляют начатые несколько лет назад на Дальнем Востоке работы по искусственному разведению тихоокеанской сельди, японской и длинноперой камбал с целью получения жизнестойкой молоди и улучшения условий воспроизводства их на естественных нерестилищах. Однако из-за отсутствия квалифицированных кадров эти работы пока приостановлены.

Разработка биотехники искусственного разведения морских рыб требует фундаментальных исследований по изучению их эмбрионального и личиночного развития. Такие исследования начаты Беломорской биологической станцией МГУ совместно с ВНИРО. Изучаются эколого-морфологические и физиолого-биохимические особенности ценных промысловых видов рыб — наваги, трески (Соин, 1974). Признано целесообразным приступить к разработке метода искусственного разведения зубатки и беломорской сельди.

На Белом и в Баренцевом морях ПИРО проведены интересные исследования по определению эффективности работы искусственных нерестилищ, устанавливаемых в естественных условиях на местах нереста беломорской сельди, запасы которой оказались подорванными из-за гибели зостеры — основного субстрата для икры беломорской сельди (Душкина, Гориславская, 1977). Вполне вероятно, что метод установки искусственных нерестилищ окажется весьма эффективным для повышения численности некоторых стад беломорской сельди.

Таким образом, разведение морских рыб с целью получения жизнестойкой молодежи — наименее изученная, но наиболее важная область морской аквакультуры, от которой зависит обеспечение посадочным материалом хозяйств полу- и полноциклического типа.

Опыт работы Экспериментального кефалевого завода (ЭКЗ) в Одесской области по подращиванию молодежи кефали, отловленной в море, где численность ее подвержена значительным колебаниям, свидетельствует о том, что такое хозяйство может оказаться нерентабельным.

Работы по морскому рыбоводству сдерживаются из-за отсутствия достаточного количества жизнестойкой молодежи, получаемой в искусственных условиях. К промышленному освоению того или иного вида можно перейти в том случае, если выращено по крайней мере 100 т взрослых особей от молодежи, полученной в искусственных условиях.

Для успешного разведения морских рыб в ближайшие 20 лет необходимо сконцентрировать усилия исследователей на нескольких наиболее перспективных объектах с учетом всего опыта работ в этой области. Следует изучить функциональную биологию ранних этапов развития, более широко использовать контролируемые системы для всех параметров среды при выращивании личинок и культивировании живых кормов.

Основной проблемой при выращивании личинок морских рыб остается их низкая выживаемость от момента выклева и до достижения ими жизнестойкой стадии (Аронович и др., 1976), связанная, с одной стороны, с прохождением так называемых «критических» стадий развития, с другой — с отсутствием достаточных знаний о потребностях личинок в кормах и требованиях, предъявляемых личинками к окружающим условиям среды.

Для успешного осуществления экспериментальных и промышленных разработок по культивированию морских рыб необходимо проведение организационных мероприятий, из которых наиболее важными являются техническое оснащение работ и обеспечение научными кадрами высокой квалификации.

Экспериментальные работы должны проводиться с использованием современной технологии и техники, в частности необходимы пруды с регулируемой подачей морской и пресной воды для подращивания молодежи с целью товарного выращивания полученной в искусственных условиях жизнестойкой молодежи, содержания маточного стада, а также комплексы для подращивания личинок, оборудованные насосами, фильтрами, ультрафиолетовыми установками для стерилизации воды и с автоматическим контролем всех параметров среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Апекин В. С. Биологические и организационные задачи кефалеводства в Азово-Черноморском бассейне. — Рыбное хозяйство, 1977, № 7, с. 26—29.

Апекин В. С. Исследования по физиологии созревания и нереста морских рыб. — Труды ВНИРО, 1976, т. 115, с. 5—12.

Апекин В. С., Куликова Н. И., Вальтер Г. А. Цитоморфологические изменения яичников сингиля (*Mugil auratus* Risso) в период размножения. — Труды ВНИРО, 1976, т. 115, с. 24—33.

Аронович Т. М., Борисенко В. С., Воробьева Н. К. Метаморфоз личинок камбалы-калкана в лабораторных условиях. — Рыбное хозяйство, 1977, № 7, с. 20—22.

Аронович Т. М., Борисенко В. С., Воробьева Н. К. Результаты экспериментальных работ по выращиванию личинок кефали-лобана. — В кн.: «Современное состояние и перспективы развития кефалеводства в Азово-Черноморском бассейне». Материалы III научно-технической конференции по кефалеводству, 23—26 ноября 1976 г. Белгород-Днестровский, 1976, с. 4—6.

Воробьева Н. К., Таликина М. Г. Результаты анализа созревания самок черноморской камбалы-калкана. — Труды ВНИРО, 1976, т. 115, с. 51—56.

Душкина Л. А., Гориславская М. М. О возможности увеличения численности сельди в Белом море. — Рыбное хозяйство, 1977, № 7, с. 16—18.

Результаты научных исследований и опыт работы СССР в области марикультуры [Т. М. Аронович, А. В. Супрунович, Л. В. Спекторова, Е. И. Блинова] — М.: 1976, серия I, в. 3, 65 с.

Современное состояние и зарубежный опыт в области марикультуры. [Аронович Т. М., Спешилов Л. И., Супрунович А. В., Спекторова Л. В.] М.: ЦНИИЭИРХ, 1976, — 93 с.

Соин С. Г. Особенности размножения и развития рыб Белого моря. — В кн.: Биология промысловых рыб и беспозвоночных на ранних стадиях развития. Тезисы докладов. Мурманск, 1974, с. 201—203.

Bardach, J., J. Ryther, McLarney, W. Aquaculture. The farming and husbandary of freshwater and marine organisms, New York, London, Sydney, Toronto, 1972, 836 p.

Karringa, P. Farming marine fishes and shrimps. Amsterdam, Oxford, New York, 1976, 264 p.

Mistakidis, M. Culture of marine fishes in the third world. FAO Fish. Circ. No. 704, 6 p.

Nash, C., Kuo C. Hypotheses for problems impeding the mass propagation of grey mullet and other finfish. Aquaculture v. 5, 1975, N 2, 119—133 pp.

Report of the Third Meeting of the ICES Working Group on Mariculture, C. M. 1977/E:2B.

Selection of species for mariculture

Salnikov H. E., Aronovich T. M.

SUMMARY

Herbivorous species of fish (mullet and chanos) are believed to be promising for mariculture for they have a short food chain. The raising of carnivorous species may be effective if cheap and nutrient feeds are available. The list of species good for mariculture in various areas of the Soviet Union is given. Some results of cultivation and rearing of valuable marine fish are presented.

УДК 597.593.4:597—116

О ФАКТОРАХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕЛИЧИНУ ГОНАДОСОМАТИЧЕСКОГО ИНДЕКСА У ПРЕДНЕРЕСТОВЫХ САМОК СИНГИЛЯ *Mugil auratus* Risso (К ВЫБОРУ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ)

Г. А. Вальтер (АзЧерНИРО)

Черноморский сингиль — один из перспективных объектов рыбоводства. В последние годы проводятся работы по его искусственному разведению, которые включают в себя обоснование критериев к выбору производителей для получения качественной зрелой икры (Апекин и др., 1976).

В ихтиологических исследованиях для выяснения степени зрелости половых продуктов и оценки подготовленности самок к нересту используется гонадо-соматический индекс (ГСИ—отношение массы яичника к массе рыбы без внутренностей, выраженное в процентах). Однако индивидуальная изменчивость его весьма значительна (Дрягин, 1949; Правдин, 1966). Так, у самок сингиля в преднерестовый период мигрирующих через Керченский пролив в Черное море, ГСИ колеблется от 9,3 до 26,3%. У данного вида развиваются две генерации желтковых ооцитов: наряду с крупными клетками, которые будут выметаны в текущем сезоне, в яичниках присутствуют мелкие ооциты диаметром до 300 мкм.

В настоящей работе проведен анализ величин гонадо-соматического индекса в связи с размерами крупных и мелких желтковых ооцитов, степенью развития генерации последних и относительной плодовитостью по крупным клеткам.

Работа выполнена на 80 самках сингиля, выловленных в Керченском проливе 21 и 28 августа 1975 г. во время их нерестовых миграций в Черном море. Диаметр ооцитов старшей генерации составлял 475—575 мкм. Биологический анализ, вычисление ГСИ, определение среднего диаметра ооцитов двух генераций проводили по схеме, описанной ранее (Апекин и др., 1976). Для определения плодовитости брали навески яичника от 25 до 35 мг с точностью до 0,1 мг. Пробы, зафиксированные в 4%-ном формалине, просчитывали под биноклем при увеличении 4×8. В тех случаях, когда были различимы две генерации, считали отдельно количество клеток старшей и младшей. Для каждой самки определяли процент мелких клеток. Относительную плодовитость рассчитывали для крупных ооцитов в тысячах на 1 г массы рыбы без внутренностей. Возраст¹ подавляющей части рыб составлял 3+.

Как видно из табл. 1, заметное увеличение индекса происходит у рыб, ооциты которых достигли диаметра* 506 мкм и выше. Самки, у которых ооциты обеих генераций имеют максимальные размеры, характеризуются высокими значениями ГСИ.

Таблица 1

Изменение гонадо-соматического индекса у сингиля в зависимости от размеров ооцитов обеих генераций

Диаметр мелких ооцитов, мкм	Диаметр крупных ооцитов, мкм					
	476—505		506—535		536—575	
	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>m</i>	<i>n</i>
181—220	12,5±0,6	16	16,3±1,0	13	24,1	1
221—260	13,7±0,5	12	16,9±1,1	24	17,3±0,7	7
261—300	13,9	1	23,5±2,8	2	19,6±1,3	4
Средняя	13,1±0,4	29	17,0±0,8	39	18,7±0,8	12

Полученные данные позволяют уточнить пределы IV стадии зрелости гонад. Рыб с ооцитами 506—575 мкм можно считать более подготовленными к нересту, и именно на них целесообразно исследовать вариабельность ГСИ в зависимости от степени развития младшей генерации и относительной плодовитости.

Количество мелких желтковых ооцитов у сингиля значительно варьирует и может достигать 50% от числа всех ооцитов трофоплазматичес-

¹ Работу по определению возраста проводила Н. Г. Тимошек, за что приносим ей свою благодарность.

кого роста. Для того чтобы исследовать связь между количеством мелких клеток и величиной ГСИ, самок с ооцитами диаметром 506—575 мкм разделили на три группы по степени развития младшей генерации (табл. 2). Как следует из приведенных данных, с увеличением доли мелких клеток ГСИ снижается (td между крайними группами равно 2,8 при $p > 0,95$), диаметр же ооцитов старшей генерации не претерпевает достоверных изменений ($td=1,2$), т. е. не оказывает на величину ГСИ заметного влияния. Однако, если размеры клеток старшей генерации остаются неизменными, количество их в яичниках с сильно развитой генерацией мелких клеток достоверно уменьшается ($td=2,3$). Следовательно, степень развития яичников, а соответственно и величина ГСИ находятся в прямой зависимости от плодовитости по крупным клеткам. Последняя же тем меньше, чем сильнее развита генерация мелких ооцитов.

Таблица 2

Изменение ГСИ с увеличением доли мелких клеток
в яичниках сингиля

Доля мелких клеток, %	Число рыб, шт	ГСИ, %	Диаметр крупных ооцитов, мкм	Относительная пло- довитость, тыс./г
9,1—22,0	10	19,2±0,6	526±5	2,6±0,15
22,1—35,0	26	17,5±0,8	526±4	2,4±0,08
35,1—48,0	15	16,4±0,8	518±4	2,2±0,09

Относительная плодовитость сингиля по крупным клеткам колеблется от 1,2 до 3,3 тыс. В табл. 3 приведены данные об изменениях ГСИ в зависимости от величины рыбы. Поскольку в 1975 г. распределение самок по массе тушки было бимодальным и темп развития воспроизводительной системы у рыб разных весовых групп различался (Апекин и др., 1978), в каждой группе по плодовитости отдельно рассмотрели мелких (250—420 г) и крупных (421—650 г) рыб. Между относительной плодовитостью и величиной ГСИ существует прямая связь, у рыб с большей плодовитостью значения ГСИ выше, чем у «низкоплодовитых» независимо от массы тушки. Обе группы мелких самок не различаются по диаметру старших, а также по размерам и количеству младших клеток. Таким образом, величина ГСИ для них определяется только величиной относительной плодовитости. В отличие от мелких крупные самки неоднородны по своему состоянию. Ооциты «низкоплодовитых» достоверно мельче (513 ± 2 мкм), чем «высокоплодовитых» (529 ± 7). Следовательно, среди крупных выделяются особи, у которых пониженная плодовитость и меньший диаметр клеток определяют низкие значения ГСИ. Характерно, что младшая генерация клеток у них сильно развита (34%), но эти клетки мельче, чем в других группах.

Таким образом, можно выделить несколько факторов, определяющих степень развития гонад и соответственно величину ГСИ у самок сингиля в преднерестовый период. Прежде всего, в нерестовых косяках присутствуют рыбы, рост половых клеток у которых еще не завершен и гонадо-соматический индекс не достиг своих максимальных значений. К ним относятся особи с ооцитами 475—505 мкм. Как видно из данных табл. 1, ГСИ в этой группе значительно ниже, чем в остальных. В популяции, исследованной в 1975 г., особи с ооцитами крупнее 500 мкм и гонадо-соматическими индексами от 16 до 26% могут быть отнесены к IV стадии зрелости.

Интересны взаимоотношения между степенью развития младшей генерации, с одной стороны, и величиной относительной плодовитости и

Таблица 3
Степень развития яичников у «низко-» и «высокоплодовитых» самок сингиля с разной массой тушки

Относительная плодовитость, тыс./г	Число рыб, шт.	Масса тушки, г	ГСИ, %	Диаметр ооцитов, мкм		Процент мелких
				крупных	мелких	
«Низкоплодовитые»						
$\frac{1,97 \pm 0,04}{2,06 \pm 0,04}$	$\frac{15}{8}$	$\frac{346 \pm 11}{503 \pm 21}$	$\frac{16,2 \pm 0,6}{13,5 \pm 0,7}$	$\frac{524 \pm 5}{513 \pm 2}$	$\frac{237 \pm 6}{226 \pm 6}$	$\frac{31 \pm 3}{34 \pm 2}$
«Высокоплодовитые»						
$\frac{2,74 \pm 0,02}{2,58 \pm 0,02}$	$\frac{23}{5}$	$\frac{337 \pm 8}{487 \pm 12}$	$\frac{19,7 \pm 0,7}{18,6 \pm 1,5}$	$\frac{526 \pm 4}{529 \pm 7}$	$\frac{231 \pm 5}{251 \pm 11}$	$\frac{28 \pm 2}{24 \pm 4}$

Примечание. В числителе самки с массой тушки 250—420 г, в знаменателе — 421—650 г.

ГСИ — с другой. По мере роста мелких клеток увеличивается и их количество: при 180—220 мкм их доля составляет 25%, а с увеличением диаметра в среднем до 260 мкм возрастает до 31% ($td=3,3$, при $p > 0,95$). Объясняется это постоянным пополнением фонда ооцитов младшей генерации за счет перехода ооцитов от прото- к трофоплазматическому росту, в то время как старшая уже сформирована (см. статью Куликовой и др. в настоящем сборнике). Однако увеличение количества мелких клеток оказывает опосредованное влияние на величину ГСИ, так как сопровождается снижением относительной плодовитости по крупным ооцитам.

Уточнение пределов IV стадии зрелости, проведенное в настоящей работе (диаметр ооцитов более 500 мкм, ГСИ 16—26%), не исключает попадания в эту группу самок, у которых диаметр половых клеток меньше и ГСИ ниже. Как видно из данных, представленных в табл. 3, такими особенностями характеризуются крупные одновозрастные рыбы с пониженной плодовитостью. Вероятно, их ускоренный рост сопровождается замедлением темпа развития половых желез.

Необходимо отметить, что величина ГСИ у самок в IV стадии зрелости изменяется по годам. Так, в 1974 и 1976 гг. при таком же размере половых клеток (506—575 мкм), как и в 1975 г., величина ГСИ была ниже и составляла в среднем 13,8 и 15% соответственно. Вероятно, это отражает не функциональные сдвиги, а характерный для данного сезона уровень конечной плодовитости. На величину последней существенное влияние, по-видимому, оказывают условия преднерестового нагула.

Выводы

1. Значительная вариабельность гонадо-соматического индекса у самок во время нерестовой миграции вызвана присутствием в косяках рыб, у которых рост половых клеток еще не завершен. В популяции, исследованной в 1975 г., особи с ооцитами крупнее 500 мкм и гонадо-соматическими индексами от 16 до 26% могут быть отнесены к IV стадии зрелости. Однако и в этой группе среди крупных одновозрастных рыб выделяются самки, темп развития половых желез у которых замедлен.

2. Самки сингиля имеют в яичниках генерацию мелких клеток, выраженную в разной степени. Чем больше мелких клеток, тем ниже ГСИ при одинаковом диаметре крупных.

3. Гонадо-соматический индекс прямо и тесно связан с величиной относительной плодовитости. Величина плодовитости и ГСИ у самок в IV стадии зрелости изменяются по годам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Апекин В. С., Куликова Н. И., Вальтер Г. А. Цитоморфологические изменения яичников сингиля (*Mugil auratus* Risso) в период размножения. — Труды ВНИРО, 1976, т. 115, с. 24—34.

Апекин В. С., Куликова Н. И., Вальтер Г. А. Размножение черноморской кефали-сингиля (*Mugil auratus* Risso). Состояние воспроизводительной системы в популяции в преднерестовый период. — Гидробиологический журнал, 1978, т. 14; № 6, с.

Дрягин П. А. Половые циклы и нерест рыб. — Известия ВНИОРХ, 1949, т. 28, с. 3—114.

Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. — М.: Пищевая промышленность, 1966.—376 с.

*On factors affecting the gonado-somatic index in pre-spawning females of long-finned mullet (*Mugil auratus* Risso)*

Valter G. A.

SUMMARY

Factors affecting the gonado-somatic index in females of long-finned mullet migrating to the spawning grounds in the Black Sea through the Strait of Kerch are investigated. It is shown that fluctuations in the index are associated with the presence of specimens in schools in which the growth of sexual cells is not completed. It is ascertained that the values of indices depend on the degree of the development of the younger generation of cells and relative fecundity determined by large-sized cells.

УДК 597.593.4:597—116:597—154.343

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ООЦИТОВ ЧЕРНОМОРСКОГО ЛОБАНА (*Mugil cephalus* L.) К ГИПОФИЗАРНЫМ ГОНАДОТРОПИНАМ НА ПРОТЯЖЕНИИ НЕРЕСТОВОГО СЕЗОНА

Л. Г. Гнатченко (АзЧерНИРО)

Ранее нами было показано, что чувствительность желтковых ооцитов к гонадотропинам у преднерестовых самок лобана зависит от степени развития гонад, размера клеток, а также от времени вылова рыб в течение сезона (Гнатченко, 1976). В период нерестового хода, который у лобана продолжается около трех месяцев, все эти характеристики существенно меняются (Апекин, Виленская, 1978). Представляло интерес более подробно исследовать чувствительность желтковых ооцитов к гонадотропинам на протяжении ряда сезонов, так как, с одной стороны, она отражает особенности биологии размножения всей популяции и позволяет определить оптимальные сроки работы с производителями при искусственном разведении лобана, а, с другой,—рассмотреть дифференцировку самок внутри одного косяка и выбрать наиболее подготовленных к нересту. В настоящей работе рассмотрена реактивность

ооцитов лобана к гипофизарным гонадотропинам *in vitro* на протяжении нерестовых сезонов в 1975—1977 гг.

Работа выполнена на экспериментальной базе в пос. Заветное (в районе Керченского пролива) в период с июня по август на самках лобана с гонадами в IV стадии зрелости. Рыб отлавливали малым подъемным кефалевым заводом, доставляли в садке на базу и помещали в бассейны с проточной и аэрируемой водой. Через 10—12 ч после доставки от самок брали кусочки яичников или щуповые пробы ооцитов, помещали их в раствор Рингера для морских рыб и разделяли на фрагменты до 10 клеток в каждом. В качестве гипофизарного препарата использовали порошок ацетонированных гипофизов сазана одной партии, заготовленных Главрыбводом. Из порошка гипофизов готовили вытяжку с исходной концентрацией по сухому веществу 10 мг/мл. Яйцеклетки в количестве 50 ± 10 штук инкубировали с определенным количеством экстракта в концентрации 0,2 мг/мл по методике, описанной ранее (Апекин, Гнатченко, 1976). Для оценки реакции ооцитов на гормоны в качестве критериев использовали последовательные состояния — фазы выделенные нами ранее: 1 — желтковые ооциты (Ж); 2 — жировых капель более 10 (более 10 ЖК); 3 — жировых капель 5—10 (5—10 ЖК); 4 — жировых капель 2—4 (2—4 ЖК); 5 — одна жировая капля (1 ЖК); 6 — гомогенный ооцит (ГОМ). Степень действия гормонов оценивали по процентному соотношению клеток разных состояний после 36—38 ч инкубации. Реактивность ооцитов у отдельной особи определяли по состоянию большей их части (не менее 50 %, ответивших сходным образом); в косяке или выборке — по преобладающей группе или по проценту рыб, ооциты которых ответили на гипофиз *in vitro* от почти полного слияния жировых капель до овуляции яиц. Параллельно сравнивали другие биологические характеристики, определенные по ранее описанной методике (Апекин, Виленская, 1978).

Чувствительность ооцитов к гонадотропинам у лобана на протяжении нерестового сезона. На рис. 1 представлены данные по реактивности

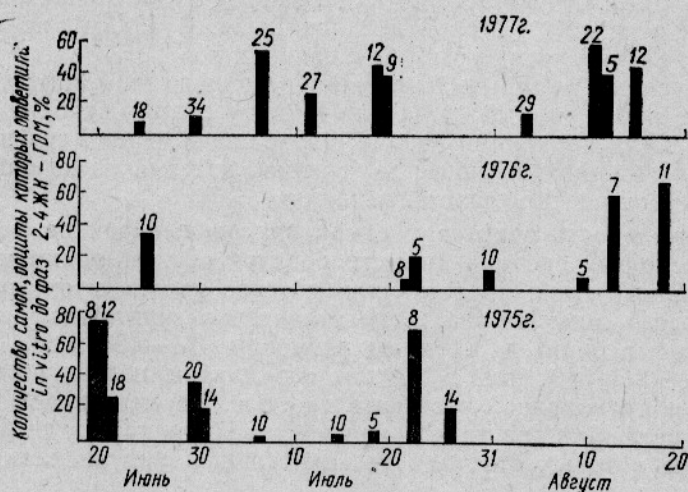


Рис. 1. Чувствительность ооцитов лобана к гонадотропинам *in vitro* на протяжении нерестового сезона.

ооцитов лобана в косяках, выловленных на пути их нерестовых миграций через Керченский пролив в Черное море в 1975—1977 гг. При рассмотрении данных прежде всего обращает на себя внимание то, что выборки существенно различаются по чувствительности яйцеклеток к гор-

монам гипофиза. Количество высокореагирующих рыб в выборках варьировало от 0 до 75%. Однако, если проследить за реактивностью самок в выборках в течение каждого сезона, то картина изменения чувствительности выглядит более упорядоченной. Так, в 1975 г. косяки рыб с высокой чувствительностью к гонадотропинам встречены нами 19 и 20 июня, т. е. в начале хода рыбы. Затем количество реагирующих рыб в выборках постепенно уменьшается, и в первой и второй декадах июля снижается до минимума. В выборке 7 июля ооциты ни одной из самок не реагировали на действие гипофиза. В конце июля вновь появляются самки с относительно высокой чувствительностью клеток.

В 1976 г. тенденция в изменении рассматриваемой чувствительности в общем повторилась, хотя на протяжении нерестового сезона была несколько смещена. Уровень реакций клеток *in vitro* в конце июня был еще достаточно высок, а самую низкую реактивность имели самки, выловленные в конце июля и в начале августа. Во второй декаде августа реактивность клеток резко возросла.

В 1977 г. в косяках лобана, идущих на нерест, наибольшая чувствительность зарегистрирована в начале июля и во второй декаде августа, наименьшая — во второй половине июня и в начале августа. Во второй декаде августа реактивность ооцитов к гонадотропинам вновь увеличилась.

Таким образом, анализ и сопоставление трехлетних данных позволили разделить каждый нерестовый сезон на периоды с относительно высокой (пик) и низкой (спад) реактивностью ооцитов к гипофизарным гормонам. Выделенные периоды не всегда совпадают во времени по годам, меняется количество наблюдаемых пиков — два или три, что связано, возможно, с колебаниями по времени начала нерестового хода. Из-за неблагоприятной промысловой обстановки нам не всегда удавалось исследовать весь период нерестовых миграций. Так, в 1975 г. активный ход рыбы наблюдался уже в первой декаде июня, а данные представлены лишь с 19 июня. В 1976 г. не представилось возможности получить данные о чувствительности самок в косяках, проходящих через пролив в первой и второй декадах июля. В 1977 г., по-видимому, пропущены первые косяки рыб, начинающих ход.

Направленный характер изменения реактивности ооцитов в выборках лобана, наблюдаемый от начала к концу сезона, наводит на мысль о гетерогенности популяции лобана, проходящей через Керченский пролив и существовании не менее двух ходов, каждый из которых характеризуется своим пиком чувствительности.

Чувствительность ооцитов у самок внутри выборок на протяжении сезона. Поскольку средний диаметр ооцитов служит одним из показателей производителей, представляло интерес проанализировать периоды нерестового хода. На рис. 2 представлены результаты культивирования желтковых ооцитов средним размером 461—480 мкм, 481—500, 501—520 и 521—540 мкм. В группы объединены подекадные выборки с близкой популяционной чувствительностью. Рассматривали не только активно ответивших на гипофизарную инъекцию группу рыб, но и самок, ооциты которых ответили незначительным укрупнением жировых капель.

Как видно, в первой половине хода, в период относительно высокой чувствительности самок, внутри выборок отчетливо выражена положительная связь между чувствительностью клеток и их размером. Наибольшая чувствительность к гонадотропинам была у самок с более крупными клетками — от 500 до 540 мкм. В ооцитах этих особей полностью завершились процессы гомогенизации желточных гранул и гидратации, наблюдалась овуляция яиц. В то же время в клетках размером до

500 мкм происходит только укрупнение жировых капель, выраженное в разной степени. В периоды, когда уровень популяционной чувствительности становился крайне низким, реактивность клеток *in vitro* резко снижалась у всех размерных групп и на этом уровне практически не дифференцировалась. Например, в третьей декаде июля 1976 г. максимальная реакция ооцитов диаметром от 461 до 540 мкм выражалась

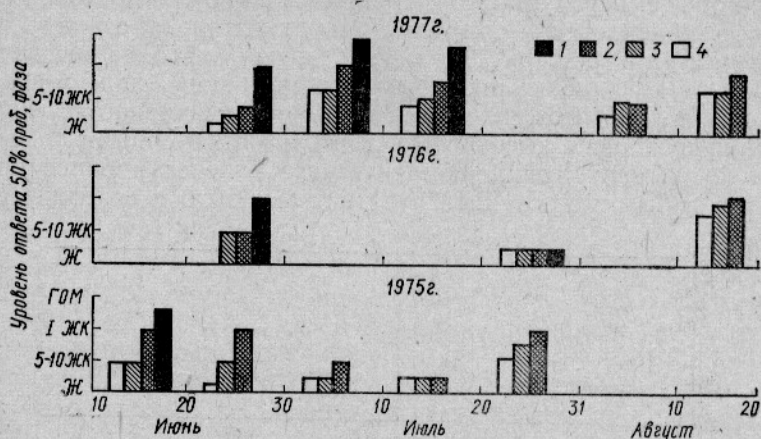
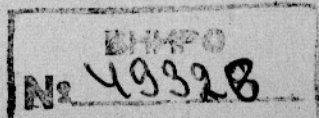


Рис. 2. Чувствительность ооцитов лобана к гонадотропинам *in vitro* в зависимости от их размера:
1 — 521—540 мкм; 2 — 501—520; 3 — 481—500; 4 — 461—480 мкм.

только в незначительном укрупнении жировых капель. У некоторых рыб визуальных изменений в клетках вообще не наблюдалось. К концу сезона чувствительность ооцитов на гонадотропины снова изменялась: как и в начале хода общий уровень популяционной чувствительности возрастал, однако четкой положительной связи между размером клеток и реакцией не прослеживалось. Пределы ответов были чрезвычайно узки — клетки независимо от их размеров дружно отвечали на действие одной и той же дозы гипофиза. По-видимому, в этот период все самки в косяках одинаково быстро приобретают чувствительность к гонадотропинам и по реакции ооцитов *in vitro* почти не различаются. Самки с ооцитами крупнее 520 мкм встречаются крайне редко. Интересно, что, несмотря на относительно высокую общую реактивность, овуляции яйцеклеток *in vitro* в конце сезона мы почти не наблюдали.

Таким образом, высокая популяционная чувствительность в начале сезона обеспечивается в основном за счет большей реактивности самок с ооцитами, достигшими размера более 500 мкм, в то время как в конце сезона высокую чувствительность к гонадотропинам приобретают все самки в косяке независимо от размера яйцеклеток.

Обнаруженные «пики» и «спады» популяционной чувствительности половых клеток, по-видимому, могут быть связаны и с ответом самок на гипофизарные препараты при получении от них зрелой икры. Экспериментальные работы по искусственному разведению лобана проводят в настоящее время начиная со второй половины июля. Между тем относительно высокая реактивность ооцитов в самом начале хода, установленная нами по данным 1975 и 1976 гг., указывает на подготовленность самок к нересту уже в начале сезона и на целесообразность проведения работ именно в эти сроки. В 1977 г. такой эксперимент был проведен. И хотя соответствие между реактивностью яйцеклеток *in vitro* и ответом самок *in vivo* наблюдается в течение сезона не всегда, лучшие результаты по индуцированию созревания лобана получены в начале и



конец сезона. В эти периоды после двух инъекций гипофиза по принятой методике созрело от 83 до 100% рыб, в то время как во второй половине июля — начале августа при стимуляции самок по такой же схеме количество созревших рыб снизилось до 22—37%.

Интересно рассмотреть возможную связь между некоторыми функциональными показателями самок, соотношением самок и самцов в косяках, а также температурными условиями хода, с одной стороны, и реактивностью яйцеклеток — с другой. Мы попытались сделать это на примере нерестовых сезонов 1975 и 1977 гг. как наиболее обеспеченных материалом. Как видно из рис. 3, от начала к концу хода все показатели заметно изменяются. В начале и конце нерестового сезона самки, характеризующиеся высокой чувствительностью ооцитов, имеют более высокие значения гонадо-соматического индекса и более крупные клетки, чем рыбы с пониженной чувствительностью в середине сезона.

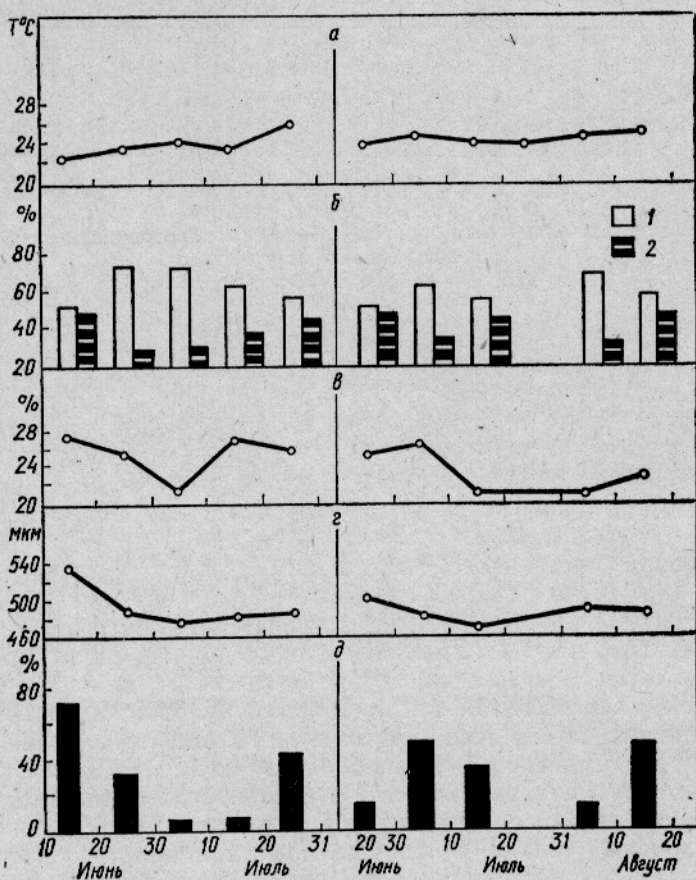


Рис. 3. Изменение чувствительности ооцитов к гонадотропинам *in vitro*, степени развития половых желез (ГСИ), среднего диаметра ооцитов, соотношения полов в косяках, а также температуры воды во время нерестового хода:

1 — количество самок; 2 — количество самцов; а — температура воды в Керченском проливе; б — соотношение полов в косяках; в — гонадо-соматический индекс; г — диаметр ооцитов; д — число рыб, ооциты которых ответили *in vitro* до фаз 2—4 — ГОМ.

В косяках с примерно равным соотношением самок и самцов в большинстве случаев реактивность выше, чем в косяках с преобладанием самок. Температура в период с середины июня по середину августа в Керченском проливе от 23 до 26°C с тен-

денцией к повышению к концу сезона. Заметного влияния ее на реактивность клеток *in vitro* не прослеживается.

Необходимо отметить, что соответствие исследованных показателей и чувствительности клеток прослеживается в течение сезона не всегда, особенно во второй его половине. При сравнении данных двух лет видно, что в 1975 г. синхронность изменений выражена ярче, чем в 1977 г. Так, в последнем сезоне средний диаметр ооцитов колебался незначительно, тем не менее реактивность клеток существенно варьировала. По-видимому, чувствительность ооцитов к гипофизарным гонадотропинам определяется комплексом факторов.

Как известно, реактивность ооцитов на гонадотропины *in vitro* возрастает по мере приближения самок к нерестовому состоянию (Wright, 1945; Гончаров, 1971). Подобное наблюдалось и у черноморского лобана. Об этом свидетельствуют как положительная связь между размером ооцитов и силой их ответа на гормон, так и значительное повышение реактивности клеток после сенсibilизации самок гипофизом. В последнем случае созревание клеток почти всегда проходит до конца и завершается овуляцией. При воздействии на самок неблагоприятных факторов реактивность клеток *in vivo* и *in vitro* снижается. Все это убеждает в том, что реактивность ооцитов на гипофизарные гормоны *in vitro* может быть показателем подготовленности к нересту как отдельной особи, так и производителей в косяке; позволяет исследовать особенности размножения всей популяции.

Выводы

1. Чувствительность ооцитов лобана к гипофизарным гонадотропинам *in vitro* заметно изменяется на протяжении нерестового сезона. В начале и конце хода мигрируют рыбы с более высокой реактивностью половых клеток, чем в середине, что, по-видимому, связано с гетерогенностью популяции.

2. Высокая чувствительность ооцитов к гонадотропинам в первой половине нерестового хода, свидетельствующая соответственно о высокой подготовленности самок к нересту, позволяет ориентировать проведение рыбоводных работ именно в этот период.

3. В начале сезона наибольшую реактивность имеют самки с крупными ооцитами — более 500 мкм. В конце сезона связь между средним диаметром и реактивностью клеток выражена слабее. Чувствительность повышена у всех самок.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Апекин В. С., Гнатченко Л. Г. О реакции ооцитов кефалей на гормональные препараты *in vitro*. — Труды ВНИРО, 1976, т. CXV, с. 34—40.

Апекин В. С., Виленская Н. И. Характеристика полового цикла и состояние гонад во время нерестовой миграции черноморской кефали-лобана (*Mugil cephalus* L.). — Вопросы ихтиологии, 1978, т. 18, вып. 2 (110), с. 494—506.

Гнатченко Л. Г. Оценка подготовленности кефалей к нересту по реакции их ооцитов *in vitro*. — В кн.: Экологическая физиология рыб. Киев, 1976, с. 142.

Гончаров Б. Ф. Изучение закономерностей перехода ооцитов амфибий и осетровых рыб от роста к созреванию. — Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. биол. наук. М., 1971, 27 с.

Wright, P. A. Factors affecting *in vitro* ovulation in the frog. J. Exptl. Zool., 1945, v. 100, p. 565—575.

Gnutchenko L. G.

SUMMARY

Responses of oocytes of grey mullet to the same dose of the pituitary of carp *in vitro* were investigated in the migration period of females through the Strait of Kerch from the Azov Sea to the Black Sea. It is shown that the sensitivity of sexual cells to gonadotropins is not the same within the spawning season. Specimens with distinctly displayed responses migrate at the beginning and end of the spawning run which seems to be associated with the heterogeneous composition of the population. Responses of cells to gonadotropins *in vitro* are also investigated with regard to their mean size. A positive relation between the magnitude of a response of oocytes and their mean diameter is ascertained in the first half of the migration run. The relation is less distinctly seen in the second part of the run because all females become highly sensitive to gonadotropins regardless the size of cells.

УДК 597.593.4:597—114.7

О ЗООЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИФИЧНОСТИ ГИПОФИЗАРНЫХ ГОНАДОТРОПИНОВ ЧЕРНОМОРСКОЙ КЕФАЛИ-ЛОБАНА (*Mugil cephalus* L.)

Н. А. Белая (ВНИРО)

В связи с разработкой методов устойчивого получения зрелых половых продуктов рыб путем гипофизарных инъекций необходимо знать не только состояние половых желез, но и гипофиза, регулирующего их деятельность. Лобан в этом отношении представляет особый интерес, так как для стимуляции его созревания и нереста используются гипофизы рыб этого же вида (Алекин, 1976).

Для определения гонадотропной активности гипофизов рыб наиболее широко используются методы тестирования *in vivo*: реакция спермации амфибий (Алпатов и др., 1950), овуляции у выюна (Казанский, Нусенбаум, 1947) и др. В последние годы для этой цели предложено применять также систему созревания ооцитов *in vitro* (Гончаров, 1971). Этот метод более чувствителен, чем выполненные на уровне организма.

При сравнении гонадотропинов представляет также интерес исследование степени их антигенного родства для суждения о биохимической специфичности гормонов разных видов (Breton et al., 1973).

В настоящей работе выясняется возможность оценки гонадотропной активности гипофиза лобана принятыми методами тестирования, а также проводится сравнение антигенных свойств гипофизарных гонадотропинов лобана и рыб других видов.

Работа выполнена на гипофизах самок лобана *Mugil cephalus* L. с гонадами в IV стадии зрелости. Рыб отлавливали в Керченском проливе во время хода на нерест в июне — августе 1974—1976 гг. Гипофизы консервировали в ацетоне (Фалеева, 1968). В работе использовали очищенные в лаборатории физиологии Музея естественной истории (Париж, Франция) гонадотропины карпов (Bg 2.276 I) и себрюги (Bg 4—195 асг GTN и B 4.38A), ацетонированные гипофизы самок с гонадами в IV стадии зрелости следующих видов рыб: сазана, карпа, осетра, себрюги, ската, камбалы-калкана, окуня, бычка-кругляка, сай-

ды, вьюна, белого амура, леща, белого толстолобика, а также хорионический гонадотропин (серия 8—76, активность 2200 ед/мг)¹.

Из гипофиза сазана в 1973 г. была приготовлена пудра, которую расфасовали и сохраняли в герметически закрытых пробирках на холоде. Этот препарат используется для стимуляции созревания и нереста кефалей, и исследование его активности представляет самостоятельный интерес.

Гонадотропную активность гипофиза лобана оценивали по следующим реакциям:

овуляция у вьюна *Misgurnus fossilis* (Казанский, Нусенбаум, 1947). Самки вьюна, использованные в опыте, были получены одной партией, до опытов их содержали при низких температурах. Средняя масса вьюнов 26,5 г. Проверку на овуляцию проводили через 24, 30 и 50 ч и дополнительно через 72 ч. Тестировали в январе — марте при температуре воды 19—20°C;

спермация у травяной лягушки *Rana temporaria* (Алпатов, Строганов, 1950). Животных для эксперимента получили тремя партиями от одного заготовителя. Самцы были крупные, средней массой 40,1 г, до опыта содержались в аквариальной при низкой температуре. Накануне опыта их, так же как и вьюнов, переносили в лабораторию. Проверку на реакцию спермации проводили через 2 ч. Тестировали в феврале — марте;

созревание *in vitro* ооцитов *Misgurnus fossilis* (Скоблина, 1973) и *Xenopus laevis* (Thornton, 1971). На каждую дозу использовали 100 ооцитов вьюна и 50 ооцитов лягушки. Ооциты вьюна культивировали при температуре 17—19°C, ооциты лягушки — при комнатной температуре. Через 24—30 ч учитывали число овулировавших клеток. Самки вьюнов были взяты из той же партии, что и для опытов *in vivo*. Тестирование проводили в марте — апреле.

Антигенное сходство препаратов исследовали методом иммунодиффузии в агаровом геле по Ухтерлони (Ouchterlony, 1958). Иммунные сыворотки были приготовлены к гонадотропинам осетра (Апекин, 1975), севрюги (Bg 4—195 асг GTN и B 4.38A), карпа (Bg 2.2761), к гипофизам осетра, сазана, бычка-кругляка, лобана. Иммунные сыворотки получали от шестимесячных самцов кроликов породы шиншилла. Животных иммунизировали в течение трех недель препаратами гонадотропинов или вытяжкой гипофизов в смеси со стимулятором Фрейнда (Людоговская, 1968). Спустя месяц кроликов реиммунизировали и через десять дней после этого собирали сыворотку. Готовые сыворотки были лиофилизированы и затем, как и все другие препараты, хранились на холоде. В качестве антигенов использовали растворы гонадотропинов в 0,85% NaCl в концентрации 0,1 мг/мл, а также надосадочную фракцию гомогенатов гипофизов. Техника постановки реакций описана В. С. Апекиным (1975).

Из данных табл. 1 видно, что гипофизы сазана и осетра в дозе 0,2 и 0,4 мг вызывают овуляцию у вьюна, при этом применение гипофиза осетра в дозе 0,2 мг давало уже 100% положительных ответов. Отрицательная реакция получена при инъецировании вьюна гипофизом лобана, несмотря на использование большой дозы, превышающей дозы гипофиза сазана и осетра в 10 раз.

В табл. 2 приведены результаты тестирования препаратов на самцах лягушки. Реакцию спермации индуцировали хорионическим гонадотропином, гипофизами сазана, осетра и лобана. Гипофизы сазана и осетра,

¹ Выражаем благодарность И. А. Баранниковой, Г. М. Персову, А. Б. Бурлакову и А. Я. Сторожуку за предоставленные нам гипофизы ряда видов рыб, а также Б. Ф. Гончарову — за гонадотропины.

Таблица 1

Реакция овуляции у вьюна под действием
гипофизов сазана, осетра и лобана

Тестируемый препарат—гипофиз	Доза на особь, мг	n	Положительный ответ, %
Сазана	0,2	10	70
	0,4	5	100
Осетра	0,2	10	100
	0,4	10	100
Лобана	2,0	10	0

Таблица 2

Реакция спермации у *Rana temporaria* под действием хорионического
гонадотропина и гипофизов рыб

Тестируемый препарат	Доза на особь, мг	n	Положительный ответ, %
Хорионический гонадотропин, м. е.	250	10	40
	500	10	90
Гипофиз сазана, мг	0,1	10	0
	0,3	10	30
	0,5	13	70
	1,0	2	100
Гипофиз осетра, мг	0,5	3	33
	1,0	2	100
Гипофиз лобана, мг	0,5	2	0
	1,0	2	0
	2,0	25	0
	4,0	12	0
	8,0	2	0
	16,0	2	0

хорионический гонадотропин вызвали положительную реакцию, гипофиз лобана в дозах от 0,5 до 16 мг — отрицательную.

Опыты по созреванию ооцитов *in vitro* выполнены под руководством сотрудника ИБР АН СССР М. Н. Скоблиной, за что выражаем ей свою признательность. Обе модели: ооциты вьюна и южно-африканской лягушки хорошо реагировали на хориогонин, но несмотря на значительное увеличение доз, ни в одном случае не созрели под действием гипофиза лобана (табл. 3).

Таким образом, использованные нами методы тестирования не позволили определить гонадотропную активность гипофизов лобана.

Результаты опытов иммунохимического сравнения антигенных характеристик гипофиза лобана и других видов рыб приведены ниже. Из приведенных данных видно, что иммунная сыворотка к гипофизу лобана не преципитирует ни с одним из исследованных нами гипофизов, кроме своего собственного.

В свою очередь при испытании ряда иммунных сывороток положительный ответ получен только при реакции сыворотки к гипофизу лобана со своим антигеном.

В связи с тем что нам не удалось обнаружить гонадотропную активность ацетонированных гипофизов лобана методами, описанными выше, возникает вопрос, сохраняется ли она после консервации гипофизов в ацетоне. В. С. Апекин и Т. М. Тронина (1972) испытывали действие

Таблица 3

Реакция созревания ооцитов *in vitro* *Misgurnus fossilis* и *Xenopus laevis* под действием хорионического гонадотропина и гипофизов лобана

Тестируемый препарат	Дозы, мг	Положительный ответ, %	Тестируемый препарат	Дозы, мг	Положительный ответ, %
<i>Misgurnus fossilis</i>			<i>Xenopus laevis</i>		
Хорионический гонадотропин	0,005	100	Хорионический гонадотропин	0,05	100
	0,02	100		0,1	100
	0,08	100	Гипофиз лобана	0,02	0
Гипофиз лобана	0,008	0		0,05	0
	0,03	0		0,1	0
	0,12	0		0,2	0

Преципитация иммунной сывороткой к гипофизу лобана гипофизов других видов рыб

Иммунная сыворотка	Гипофизы											
	лобана	сазана	севрюги	осетра	камбалы-колкена	речного окуня	бычка-кругляка	сайды	карпа	сазана	леща	белого амура
К гипофизу лобана	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Преципитация иммунными сыворотками к очищенным гонадотропинам и гипофизам рыб гипофиза лобана

Иммунные сыворотки	Гипофиз лобана	Иммунные сыворотки	Гипофиз лобана
к гонадотропину осетра	—	гипофизу сазана	—
гипофизу осетра	—	гипофизу бычка-кругляка	—
гонадотропину севрюги	—	гипофизу лобана	+
гонадотропину карпа	—		

свежих и ацетонированных гипофизов лобана на преднерестовых самок своего вида. Ими доказано, что ацетонированные железы, хотя и заметно слабее, чем свежие, индуцировали начальные этапы созревания. По данным Л. Г. Гнатченко, ацетонированные гипофизы кефалей в концентрациях от 0,8 до 0,003 мг/мл вызывают созревание ооцитов кефалей в системе *in vitro*.

Таким образом, ацетонированные гипофизы лобана сохраняют гонадотропную активность, хотя, возможно, более низкую, чем в свежих.

В наших опытах вьюн, травяная лягушка и *Xenopus laevis* дали отрицательные результаты при воздействии на них гипофизарных гонадотропинов лобана. Подобные же результаты были получены и на других объектах. В. С. Алекин (1975) исследовал действие на ооциты *Bufo vividas* гипофизов рыб ряда видов. Гонадотропины лобана вызывали растворение зародышевых пузырьков только в единичных ооцитах некоторых проб. При культивировании ооцитов без гормонов этого не происходило. Автор отнес гонадотропины лобана к низкоактивным по отношению к исследованному тест-объекту. В опытах А. П. Золотницкого ацетонированные гипофизы лобана в дозах от 1,0 до 4,0 мг не вызывали спермиацию у озерной лягушки.

Зоологическая специфичность является понятием качественным, она может быть преодолена в какой-то степени введением более высоких, экстрафизиологических доз, позволяющих получить тот же эффект, что и от гомопластических гонадотропинов (Breton et al., 1973).

Н. Бланк и М. Абрахаму (Blans, Abraham, 1968) удалось обнаружить гонадотропную активность гипофизов лобана. Для тестирования ими были выбраны молодые озерные лягушки средней массой 14,7 г, т. е. в 2—3 раза мельче использованных нами. Консервацию желез проводили в абсолютном спирту. Среднеэффективная доза гипофиза преднерестовых рыб из пресной воды составила 25 мг, а отнерестившихся — 2 мг. Активность гипофиза карпа, оцененная по этому же тесту, была несравненно выше — эффективная доза 0,13 мг.

Подобное же проявление зоологической специфичности было получено при сравнении активности гипофизов карпа и лосося (Fontaine, Chauvel, 1961). Даже если бы нам удалось уловить гонадотропную активность гипофизов лобана, то использованные методы вряд ли позволили бы провести ее сравнительную оценку.

Результаты иммунохимического анализа также приводят нас к выводу о высокой специфичности гипофизарных гонадотропинов лобана по сравнению с представителями других отрядов рыб. Возможно, вопрос о тестировании активности его гипофиза можно решить путем использования в качестве тест-объекта вида, близкого к кефалям филогенетически, или тестирования активности желез в системе *in vitro* на ооцитах самих кефалей.

Выводы

1. Гонадотропную активность гипофизов лобана не удастся оттитровать по реакции овуляции выюна, спермации травяной лягушки, а также по овуляции ооцитов выюна и *Xenopus laevis* в системе *in vitro*.

2. Наряду с физиологической специфичностью гонадотропинов лобана обнаружены их существенные иммунохимические отличия от гипофизарных гонадотропинов рыб других отрядов.

3. Проведена оценка гонадотропной активности гипофиза сазана во выюновых и лягушачьих единицах, что позволяет стандартизировать использование этого препарата при индуцировании созревания кефалей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Алпатов В. В., Строганов Н. С. Новая единица измерения активности гипофиза у рыб. — ДАН СССР, 1950, т. 74, № 2, с. 405—407.

Апекин В. С., Тренина Т. М. Опыты по стимулированию созревания и нереста кефали. — Гидробиологический журнал, 1972, т. VIII, № 1, с. 82—89.

Апекин В. С. Выделение активных фракций гонадотропина из гипофиза осетра и получение к ним специфических иммунных сывороток. — Онтогенез, 1975, т. 6, № 4, с. 331—338.

Апекин В. С. Иммунодиффузия в исследованиях по физиологии и биохимии рыб. — Труды ВНИРО, 1975, т. XCVI, с. 35—47.

Апекин В. С. О возможности оценки гонадотропной активности гипофизов рыб по созреванию ооцитов *in vitro*. — Труды ВНИРО, 1975, т. XCVI, с. 48—56.

Апекин В. С. Методические указания по получению зрелой икры кефали с помощью гипофизарных инъекций. — М.: ОНТИ ВНИРО, 1976—11 с.

Гончаров Б. Ф. Зависимость величины гормонозависимого периода созревания фолликулов травяной лягушки от разведения суспензии гипофизов. — Онтогенез, 1971, т. 2, № 6, с. 64—70.

Казанский Б. И., Нусенбаум Л. М. Выюн (*Misgurnus fossilis*) как объект для определения гонадотропной активности препаратов гипофиза рыб. — Труды лаборатории основ рыбоводства, 1947, т. I, с. 111—120.

Людоговская Л. А. Получение и обработка иммунных сывороток. — В кн.: Иммунохимический анализ. Ред. Л. А. Зильбер, М., 1968, с. 5—20.

Скоблина М. Н. Созревание ооцитов выюна под влиянием хориогонина. — Онтогенез, 1973, № 3, с. 309—311.

Фалеева Т. И. Методические указания по сбору и обработке гипофизов рыб как препарата для гипофизарных инъекций. — М.: Главрыбвод, 1968.—с. 16.

Blanc, N. M. Abraham. Evaluation du pouvoir gonadotrope dans l'hypophyse de *Cyprinus carpio* et *Mugil cephalus*. C. R. Acad. Sci. D 264, N 10, 1968, p. 958—961.

Breton, B., R. Billard, B. Jalabert. Specificite d'action et relations immunologiques des hormones gonadotropes de quelques teleosteens. Ann. biol. anim. biochim. biophys., 1973, 13.

Fontaine M., M. Chauvel. Evaluation du pouvoir gonadotrope de l'hypophyse des poissons teleosteens et en particulier du *Salmo salar* L. a diverses etapes de son developpement et ses migrations. C. R. Acad. Sci. 1961, 252, N 6.

Ouchterlony, O. Diffusion-in-gel methods for immunological analysis. II. Progr. in Allergy. 1958, 5, p. 1—78.

Thornton, V. F. A bioassay for progesterone and gonadotropins based on meiotic division of *Xenopus* oocytes in vitro. Gen. Comp. Endocrinol., 1970, v. 16, N 3, p. 599—605.

*On zoological specificity of pituitary gonadotropins of grey mullet
(Mugil cephalus L.) from the Black Sea*

Belaya N. A.

SUMMARY

The gonadotropic activity of pituitaries of grey mullet from the Black Sea was tested judging from the response of ovulation in loach, liberation of sperm in frog, ovulation of oocytes in loach and *Xenopus laevis* in vitro. The test-systems investigated responded to pituitaries of carp and sturgeon, to chorionic gonadotropin, but there was no response to pituitaries of grey mullet. The immunochemical comparison of antigenic characteristics of the pituitary of grey mullet and other species of fish indicates that the immune serum to the pituitary of grey mullet responds to none of the pituitaries investigated but their own.

Thus the physiological specificity of gonadotropins of grey mullet determined in the experiment is supported by the results of the immunochemical analysis.

УДК 597.593.4:597—146.512

**К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ТРОФОПЛАЗМАТИЧЕСКОГО РОСТА
ООЦИТОВ КЕФАЛИ-СИНГИЛЯ (*Mugil auratus* Risso)**

**Н. И. Куликова, В. С. Апекин, Г. А. Вальтер, Ю. П. Федоров
(АзЧерНИРО, ВНИРО)**

На основе анализа живых ооцитов, изменения их размерного состава, а также данных о накоплении белка судили об особенностях роста половых клеток кефали-сингиля в период вителлогенеза. У этого вида одновременно развивается две генерации желтковых ооцитов. Обособление старшей завершается при их среднем диаметре 451—475 мкм. С ростом клеток изменяется характер их размерных вариационных рядов. Содержание белка в ооцитах в зависимости от их диаметра аппроксимируется логистической кривой. Анализ ее позволил выделить в белковом росте два периода: ускоряющийся (до 520 мкм) и замедляющийся (выше 520 мкм). При этом ускоряющийся период подразделяется на два этапа: с нарастающим (до 418 мкм) и затухающим (от 418 до 520 мкм) темпом. В среднем для популяции сингиля белковый рост ооцитов завершается при достижении ими размера 525—575 мкм, и они могут быть определены как дефинитивные.

Для черноморской кефали-сингиля характерен высокий темп развития яичников в преднерестовый период. Трофоплазматический рост начинается в конце июня — начале июля и завершается к началу — середине сентября; в это время рыба мигрирует на нерест из Азовского моря в Черное.

У сингиля развивается две генерации желтковых ооцитов, и в яичниках рыб IV стадии зрелости присутствуют яйцеклетки средним диаметром 200—250 и 475—575 мкм. Созревают и выметываются старшие.

Для понимания характера взаимосвязи между завершением вителлогенеза и переходом ооцитов к созреванию, а также для обоснования критериев, позволяющих оценить степень зрелости самок и их готовности к нересту, большой интерес представляет исследование трофоплазматического роста половых клеток, и особенно его конечных этапов.

В предлагаемой работе на основе анализа живых ооцитов, изменения их размерного состава, а также данных о накоплении белка судили о сопряженности развития обеих генераций, об особенностях роста старшей и о достижении ооцитами дефинитивного состояния.

Материал собирали с июля по октябрь в 1974 и 1975 г. Рыб отлавливали малым подъемным кефалевым заводом, установленным в Керченском проливе. Полный биологический анализ проводили по схеме, описанной ранее (Апекин, Куликова, Вальтер, 1976). От самок длиной 30—34 см и массой тушки 300—500 г с гонадами на III и IV стадиях зрелости брали кусочки яичника в 5—7 см от генипоры и помещали в чашку с физиологическим раствором (0,8% NaCl). С помощью препаровальных игл желтковые ооциты отделяли от стромы и при увеличении ок. $\times 8$, об. $\times 4$ измеряли диаметры 100 клеток; в тех случаях, когда были выражены две генерации, — отдельно 50 крупных и 50 мелких. Из размерного вариационного ряда находили средний диаметр для каждой группы.

Ооциты старшей генерации дополнительно характеризовали по степени дисперсности жировых включений, выделяя фазы: «желтковые» — Ж, «начало укрупнения жировых капель» — НЖК (Апекин, Вальтер, Гнатченко, 1976).

Чтобы получить представление о характере изменения размеров ооцитов в ходе развития половых желез, группировали рыб по среднему диаметру яйцеклеток. Было получено 12 групп, отличающихся одна от другой по среднему диаметру на 25 мкм (от 276 до 575 мкм). Каждую из групп характеризовали по суммарному размерному вариационному ряду желтковых ооцитов, по средним показателям степени развития воспроизводительной системы: гонадо-соматическому индексу (ГСИ) и индексу печени (ПСИ).

Для определения общего белка брали пробу из 50 желтковых ооцитов, которые отделяли под бинокляром от стромы и по возможности от клеток периода троплазматического роста. Их помещали в 0,2 мл 0,1 н. раствора NaOH. После гидролиза в течение 16 ч при температуре 37° щелочной гидролизат центрифугировали и в 0,1 мл насадочной жидкости определяли содержание белка по методу Лоури (Lowry et al., 1951).

Содержание белка рассчитывали по калибровочной кривой, построенной по кристаллическому сывороточному альбумину человека. Вычисляли также плотность белка в клетке — количество белка в единице объема.

Все материалы обработаны методами вариационной статистики (Плохинский, 1961), часть из них — на ЭВМ «Минск-32». Для выявления связи между изменением содержания белка y в ооците с увеличе-

нием его диаметра x эмпирический ряд был выровнен по нескольким уравнениям. Наименьшее отклонение теоретической линии регрессии от эмпирической кривой получено при использовании уравнения логистической кривой из семейства кривых насыщения вида

$$y = \frac{A}{1 + e^{\alpha - \beta x}} + C,$$

где A и C — предельное и начальное содержание белка в клетке;

α и β — безразмерные коэффициенты, определяющие точку симметрии кривой.

Коэффициенты определяли методом наименьших квадратов. Дифференцированием полученного уравнения регрессии выявляли зависимость прироста белка и его изменения от диаметра ооцита, а также определяли критические точки описываемых процессов.

Работа выполнена на 329 самках, в ооцитах 84 из них определено содержание общего белка.

Анализ изменения кривых суммарных вариационных рядов желтков ооцитов позволил выявить особенности роста и развития яйцеклеток обеих генераций (рис. 1). В яичниках рыб со средним диаметром ооцитов 276—300 мкм присутствуют яйцеклетки разных фаз желтообразования диаметром от 125 до 425 мкм. Модальная группа не выражена. По мере роста обособляются ооциты, диаметр которых последовательно увеличивается, и при среднем диаметре старших 426—450 мкм четко выделяются две группы яйцеклеток. Вначале между ними есть промежуточное звено, а при диаметре 451—475 мкм происходит отрыв старшей генерации. В процессе роста ооцитов разрыв между двумя группами клеток увеличивается; изменяется характер кривых размерных вариационных рядов. Сходство этих изменений, прослеженное при сравнении материалов 1974 и 1975 г.*, свидетельствует о том, что изменение кривых отражает закономерности роста популяции клеток в яичнике сингиля. С увеличением размера ооцитов количество их в модальном классе нарастает и при диаметре 501—525 мкм достигает максимума — $60 \pm 1,4\%$ (табл. 1). При этом процент клеток в классовых промежутках влево от моды снижается до $20,4 \pm 1,4\%$. Характерно, что у рыб со средним диаметром выше 525 мкм количество ооцитов в модальном классе несколько ниже, чем в группе 501—525 мкм.

По мере роста яйцеклеток первой генерации последовательно развивается следующая. При увеличении среднего диаметра старших от 300 до 425 мкм модальная группа второй порции ооцитов вначале формируется в классовом промежутке 175—200 мкм и при обособлении генераций процент клеток в указанном модальном классе достигает максимума. При этом средний диаметр мелких желтковых ооцитов составляет 211,9 мкм. При последующем росте обособившейся группы крупных ооцитов возрастает и средний диаметр мелких, при этом модальная группа мелких ооцитов смещается вправо, в классовый промежуток 250—275 мкм.

В яичниках сингиля, где встречаются самые крупные клетки старшей генерации (средний диаметр 551—575 мкм), отмечены и самые крупные ооциты следующей порции (средний диаметр 264,75 мкм). Однако предельные размеры мелких желтковых ооцитов остаются 325—350 мкм.

Эти данные свидетельствуют о том, что развитие обеих генераций в яичниках сингиля взаимосвязано, хотя и специфично для каждой из них.

* В 1974 г. измеряли только ооциты старшей генерации.

Установлено, что изменение содержания белка (рис. 2) с увеличением среднего диаметра ооцитов от 230 до 575 мкм с высокой степенью точности (корреляционное отношение 0,892) аппроксимируется уравнением регрессии:

$$y = \frac{19,008}{1 + 2,718^{6,694 - 0,013x}} + 3,24. \quad (1)$$

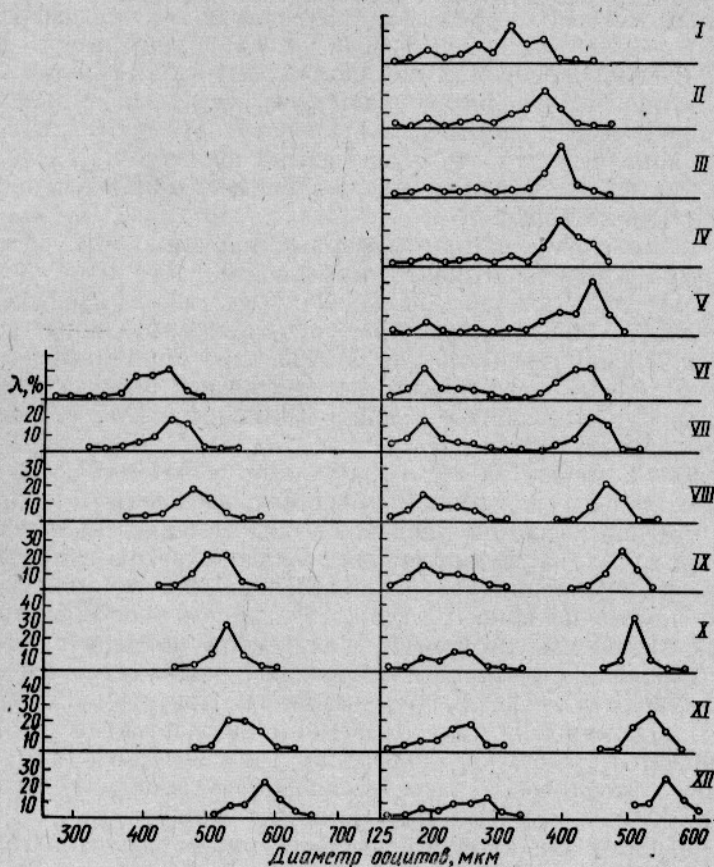


Рис. 1. Развитие двух генераций ооцитов сингиля по материалам 1974 г. (слева) и 1975 г. (справа). Вариационные ряды сгруппированы по среднему диаметру через 25 мкм:

I — 276—300; II — 301—325; . . . XII — 551—575 мкм.

Дифференцированием уравнения (1) описывается зависимость прироста содержания белка (в мкг/мкм) от диаметра ооцитов:

$$y' = \frac{19,008 \cdot 0,013 \cdot 2,718^{6,694 - 0,013x}}{(1 + 2,718^{6,694 - 0,013x})^2}. \quad (2)$$

Дифференцированием уравнения (2) описывается зависимость изменения прироста содержания белка (в мкг/мкм²) от диаметра ооцитов, иными словами, изменение темпа прироста белка при увеличении диаметра клетки на 1 мкм:

$$y'' = \frac{19,008 \cdot 0,013^2 \cdot 2,718^{6,694 - 0,013x} (2,718^{6,694 - 0,013x} - 1)}{(1 + 2,718^{6,694 - 0,013x})^3}. \quad (3)$$

Распределение ооцитов в размерных вариационных рядах для групп рыб с разным средним диаметром яйцеклеток (по суммарным данным 1974—1975 гг.)

Группа рыб	Средний диаметр, мкм	Число рыб	Количество яйцеклеток в классах вариационных рядов, %		
			модальный	влево от моды	вправо от моды
I	426—450	28	43,7±1,9	42,5±4,0	13,8±3,9
II	451—475	39	45,6±1,8	33,3±2,8	21,1±2,9
III	476—500	49	51,1±1,5	29,7±2,9	19,2±3,0
IV	501—525	102	60,0±1,4	20,4±1,4	19,6±1,3
V	526—550	31	46,0±2,0	26,7±4,1	27,3±4,7
VI	551—575	11	46,6±4,5	29,5±6,3	23,9±6,4

Анализ величин прироста (в мкг/мкм) и темпа прироста (в мкг/мкм²) позволяет выделить на кривой (рис. 2, а) узловые точки. С увеличением размера ооцитов прирост белка изменяется неравномерно (рис. 2, б), что определяется неравномерностью его темпа. Как видно из рис. 2, в, при диаметре от 230 до 418 мкм темп постоянно нарастает, при этом в диапазоне 230—350 мкм относительно замедленно, а в дальнейшем интенсивней; достигнув максимума при диаметре 417,9 мкм, он начинает снижаться, при 508—521 мкм равен нулю, а при 521 мкм и более выражается уже отрицательными величинами. Белковый прирост, увеличивающийся до тех пор, пока его темп положителен, достигает максимума 0,061 мкг/мкм при диаметре ооцитов 520,6 мкм, а затем также начинает снижаться (см. рис. 2б). Соответственно белковый рост ооцитов диаметром выше 520 мкм постепенно замедляется. Плотность белка в ооцитах диаметром от 300 до 400 мкм составляет в среднем 190 мкг/мм³, от 400 до 500 мкм—175 мкг/мм³ и свыше 520 мкм—155 мкг/мм³. Падение плотности белка в ооцитах на завершающих этапах роста связано, по-видимому, с накоплением в них в этот период веществ небелковой природы.

Наряду с яйцеклетками исследовали также уровень функциональной активности печени, о чем судили по величине индексов. В печени, как известно (Wallace, Bergink, 1974), синтезируются белки—предшественники белков желтка. Как видно из данных табл. 2, в период интенсивного накопления белка в ооцитах при их диаметре 376—475 мкм индексы печени достигают максимальных величин—по средним данным 240—242 у. ед. С дальнейшим развитием половых желез при увеличении ГСИ до 16,9% и диаметра клеток до 575 мкм индекс печени снижается до 205 у. ед., что, по-видимому, указывает на изменение функциональной активности печени в завершающий период накопления трофического материала в ооцитах.

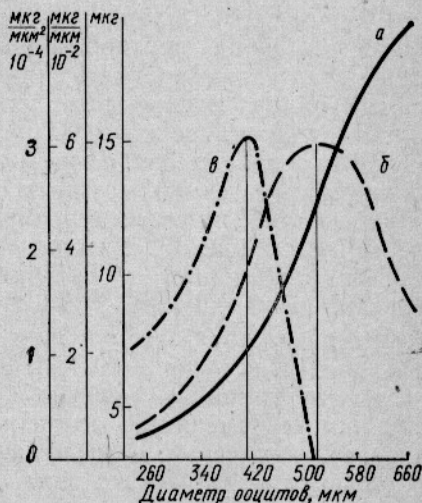


Рис. 2. Белковый рост ооцитов сингиля:

а — изменение белка (мкг) в зависимости от диаметра (мкм); б — прирост белка (мкг/мкм); в — изменение прироста белка (мкг/мкм²).

Степень развития воспроизводительной системы у самок сингиля с желтковыми

Группа рыб	Средний диаметр, мкм	Число самок	Средний диаметр желтковых ооцитов, мкм	
			крупных	мелких
I	276—325	18	305,88±3,29	—
II	326—375	37	344,82±2,26	—
III	376—425	22	406,71±3,16	210,22±10,03
IV	426—475	65	452,58±1,79	206,16±2,73
V	476—525	114	504,80±1,02	222,81±2,40
VI	526—575	30	542,63±2,14	245,86±5,41

Приведенные цитоморфологические и биохимические данные позволили охарактеризовать этапы развития желтковых ооцитов сингиля и определить границу завершения их белкового роста. Уже в яичниках на ранней III стадии зрелости отчетливо видна асинхронность роста и намечается две генерации ооцитов.

При развитии младшей генерации, с одной стороны, постоянно пополняется фонд желтковых ооцитов за счет клеток периода протоплазматического роста: в яичниках постоянно присутствуют ооциты самых ранних этапов вителлогенеза диаметром 125—150 мкм; с увеличением диаметра крупных процент мелких от общего количества яйцеклеток периода большого роста нарастает (см. табл. 2). С другой стороны, рост самых крупных ооцитов младшей генерации на определенном этапе, по-видимому, блокируется. Мелких желтковых ооцитов диаметром выше 350 мкм не обнаружено. В яичниках отнерестившихся рыб, пойманных в сентябре—начале октября, размер желтковых ооцитов был таким же — от 210 до 340 мкм.

Особенности формирования двух генераций определяют величину плодовитости у сингиля. Как видно из табл. 2, абсолютная плодовитость по крупным клеткам при увеличении диаметра от 425 до 575 мкм не изменяется, тогда как по сумме обеих генераций нарастает за счет увеличения доли мелких. Таким образом, оценивать рабочую плодовитость для этого вида нужно по группе крупных желтковых ооцитов лишь тогда, когда ее формирование завершено.

Начальный момент обособления старшей генерации от младшей приходится на период наиболее высокого темпа белкового прироста в крупных клетках (417,9 мкм). Продолжающееся вслед за этим увеличение прироста приводит к более активному их развитию. При диаметре 451—475 мкм старшие яйцеклетки полностью отделяются от младших. Вначале разрыв между ними невелик и составляет около 75 мкм, затем все более увеличивается. В процессе роста популяции крупных ооцитов характер размерного вариационного ряда их изменяется и при среднем диаметре 501—525 мкм характеризуется максимумом клеток в модальном классе, а также практически полной симметричностью соответствующей кривой (см. табл. 1). Для ооцитов этого диаметра (среднее 520, 6 мкм) характерно также состояние максимального белкового прироста, вслед за которым белковый рост начинает затухать. Таким образом, можно выделить два периода белкового роста ооцитов: ускоряющийся (до 520 мкм) и замедляющийся (выше 520 мкм). При этом период ускоряющегося роста подразделяется на два этапа: с нарастающим (до 418 мкм) и затухающим (от 418 до 520 мкм) темпом.

Таблица 2

ооцитами разного диаметра (по данным 1974—1975 гг.)

Индексы		Абсолютная плодовитость		Количество мелких клеток, % от общего числа желтковых ооцитов
гонадо-соматический, %	печени, у. ед.	по сумме клеток	по крупным клеткам	
4,21±0,31	203±13	0,59±0,11	—	—
6,26±0,38	213±7	0,79±0,07	—	—
7,38±0,32	240±11	0,89±0,20	—	—
9,90±0,33	242±9	0,92±0,10	0,80±0,07	13,5±2,0
14,28±0,35	219±6	1,34±0,06	0,79±0,04	29,8±1,5
16,97±0,75	205±11	1,23±0,13	0,82±0,07	33,8±3,5

Опытами по гормональной стимуляции созревания самок кефалей установлено, что первыми видимыми в живых ооцитах признаками созревания является начало укрупнения жировых капель, т. е. переход ооцитов из фазы «желтковые» в фазу «начало укрупнения жировых капель» (Апекин, Вальтер, Гнатченко, 1976). У самок, выловленных в проливе, также встречаются ооциты в фазе НЖК, причем с увеличением среднего диаметра ооцитов процент таких самок увеличивается.

Максимальное количество рыб с ооцитами указанного состояния отмечается при достижении половыми клетками диаметра 501—525 мкм (табл. 3).

Таблица 3

Изменение количества рыб (числитель в шт., знаменатель в %) с ооцитами в фазе НЖК с увеличением среднего диаметра яйцеклеток

Средний диаметр, мкм	Число рыб	Из них с ооцитами на фазах		Средний диаметр, мкм	Число рыб	Из них с ооцитами на фазах	
		желтковые	НЖК			желтковые	НЖК
451—475	22	21	$\frac{1}{4,5}$	501—525	58	41	$\frac{17}{29,3}$
476—500	19	16	$\frac{3}{15,8}$	526—575	25	19	$\frac{6}{24,0}$

Таким образом, белковый рост ооцитов сингиля в среднем в популяции завершается при достижении ими диаметра 525 мкм. В нерестовый период в природе встречаются самки с желтковыми ооцитами и большего размера — 550—575 мкм. За период наблюдений их было 11%.

Самые крупные яйцеклетки в яичниках таких рыб достигают 625 мкм. По-видимому, диапазон от 525 до 575 мкм можно оценить как вариабельность размеров ооцитов близкого дефинитивного состояния.

При изменении условий нагула полученные величины, характеризующие определенные периоды роста яйцеклеток, могут, по-видимому, несколько изменяться.

1. У сингиля одновременно развивается две генерации желтковых ооцитов. Обособление старшей завершается при среднем диаметре 451—475 мкм. По мере их дальнейшего роста процент клеток в модальном классе увеличивается и при среднем диаметре 501—525 мкм. достигает максимума. Соответствующая кривая вариационного ряда характеризуется полной симметричностью. С ростом крупных клеток количество мелких во второй генерации увеличивается за счет перехода от протоплазматического роста к трофоплазматическому. Мелкие растут, достигая в среднем 265 мкм, но не превышая 350 мкм.

2. Содержание белка в ооцитах в зависимости от их размера аппроксимируется логистической кривой, из анализа которой следует, что темп прироста белка в ооцитах последовательно возрастает до достижения ими размера 417,9 мкм, затем снижается до нуля при диаметре 508—525 мкм. В ооцитах этого размера прирост белка достигает максимума, после чего падает, и белковый рост затухает. Таким образом, можно выделить в белковом росте два периода: ускоряющийся и замедляющийся. При этом ускоряющийся подразделяется на два этапа: с нарастающим и затухающим темпом.

3. В среднем для популяции сингиля белковый рост ооцитов завершается при достижении ими размера 525—575 мкм, и они могут быть определены как дефинитивные.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Апекин В. С., Вальтер Г. А., Гнатченко Л. Г. Изменение ооцитов при созревании и получении зрелой икры с помощью гомопластических гипофизарных инъекций у лобана (*Mugil cephalus* L.). — Труды ВНИРО, 1976, т. 115, с. 13—23.

Апекин В. С., Куликова Н. И., Вальтер Г. А. Цитоморфологические изменения яичников сингиля (*Mugil auratus* Risso) в период размножения. — Труды ВНИРО, 1976, т. 115, с. 24—33.

Апекин В. С., Куликова Н. И., Вальтер Г. А. Размножение черноморской кефали-сингиля (*Mugil auratus* Risso). Состояние воспроизводительной системы у рыб в популяции в преднерестовый период. — «Гидробиологический журнал», 1977, т. XIV, № 2, с. 120—130.

Плохинский Н. А. Биометрия. — Новосибирск: изд-во Сибирского отделения АН СССР, 1961. — 364 с.

Lowry, O. H., Rosenbrough N. J., Farr A. L., Randall R. J. Protein measurement with the folin phenol reagent. — J. Biol. Chem., 1951, v. 193, p. 265—275.

Wallace R. A., Bergink E. W. Amphibian vitellogenin: properties, hormonal regulation of hepatic synthesis and ovarian uptake, and conversion to yolk proteins. — Amer. Zool., 1974, v. 14, N 4, p. 1159—1175.

*Characteristics of the trophoplasmatic growth of oocytes of long-finned mullet (*Mugil auratus* Risso)*

Kulikova N. I., Apekin V. S., Valter G. A., Fedorov Ju. P.

SUMMARY

On the basis of the analysis of living oocytes of long-finned mullet, changes in their size composition and accumulation of protein some characteristics of the growth of sexual cells in the period of vitellogenesis have been revealed. It is shown that two generations of yolk oocytes are developed at the same time. The isolation of the elder generation is completed when the mean diameter is 451—475 mkm. The pattern of time series changes with growth. The protein content in oocytes in relation to their diameter is approximated with a logistic curve. The analysis of the curve has indicated two periods in the protein growth: an accelerated period (up to 520 mkm) and decelerated period (over 520 mkm). The former is divided into two stages: an accelerated growth rate (up to 418 mkm) and slowing-down rate (418—520 mkm). On the average, the protein growth in long-finned mullet is over when the size of oocytes reach 525—575 mkm and they may be identified as definite oocytes.

ИНДУЦИРОВАНИЕ СОЗРЕВАНИЯ ЧЕРНОМОРСКОЙ КЕФАЛИ- СИНГИЛЯ (*Mugil auratus* Risso) ГИПОФИЗАМИ СИНГИЛЯ И САЗАНА

В. С. Апекин, Л. Г. Гнатченко, Г. А. Вальтер (ВНИРО, АзЧерНИРО,
ТИНРО)

Три промысловых вида черноморских кефалей (лобан, остронос и сингиль), несмотря на общую, ограниченную малыми глубинами зону обитания и близкие спектры питания, успешно используют возможности занимаемого ими биотопа. Целесообразно, ориентируясь на поликультурное рыбоводство, освоить искусственное разведение всех трех видов. К настоящему времени разработаны методы стимуляции созревания и нереста лобана (Апекин, Тронина, 1972; Апекин и др., 1976). Работы с сингилем представляют не меньший интерес, так как этот вид является основным объектом отечественного кефалеводства. Зрелую икру лобана получают с помощью инъекций свежего гипофиза своего вида, вызывающего быстрое созревание. Однако этот способ требует постоянного наличия избыточного количества производителей и сохранения желез при низкой температуре, что затрудняет его использование. Поэтому представляет интерес исследование индуцирующего действия на сингиля гипофизов своего вида, а также ацетонированных гипофизов сазана, заготавливаемых Главрыбводом.

Опыты выполнены на самках черноморского сингиля (*Mugil auratus* Risso) в августе — сентябре 1971—1973 гг. Рыбу, мигрирующую через Керченский пролив из Азовского в Черное море на нерест, отлавливали подъемным кефалевым заводом, расположенным в 10 км от экспериментальной базы. Производителей доставляли на автомашине в полиэтиленовых мешках с аэрируемой водой по 5—7 шт. на 30—40 л. На базе в маточном цехе их размещали в бетонных бассейнах емкостью 2,5—3 м³ по 10—15 шт. в каждом. В первые 12 ч в бассейнах поддерживали постоянную проточность, затем воду меняли по мере необходимости. Температура воды в течение сезона постепенно снижалась с 25 до 17°C, соленость колебалась от 15,5 до 18‰. В течение одного опыта температура и соленость обычно оставались постоянными.

Опыты проводили на четырехлетках длиной 24—38 см, массой 300—650 г. Суспензию как свежих, так и ацетонированных гипофизов готовили на физиологическом растворе (0,8% NaCl) перед опытом и вводили 0,5—1 мл внутримышечно. У каждой самки перед инъекцией и после нее брали шупом через генипору пробы ооцитов и исследовали под биноклем при увеличении 4×8: измеряли диаметр 50 клеток, отмечали степень слияния жировых капель в процессе формирования одной, типичной для сингиля, а также степень гомогенизации желтка и гидратации. Предварительно были выделены последовательные состояния созревающих ооцитов (фазы) такие же, как у лобана (Апекин и др., 1976): желтковый ооцит — фаза Ж; начало укрупнения жировых капель — фаза НЖК; более 10 жировых капель — фаза 6. 10 ЖК; начало смещения ядра, 5—10 жировых капель — фаза 5—10 ЖК; 2—4 жировые капли — фаза 2—4 ЖК; завершение образования одной капли — фаза 1 ЖК, гомогенизация желтка, гидратация — фаза ГОМ; зрелое яйцо, овуляция — фаза ЗЯ.

Методика культивирования ооцитов *in vitro* описана ранее (Апекин, Гнатченко, 1976). Часть клеток, взятых шупом, инкубировали в

течение 44—48 ч в суспензии свежего гипофиза сингиля концентрацией 0,1 мг/мл, а часть — без него.

В табл. 1 сведены результаты индуцирования созревания сингиля свежими или ацетонированными гипофизами, собранными от преднерестовых сингилей — самок и самцов. В среднем масса свежей железы составляла 4,2 мг (52 шт.), ацетонированной — 1,0 мг (24 шт.). Однократное введение свежего гипофиза вызвало полное созревание трех из семи рыб; у остальных процесс продвинулся до фаз 2—4 ЖК и ГОМ. Ацетонированный гипофиз только в одном случае вызвал гомогенизацию желтка в ооцитах, а в остальных — лишь незначительное укрупнение жировых капель. У двух самок началась тотальная резорбция ооцитов.

Таблица 1

Действие на преднерестовых самок сингиля трех свежих или ацетонированных гипофизов своего вида (2—12 сентября 1971 г., температура воды 20—22°C, соленость 15,5—16,8‰)

№ самки в опыте	Масса тушки, г	Исходное состояние		Продолжи- тельность наблюдения, ч	Конечное состояние	
		диаметр ооцитов, мкм	фаза		диаметр ооцитов, мкм	фаза
Свежий гипофиз						
28	260	500	Ж	48	760	ЗЯ*
32	320	520	Ж	43	780	ЗЯ*
47	—	530	Ж	44	775	ЗЯ*
46	380	510	Ж	57	520	2—4 ЖК
35	310	510	Ж	67	640	ГОМ
31	330	550	НЖК	68	680	ГОМ
Ацетонированный гипофиз						
13	420	540	НЖК	36	700	ГОМ
12	340	560	НЖК	36	590	НЖК
25	270	510	НЖК	45	510	НЖК
23	305	520	Ж	71	500	Ж**
19	300	500	Ж	95	490	Ж**
20	270	490	Ж	96	510	6.10 ЖК
Физиологический раствор						
27	340	490	Ж	70	490	Ж
42	290	510	Ж	54	510	Ж
17	412	425	Ж	60	440	Ж

* Овуляция.

** Резорбция.

В контрольной группе рыб, которым ввели физиологический раствор, изменений не обнаружено.

Возникновение тотальной резорбции крупных желтковых и созревающих ооцитов у некоторых рыб связано с исходным размером ооцитов (см. табл. 3), а также с неблагоприятными, не соответствующими нерестовым условиям содержания или с неадекватной состоянию желез стимуляцией. Первые признаки резорбции — отслоение и разрыхление оболочек: извлеченные щупом фолликулы легко повреждаются при попытке отделить их друг от друга. В физиологическом растворе и в морской воде резорбирующие ооциты приобретают положительную плавучесть, нормальные же тонут. На поздних стадиях атрезии тургор яичников вялый, ватообразный, цвет белесый; фолликулярная оболочка утолщена, размер ооцита уменьшен, внутри заметны жировые капли разной степени дисперсности. На мазках давленных клеток

гранулы желтка почти не встречаются. У рыб, ооциты которых резорбируют, заметно улучшается общее состояние: они покрываются обильной слизью; покраснения и ссадины, полученные во время отлова, быстро заживают; подвижность и пугливость снижаются; возрастает устойчивость к неблагоприятным факторам. Самки, перевезенные после экспериментального сезона в аквариальную АзчерНИРО, начали питаться и жили затем более полугода.

В опыте по действию на сингиля гипофиза сазана двум самкам ввели по 5 мг препарата и через 1,5 суток инъекцию повторили. Через 14 ч после второй инъекции у обеих самок заметно увеличилось брюшко и у одной начала выделяться икра. В следующей серии опытов исследовали эффект четырехкратных инъекций того же препарата, по 3 мг через каждые 14—16 ч. Через 48—77 ч после начала инъекцирования 10 из 15 самок с ооцитами крупнее 500 мкм созрели, но у половины из них овуляция была нарушена. Причиной этому могли быть как гиперстимуляция, так и снижение температуры воды с 19 до 17°C через сутки после начала эксперимента. У сингилей с ооцитами мельче 500 мкм наблюдалась ярко выраженная резорбция, наступившая на разных фазах: НЖК, 6. 10 ЖК, 2—4 ЖК. Доза гипофиза в опытах (4 мг на 100 г тушки), по-видимому, была избыточной, так как у трех самок произошла одновременная гидратация всей массы яйцеклеток, в результате объем яичников резко увеличился, что вызвало гибель самок. В следующих опытах суммарная доза была уменьшена. Исследовали эффективность двух инъекций при разных промежутках времени между ними (табл. 2).

Таблица 2

Созревание самок сингиля под действием гипофиза сазана

№ самки в опыте	Масса тушки, г		Исходное состояние ооцитов		Первая инъекция, мг	После инъекции		Вторая инъекция, мг	После инъекции		Общее время наблюдений, ч	Доза гипофиза на 100 г тушки	Конечное состояние ооцитов		
			размер, мкм	фаза		время, ч	размер, мкм		фаза	время, ч			размер, мкм	фаза	
	размер, мкм	фаза													
29 августа — 10 сентября 1972 г., температура воды 21°C, соленость 17,8‰															
56	618	550	НЖК	6	12	550	НЖК	—	24	550	5—10ЖК	49	1,0	560	1ЖК
13	372	500	Ж	6	24	515	НЖК	—	24	510	6. 10ЖК	66	1,6	500	6. 10ЖК
14	310	490	Ж	9	24	517	6. 10ЖК	—	24	525	1ЖК	58	2,9	525	1ЖК
16	398	495	Ж	9	24	510	6. 10ЖК	—	24	526	1ЖК	66	2,3	540	1ЖК
10	325	500	Ж	6	13	511	НЖК	3	35	570	1ЖК	67	2,8	640	ГОМ
11	430	528	Ж	6	13	541	НЖК	3	35	575	2—4ЖК	67	2,1	622	ГОМ
40	356	540	НЖК	6	24	620	1ЖК	3	12			36	2,5	780	ГОМ
41	365	543	НЖК	6	24	620	1ЖК	3	12			36	2,5	800	ГОМ
1—6 и 16—20 сентября 1973 г., температура воды 19—17°C, соленость 18‰															
33	385	550	НЖК	2	12	550	НЖК	5	24	600	6. 10ЖК	48	1,6	620	2—4ЖК
34	385	538	Ж	1	12	540	Ж	5	24	640	2—4ЖК	48	1,6	640	2—4ЖК
35	315	525	Ж	1	12	529	НЖК	5	24	633	5—10ЖК	44	1,9	824	3Я, ов
64	445	545	Ж	1	32	546	НЖК	5	25	552	НЖК	79	1,3	582	2—4ЖК
65	290	551	Ж	1	30	560	НЖК	5	26	575	6. 10ЖК	77	2,0	575	2—4ЖК
66	340	575	НЖК	1	30	575	6. 10ЖК	5	26	600	1ЖК	77	1,8	600	1ЖК
40	400	548	НЖК	2	24	566	НЖК	5	25	803	3Я	49	1,7	овуляция	
94	550	555	НЖК	2	24	578	НЖК	5	24	654	2—4ЖК	64	1,3	740	ГОМ
95	360	550	НЖК	2	25	586	НЖК	5	24	798	3Я	60	1,9	овуляция	
96	465	500	Ж	2	22	542	НЖК	5	23	654	ГОМ	64	1,6	700	ГОМ
92	580	590	НЖК	2	26	595	НЖК	5	23	653	2—4ЖК	80	1,2	797	3Я, ов.

Рассмотрим опыт с самкой № 56; сразу после щуповой пробы ей ввели 6 мг препарата. Первоначально диаметр ооцитов, находившихся в фазе НЖК, был равен 550 мкм. В ооцитах второй пробы, взятых через 12 ч после инъекции, никаких изменений не обнаружено. Размер клеток третьей пробы, взятой через 24 ч (или через 36 ч от начала опыта), не изменился, но жировые капли в них укрупнились до фазы 5—10 ЖК. Через 13 ч после последнего анализа опыт прекратили; размер клеток достиг 560 мкм, в них была сформирована одна жировая капля. Таким же образом следили за ходом созревания и остальных рыб.

Как видно из данных табл. 2, однократная инъекция 6 или 9 мг гипофиза, хотя и вызвала заметный сдвиг, не обеспечила полного созревания. Эффективнее вводить препарат в два приема при инъектировании по схеме 6 + 3 мг. Всего за 36 ч от начала опыта клетки достигли размера зрелых яиц — 780 и 800 мкм (самки № 40, 41).

В следующей серии опытов дозу снизили. После первой инъекции 1 или 2 мг гипофиза несколько увеличился, правда не во всех случаях, размер ооцитов и жировые капли в них укрупнились до фаз НЖК и 6. 10 ЖК. Через 24—32 ч общая картина была такой же, как и через 12—24 ч. По-видимому, изменения начались между 12 и 22 ч. Вторую инъекцию провели в трех вариантах: через 12, 22—26 ч и 30—32 ч. Через 23—26 ч степень созревания самок оказалась различной (см. табл. 2). Во второй группе (30—32 ч) процесс развивался медленнее, чем в первой (12 ч). Лучшие результаты получены при введении гормонов по схеме 2 + 5 мг через 22—26 ч. Из пяти рыб полностью созрели три, у двух отмечена гидратация ооцитов. Общая эффективная доза гипофиза составила 1,2—1,9 мг на 100 г тушки. Таким образом, конечный результат зависит как от величины первой дозы, так и от промежутка времени между инъекциями.

Продолжительность созревания сингиля до начала овуляции при температуре воды 19—22°C составляла от 37 до 48 ч (в среднем 44 ч), при снижении температуры до 17°C — от 60 до 80 ч. Размер зрелых ненабухших икринок варьировал от 744 до 824 мкм (средний $770 \pm \pm 8,8$ мкм), диаметр жировой капли 315—350 мкм.

В конце августа и в сентябре в Керченском проливе встречаются самки с гонадами на III и VI стадиях зрелости. По материалам 1971—1973 гг. исследовали связь между средним размером ооцитов и ответом самок на экзогенные гонадотропины (12 мг свежего гипофиза сингиля при однократном введении или 6—12 мг гипофиза сазана при дробном). Когда диаметр ооцитов не достиг 475 мкм, гипофиз (табл. 3) вызывал лишь незначительное укрупнение в ооцитах жировых капель или вообще никак не повлиял. При этом у некоторых самок уже через 48—80 ч отмечена резорбция, в дальнейшем наступившая и у остальных. По мере увеличения размера ооцитов от 475—500 до 525—550 мкм доля особей, достигших предовуляционного состояния или созревших, последовательно возрастала с 35 до 76%. Можно полагать, что у части самок ооциты размерами 475—525 мкм завершили рост, но у части — нет. У самок с ооцитами более 550 мкм реакция на гормон несколько ухудшилась. Как показано Н. И. Куликовой с соавторами (статья в настоящем сборнике), размерно-вариационные ряды таких клеток растянуты. Возможно, для таких рыб нужна другая схема стимулирования.

Из данных табл. 3 следует, что зрелую икру можно получить у сингилей с ооцитами 525—550 мкм и не мельче 475 мкм.

Для исследования чувствительности ооцитов к гонадотропинам *in vitro* в зависимости от продолжительности предшествующего дейст-

Таблица 3

Созревание сингиля в зависимости от размера ооцитов (реакция на 12 мг свежего гипофиза сингиля или на 6—12 мг гипофиза сазана)

№ п/п	Состояние ооцитов через 48—80 ч после инъекции	Исходный диаметр ооцитов, мкм													
		325—350	375—400	425—450	475—500	525—550	575—600								
1	Без изменений или слабое укрупнение жировых капель	1	1	1	2	4	4	2	2					17	
2	Резорбция							2	2	3					7
3	Сформирована жировая капля							6	4	4	4	1	19		
4	Завершение гидратации и овуляция							6	5	13	4	1	29		
Всего		1	1	1	2	6	6	17	11	17	8	2	72		

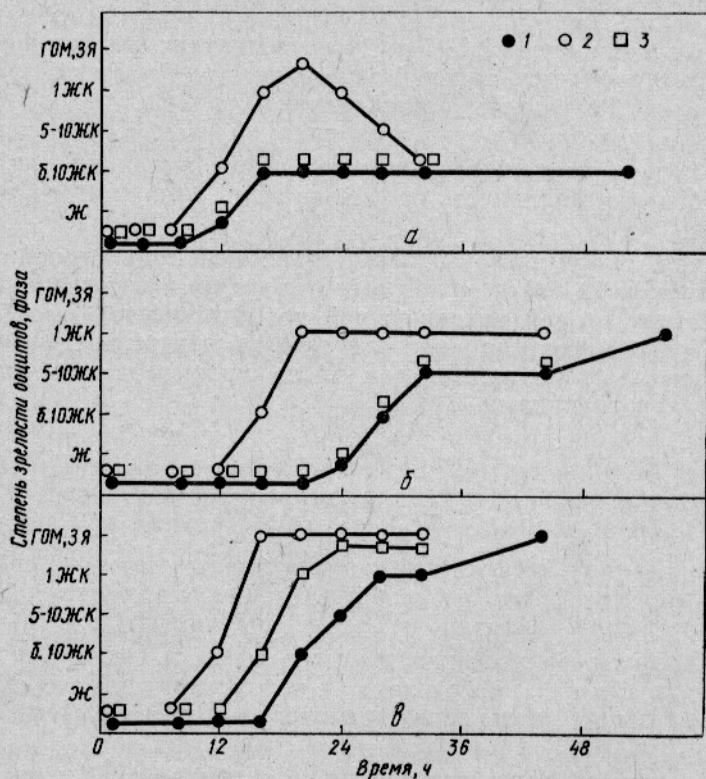


Рис. Изменения ооцитов сингиля во времени *in vivo* и *in vitro* после инъекции самкам 10 мг свежего гипофиза:

1 — состояние ооцитов в фазах в пробах, взятых шупом; 2 — их состояние после инкубации с 0,1 мг/мл свежего гипофиза сингиля; 3 — после инкубации без гипофиза; а — самка № 43, ооциты 475 мкм; б — самка № 46, 500 мкм; в — самка № 47, 525 мкм.

вия на них экзогенных гормонов *in vivo* трем самкам однократно ввели по 10 мг свежего гипофиза сингиля и через каждые 4 ч брали пробы ооцитов, часть которых культивировали с гипофизом, а часть — без него (рисунок). У самки № 43 лишь укрупнились жировые капли до фазы б. 10 ЖК, у самки № 46 ооциты достигли фазы 1 ЖК, самка

№ 47 созрела полностью. У всех трех самок чувствительность исходных ооцитов к гонадотропинам была низкой и после 48 ч инкубации с гормоном никаких изменений в ооцитах не произошло. Это состояние сохранялось и через 54 и 68 ч. Далее в промежутке между 8—20 ч чувствительность к гонадотропинам последовательно возрастала и достигла максимума к 16—20 ч; вынесенные в это время *in vitro* ооциты достигли фаз 1 ЖК, ГОМ и ЗЯ. Позже у самки № 43 она заметно снизилась, а у самок № 46 и 47 сохранилась на прежнем уровне (см. рисунок).

При остановке или нарушении процесса созревания морфологическая картина ооцитов (фазы созревания) не отражает их чувствительности к гонадотропинам. Так, ооциты самки № 43, взятые из яичников на фазе б. 10 ЖК через 20 ч после инъекции гипофиза достигли в чашке с гормоном фазы ГОМ, их размер в результате гидратации увеличился до 675 мкм, а взятые на такой же фазе через 32 ч, после культивирования остались без изменений. Клетки самки № 46 не развивались *in vitro* далее фазы 1 ЖК, несмотря на то, что их состояние через 20 и 32 ч заметно различалось (см. рисунок). При благополучном протекании процесса контрольные ооциты обнаруживали некоторую инерционность. После 24 ч экспозиции вынесенные *in vitro* ооциты как с гормоном, так и без него достигли размера зрелых клеток — 750 мкм. Результаты исследования позволяют для всех трех самок выделить два характерных состояния:

1) латентное, продолжительностью после инъекции около 8 ч, в течение которого фолликулы не успели еще, по-видимому, сенсibilizироваться;

2) период максимальной чувствительности к гонадотропинам в промежутке между 12—24 ч, с которым, по-видимому, связана эффективность действия второй разрешающей дозы гипофиза. Таким образом, опыты *in vitro* позволили охарактеризовать некоторые временные закономерности созревания ооцитов после индуцирования самок экзогенными гонадотропинами.

Выводы

1. Созревание и овуляцию у сингиля удается вызвать свежими гипофизами сингиля (3 шт. на особь). Ацетонированные гипофизы в такой же дозе менее активны и слабее индуцируют созревание.

2. Полное созревание сингиля можно вызвать также ацетонированными гипофизами сазана при двух- и четырехкратных инъекциях. Лучшие результаты получены при инъектировании рыб по схеме 2 + 5 мг через 22—26 ч.

3. Продолжительность созревания при температуре воды 19—22°C и солёности 17—18‰ составляет около 44 ч. Размер ненабухших икринок 744—824 мкм. Диаметр жировой капли 315—350 мкм.

4. Для получения зрелой икры сингиля целесообразно отбирать самок с ооцитами 525—550 мкм и не мельче 475 мкм.

5. На основании анализа реактивности ооцитов к гонадотропинам в системе *in vitro* выделены периоды: латентный — продолжительностью около 8 ч и максимальной чувствительности к гонадотропинам между 12—24 ч после инъекции гипофиза, с которым, по-видимому, связана эффективность действия на самок второй гипофизарной инъекции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Апекин В. С., Тронина Т. М. Опыты по стимулированию созревания и нереста кефали (предварительные результаты). — Гидробиологический журнал, 1972, т. VIII, № 1, с. 82—89.

Апекин В. С., Вальтер Г. А., Гнатченко Л. Г. Изменение ооцитов при созревании и получении зрелой икры с помощью гомопластических гипофизарных инъекций у лобана (*Mugil cephalus* L.). — Труды ВНИРО, 1976, т. CXV, с. 13—23.

Апекин В. С., Гнатченко Л. Г. О реакции ооцитов кефалей на гормональные препараты *in vitro*. — Труды ВНИРО, 1976, т. CXV, с. 34—40.

*Induction of maturation of long-finned mullet (*Mugil auratus* Risso) with pituitaries of mullet and carp*

Apekin V. S., Gnatchenko L. G., Valter G. A.

SUMMARY

The maturation of pre-spawning females of long-finned mullet was induced with three fresh pituitaries or pituitaries treated with acetone which were taken from the same species. Fresh pituitaries induced ovulation in 50% of specimens. Pituitaries treated with acetone brought about an insignificant increase in the oil droplets of oocytes. Pituitaries of carp injected twice (2+5 mg in 22—26 h) induced complete maturation. The maturation lasted about 44 hours at the temperature of 19—22°C. The sizes of unswelled eggs varied from 744 to 824 mkm. To obtain mature eggs it is necessary to select specimens with oocytes measuring 525—550 mkm, the minimum size being 475 mkm. The analysis of responses of oocytes to gonadotropins *in vitro* indicated a latent period and a period of maximum susceptibility to gonadotropins. The latter seems to be associated with the effect of the second pituitary injection.

УДК 639.3.043.2:597.593.4

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН И ПИЩЕВЫЕ ПОТРЕБНОСТИ ЛИЧИНОК И МОЛОДИ КЕФАЛИ-ЛОБАНА ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

О. Н. Маслова (ВНИРО)

В настоящее время большое внимание уделяется определению пищевых потребностей рыб по количеству утилизированного кислорода (Винберг, 1956; Крохин, 1957; Сказкина, 1970; Сушеня, 1973, и др.).

При выращивании личинок и молоди морских рыб необходимо знать характеристики энергетического и пластического обмена выращиваемых рыб в искусственных условиях. Цель нашего исследования — изучить энергетический обмен личинок и молоди кефали-лобана и определить их пищевые потребности при выращивании в искусственных условиях.

Эксперименты проводились на опорном пункте АзчерНИРО в пос. Заветное. Материалом для опытов служили личинки и мальки кефали-лобана с момента выклева до 30-дневного возраста, массой от 0,15 до 57,2 мг.

Скорость потребления кислорода определяли методом замкнутых сосудов по общепринятой методике (Винберг, 1956; Карпевич, 1960). Респирометры (объем от 10 до 45 мл) с личинками и контрольные помещали в бассейны, где проводилось выращивание. В зависимости от размеров для каждого опыта брали от 5 до 25—30 личинок. Длительность опыта колебалась от 3—4 ч (личинки на выклеве) до 1 ч (30-дневные мальки). Насыщение воды кислородом в конце опытов было не ниже 70% от первоначального. Содержание кислорода в воде определяли по Винклеру. Температура воды была постоянной в течение

ние опыта и соответствовала температуре содержания личинок в бассейнах (22—26°C, а для личинок на выклеве 21—23°C). Так как специально зависимости скорости дыхания от температуры воды не определяли, при расчетах для приведения данных к 20°C и определения уравнения регрессии пользовались коэффициентами температурных поправок в соответствии с «нормальной кривой» Крога (Винберг, 1956). Всего поставлен 121 опыт.

Калорийность личинок и молоди кефали, а также кормовых организмов (науплий артемии) определяли методом мокрого бихроматного сжигания (Остапеня, 1965). Калорийность коловраток принимали равной 0,0008 кал/экз., а сухую массу — 0,16 мкг/экз. (Theilacker, Mc. Master, 1971).

Пищевые рационы рассчитывали по данным респирационных опытов и весового роста личинок и мальков с учетом изменения их калорийности в процессе роста по формуле балансового равенства (Винберг, 1968):

$$0,8C = P + R,$$

где C — рацион;

P — затраты на прирост;

R — затраты на поддерживающий обмен;

0,8 — коэффициент усвояемости.

При определении величины энергетических затрат на поддерживающий обмен поправки на активность не вводили, так как объем респирометров позволял личинкам и малькам активно двигаться. В расчетах использовали оксикалорийный коэффициент 4,83 кал/мл O_2 .

Интенсивность потребления кислорода и калорийность лобана определяли на этапах жизненного цикла, различающихся по характеру питания:

- 1) личинки на выклеве — питание желтком — эндогенное;
- 2) начало и установившееся питание коловратками;
- 3) начало и установившееся питание науплиями артемии;
- 4) питание науплиями артемии и обрастаниями со стенок бассейнов.

Личиночный период развития лобана продолжается 15—17 суток, до достижения массы 1—1,2 мг (масса личинок на выклеве 0,150—0,200). Интенсивность потребления кислорода личинками в этот период возрастает с увеличением массы с 0,637 до 2,487 мкл/ O_2 /мг сырой массы, а количество потребляемого кислорода от 0,101 до 2,988 мкл/ O_2 /ч экз. (табл. 1).

Таблица 1

Потребление кислорода личинками и молодью кефали-лобана ($t=20^\circ C$)

Возраст, сутки	Масса, мг	Потреблено кислорода, мкл/ч		n	Возраст, сутки	Масса, мг	Потреблено кислорода, мкл/ч		n
		на 1 мг	на 1 экз.				на 1 мг	на 1 экз.	
Выклев	0,159	0,637	0,101	14	8	0,256	2,328	0,596	7
1	0,199	0,397	0,079	22	9	0,311	2,752	0,856	2
3	0,180	0,422	0,076	18	10	0,460	0,863	0,397	11
4	0,209	0,445	0,093	10	12	0,959	2,487	2,385	3
5	0,217	0,440	0,096	11	13	1,794	1,666	2,988	3
6	0,271	0,557	0,151	4	15	1,467	1,213	1,780	8
7	0,368	1,152	0,424	3	30	43,000	0,731	32,099	5

Как известно, связь обмена у животных (в том числе и у рыб) с массой тела выражается формулой

$$R = a w^B,$$

где R — величина потребления кислорода одной особью;

w — масса ее тела;

a — коэффициент, численно равный общему обмену у животного, масса которого равна 1;

B — константа, показывающая, с какой скоростью изменяется обмен при увеличении массы.

Методом наименьших квадратов для личинок лобана при 20°C были рассчитаны параметры уравнения, связывающего обмен с массой.

$$R \approx 1,65 w^{1,752 \pm 0,111},$$

где w — масса тела личинки, мг;

R — величина потребления кислорода одной особью, $\text{мкл O}_2/\text{ч экз.}$, при коэффициенте корреляции, равном 0,837.

К 15-дневному возрасту молодь лобана наряду с науплиями артемии начинает питаться обрастаниями со стенок бассейнов и с этого момента интенсивность потребления кислорода с увеличением массы начинает снижаться. Для мальков кефали-лобана массой от 1 до 57,2 мг рассчитаны следующие параметры уравнения:

$$R = 0,387 w^{0,790 \pm 0,047},$$

где w — масса тела малька, г;

R — величина потребления кислорода одной особью, $\text{мл O}_2/\text{ч экз.}$ при коэффициенте корреляции, равном 0,971.

Данные по калорийности личинок и молоди лобана сведены в табл. 2.

Таблица 2

Возраст личинок, дней после выклева	Масса 1 экз., мг		Калорийность вещества, ккал/г		1 экз., кал	Число определений	Питание
	сырая	сухая	сухого	сырого			
На выклеве	0,190	0,035	7,038	1,281	0,244	11	—
5—7	0,205	0,030	5,837	0,870	0,177	6	Коловраткой
11	0,334	0,052	4,087	0,626	0,210	6	Науплиями артемии
30	46,025	11,025	5,246	1,257	57,401	12	Науплиями артемии и обрастаниями

Примечание. Калорийность науплий артемии составляет 0,014 кал/экз., или 4,980 ккал/г сухого вещества.

Суточные рационы личинок и мальков кефали с момента перехода на активное питание (четвертые сутки после выклева) до 30-дневного возраста представлены в табл. 3. Рационы личинок в первые дни после перехода на питание коловраткой увеличиваются с 23% от массы тела до 48% на пятый день питания (9 суток после выклева), а на 15—30 сутки после выклева составляют 88,8%. При питании более калорийной пищей (науплии артемии) рационы личинок и молоди кефали были ниже — 22—25 и 45—46% от массы тела соответственно.

Пищевые рационы личинок и молоди кефали-лобана

Возраст, сутки	Масса, мг		Среднесуточный прирост сухого вещества		Траты на поддерживающий обмен, кал/сут	Суточный рацион			Число кормовых организмов в сутки на личинку	
	сырая	сухая				кал	% от сырой массы тела			
			%	кал			коло-вратки	науп-лии ар-темии	коло-вратки	науп-лии ар-темии
3	0,206	0,031	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0,213	0,032	3,9	0,0018	0,0193	0,0264	23,2	—	33	—
5	0,236	0,036	7,5	0,0160	0,0232	0,0490	38,7	—	61	—
8	0,352	0,054	15,0	0,0227	0,0467	0,0867	44,5	22,2	108	6
9	0,411	0,064	17,5	0,0258	0,0610	0,1085	48,0	25,3	136	8
15	1,310	0,216	22,5	0,1578	0,3593	0,6463	89,4	45,6	808	46
23	5,899	1,048	21,9	0,9604	0,9168	2,3465	72,1	36,9	2 933	168
30	53,996	10,736	39,4	16,4156	4,4601	26,0946	87,6	44,9	32 618	1864

Средние кормовые коэффициенты при кормлении личинок и молоди коловратками и науплиями артемии были равны 3,9 и 2,0 соответственно.

Математическая обработка данных по весовому росту кефали и суточных рационов, рассчитанных респирационным методом, показала, что величина рационов находится в параболической зависимости от массы тела личинок и молоди, которая может быть выражена степенным уравнением (Сушня, 1973) типа

$$C = q w^m,$$

где C — суточный рацион, мг/экз., или шт./экз.;

w — масса личинок или молоди, мг;

q — константа, определяющая уровень потребления пищи в определенных условиях за единицу времени при массе животного в 1 мг;

m — коэффициент, определяющий скорость изменения величины рациона при возрастании массы.

При помощи метода наименьших квадратов рассчитали общие уравнения, отражающие данную зависимость в пределах изученного весового диапазона кефали (при 24—25°C):

при питании коловраткой:

$$C = 0,579w^{1,14 \pm 0,045} \quad C \text{—в мг/экз.},$$

$$C = 398w^{1,14 \pm 0,045} \quad C \text{—в шт./экз.}$$

коэффициент корреляции — 0,998;

при питании науплиями артемии:

$$C = 0,416w^{1,003 \pm 0,038} \quad C \text{—в мг/экз.};$$

$$C = 32w^{1,003 \pm 0,038} \quad C \text{—в шт./экз.},$$

коэффициент корреляции — 0,995.

На основании среднесуточных приростов и суточных пищевых рационов, рассчитанных респирометрическим способом, определили коэффициент использования энергии на прирост (K_2 по Ивлеву, 1962), который при данных условиях выращивания с момента установления

питания науплиями артемии в среднем был равен 47,9%, а к 30-дневному возрасту достиг максимальной величины — 75%.

В. С. Борисенко (1978) определил максимальные часовые рационы личинок и молоди кефали при кормлении их коловратками и науплиями артемии. В результате проведенных опытов установили, что средняя продолжительность переваривания пищи личинками калкана при 16—17°C равна 4 ч. Так как личинок и молодь кефали выращивают при температуре 24—25°C, продолжительность переваривания пищи условно можно принять равной 3 ч.

Если предположить, что кефаль захватывает корм порциями, а продолжительность переваривания каждой порции равна 3 ч, то за светлый период суток (около 18 ч) максимальный суточный рацион молоди кефали равен, по крайней мере, 5 максимальным часовым рационам.

На основании максимальных суточных рационов и затрат на поддерживающий обмен по формуле балансового равенства рассчитали затраты на прирост. Возможный весовой рост кефали при максимальных рационах представлен в табл. 4.

Таблица 4

Возраст, сутки после выклева	Фактический весовой рост, мг	Весовой рост при максимальных суточных рационах	Весовой рост при максимальном $K_2=75\%$
10	0,780	0,780	0,780
15	1,310	8,709	15,734
20	3,355	50,051	97,887
25	11,105	147,459	365,587
30	53,996	382,559	1025,030

Зависимость максимальных пищевых рационов от массы кефали при кормлении науплиями артемии выражается уравнением:

$$C = 0,702w^{0,741} \quad C—\text{в мг/экз.},$$

$$C = 54w^{0,741} \quad C—\text{в шт./экз.}$$

Коэффициент использования энергии пищи на прирост в этом случае выше, чем при экспериментальном выращивании кефали и снижается с 75% у 10-дневных личинок до 52% у 30-дневных мальков.

Винберг (1966, 1968) предложил уравнение, с помощью которого можно рассчитать кривую роста при данной температуре по дыханию, коэффициенту использования энергии на прирост (K_2) и начальной массе:

$$w_t = \left[N \left(1 - \frac{a}{b} \right) t + w_0 \right]^{1 - \frac{a}{b}} \frac{b}{b-a},$$

где $N = T_1 \frac{K_2}{1-K_2}$ — константа;

T_1 — энергетические траты на обмен на единицу биомассы животного;

$\frac{a}{b}$ — показатель степени в уравнении зависимости скорости дыхания от массы;

t — время (сутки);

w — начальная масса (мг).

При среднем значении $K_2 = 47,9\%$ графически было найдено приближенное значение $N = 0,2435$, отсюда находим $T_1 = 0,265 \frac{a}{b} = 0,79$; $\frac{b}{b-a} = 4,76$, w_0 — массу личинок на 10-е сутки после выклева, $w^{0,21} = 0,949$.

Если предположить, что K_2 равно его максимально возможному значению — 0,75, тогда $N = 3T_1 = 0,795$, а уравнение примет вид:

$$w_t = (0,167 t + 0,949)^{4,76}.$$

С помощью этого уравнения можно определить потенциальные возможности роста молоди кефали при 24—25°C до месячного возраста (см. табл. 4).

Для обеспечения такой скорости роста зависимость суточного рациона от массы молоди кефали при кормлении науплиями артемии определяется уравнением

$$C = 0,897w^{0,862 \pm 0,017} \quad C \text{ — в мг/экз.};$$

$$C = 69w^{0,862 \pm 0,017} \quad C \text{ — в шт./экз.},$$

коэффициент корреляции — 0,999.

Из полученных данных видно, что интенсивность потребления кислорода личинок лобана возрастает с увеличением массы почти в 4 раза. На такое возрастание этого показателя в личиночный период, которое можно объяснить завершением формирования дыхательного аппарата, пищеварительного тракта, а также постепенным переходом к активному образу жизни, указывали Сказкина (1970) и Мухамедова (1977).

С наступлением малькового периода жизни (при достижении массы 1—1,2 мг) интенсивность потребления кислорода молоди начинает снижаться с увеличением массы. Очевидно на этом этапе вступает в силу основная закономерность энергетического обмена — с увеличением массы животного, уровень его обмена снижается.

Наши данные мы можем сравнить с результатами Цейтена (Zeithen, 1947, цит. по Винбергу, 1956), полученными при измерении газообмена у молоди некоторых видов морских рыб (массой 0,005—1,5 г). Эти графические данные в пересчете Винберга выражаются формулой $R = 0,328w^{0,71}$.

К. К. Яковлева (1968) для молоди кефали (массой от 0,021 до 1,75 г) получила равенство $R = 0,310w^{0,67}$. Ю. С. Белокопытин (1973) получил для кефали (1,5—80 г) уравнение стандартного обмена $R = 0,572w^{0,73}$. Для различных взрослых морских рыб, проанализировав работы многих авторов, Г. Г. Винберг (1956) приводит следующее уравнение $R = 0,321w^{0,79}$.

Как видно из приведенных уравнений, у мальков морских рыб интенсивность обмена в зависимости от массы изменяется более резко, чем у взрослых рыб, о чем свидетельствует низкое значение коэффициента b . Это позволяет малькам экономнее расходовать энергию. Высокое значение вычисленного нами коэффициента b , равного коэффициенту b в уравнении для взрослых рыб, можно объяснить тем, что при искусственном выращивании молодь содержится в ограниченном пространстве (бассейны, объемом 2 м³) и ей не нужно проплывать значительные расстояния в поисках корма (корм вносится в выростные емкости регулярно).

Из приведенных данных фактического роста личинок и молоди кефали и суточных рационов, обеспечивших такой рост, видно, что коэффициент использования энергии пищи на прирост до 15-дневного возраста (1,31 мг) в среднем был равен 47,9%, а к 30-дневному возрасту (54 мг) достиг максимальной величины — 75%. Такое пониженное значение K_2 до 15-дневного возраста можно объяснить недостаточной концентрацией корма в выростных емкостях в этот период и, как следствие этого, более низким уровнем потребления пищи при данных условиях в единицу времени при единице массы.

Известно, что наряду со специфическими особенностями использования энергии на рост у разновозрастных животных на этот показатель могут влиять также некоторые абиотические и биотические факторы. Например, повышенное потребление пищи при ее избытке в среде или повышенный расход энергии на поиски при ее недостатке и др. Наличие тех или иных неблагоприятных условий приводит к повышению энергетического обмена и снижению доли энергии, используемой на прирост массы тела. Многими авторами отмечается также, что доля энергии, идущая на прирост массы тела, постепенно снижается.

При расчете возможного роста молоди при максимальных рационах K_2 , подчиняясь общей закономерности, снижается с максимально возможной величины 75% (10-е сутки после выклева) до 52% (30-е сутки после выклева). Однако рассчитанные В. С. Борисенко максимальные рационы молоди кефали (питание науплиями артемии) являются максимальными только при условиях, созданных при проведении опыта. При создании же условий, полностью удовлетворяющих всем потребностям молоди (температура и соленость воды, содержание кислорода в воде, рН среды, световой режим, концентрация высококалорийных легкоусвояемых кормов и др.), при которых рост шел бы при постоянном коэффициенте использования энергии пищи на прирост (75%) в течение первого месяца жизни, уровень потребления пищи должен быть выше рассчитанных максимальных рационов приблизительно на 25%, а молодь за этот период могла бы достичь массы 1 г.

Таким образом, полученные характеристики пластического и энергетического обмена молоди кефали-лобана и рассчитанные по ним пищевые рационы невелики, что, очевидно, связано с неполным удовлетворением потребностей молоди, выращиваемой при искусственных условиях.

Выводы

1. Интенсивность потребления кислорода личинками лобана увеличивается с увеличением их массы с 0,637 до 2,487 мкл O_2 /ч на 1 мг, а после наступления малькового периода интенсивность потребления кислорода начинает снижаться с увеличением массы. Зависимость скорости дыхания молоди кефали от массы выражается уравнением $R = 0,387\omega^{0,79}$.

2. Суточные пищевые рационы подобно скорости дыхания находятся в степенной зависимости от массы тела личинок и молоди кефали и выражаются следующими формулами: $C = 0,579\omega^{1,14}$ (питание коловраткой); $C = 0,416\omega^{1,003}$ (питание науплиями артемии).

3. Проведенные расчеты позволяют предположить, что при создании оптимальных условий, обеспечивающих рост при постоянном коэффициенте использования энергии пищи на рост (75%) в течение первого месяца жизни, уровень потребления пищи должен быть выше: $C = 0,897\omega^{0,862}$, а молодь за этот период могла бы достичь массы 1 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Белокопытин Ю. С. Исследования основного обмена у черноморских рыб. — Труды ВГО, 1973, т. 18, с. 117—128.
- Борисенко В. С. Влияние концентраций корма на рацион молоди кефали — лобана. — Рыбное хозяйство, 1978, № 4, с. 22—23.
- Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. — Минск: Изд-во Белорусского Государственного Университета, 1956. 251 с.
- Винберг Г. Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. — Успехи современной биологии, 1966, т. 61, вып. 2, с. 274—293.
- Винберг Г. Г. Взаимозависимость интенсивности обмена и скорости роста у животных. — Биология моря, 1968, вып. 15, с. 5—15.
- Ивлев В. С. Метод вычисления количества пищи, потребляемой растущей рыбой. — Биология внутренних водоемов Прибалтики. М.—Л., 1962, с. 132—137.
- Карпевич А. Ф. Выносливость рыб и беспозвоночных при изменении солёности среды и методики ее определения. — Труды Карадагской биологической станции АН УССР, 1960, вып. 16, с. 86—131.
- Крохин Е. М. Определение суточных пищевых рационов молоди красной и трехиглой колюшки респирационным методом. — Известия ТИНРО, 1957, т. 44, с. 97—111.
- Мухамедова А. Ф. Уровень стандартного обмена молоди белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (val). — Вопросы ихтиологии, 1977, т. 17, вып. 2(103), с. 330—337.
- Остапеня А. П. Полнота окисления органического вещества водных беспозвоночных методом бихроматного окисления. — Доклады АН БССР, 9, № 4, 1965.
- Сказкина Е. П. Энергетический обмен и пищевые рационы стальноголового лосося в условиях Чернореченского форелевого хозяйства. — Труды ВНИРО, 1970, т. 76, с. 130—134.
- Сушня Л. М. Количественные закономерности питания в связи с обменом и ростом ракообразных. — Труды ВГО, 1973, т. 18, с. 93—116.
- Яковлева К. К. Интенсивность обмена у мальков кефали и ставриды. — Биология моря, 1968, вып. 15, с. 99—103.
- Theilacker, G. H., M. F. McMaster. Mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* and its evaluation as food for larvae anchovies. *Mar. Biol.*, 1971, 10, p. 183—188.

Energy metabolism and food requirements of cultivated larvae and young of grey mullet

Maslova O. N.

SUMMARY

The food requirements of larvae and young of grey mullet were estimated in tanks. The rations were calculated by the balance equation (Vinberg, 1956). The relations of the oxygen uptake and the weights of larvae and young are expressed as $R=1.65W^{1.752}$ and $R=0.387W^{0.79}$ respectively. The relations of daily rations and weight of the young are described as $C=0.579W^{1.14}$ when they were fed with rotifers and $C=0.416W^{1.003}$ when they consumed *Artemia nauplii*.

УДК 574:639.64

ИЗУЧЕНИЕ ГАМЕТОФИТА ЛАМИНАРИИ ЯПОНСКОЙ В СВЯЗИ С ЕЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕМ

В. Н. Мальцев (ТИНРО)

Дальневосточные моря наиболее богаты как по видовому составу, так и по биомассе водорослей. Среди бурых водорослей, произрастающих у берегов Приморья, основным промысловым видом является ламинария японская (*Laminaria japonica* Aresch.), которая издавна употреблялась в пищу, а также как лекарственное и профилактическое средство во многих приморских странах Восточной Азии. В настоящее вре-

мя ламинария является ценным техническим сырьем для выработки альгиновой кислоты и ее производных. Альгинаты широко используются в пищевой промышленности, парфюмерии, медицине и фармакологии, сельском хозяйстве, бумажной и текстильной промышленности, в металлургическом производстве и радио-электронике, а также для очистки воды и многих других целей в качестве связующего, активизирующего, стабилизирующего и эмульгирующего вещества (Окадзаки, 1971).

Ежегодная добыча большого количества ламинарии японской вдоль всего побережья Приморья ставит перед учеными задачу сохранения прибрежных биоценозов. В таких странах, как Япония, Китай, КНДР, ламинариевые водоросли выращиваются в промышленном масштабе с применением разнообразных способов культивирования: активные (сбрасывание камней, взрывы рифов, удобрение, пересадка, ярусное культивирование) и пассивные (установление запретных зон промысла, очистка дна и др.). В нашей стране работы по выращиванию ламинарии проводятся в Японском, Белом и Баренцевом морях.

В Приморье ламинарию японскую начали выращивать в 1972 г., используя приемы и методы культивирования, существующие в мировой практике, применительно к нашим климатическим и эколого-биологическим факторам. В настоящее время созданы опытно-промышленные плантации по выращиванию ламинарии японской ярусным способом. Товарную ламинарию получают в результате двух лет выращивания.

Из естественных зарослей осенью отбирают зрелые маточные слоевища. Для одновременного выхода спор слоевища стимулируют: слегка подсушивают на воздухе, а затем помещают в емкости с морской водой. Под влиянием изменяющегося тургора в пластинках происходит активный выход спор, которые через несколько часов прикрепляются к веревкам. Оспоренные веревки закрепляют на заранее установленных в море специальных сооружениях. Из прорастающих спор сначала образуются гаметофиты (половое поколение), затем после оплодотворения развиваются спорофиты (бесполое поколение), которое весной пересаживают на выростные веревки или прореживают. На второй год ламинария достигает длины 3 м при массе 750 г. Урожай с 1 га морской плантации достигает 70 т массы-сырца.

От равномерного оседания спор ламинарии на искусственный субстрат (капроновые веревки), их своевременного прорастания и нормального развития гаметофита во многом зависит продуктивность водорослеводческих хозяйств. В этот период развития водоросль особенно чувствительна к воздействию различных факторов среды. Развитие ламинарии японской на ранних стадиях онтогенеза — один из важных, но мало изученных моментов ее жизни.

Ламинария японская имеет чрезвычайно большую плодовитость. По данным Гайла (1935), 1 см² спороносной ткани производит приблизительно 960 тыс. зооспор. Двухгодичный спорофит может выпустить сотни миллионов зооспор, однако в природе большинство их погибает вследствие воздействия неблагоприятных условий среды или отсутствия подходящего субстрата для оседания.

Канда (Kanda, 1936) дал описание мужских и женских гаметофитов ламинарии японской, отметив их различия, а также образование спорофитов. В трехмесячной культуре длина отдельных спорофитов достигала 1,2 см. По наблюдениям Гайла (1935), в природе в зависимости от температурного режима процесс развития ламинарии японской от момента оседания зооспор, через развитие гаметофитов, до образования видимых глазом спорофитов протекает в течение 80—180 дней. Фунано и Исикава (1974) считают, что запаздывание оплодотворения при развитии гаметофитов в естественных условиях связано со значительными

колебаниями содержания питательных веществ в воде и температуре воды. По-видимому, бедная питательная среда и высокая температура воды препятствуют оплодотворению. По данным Хасегава и Фукухара (1956), для развития гаметофита благоприятна температура воды около 11°C. Хасегава и др. (Хасегава, Комаки, Сибата, Хомма, 1960) отмечают положительное влияние мочевины (концентрации 10—100 мг/кг) на рост гаметофита и раннего спорофита. Эти авторы отмечали также образование спорофитов в основном в тех местах нити, где количество осевших спор сравнительно небольшое. Это могло быть связано с неравномерным распределением прикрепившихся к нити спор, что препятствовало нормальному развитию гаметофита.

Нами проводились наблюдения за аквариальной культурой ламинарии японской в среде Шрейбера (Shreiber, 1932), при температуре воды 11—15°C. Подсушенные двухгодичные слоевища ламинарии японской были помещены в морскую воду при температуре 13°C. Массовый выход зооспор произошел через 2 ч. Зооспоры овальные, яйцевидные, размером 7—9/4—6 мкм. Оседание их началось через 4 ч после выхода из спорангиев; через 6 ч около 20% зооспор прикрепилось к субстрату. Полное оседание спор произошло через 12 ч. Когда плотность оседания спор достигла 10—15 шт. на 1 мм², предметные стекла с прикрепившимися спорами были перенесены в аквариум с питательной средой.

После оседания споры округлились и покрылись оболочкой (рис. 1). Хроматофор эмбриоспоры претерпел изменения: если у зооспоры хроматофор один, лентовидный, то у эмбриоспоры несколько бобовидных хроматофоров. Эмбриоспоры начали прорасти через 3—4 ч после оседания. Через 8—12 ч длина проростковой трубочки достигла 20—30 мкм, и содержимое эмбриоспоры начало постепенно перемещаться в дистальный конец трубочки (см. рис. 1). На второй день вокруг расширенного дистального конца трубочки образовалась оболочка и поперечная стенка начала отделять его от опустевшей оболочки эмбриоспоры. На третий день произошло первое клеточное деление и образовались двухклеточные гаметофиты.

На 12-й день мужские гаметофиты представляли собой ветвящиеся веточки, состоящие из 12—17 клеток размером 5—8 мкм. Большинство женских гаметофитов состояло из 1—2 клеток, хотя встречались и девятиклеточные. Клетки их округлые или грушевидные, размером 10—15 мкм, в первые дни растут очень медленно.

Образование половых органов происходило на 12—15-й день. На верхушках веточек мужских гаметофитов развивались антеридии, хроматофоры при этом начинали распадаться (рис. 2). Зрелый антеридий лопался, спермий выходил наружу, и на верхушках веточек оставались открытые оболочки антеридиев. Спермий имел эллипсовидную форму диаметром 4—6/3—4 мкм. Образование оогониев в женских гаметофитах происходило в то же время, при этом конечная клетка женского гаметофита вытягивалась и становилась в 2—3 раза длиннее, чем обычная вегетативная клетка. Хроматофоры ее распадались на мелкие части веретеновидной формы, которые располагались своими удлинненными концами по направлению к верхушке оогония. По мере созревания оогония происходил разрыв его оболочки, и яйцеклетка выпячивалась наружу (рис. 3). Яйцеклетка размером 20—32 мкм имела сферическую или овальную форму и была окружена чрезвычайно тонкой оболочкой. После оплодотворения оболочка зиготы утолщалась, что предупреждало внедрение других спермиев, которые часто скапливались на внешней поверхности оболочки.

На 6—7-й день после оплодотворения были отмечены 3—7-клеточные спорофиты, клетки которых располагались в один ряд. На 23-й день

культивирования спорофиты длиной до 80 мкм состояли из 30—50 клеток, расположенных в один слой (рис. 4). На 50-й день средняя длина спорофитов достигла 470 мкм при максимуме 620 мкм.

В то же время при температуре воды 14—17°C развитие гаметофита происходило более медленно. Образование половых органов произошло на 10—15 дней позже, чем в первом случае, спорофитов было немного. Опыты по выращиванию ламинарии японской в аквариуме показали, что температура 11—15°C благоприятна для развития гаметофита и раннего спорофита ламинарии японской. Развитие ее гаметофита в значительной степени зависит от плотности оседания спор.

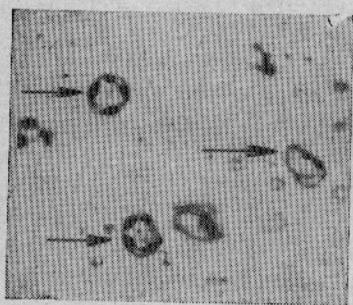


Рис. 1. Споры ламинарии японской в момент прикрепления и прорастания (увел. в 750 раз).

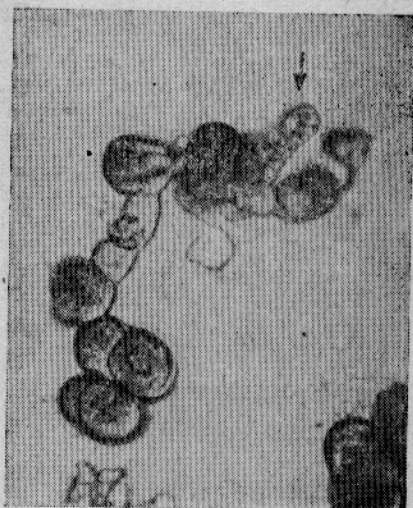


Рис. 2. Мужской гаметофит ламинарии японской с антеридием (увел. в 1500 раз).

При плотности оседания 10—15 спор на 1 мм², как было показано выше, развитие гаметофита протекает нормально и в короткие сроки. В опыте часть стекол была оспорена до полного оседания зооспор, при этом плотность оседания достигла 500—800 спор на 1 мм². При такой плотности эмбриоспоры начали прорастать только через 12 ч (одноклеточные гаметофиты образовались на 3—4-й день). Около 20% эмбриоспор не проросло, а из прораставших больше половины остановились в своем развитии на стадии образования проростковой трубочки. Развитие образовавшихся гаметофитов было замедленным: трехклеточные гаметофиты образовались только на 9—11-й день в небольшом количестве. Развития гаметангиев в течение 50 дней не было отмечено. Таким образом, большая плотность оседания спор ламинарии японской угнетает последующий рост и развитие гаметофита.

Для успешного культивирования ламинарии японской необходимо изучить ее развитие в природных условиях Приморья, которые существенно отличаются от таковых в странах традиционного выращивания водорослей — Японии, Китае, Корее. Для наших условий характерно раннее наступление гидрологической осени, сопровождающееся резким понижением температуры воды.

В районе расположения опытно-промышленной плантации рыбозавода «Валентин» температура воды осенью колеблется от 16—17°C в начале сентября до 4—5°C в ноябре. В октябре характерны резкие колебания температуры воды с понижением в течение нескольких дней до 5—6°C. Отмечено, что при оплодотворении субстратов в конце сентября, когда температура воды в период развития гаметофита (≈ 20 дней) не

опускается ниже 8—10°C, его развитие протекает нормально. Появление большого количества видимых проростков ламинарии в этих условиях происходит через 2,5—3 месяца после осаждения спор.



Рис. 3. Женский гаметофит ламинарии японской и яйцеклетка (увел. в 1000 раз)

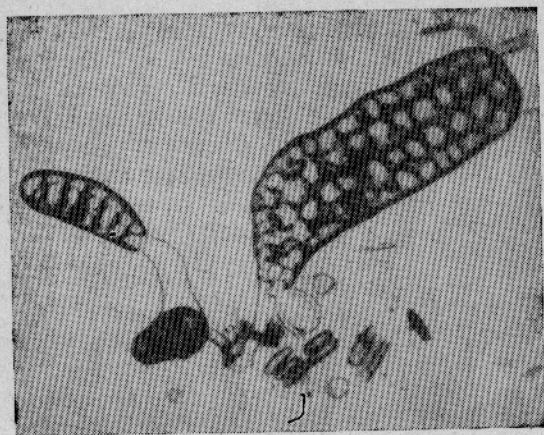


Рис. 4. Молодые спорофиты ламинарии японской (увел. в 750 раз).

Если же оспоривание субстратов проводится в октябре, когда температура воды резко понижается, прорастание спор замедляется, угнетается рост гаметофитов и уменьшается их выживаемость. Развитие спорофитов запаздывает и происходит неравномерно. Видимые проростки появляются только к весне и в недостаточном количестве.

Таким образом, создание оптимальных условий для развития гаметофита является одним из важнейших вопросов культивирования ламинарии японской. Особенно важно изучение гаметофита при проведении исследований по освоению более прогрессивного способа выращивания в одногодичном цикле. При этом способе выращивание гаметофита и раннего спорофита осуществляется в бассейнах с регулируемыми условиями среды. Способ форсированного культивирования заключается в выращивании ювенильных растений с опережением естественных сроков. Затем молодые спорофиты переносятся в море и выращиваются до товарных размеров. При этом, за счет удлинения вегетационного периода можно за одногодичный срок вырастить кондиционную ламинарию. В Японии одногодичное культивирование ламинарии начато в 1968 г., а к 1974 г. выход продукции, полученной этим способом превысил 7500 т (Hasegawa, 1976). Наиболее важными факторами для ускоренного производства молодых растений в бассейнах является питательный раствор, температура воды и освещенность (Hasegawa and Sanbonsuga, 1972). В оптимальных условиях выращивания в бассейне японские специалисты получают рассаду — проростки спорофитов — за 45 дней. Нами в лабораторных условиях, как описано выше, небольшое количество проростков ламинарии получено за 50 дней. Описанный нами метод одногодичного культивирования ламинарии весьма перспективен, его внедрение будет способствовать более широкому развитию водорослеводства в Приморье.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Гайл Г. Цикл развития и динамика зарослей японской ламинарии. — Труды ДВФАН СССР, 1935, т. 1, ботан. серия, с. 275—286.
- Окадзаки А., Морские водоросли и их применение в Японии. — Изд. Токийского ун-та (на яп. яз.), 1971.
- Фунано Т., Исигава М. Опыты по выращиванию стимулированной морской капусты и сам способ ее выращивания — Хокусуйси Гэппо, 1974, т. 31, № 10, (на яп. яз.).
- Хасегава Е., Фукухара Э. Разведение ламинарии. — Хокусуйси Гэппо, 1956, т. 13, № 10. (на яп. яз.).
- О влиянии мочевины на развитие морской капусты [Хасегава Е., Комаки С., Сибата, М., Хомма К.]. — Хокусуйси Гэппо, 1960, т. 17, № 12 (яп.).
- Hasegawa, Y., Y. Sanbonsuga. Laboratory rearing of Laminariales plants. In: I. A. Abbott and M. Kurogi (ed) Contributions on the systematics of benthonic marine Algae of North Pacific Jpn. Sci. Phycol, 1972, p. 109—115.
- Hasegawa, Y. Progress of Laminaria cultivation in Japan. J. Fish. Res. Bd. of Canada, 1976, v. 33, N 4, part 2, p. 1002—1006.
- Kanda, T. On the gametophytes of some Japanese species of Laminariales. Sci. Rap. Inst. Algological Res. Fac. Sci. Hokk. Univ. 1936, v. 1, N 2, p. 221—260.
- Shreiber. Ueber die Entwicklungsgeschichte und systematische Stellung der Desmarestiaceen. Z. f. Bot, 1932, 25.

The study of the gametophyte of Laminaria japonica for cultivation purposes

Maltsev V. N.

SUMMARY

The creation of optimum conditions for the development of the gametophyte is the main problem of cultivation of *Laminaria japonica*. It was necessary to collect data permitting the farm to accomplish the cultivation of *Laminaria* within a year instead of two years. The one-year cycle provides that gametophytes and sporelings are cultivated in tanks, then the sporelings are transferred to the sea. The temperature of water, medium and light are the most important factors which may accelerate the growth rate of young *Laminaria* in tanks. A few sproutings were obtained in the laboratory for 50 days.

УДК 582.26:639.294

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ (*Gracilaria verrucosa* (huds.) papenf), ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

В. Ф. Макиенко (ТИНРО)

Использование водорослей человеком имеет многовековую историю. Еще с античных времен многие водоросли использовались в пищу, особенно в странах Восточной Азии, Австралии, Океании. В настоящее время в различных странах водоросли используют в пищу, а также для кормления животных и как удобрения (Neish, 1976); на Гавайях, например, в пищу используют около 75 видов водорослей (Mathieson, 1975).

Водоросли содержат белки, углеводы, витамины, полный набор микроэлементов и поэтому имеют высокую пищевую и лекарственную ценность. Кроме того, из многих водорослей получают вещества, обладающие свойствами фикоколлоидов: агара, каррагинина, альгинатов.

В различных отраслях хозяйства очень широко применяют вещества желирующего характера, которые получают при переработке некоторых красных водорослей: *Gelidium*, *Pterocladia*, *Gracilaria*, *Ahnfeltia*, *Gelidiella*, *Suhria*, *Furcellaria*, *Eucheuma*, *Phyllophora*, *Chondrus*, *Gigartina*.

Область применения агара и других желирующих веществ в последние годы резко расширилась: их используют не только в пищевой промышленности, но и для различных технических целей, в медицине, косметике. Агар — незаменимый продукт в микробиологии, фармакологии как основа питательных сред при выращивании культур бактерий и грибов, для исследования, а также получения многих лекарственных препаратов и т. д. Потребность в агаре различных отраслей хозяйства растет, что требует или увеличения добычи используемых видов, или отыскания новых перспективных видов для промысла, позволившего уменьшить эксплуатацию существующих запасов, так как плохо контролируемый вылов может истощить и подорвать даже самые богатые естественные запасы морских водорослей. Наряду с разработкой основ рационального использования морских богатств и отыскания новых перспективных видов, перед наукой и промышленностью стоят задачи расширения культивирования основных промысловых видов, с переходом в ближайшем будущем на выращивание их только в культуре. Это позволит выяснить жизненный цикл и уточнить положение в системе некоторых видов водорослей, планировать необходимое количество и наиболее подходящие сроки для выращивания и сбора урожая и, что самое главное, сохранить от разрушения прибрежные биоценозы, являющиеся кормовой базой, местом нереста, убежищем для развития молоди многих беспозвоночных и рыб, в том числе и промысловых.

Проблема дефицита агара в некоторых странах уже решается при помощи культивирования водорослей: в Китае, на Филиппинах, во Вьетнаме, в Индии (Yamada, 1976; Parker, 1976; Chen, 1976; Shang, 1976). Одно из первых мест в культуре агарофитов занимают виды рода *Gracilaria*. В 1974 г. площади, занятые под грацилярию на о-ве Тайвань составляли 400 га (Chen, 1976), что при урожайности 9—10 т сухой водоросли с гектара дает 4 тыс. т высококачественного агарового сырья. Регулируя плотность посадки и подкармливания растения азотными удобрениями, можно добиться и более высокого выхода продукции с гектара.

Использование грацилярии для получения агара. Различные виды рода *Gracilaria* для получения агара используют с давних времен (в Японии с 1644 г., в других странах значительно позже: в Китае с 1937, на о-ве Тайвань и в Чили с 1950, в Аргентине с 1963, на Филиппинах с 1964 г. (Yamada, 1976).

Известно около 160 видов рода *Gracilaria*, которые широко распространены в водах умеренных и тропической зон и даже в антарктическом районе (Kim, 1970). В настоящее время для получения агара используют около 10 видов: *G. edulis* (Gmel.) Silva в Индии (Rhaju, Thomas, 1971); *G. lemaneiformis* (Bory) Weber van Bosse и *G. verrucosa* (Huds.) Papenf. в Чили (Kim, 1970); *G. confervoides* (L.) Grev. в Италии (Simonetti et al., 1970) и на о-ве Тайвань (Chen, 1976; Shang, 1976); *G. verrucosa* в Японии, Вьетнаме, Австралии. Биология и возможность культивирования некоторых видов изучается.

Ежегодно в различных странах мира добывается 15—20 тыс. т сухой грацилярии (Yamada, 1976). У агара, получаемого из грацилярии, высокие показатели плотности геля, а также температура плавления и застудневания; он мало отличается от лучших сортов агара, получаемого из таких водорослей, как *Gelidium* и *Ahnfeltia*, и вполне может заменить высококачественный агар в некоторых отраслях промышленности, например в пищевой, высвободив таким образом какое-то количество высококачественного агара для медицины, микробиологии и других отраслей.

Как прекрасный агарофит наиболее известна *G. verrucosa*, которая распространена и у берегов Советского Союза — в Черном море и на Дальнем Востоке. Она имеет короткий вегетационный период, высокоурожайна, за трехмесячный период достигает длины 1—1,5 м, что позволяет рекомендовать этот вид для широкого культивирования. Поэтому во многих странах, в том числе в Советском Союзе, изучается экология, размножение, прорастание спор и другие вопросы биологии *G. verrucosa* (Kim, 1970; Sawada 1958, 1964; Segawa et al., 1955 а, в; Ogata et al., 1972 и др.).

Gracilaria у дальневосточных берегов СССР. За всю историю водорослей советского Дальнего Востока здесь указывалось девять видов рода *Gracilaria* и два *Gracilariopsis*:

1. *G. arcuata* Zanard. — в Амурском заливе (Зинова, 1940а);
2. *G. chorda* Holm. — в Амурском заливе (Суховеева, Паймеева, 1974);
3. *G. compressa* (Ag.) Grev. — в Амурском заливе (Зинова, 1940а; Суховеева, Паймеева, 1974), в заливе Петра Великого (Шапова и др., 1957); в бухте Валентина (Шапова, 1957) и заливе Де-Кастри (Зинова, 1954);
4. *G. lichenoides* (L.) Harv. — в Приморье (Кизеветтер, 1936);
5. *G. confervoides* (L.) Grev. — в бухте Разбойник (Кизеветтер, 1937), у о-ва Петрова (Зинова, 1938), в зал. Петра Великого, в бухте Ольги (Зинова, 1940а), в зал. Анива и Терпения (Ушаков, 1953), в Татарском проливе (Зинова, 1954), у о-ва Кунашир (Кусакин, 1956), в бухте Гроссевичи (Возжинская, 1964), в зал. Восток (Макиенко, 1975);
6. *G. incurvata* Oka. — в зал. Посыета (Перестенко, 1971 а, б) и Петра Великого (Суховеева, 1972);
7. *G. multipartita* (Clem.) Harv. (у Командорских о-вов, у острова Петрова, в Советской Гавани (Зинова, 1940б, 1941, 1954), в зал. Анива (Зинова, 1959);
8. *G. textorii* Suring. — в бухте Ольги и Владимира у Командорских о-вов (Зинова, 1940а, б);
9. *G. verrucosa* (Huds.) Papenf. — в Японском море (Шапова, 1957), в зал. Посыета (Перестенко, 1971б), в Амуре (Суховеева, Паймеева, 1974), у острова Сахалин, Кунашир, Шикотан (Зинова, 1959), в лагуне Буссе (залив Анива) (Громов, 1968), в Японском море, у Южных Курил, на побережье Южного Сахалина (Макиенко, 1977 а, б);
10. *Gracilariopsis capillaris* Tokida — в заливе Петра Великого (Суховеева, Богданова, 1970);
11. *G. sjostedtii* — в зал. Петра Великого (Василенко, 1961).

Однако *G. confervoides* еще в 1950 г. была сведена Папенфузом (Papenfuss) в синонимы *G. verrucosa* (цит. по Kim 1970), а род *Gracilariopsis* этим же исследователем в 1967 г. — в род *Gracilaria*; образцы, определенные на Дальнем Востоке как *G. multipartita*, переопределены Перестенко (1973) и переведены в *Rhodymenia*. Что же касается таких видов, как *G. arcuata*, *G. chorda*, *G. incurvata*, *G. textorii*, *G. lichenoides*, то они упоминались различными авторами 1—2 раза, а сборами последующих лет произрастание их у советских берегов дальневосточных морей не подтверждено. По всей вероятности, эти водоросли были определены неправильно; видимо, за некоторые из этих видов (*G. compressa*, *G. chorda*) принимались морфологически вариабильные образцы *G. verrucosa* из разных популяций, за другие (*G. incurvata*, *G. textorii*) — образцы *Rhodymenia*.

Анализ большинства советских коллекций дальневосточных водорослей, в которых имеются образцы грацилярии, показал, что на Дальнем Востоке произрастает главным образом *G. verrucosa*.

Летом 1977 г. в пригороде Владивостока обнаружен еще один вид грацилярии — *G. cuneifolia* (Oka.) I. K. Lee et Kurogi. В отличие от материалов из гербария Окамуры (К. Окамура) из Японии (о-ва Хонсю, преф. Чiba), по которым этот вид был описан (Lee and Kurogi, 1977), среди наших образцов имеется экземпляр с крупными зрелыми цистокарпами.

Распространение и биология *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf.
 Ареал *G. verrucosa* исключительно широк: он включает моря Атлантического и Тихого океанов, а также часть антарктической зоны. Диапазон условий среды обитания довольно обширен: она может расти при солености 8‰ (Kim, 1976), но выживает при 50‰ (Kim, 1970), встречается на глубинах от 0 до 50 м (Kim, 1970; Калугина, 1975; Макиенко, 1977 а, б). Температура воды — основной фактор, лимитирующий ее распространение, темпы роста и спороношение. Оптимальная для роста и развития температура 15—25°C, глубина около 1 м, соленость 25—29‰.

На Дальнем Востоке ареал *G. verrucosa* простирается от северной границы Татарского пролива (залив Чихачева), южного побережья о-ва Сахалин (залив Анива, лагуна Буссе) и о-ва Кунашир — вдоль материкового побережья Японского моря до залива Посьета (рис. 1).

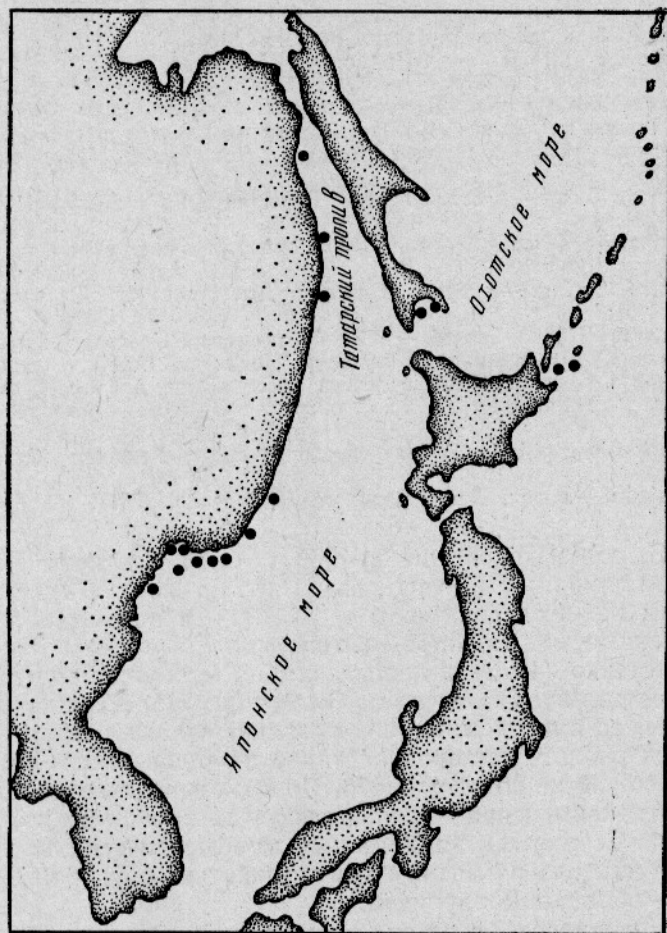


Рис. 1. Распространение *Gracilaria verrucosa* у берегов СССР на Дальнем Востоке.

Особенно хорошо грацилярия развивается в защищенных от ветров мелководных хорошо прогреваемых заливах и бухтах Южного Приморья, где летом при температуре 20—25°C достигает длины 1,5—1,8 м. Однако и в значительно более суровых условиях северной части

Татарского пролива на мелководье в заливе Чихачева в августе при температуре поверхностного слоя воды 14—16°C высота ее достигает 40—60 (до 70 см), она обильно ветвится и имеет хорошо развитые органы размножения.

Обычно грацилярия приурочена к кутовым частям бухт, к участкам дна со значительным заилением. Она прикрепляется к различным мелким твердым предметам, включенным в ил — камням, раковинам моллюсков, различным черепкам, кускам металла, стекла и т. д. Как правило, здесь впадают реки, вода обычно сильно загрязненная, мутная, порой с большой концентрацией сероводорода и часто значительно опреснена.

Жизненный цикл *Gracilaria verrucosa* довольно короток, в конце августа в Амурском заливе отплодоносившие слоевища отрываются от субстрата и выбрасываются прибоем на берег, рассеявшиеся споры через несколько дней прорастают и на литорали появляются молодые слоевища нового поколения грацилярии, которые успевают развиться и дать споры до наступления зимы. Жизнь водоросли с декабря по март не изучена.

Размножается *G. verrucosa* половым, бесполом и вегетативным способом; гаметофит и спорофит изоморфны (рис. 2). Слоевища разных генераций развиваются одновременно, хотя в жизненном цикле гаметофит сменяет последовательно спорофит (рис. 3). В результате оплодотворения, которое происходит в конце мая, на женском гаметофите развивается новая генерация — карпоспорофит (I), представленный лишь цистокарпом, который не может существовать самостоятельно без женского гаметофита. В цистокарпе развиваются диплоидные карпоспоры (II), которые прорастают в бесполоую генерацию — тетраспорофит (III). На тетраспорофите происходит мейоз (IV) и развиваются тетраспорангии (V), освобождающиеся гаплоидные тетраспоры прорастают в мужские (VI) и женские (VII) гаметофиты. На мужском гаметофите в специальных антеридиальных полостях развиваются антеридии (VIII), на женском гаметофите — карпогонии (IX). Затем снова следует процесс оплодотворения и весь цикл повторяется.

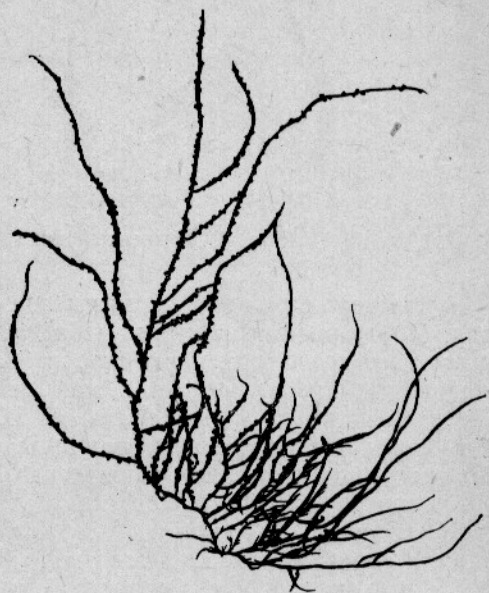


Рис. 2. *Gracilaria verrucosa* из Японского моря (Амурский залив) (натур. велич.).

Соотношение различных генераций в популяции в разные сезоны года различно. Весной (в апреле и первой половине мая) в популяции грацилярии из Амурского залива преобладают стерильные растения. К концу мая их количество значительно сокращается, но в массе появляется тетраспорофит, а также мужской гаметофит и карпоспорофит, т. е. определяется принадлежность к полу изоморфных бывших «стерильных» растений. В течение всего лета стерильных слоевищ в популяции нет (за исключением ювенильных). В конце лета — начале осени, когда появляется новое поколение, снова обнаруживаются стериль-

ные растения, часть из которых из-за низкой температуры воды не успевает образовать органы размножения. Во все сезоны, кроме весны, в популяции преобладает тетраспорофит, что свидетельствует, видимо, о большей плодовитости карпоспорофита.

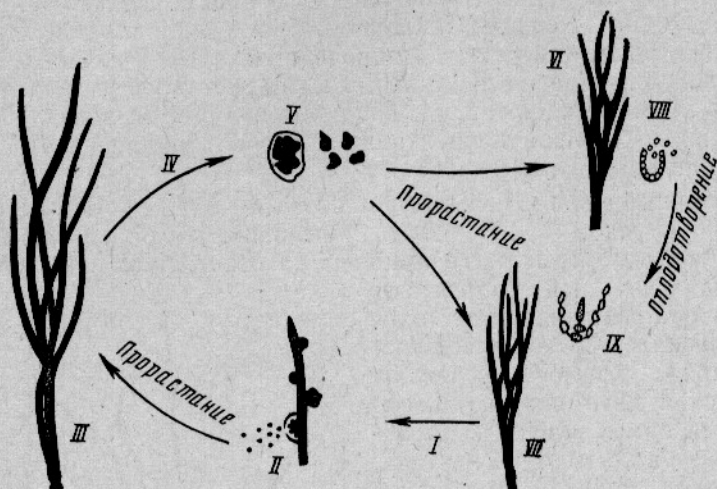


Рис. 3. Жизненный цикл *Gracilaria verrucosa*.

В каждом слоевище *G. verrucosa* развивается большое количество спор. По данным Матчисона (Mathieson, 1975), одно слоевище грацилярии дает до 40 тыс. карпоспор и более 60 тыс. тетраспор. Эти цифры весьма приблизительны, так как если в цистокарпе развивается от 200 до 2000 карпоспор (Segawa et al. 1955 a), то общее число карпоспор на растении средней величины значительно меньше. Так, на одном слоевище, собранном в июне в Амурском заливе, общая длина ветвей которого 150 см, а масса 1,15 г, имелось 1050 цистокарпов, т. е. развивалось от 200 тыс. до 2 млн. карпоспор. Таким образом, на 1 г свежего слоевища приходится около 900 цистокарпов, т. е. от 150 тыс. до 1,5 млн. карпоспор. Количество цистокарпов на слоевище изменяется по сезонам. Весной на веточке грацилярии длиной в 1 см обнаруживается 1—3 цистокарпа, а летом — 7—9 (иногда до 20 и более).

Таким образом, вопрос о плодовитости *G. verrucosa* требует уточнения. Знание числа спор на единицу массы грацилярии поможет решить задачу получения посадочного материала. Чтобы получить агаровое сырье, водоросли выращивают вегетативным способом, разрывая слоевища на фрагменты, которые затем закрепляют в расщепленную бамбуковую палочку (в Китае), в виток веревки (на Филиппинах) или каким-либо другим способом и высаживают в пруды или в спокойные участки акватории для дорастивания до промысловых размеров.

Во многих районах наряду с прикрепленной имеется неприкрепленная форма грацилярии (Адриатическое море, Чили, побережье Австралии, Филиппины, Вьетнам, Япония), являющаяся основным промысловым объектом. Летом 1977 г. в заливе Угловом (северо-восточная часть Амурского залива) также обнаружена неприкрепленная форма грацилярии, имеющая подошвы; нижняя часть слоевища погружена в ил на 3—5 см и как бы закорена в грунте. Неприкрепленная форма стерильна, длина ее достигает 1,5—2 м.

Грацилярия имеет высокий темп роста в странах с теплым климатом, у грацилярии некоторых видов прирост составляет до 15—20% в

день (Huguenin, 1976). У дальневосточных берегов темпы роста грацилярии не столь высоки, но даже у северной границы ареала в заливе Чихачева в июле при прогреве поверхностного слоя воды всего до 15°C прирост грацилярии высок: за июль 1977 г. прирост составил 15 см, а в августе длина стерильных слоевищ достигла 60—70 см. Ежедневно измеряя 50 экземпляров грацилярии, установили, что прирост за первую неделю составил 2,4 см, за вторую — 3,4 см, за третью — 4,2 см, за четвертую — 5 см.

Таким образом, нижнюю границу температур, требующихся для роста грацилярии, видимо, можно отодвинуть.

Задачи экспериментального выращивания *Gracilaria verrucosa* на Дальнем Востоке. Промысловых скоплений у берегов Советского Союза *Gracilaria verrucosa* не образует. Однако приспособительные возможности, быстрый рост, высокая урожайность и железирующая способность полисахаридов делает ее одним из наиболее перспективных агарофитов для искусственного разведения на Дальнем Востоке. Такие особенности грацилярии, как широкий диапазон температур, необходимых для роста и развития органов размножения, способность при разрыве слоевища на куски сильнее ветвиться и энергично расти; приуроченность к заиленным грунтам и к богатым органикой водам, что особенно важно в условиях наблюдаемого в последние годы загрязнения морской воды; короткий вегетационный период, высокие темпы роста реализуются во многих зарубежных странах, использующих как промысловые заросли грацилярии, так и успешно ее выращивающих. *G. verrucosa*, в течение многих лет являющаяся важным промысловым объектом, сравнительно хорошо исследована.

Тем не менее, необходимо решить некоторые проблемы, без чего нельзя начать ее промышленное выращивание, особенно в районах, расположенных у северных границ ее ареала (как, например, побережье советского Дальнего Востока), где проявление основного лимитирующего фактора — температуры воды выражено наиболее резко.

Для решения проблемы зимовки посадочного материала необходимо изучить жизнь водоросли с декабря по март. Надо определить спорую продукцию карпоспорофита и тетраспорофита и жизнеспособность спор, чтобы знать количество исходного материала, необходимого для оспаривания определенной площади. Кроме того, для того, чтобы установить оптимальную продолжительность времени для оспаривания субстрата, необходимо выяснить продолжительность рассеивания спор, скорость их прикрепления и прорастания в условиях Приморья и другие особенности поведения спор. Наконец, необходим постоянный контроль над основными параметрами среды: температурой, соленостью, светом, элементами питания и выяснение их влияния на рост для оптимизации этих процессов при управляемом культивировании.

Заключение

Gracilaria verrucosa — перспективный объект для искусственного выращивания. Особенно ценна его способность интенсивного роста в районах, подверженных антропогенному воздействию.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Василенко С. В. Морские водоросли, новые для берегов Приморского края. — Ботанические материалы отдела споровых раст., 1961, т. XIV, с. 94—107.
Возжинская В. Б. Распределение водорослей на литорали бухты Гроссеви-ча (Яп. море). — Ботанический журнал, 1964, т. 49, № 5, с. 712—714.

Громов В. В. Подводная растительность бухты Андреева. Вестник ЛГУ, 1968, № 18, с. 75—83.

Зинова А. Д. Список морских водорослей южного Сахалина и южных островов Курильской гряды. — Исследования дальневосточных морей СССР, 1959, вып. VI, М.—Л., 157 с.

Зинова Е. С. Водоросли Японского моря района острова Петрова. — Труды гидробиологической экспедиции на Японском море 1934 г., 1938, вып. 1, 137 с.

Зинова Е. С. Морские водоросли Командорских островов. — Труды тихоокеанской комиссии, 1940 а, т. V, с. 1—164.

Зинова Е. С. Морские водоросли Командорских островов. — Труды тихоокеанской комиссии, 1940 б, т. V, с. 165—258.

Зинова Е. С. О новой форме *Gracilaria multipartita* (Clem.) Harv. f. *superp dilatata* Sinova. — Ботанические материалы отдела споровых растений, 1941, т. V, вып. 7—9, с. 124—125.

Зинова Е. С. Водоросли Татарского пролива. — Споровые растения, 1954, т. 9, сер. II.

Калугина-Гутник А. А., Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова Думка, 1975, с. 3—247.

Кизеветтер И. В. О химическом составе ряда *Rhodophyceae* из водорослевого пояса Приморья. — Вестник ДВФАН, 1936, 20 с.

Кизеветтер И. В. Агар-агар из багрянки анфельции (*Ahnfeltia plicata*). — Известия ТИНРО, 1937, т. 13.

Кусакин О. Г. К флоре и фауне осушной зоны о-ва Кунашир. — Труды пробл. и тематич. совещ. ЗИН, 1956, вып. VI, с. 107—109.

Макиенко В. Ф. Водоросли-макрофиты залива Восток (Яп. море). — Биология моря, 1975, № 2, с. 45—57.

Макиенко В. Ф. Грацилярия и перспективы ее выращивания на Дальнем Востоке. — Тезисы 1 всесоюзного океанологического съезда, М., 1977а, 148 с.

Макиенко В. Ф. Биология *Gracilaria verrucosa* — вида, перспективного для культивирования на Дальнем Востоке. — Тезисы доклада на VI советско-японском симпозиуме по вопросам аквакультуры и повышению биопродуктивности мирового океана. — Москва — Батуми, 1977б, с. 74—75.

Перестенко Л. П. Водоросли залива Посьета, новые для флоры южного Приморья и советских берегов Японского моря. — В кн.: Исследования фауны морей, 1971, т. 8(16), Л., с. 7—21.

Перестенко Л. П. Список флоры и фауны залива Посьета Японского моря. — В кн.: Исследования фауны морей, т. 8(16). — Фауна и флора залива Посьета. Л., с. 303—305.

Перестенко Л. П. О новых видах *Rhodymenia* Grev. и *Odonthalia* Lyngb. (*Rhodophyta*). — Систематика низших растений, 1973, т. 10, с. 61—68.

Суховеева М. В. Распределение макрофитов на некоторых участках залива Петра Великого. — Известия ТИНРО, 1972, т. 81, с. 209—214.

Суховеева М. В., Богданова Л. Г. Распределение и современное состояние запасов анфельции в заливе Петра Великого. — Известия ТИНРО, 1970, т. 74, с. 210—220.

Суховеева М. В., Паймеева Л. Г. Видовой состав, распределение водорослей и морских трав в Амурском заливе (Японское море). — Изв. ТИНРО, 1974, т. 92, с. 133—152.

Шапова Т. Ф. Литоральная флора материкового побережья Японского моря. — Труды ИОАН, 1957, т. 23, с. 21—66.

Шапова Т. Ф., Мокиевский О. Б., Пастернак А. Ф. Флора и фауна прибрежных зон острова Путятина (Японское море). Ч. 1. Качественный состав. — Труды ИОАН, 1957, т. 23, с. 67—101.

Ушаков П. В. Фауна Охотского моря и условия ее существования. М.—Л., 1953, с. 317—327.

Chen, T. P. Aquaculture practices in Taiwan. Culture of *Gracilaria*. Print. Page Bros (Norwich) Ltd. 1976. p. 145—149.

Huguénin, J. E. An examination of problems and potentials for future large-scale intensive seaweed culture systems. Aquacult. 1976, p. 313—342.

Kim, D. H. Economically important seaweeds in Chile—I. *Gracilaria*. Bot. Mar., 1970, v. 13, pp. 140—162.

Lee, I. K. and Kurogi M. On the taxonomic position of *Rhodymenia cuneifolia* Okamura (*Rhodophyta*). Bull. Jap. Soc. Phycol. 25, Suppl (Mem. Iss. UAMADA) 1977, p. 113—118.

Mathieson, A. C. Seaweed aquaculture. Mar. Fish. Rev. 1975, v. 37, No. 1, p. 2—14.

Neish, I. C. Culture of Algae and seaweeds. FAO Techn. Conf. Aquacult. 1976, No. 1, p. 1—13.

Ogata, E., Matsui, T. and H. Nakamura. The complete life cycle of *Gracilaria verrucosa* in vitro. Phycologia 1972, No. II (I) p. 75—80.

Parker, H. S. Seaweed farming in the Sulu Sea. Oceans 1976, v. 9, No. 2, p. 12—19.

Rhaju, P. V., P. C. Thomas. Experimental field cultivation of *Gracilaria edulis* (Gmel.) Silva. Bot. Mar. 1971, 14, No. 2, p. 71—75.

Sawada, T. Carpospore liberation not accompanied with the drying. Studies on the carpospore liberation in *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. Fish. Lab. Pac. Agri. Kyushi Univ., 1958, v. 16, No. 3, p. 387—396.

Sawada, T. The liberation of tetraspore in *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. Sci. Bull. Fac. Agri. Kyushu Univ., 1964, v. 21, No. 1, p. 117—121.

Segawa, S., E. Ogata and T. Sawada. Studies on the carpospore liberation in *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. I. Carpospore liberation accompanied with the half-drying. Sci. Bull. Fac. Agri. Kyushu Univ., 1955(a) 15(2), p. 235—243.

Segawa, S., E. Ogata and T. Sawada. Studies on the carpospore liberation in *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenf. II. On the mechanism of carpospore liberation. Sci. Bull. Fac. Agri. Kyushu Univ. 1955(b) 15(2) p. 245—253.

Shang, Y. C., Economic aspects of *Gracilaria* culture in Taiwan. Aquacult. 1976, 8, No. 1, p. 1—7.

Simonetti, G., G. Giaccone and S. Pignatti. The seaweed *Gracilaria confervoides*, an important object for autecologic and cultivation research in the northern Adriatic Sea. Helgoländer wiss. Meeresunters., 1970, 20, p. 89—96.

Yamada, N. Current status and future prospects for harvesting and resource management of the agarophytes in Japan. J. Fish. Res. Board Can., 1976, 33, p. 1024—1030.

Investigations of Algae to be cultivated off the Far East

Makienko V. F.

SUMMARY

The biology of Algae suitable for cultivation is studied. *Gracilaria verrucosa* is known to be the best for cultivation. However little is known of the biology of the species in the waters of the Far East. So an attempt was made to study the living conditions and distribution pattern of the species. The ratio of sterile, sexual and agamic generations and their production capability were investigated. It is concluded that *Gracilaria* may be cultivated off the Far East.

УДК 582.26:639.64

РАЗВИТИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ ТКАНИ И ДИНАМИКА СПОРОГЕНЕЗА ЛАМИНАРИИ ЯПОНСКОЙ У БЕРЕГОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Т. Н. Моисеенко (ТИНРО)

В последние годы в некоторых районах Приморья создаются опытно-промышленные хозяйства по культивированию ламинарии японской, в частности такие хозяйства организованы в заливе Петра Великого в районе китокombината «Анна» и в северном Приморье в районах рыбозавода «Валентин» и «Каменский». Эти три района заметно различаются не только своим географическим положением, но и рядом других определяющих биологию ламинарии факторов — температурой воды (как в поверхностных слоях, так и на глубине), интенсивностью движения водных масс (скоростью течений, прибоем, приливно-отливными течениями), составом грунта, биогенными элементами. Следовательно, каждое из этих хозяйств представляет собой полигон, позволяющий проводить как производственные, так и научные разработки, в частности освоение и совершенствование технологии и бионормативов культивирования ламинарии применительно к специфике каждой зоны.

В заливе Петра Великого, расположенном на юге Приморья в относительно теплой зоне, температура воды в летние месяцы в поверхностных слоях поднимается до 24—25°C. Как известно, ламинария японская относится к холодолюбивым водорослям. Она интенсивно растет при температуре воды не выше 18°C при сильной подвижности воды. Поэтому естественные заросли ее на юге Приморья занимают отдельные небольшие участки, слоевища меньше, чем у ламинарии из северных районов Приморья. Созревание зооспор, спороношение и другие биологические процессы протекают в южных районах в более ранние и сжатые сроки. Пластины покрываются спороносной тканью только с одной стороны.

Район рыбозавода «Валентин» расположен севернее китокомбината «Анна» в зоне Приморского холодного течения, идущего вдоль побережья с севера на юг. Температура воды на поверхности в зоне течения не поднимается выше 20°C. Ламинария образует здесь густые заросли, слоевища ее достигают крупных размеров. Спорношение начинается и завершается раньше и в более короткие сроки, чем у ламинарии, произрастающей севернее в зоне основного потока Приморского течения, но позже и в более продолжительные сроки, чем в заливе Петра Великого. Спороносная ткань образуется с обеих сторон пластины ламинарии и почти всегда одновременно.

Район рыбозавода «Каменский» находится в зоне устойчивого потока того же холодного Приморского течения. Температура воды в этом районе летом не поднимается выше 18°C. Заросли ламинарии покрывают почти все участки каменистого дна. Развитие спороносной ткани, созревание спор начинается позже и длится до января. Спороносная ткань покрывает пластины с обеих сторон.

Таким образом, каждое из опытно-промышленных хозяйств по культивированию ламинарии японской размещается в определенной, четко отличающейся от других, климатической зоне Приморья с характерным для нее ходом биологических процессов в сезонном цикле.

Знание биологии размножения — спорообразования и спороношения — один из основополагающих вопросов биотехники культивирования ламинарии, как, впрочем, и других видов водорослей. Процессы размножения ламинариевых изучались рядом ученых. Среди них особо следует выделить японских — К. Абе (K. Abe, 1939), Т. Нишибаяши и С. Ино (T. Nishibayaschi, S. Inoh, 1956), С. Сасаки, Х. Иваи, С. Накадзима (S. Sasaki, X. Iwai, S. Nakadsuma, 1964), Т. Омори (T. Ohmori, 1967), Т. Канеко (T. Kaneko, 1972). Однако отдельные моменты спорогенеза и развития спорангиев освещены неполно.

В апреле 1975 г. в районах рыбозаводов «Каменский», «Валентин» (северное Приморье) и «Анна» (южное Приморье) начались работы по изучению развития спороносной ткани ламинарии японской. Первые результаты этих исследований представлены в настоящей статье.

Исследования развития спорангиев, спор, парафиз и изменения их морфологических структур и размеров проводились на продольных и поперечных срезах живой спороносной ткани, изготовленных вручную с помощью лезвия бритвы. Просмотрено 600 срезов, 5000 спорангиев и парафиз. Постоянные наблюдения велись за изменением внутреннего содержимого спорангиев. Наиболее заметные изменения фотографировались или зарисовывались. Кроме того, проводились наблюдения за поведением зооспор после выхода их из спорангиев — изучались особенности и изменения активности и форм их движения, продолжительность пелагической жизни и т. д.

Описание последовательного изменения картины развития спорангиев дается на материале, собранном в районе рыбозавода «Валентин».

Общая картина процесса развития спорангиев одинакова для всех районов, сдвинуты лишь сроки прохождения его отдельных этапов в зависимости от широтного расположения районов обитания ламинарии. Начало развития, по сведениям В. Ф. Сарочан, наступает при замедлении активного роста в длину спорангиев и усилении разрушения дистальных тканей, т. е. в момент наибольшего накопления органических веществ спорофитами в годовом цикле.

РАЗВИТИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ ТКАНИ

Второгодняя ламинария в естественных зарослях на мелководьи в районе рыбозавода «Валентин» начинает спороносить в апреле — мае, но в это время встречаются единичные спороносящие слоевища. Спороносная ткань занимает незначительную площадь, видна только в проходящем свете, редко — в отраженном. Парафизы расположены редко и представляют собой короткие и узкие образования до 20 мкм с гомогенным внутренним содержимым. Спорангии в этот период еще не образовались. В июне количество спороносящих слоевищ не превышает 2% и спорангии занимают небольшую площадь. В июле — августе количество спороносящих слоевищ достигает 90 и 100% соответственно. У глубоководной ламинарии в июле спороносящие слоевища составляют 4%, спороносная площадь — 2% площади всего слоевища. В июне — июле появляются спорангии, размер их составляет 20—40 мкм. На самых крупных спорангиях появляется слизистое утолщение. Происходит редукционное деление ядра. Парафизы ясно отличимы от спорангиев: имеют характерный желтый цвет, почти всегда длиннее спорангиев. В августе вся глубоководная ламинария имеет спороносную ткань, но площадь покрытия ею не велика — 20%. Наибольшее покрытие пластин спороносной тканью в районе рыбозавода «Валентин» наблюдается с середины сентября до середины октября. Спороносная часть занимает в это время 30% площади всего слоевища. Такое покрытие наблюдается для большинства пластин, хотя 8—10 экз. из 100 имеют площадь покрытия от 50 до 70%. В это время (август) рост спорангиев продолжается, но прирост его выражается в десятых долях микрона. Высота спорангиев достигает 50 мкм, слизистое утолщение — 9 мкм. Зооспоры полностью сформированы, но еще не активны, при открытии спорангия не выходят. В сентябре рост спорангиев прекращается, и они представляют собой округлые образования, заполненные зооспорами, которые активно выходят при стимуляции (подсушке пластины в определенных условиях и помещении ее в морскую воду).

Со второй половины октября спороносная ткань начинает разрушаться и покрытие полноценной спороносной тканью соответственно уменьшается. К концу ноября спороносная площадь сокращается до 18% площади всей пластины в результате естественного разрушения. К концу декабря спороносная ткань практически исчезает.

Репродуктивная ткань ламинарии в районе рыбозавода «Валентин» образуется с обеих сторон и почти всегда одновременно. На многих пластинах контуры спороносной ткани на обеих сторонах совпадают. У первогодней ламинарии спороносная ткань начинает образовываться с вершины пластины, у второгодней — в нескольких сантиметрах от интеркалярной зоны. В этом заложен определенный смысл. Если бы спороносная ткань возникла с вершины, хотя это место самое «старое», то она разрушалась бы вместе с пластиной, находясь еще в незрелом состоянии, во время ее естественного разрушения, которое в июле — августе начинается с вершины.

В районе рыбозавода «Каменский» в августе спороносных слоевищ было 40% (в районе рыбозавода «Валентин» в это время было 100 %) при довольно незначительной (7%) площади покрытия. Для этого района август можно считать началом появления спороносной ткани. В сентябре — октябре все пластины имеют спороносную ткань. Площадь покрытия составляет 32% для большего числа пластин. Встречаются пластины с покрытием до 80%, но их число не превышает 2—4 из 100 просмотренных. В августе внутри спорангиев имеются ядра, окруженные частичками основного вещества спорангия. Слизистое утолщение образуется у спорангиев, в которых произошло деление ядра. Спорангии с ровным недифференцированным содержимым не имеют слизистого утолщения. В середине сентября формирование спорангиев заканчивается и к концу сентября — началу октября спорангии уже полностью сформированы, но при вскрытии их зооспоры не выходят. И лишь к концу октября — началу ноября зооспоры активно выходят при легкой подсушке пластины с последующим помещением ее в воду.

В ноябре и вплоть до последних чисел декабря пластины покрыты спороносной тканью на 28—30%, признаки разрушения наблюдаются на небольших участках спороносной площади. Таким образом, на протяжении 4 месяцев (сентябрь — декабрь) наблюдается максимальное покрытие пластин спороносной тканью при сохранении почти всей площади слоевища. В районе рыбозавода «Каменский» до декабря не наблюдается сколько-нибудь значительного естественного разрушения пластин, характерного в жизненном цикле ламинарии.

В ноябре — декабре спорангии находятся на завершающем этапе своего развития: при минимальной стимуляции (2 ч) наблюдается выход зооспор через 3—4 мин после помещения капли морской воды на спороносную часть слоевища. В поле зрения микроскопа наблюдается большое количество активных зооспор. Спороносная ткань появляется и сохраняется на одной стороне пластины до конца сентября, и только в конце сентября — начале октября появляется на второй стороне, но имеет меньшие размеры.

В районе китокомбината «Анна» образование спороносной ткани и сам процесс спороносения протекают несколько иначе. В июле процент спороносных слоевищ равен 14, к концу августа — 22 при площади покрытия соответственно 3 и 22%. В начале сентября количество спороносных слоевищ равно 100%. Площадь покрытия в начале сентября у большинства пластин составляет 22% и возрастает к середине октября до 30%, но к этому времени большая часть пластины бывает разрушена. На срезах спороносной ткани видны только пустые спорангии или с несколькими невышедшими зооспорами и остаточным веществом, обрывками их стенок, парафизами, плавающими в толще слизи. К началу ноября вся спороносная ткань разрушена.

В районе китокомбината «Анна» ламинария имеет одностороннее расположение спороносной ткани. В сентябре — октябре встречаются единичные экземпляры с репродуктивной тканью на второй стороне, но площадь, занятая тканью, очень мала и представлена отдельными пятнышками, расположенными у основания пластины.

Систематическое наблюдение за возникновением и развитием спорангиев, а также имеющиеся сведения позволили нам составить шкалу зрелости, которая даст представление о ходе развития спороносной ткани. Выделено 6 стадий.

I — стадия образования парафиз (рис. 1, I). Спороносная ткань занимает незначительную площадь и видна только в проходящем свете. Образование парафиз предшествует появлению спорангиев, которые

представляют собой веретеновидные короткие и узкие образования длиной до 2,0 мкм, расположенные редко. Слизистая шапка на парафизах отсутствует. Длительность этой стадии 3—4 дня (в районе рыбо-завода «Валентин» — конец июня — первая декада июля).

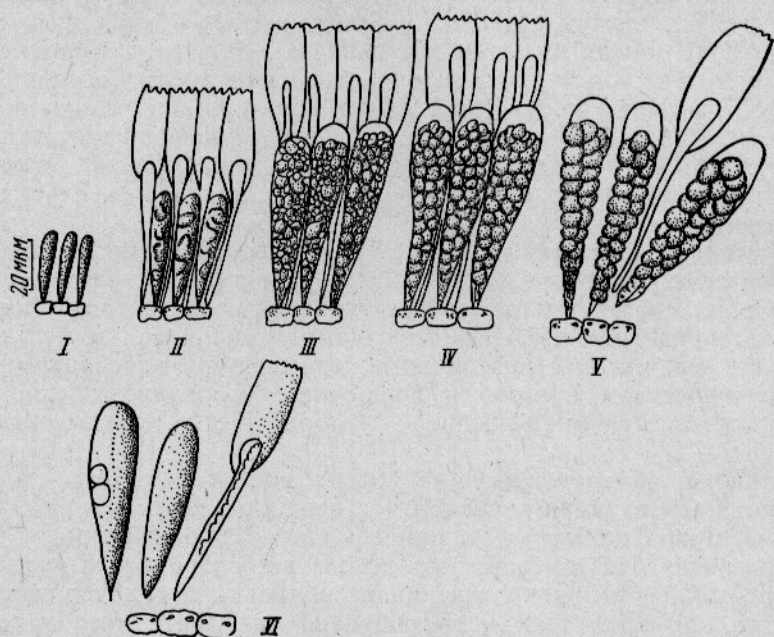


Рис. 1. Стадии развития спорангиев:

I — образования парафиз; II — образования спорангиев; III — созревания; IV — зрелости; V — выхода; VI — разрушения.

II — стадия образования спорангиев (рис. 1, II). Спороносная ткань занимает большую площадь, видна в отраженном свете. Парафизы сформированы, высота их 70—90 мкм, большинство имеют слизистую шапку. Под покровом парафиз появляются спорангии — овальные образования с недифференцированным внутренним содержимым. Самые крупные достигают 40 мкм. Слизистые утолщения на них отсутствуют. В этот момент в спорангиях имеется по одному покоящемуся ядру (Капеко, 1972). Продолжительность стадии II 8—10 дней (вторая-третья декады июля).

III — стадия созревания (рис. 1, III). Спороносная ткань приобретает четкие контуры, выглядит как нарост на слоевище толщиной до 0,5 мм. Парафизы образуют плотные возвышения над спорангиями, приобретают характерную булабовидную форму и размеры 100 мкм. Спорангии увеличиваются до 50 мкм. Слизистое утолщение появляется на самых крупных спорангиях. Происходит несколько делений ядра, одно из которых редуцированное, в результате чего образуются 32 ядра (Капеко, 1972). Вокруг образовавшихся ядер формируется содержимое спорангия. Спорангий представлен зернистым комплексом с размерами от 0,3 до 3 мкм. Продолжительность стадии 4—6 дней (первая-вторая декады августа).

IV — стадия зрелости (рис. 1, IV). Спороносная ткань хорошо выражена, покрывает всю пластину, достигает толщины 1 мм. Завершается рост спорангиев, размер их около 70 мкм. Слизистое утолщение появляется на всех спорангиях, его максимальная высота 10,6 мкм. Зооспо-

ры полностью сформированы, но еще не активны, при вскрытии спорангиев не выходят наружу. Продолжительность стадии 10—15 дней, в зависимости от условий может длиться до 30 дней (третья декада августа — первая-вторая декады сентября).

V — стадия выхода спор (рис. 1, V). Спороносная ткань максимально покрывает пластину. Спорангии имеют высоту 70—75 мкм, размер слизистого утолщения остается постоянным — 10,4 мкм. Оболочка спорангия растянута выпирающими поверхностями зрелых зооспор, которые активно выходят наружу при легкой подсушке пластины с последующим помещением в морскую воду. На срезе спороносной ткани спорангии распадаются, так как зрелая ткань сильно разрыхлена. Продолжительность стадии 10—15 дней (третья декада сентября — первая декада октября).

VI — стадия разрушения (рис. 1, VI). Спороносная ткань на пластине теряет свою ровную, блестящую поверхность, становится рыхлой, через нее во многих местах видны ткани самой пластины. Зооспоры вышли из спорангиев. На срезе спороносной ткани видны пустые спорангии или спорангии с несколькими невышедшими зооспорами и остаточным веществом, которое не пошло на образование зооспор. Хорошо просматривается форма парафиз (вторая-третья декады октября — ноября).

Ламинария обладает интеркалярным ростом, поэтому спорангии созревают разновременно: сначала у вершины пластины, а затем у основания. Довольно часто находящиеся рядом спорангии имеют разные стадии развития. Поэтому при характеристике спороносной ткани слоевища, требующейся при проведении оспорования посадочно-выростных субстратов для плантаций, целесообразно указывать преобладающую стадию развития спорангиев на слоевище (табл.)

Месяц	Преобладающая стадия развития	Высота спорангия со слизистым утолщением, мкм	Ширина спорангия, мкм	Месяц	Преобладающая стадия развития	Высота спорангия со слизистым утолщением, мкм	Ширина спорангия, мкм
Апрель	I	—	—	Сентябрь	V	60+10,4	10,5
Май	I—II	35	8,2	Октябрь	V	60+10,4	10,5
Июнь	I—II	40+7	8,8	Ноябрь	VI	60+10,4	10,5
Июль	II—III	47+10,4	9,6	Декабрь	VI	60+10,4	10,5
Август	III—IV—V	54+10,4	9,7				

Данные таблицы позволяют выделить период, когда слоевище ламинарии имеют наиболее зрелую спороносную ткань. Таким периодом является сентябрь — октябрь.

Сведений, специально посвященных изучению формы спорангиев, в отечественной и иностранной литературе не приводится. Некоторые авторы указывают на форму спорангиев в порядке отдельных замечаний. Так, Миабе (Miyabe, 1902) сообщает, что спорангии булавовидные; Гайл (1935) — яйцевидные; Сасаки, Иваи, Накадзима (1964) — для *Laminaria longissima* — веретенообразные. Ю. Петров отмечает, что все спорангии у ламинариевых имеют одинаковую эллипсовидную форму.

Между тем на завершающих этапах развития спороносной ткани форма спорангиев, по нашим данным, изменяется довольно значительно, в то же время она служит показателем жизнеспособности зооспор. Нами было выделено несколько форм спорангиев и определено их количественное соотношение.

Наиболее часто (60 % из 5000 просмотренных спорангиев) встречалась форма, названная нами «типичная» (рис. 2, 1). Эта форма большинством авторов называется «веретенновидная».

Кроме «типичной» встречаются спорангии с формой «цилиндрической» (20 %), «бобовидной» (10 %), «запятой» (3 %), «бочонковидной» (2 %), «цилиндр с перетяжкой сверху» (2 %), «неправильная» (1,5 %), «цилиндр с перетяжкой посередине» (1 %), «цилиндр с двумя перетяжками» (0,5 %) (см. рис. 2).

Формы «типичная», «цилиндрическая», «бобовидная», «бочонковидная» всегда образуют слизистое утолщение спорангия, нормально формируют зооспоры. Ко времени окончания формирования зооспор в этих спорангиях остаточного вещества мало или совсем нет. Зооспоры хорошо выражены в период массового спороношения, активно выходят из спорангиев после стимуляции и проявляют все стадии активности (см. ниже). Все эти формы спорангиев (92 %) мы отнесли к нормальным.

К аномальным формам отнесены: «цилиндр с верхней перетяжкой», «цилиндр с срединной перетяжкой», «неправильная», «запятая», «цилиндр с двумя перетяжками» (8 %). Созревание зооспор в таких спорангиях всегда отстает от созревания зооспор в спорангиях с нормальной формой примерно на 2—3 недели.

Слизистое утолщение на спорангиях с формой «цилиндр с перетяжкой посередине» образуется на 3—4 недели позже, чем у спорангиев с нормальной формой. После выхода зооспор в таких спорангиях остается очень много остаточного вещества и незрелых зооспор.

У форм «неправильная» и «цилиндр с двумя перетяжками» слизистое утолщение вообще не образуется, у форм «запятая» образуется редко. Спорангии с формой «неправильная» и «цилиндр с двумя перетяжками» никогда не достигает полного развития и не образуют качественных зооспор.

По данным Гайла (1935), зооспоры выходят через отверстие в верхней части спорангия общей массой, окруженной оболочкой, проскальзывая между парафизами и сквозь слизистый покров. По выходе из слоевища масса зооспор распадается на отдельные зооспоры. Другие авторы лишь указывают, что спорангии освобождаются от зооспор, но как это происходит не описывают.

Для установления путей выхода зооспор из спорангия в естественных условиях были просмотрены срезы спороносной ткани в шестой стадии развития, т. е. в то время, когда зооспоры уже покинули спорангии. Для изучения выхода зооспор при оспоривании искусственных субстратов просмотрены срезы спороносной ткани маточных слоевищ после оспоривания. Исследовались также срезы спороносной ткани незрелых слоевищ после стимуляции и последующего помещения в морскую воду.

На срезах спороносной ткани при естественном выходе зооспор у всех просмотренных спорангиев (всего около 1000), большинство которых оказалось уже пустыми, боковые стенки и слизистое утолщение были не нарушены, однако наблюдались спорангии с некоторым коли-

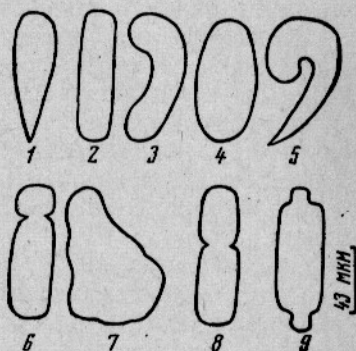


Рис. 2. Форма спорангиев:

1 — типичная; 2 — цилиндрическая; 3 — бобовидная; 4 — бочонковидная; 5 — запятая; 6 — цилиндр с верхней перетяжкой; 7 — неправильная; 8 — цилиндр с перетяжкой посередине; 9 — цилиндр с двумя перетяжками.

чеством зооспор на дне спорангия. При наблюдении за этими спорангиями было замечено, как зооспоры, оторвавшись от общей массы, проходили через весь спорангий к вершине — слизистому утолщению, выходили из него, причем наибольшее время пути — 3 мин приходилось на слизистое утолщение и 1,5 мин окружающей водной среды.

При просмотре срезов спороносной ткани у незрелых слоевищ (после стимуляции) большинство спорангиев оставались ненарушенными, но у небольшого числа были разорваны боковые стенки и слизистое утолщение. На срезах спороносной ткани маточных слоевищ после опоспорования 10% просмотренных спорангиев приходилось на спорангии с разорванными стенками и вершиной, 10% на спорангии с разорванным слизистым утолщением и 80% составляли спорангии с ненарушенными боковыми стенками и слизистым утолщением.

Полученные результаты позволяют судить о путях выхода зооспор из спорангиев: зрелые зооспоры выходят через проницаемое для них слизистое утолщение спорангия. При проведении опоспорования необходимо учитывать, что на субстраты попадает часть неактивных спор в результате разрыва стенок у незрелых спорангиев.

После выхода из спорангия зооспоры некоторое время активно движутся. О продолжительности их движения существуют различные мнения.

Канда (Kanda, 1936), например, отмечает, что большинство зооспор находится в активном состоянии в течение 5 ч, затем оседает и прикрепляется; некоторые зооспоры находятся в движении до 48 ч. По мнению Цзен Чен-куй, минимальное время, которое требуется зооспоре для прикрепления к субстрату от момента выхода и до оседания, составляет 4—6 ч.

По данным Хасегавы (Hasegawa, 1962), зооспоры самостоятельно могут преодолеть расстояние в 3,5 м.

О форме траекторий движения, степени его активности и изменений во времени в литературе сведений не имеется. У многих авторов по этому поводу имеются лишь сообщения, указывающие на большую активность зооспор в первые часы движения.

Нами проведены многочисленные наблюдения за характером движения зооспор от момента выхода из спорангия до прикрепления. При этом выделено 5 этапов степени активности и траекторий их движения (рис. 3):

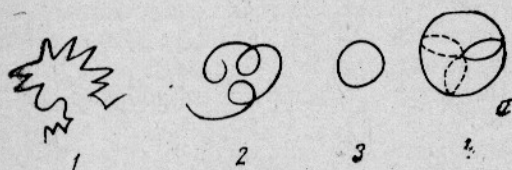


Рис. 3. Траектории движения спор:

1 — хаотичное движение; 2 — по кривой, приближенной к окружности; 3 — по окружности; 4 — вращательное движение заостренным концом вокруг неподвижного притупленного; а — спора.

1 — зооспора движется беспорядочно, весьма активно, хаотично, линейно и по кривой; такое поведение продолжается 8 ч;

2 — зооспора движется по кривой, приближенной к окружности. Движение менее активное 6 ч;

3 — зооспора описывает окружность одного диаметра от 20 до 90 оборотов в минуту — 6 ч;

4 — зооспора совершает вращательное (заостренным

концом вокруг неподвижного притупленного) и колебательные движения. Скорость движения зооспоры снижается до 5—20 оборотов в минуту. Такой тип движения продолжается около 8 ч;

затем спора прикрепляется к субстрату и округляется.

Общая продолжительность нахождения спор в активном состоянии

составляла 28 ч. Температура воды в это время колебалась от 13°C днем и до 2°C ночью.

Описанные особенности движения и активность зооспор были характерны для зрелых зооспор с вполне зрелыми маточными слоевищами.

Кроме этих случаев нами наблюдались иные картины активности зооспор по выходе из спорангиев. В частности, наблюдались движения, начинаемые или со второго, или с третьего этапов, а в некоторых случаях даже с четвертого этапа. По нашему мнению, эти отклонения активности и формы движения были связаны с поведением недоразвитых зооспор, полученных в результате принудительного стимулирования их выхода, так как при стимуляции слоевищ, т. е. подсушивания их в определенных условиях, а затем помещении в морскую воду, происходит разрыв стенок у всех спорангиев — зрелых и незрелых — в частности, у спорангиев с «неправильной» формой, которые никогда не завершают своего развития и не дают качественных зооспор. Особенно характерен случай, когда в сентябре на рыбозаводе «Каменский» маточные слоевища стимулировались в течение 24 ч вместо оптимальной продолжительности 4—6 ч. Вышедшие из спорангиев зооспоры начали движение с 4-го этапа. Совершенно очевидно, что эти маточные слоевища были незрелыми.

Выводы

1. Отбор маточных слоевищ для оспаривания посадочно-выростных субстратов для промышленных плантаций должен проводиться с особой тщательностью, с обязательным учетом степени зрелости зооспор.
2. Доброкачественными могут считаться маточные слоевища с репродуктивной тканью, в которой спорангии имеют размеры 70—75 мкм, в подавляющем большинстве нормальную форму.
3. Зооспоры должны быть активными и проходить все 5 этапов степени активности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Гайл Г. И. Цикл развития и динамика зарослей японской ламинарии. — Труды ДВФАН СССР, 1935, с. 275—286.
- Петров Ю. Е. Ламинариевые и фукусовые водоросли морей СССР. — Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук, 1975, 53 с.
- Сарочан В. Ф. Биология японской ламинарии у юго-западного побережья Сахалина. — Известия ТИНРО, 1963, т. 59, с. 115—136.
- Сасаки, Иваи, Накадзима. Изучение цикла развития *Laminaria longissima*. — Хокуси Гэппо, 1964, 21; 2, с. 60—76 (япон. яз.).
- Цзен Чен-куй, Чжао Юань. Разведение морской капусты и связанные с этим проблемы. — Ботанический журнал. 1956, 41; 2, с. 182—192.
- Abe, K. Mitosen in Sporangium von *Laminaria Japonica*. Aresh. Sci. Rep Imp. Univ. Biol. 1969, 14, 4:372—329.
- Hasegawa, E. An ecological study of *Laminaria angustata* Kjellman on the coast of Hidaha Prov. Hokkaido. Bull. Hokk. Reg. Fish. Res. Lab., 1963, 24, p. 116—138.
- Kanda, T. On the Gametofytes of some Japanese species of Laminariales. Sci. Pap. of the Ins. of Algal. Res. Fac., Sci. Hokkaido Imp. Univ. 1936, 1, 2, p. 580—594.
- Kaneko, T. Sporogenesis in *Laminaria japonica* var. *ochotensis* Okamura. Sci. Rep. Hokkaido Fish. Exper. Stat. 1972, 21, 2, p. 45—49.
- Miyabe, K. On the Laminariaceae of Hokkaido. Sapporo, Agr. Coll. Jap., 1902. 1, p. 50—291.
- Nishibayashii, T., S. Inoh. The development of Zoosporangium and the formation of zoospores in *Laminaria angustata* Kjellman. Bot. Mag. Tokyo, 1956, 69, p. 501—520.
- Ohmori, T. Morphogenetical studies on Laminariales. Biol. J. Okayama Univ., 1967, 13, p. 28—84.

SUMMARY

The tentative results of observations on the development of the reproductive tissue in *Laminaria japonica* off Primorye are shown. The observations were made in three farms under different ecological conditions. It is concluded that thalluses for spreading spores on the stocking-rearing substrate of the plantations should be collected when the form of sporangium is normal and its size ranges from 70 to 75 mkm in the reproductive tissue. Sporozooids should be active and with accomplished all five stages of the activity.

УДК 639.2.371.2:639.3.032

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕРИЛЬНЫХ ГИБРИДОВ В ОСЕТРОВОДСТВЕ

Е. В. Серебрякова (ВНИРО)

В настоящее время широкое распространение получило товарное осетроводство, основным объектом выращивания которого является бестер — гибрид белуги со стерлядью. Из-за близкого генетического сходства скрещиваемых видов этот межродовой гибрид оказался плодовитым, поэтому появилась опасность возникновения гибридной интрогрессии при попадании бестера в естественные водоемы с сохранившимся нерестом осетровых.

Кариологическое изучение осетровых рыб показало, что кроме бестера могут быть плодовитыми и гибриды от скрещивания между собой белуги, севрюги, шипа, стерляди; при скрещивании этих видов с русским, амурским и сибирским осетрами гибриды бесплодны из-за значительных различий в числе хромосом (Burtzev, Nikoljukin, Serebryakova, 1976).

Об эффективности выращивания гибридов от разнохромосомных скрещиваний осетра со стерлядью, белугой и севрюгой писал Н. И. Николюкин, исходя из теоретических предпосылок о более раннем приобретении гибридами хозяйственно ценных качеств, в частности, вкусовых, и более высокой приспособляемости их к несвойственным для проходных осетровых рыб условиям.

В результате гистологического и цитологического анализа гаметогенеза у гибрида осетра со стерлядью были обнаружены нарушения в развитии половых желез (Семеновская, 1957; Бурцев, 1962; Серебрякова, 1964). Однако отмечены единичные экземпляры половозрелых гибридов осетра со стерлядью в естественных условиях и при искусственном выращивании (Аристовская, Лукин, 1948; Николюкин, 1954; Строганов, 1959), что послужило причиной для более подробного цитологического анализа эмбриогенеза первого поколения гибридов осетра со стерлядью, белугой и возвратного гибрида стерлядь $\times$ (стерлядь $\times$ осетр), чтобы установить возможность получения от них потомства и определить его жизнеспособность.

Экспериментальные скрещивания (F_1) проводили на Рогожкинском рыбозаводе. Возвратные гибриды были получены в Аксайском рыбопитомнике. Икру инкубировали в аппаратах Ющенко, разделенных на секции сетчатыми перегородками, и в чашках Петри; мальков выращивали в лотках и аквариумах.

Гибридные формы оценивали по цитологическим показателям, соотношению нормальных и аберрантных митозов; по величине выживания в эмбриогенезе и личиночных стадиях.

Кариотипы всех исследованных гибридов содержат гаплоидные наборы хромосом обоих родителей. По определению кариотипов на стадии бластулы число хромосом у стерляди в модальном выражении равно 60; у осетров — 120—130; у гибридов — 90—96. Точно определить даже моду на давленных препаратах чрезвычайно трудно из-за широкой вариабельности мелких акроцентрических хромосом. Вероятно, числа хромосом несколько занижены, так как при отборе пластинок для исследования прежде всего учитывали стабильность числа крупных и средних хромосом, считая большее число микрохромосом на некоторых пластинках результатом их поломки при приготовлении препарата.

При изучении колхицинированных эпителиальных клеток у сеголетков установлено увеличение числа мелких акроцентриков: модальные числа хромосом у русского осетра колебались от 190 до 200; у стерляди от 105 до 112, числа крупных и средних метацентриков были относительно постоянными и примерно одинаковыми как в эмбриональных клетках, так и в эпителиальных (Burtzev, Nikoljukin, Serebrjakova, 1976).

В определениях обоими методами числа хромосом у исследованных гибридов (осетра со стерлядью) равнялись среднеарифметическому от чисел хромосом родителей.

Результаты анализа поведения хромосом и выживаемости гибридных форм представлены в табл. 1 и 2. Все скрещивания, в том числе контрольные, были проведены в двух повторностях. В таблицах приведены осредненные данные, так как показатели повторных скрещиваний статистически не отличались от начальных.

Первые поколения гибридов во всех вариантах скрещиваний очень близки между собой и немного отличаются от родительских видов (статистически неразличимы).

Как правило, для чистых видов характерна высокая выживаемость и отсутствие серьезных цитологических и морфологических нарушений. Обычно при клеточном делении наблюдалось не более 5—10% аберраций (см. табл. 1), причем только отставание отдельных хромосом (см. табл. 2).

Для гибридов характерно большее разнообразие митотических нарушений. Иногда несколько хромосом расположено вне метафазной пластинки, наблюдается небольшое число мостов и 3—5 полюсных

Таблица 1

Распределение эмбрионов по частоте митотических нарушений и показателей выживания у гибридов белуги с осетром и стерляди с осетром ($F_1 F_{\text{в}}$)

Вид или гибридная форма	Количество икринок, % к исследованным (20 шт.)						Оплодотворение икры, %	Число уродли- вых эмбрионов перед выкле- вом		Выживание эмбрионов
	без мито- тических аномалий	с частотой митотических аномалий						„лег- ких“	„тяже- лых“	
		1—5	5—10	10—20	20—30	30—100				
Белуга	62,0	38,0	—	—	—	—	91,9	6,9	—	63,0
Осетр	50,0	45,0	5,0	—	—	—	92,8	10,4	—	66,8
Стерлядь	65,0	35,0	—	—	—	—	97,2	12,05	—	66,2
Осетр × белуга	40,0	29,5	20,5	10,0	—	—	84,6	9,4	—	53,7
Стерлядь × осетр	25,0	40,0	20,0	12,5	2,5	—	98,0	10,7	—	50,1
Осетр × стерлядь	35,8	36,45	10,0	15,25	2,5	—	88,8	19,0	4,8	60,8
Стерлядь × (стер- лядь × осетр)	—	12,5	12,5	22,5	15,0	37,5	86,0	10,6	74,4	8,7

Соотношение типов митотических нарушений в эмбрионах гибридов
разнохромосомных родителей

Вид или гибридная форма	Число исследованных клеток	Количество aberrантных		Тип aberrации			
		шт.	%	отставания хромосом	хромосомы вне пластинки	мосты	3-5-полярные митозы
Белуга	638	12	1,88	100	—	—	—
Осетр	583	27	4,8	100	—	—	—
Стерлядь	493	8	1,5	100	—	—	—
Осетр × белуга	392	38	9,9	73,4	20,0	—	6,6
Осетр × стерлядь	567	45	7,93	58,0	28,6	9,0	4,4
Стерлядь × осетр	598	45	7,6	48,8	33,5	6,6	11,1
Стерлядь × (стерлядь × осетр)	1100	236	21,4	41,9	8,2	24,1	25,8

митозов. Однако количество aberrаций в единичных эмбрионах не превышало 20%, а основную массу составляли либо нормальные икринки, либо с незначительными нарушениями.

По количеству оплодотворенной икры особи гибридных скрещиваний не отличались от контрольных. Тяжелые уроды (в основном с деформацией туловищного отдела) встречались только у гибрида осетра со стерлядью (4,8%).

Таким образом, кариотипические различия скрещиваемых видов незначительно повлияли на эмбриональное развитие и жизнеспособность F_1 , но привели к их бесплодию. Из нескольких десятков гибридов осетра со стерлядью и белугой, выращенных в прудах до 10—25-летнего возраста, плодовитым оказался один самец (стерлядь × осетр), который несколько сезонов подряд после гипофизарных инъекций давал текущие молоки. Оплодотворение его молоками икры стерляди в 1967, 1969 и 1972 гг. давало очень низкие результаты: выживание эмбрионов до выклева обычно не превышало 5—10%, несмотря на достаточно высокий процент оплодотворения (86%).

Изучение стерляди и гибридов F_v показало, что нарушения в развитии начинались у F_v — стерлядь × (стерлядь × осетр) после прохождения гастрюляции. Во всех повторностях завершали гастрюляцию только около 40% эмбрионов.

В контроле нормально развивалось 85% икры. Перед выклевом различия в развитии опытных и контрольных эмбрионов выразились еще более четко: у гибрида стерлядь × (стерлядь × осетр) отмечалось 74,4% тяжелых уродов. Слабая жизнеспособность гибрида появилась и на стадий выклева. В обеих повторностях количество выклюнувшихся эмбрионов F_v было очень низким — до 8,7%, у стерляди достаточно высоким (66,2%), у F_1 — 50,1% (см. табл. 1). Количество выживших личинок F_v после их перехода на активное питание по отношению к числу посаженных составило лишь 4,25%.

По цитологическим показателям этот гибрид значительно отличался от контроля и F_v — количество хромосом в blastomeres — колебалось от 27 до 123. Все эмбрионы были мозаичны, некоторые содержали большое количество гаплоидных и полиплоидных клеток, но эмбрионов, содержащих только клетки кратной ploидности, не обнаружено. Для всех икринок характерно большое количество самых разнообразных анафазно-телофазных aberrаций. Большая часть эмбрионов содержала грубые многочисленные нарушения — мосты, мультиполярные веретена (см. табл. 2).

Таким образом, очевидно, что спермии гибрида стерлядь $\times$ осетр, хотя и были жизнеспособны, обладали высокой подвижностью и обеспечивали довольно высокий процент оплодотворения икры, несли в себе дефектную генетическую информацию, ставшую причиной полной гибели эмбрионов.

Случайная вспышка сперматогенеза, проходившая с самыми разнообразными абберациями и только с 7,1 нормальными мейотическими анафазами, позволяет говорить лишь о частичной фертильности гибридов осетра со стерлядью.

По литературным данным, самцы в IV стадии зрелости встречались в незначительном количестве только среди волжских гибридов (Дюжинов, 1959; Бурцев, 1967); более 90% самок от общего числа исследованных были стерильны; основная масса половых клеток претерпевала пикнотическую дегенерацию на разных фазах синаптенного пути (Персов, 1954; Семеновская, 1957; Бурцев, 1962).

Нарушения на ранних стадиях развития гонад наблюдали и у естественных гибридов осетра с севрюгой и шипом (Бурцев, 1967).

Мы не располагаем данными о плодовитости естественных гибридов осетра с белугой; пять исследованных 11—15 годовалых прудовых экземпляров были полностью стерильны, наблюдалось полное жировое перерождение генеративной части гонад (Бурцев, 1967).

Таким образом, гибриды разнохромосомных видов осетровых рыб стерильны и в этом их преимущество, так как не исключается их выращивание в естественных водоемах совместно с родительскими видами.

Можно рекомендовать их для выращивания в морских садках в районах, запретных для содержания плодovитого бестера.

Гибриды осетра со стерлядью, белугой и севрюгой были рекомендованы Н. И. Николюкиным как быстрорастущие, жизнестойкие формы для промышленного выращивания с тем, чтобы получать в два вегетационных периода высококачественную товарную рыбу.

Средняя масса годовиков гибрида осетра со стерлядью достигает 109,6 г при максимуме 150 г, осетра — значительно ниже — 47,2 г (Николюкин, 1972).

Аквариумное и прудовое выращивание обеих реципрокных форм белуги с осетром показало преимущество гибрида осетр $\times$ белуга. Он более жизнестоек и отличается более интенсивным ростом. Годовики его достигали 117,6 г, тогда как масса осетров не превышала 54 г (Тимофеева, Шпилевская, 1954).

Об успешном выращивании гибрида осетра с севрюгой писал Н. И. Бизяев (1949). Темп роста гибрида был выше, чем у выращиваемых вместе с ним родительских видов, кроме того, он оказался более жизнеспособным.

Гибриды разнохромосомных видов осетровых интересны еще и тем, что благодаря большому количеству хромосом имеют и большие возможности генной комбинаторики. Подобные скрещивания могут быть более успешными из-за относительно малого значения возможных нарушений в отдельных хромосомах.

Выводы

1. Гистологическое и цитологическое исследование половых желез гибридов осетра со стерлядью и белугой, выращиваемых в прудах до 20-летнего возраста, позволило выявить значительные нарушения в развитии их гонад. Потомство от единственного созревшего самца гибрида стерлядь $\times$ осетр было нежизнеспособным. Полученные данные свиде-

тельствуют о стерильности этих гибридных форм, и поэтому опасность интрогрессии при попадании их в естественные водоемы с сохранившимся естественным нерестом осетровых исключается.

2. Попытки получить жизнеспособное потомство от инъектированных самцов естественных гибридов осетра со стерлядью оказались неудачными, однако обнаружение единичных зрелых самок заставляет экспериментально проверить их способность давать жизнеспособное потомство при возвратных скрещиваниях с самцами исходных видов.

3. По литературным данным преимущество гибридов разнохромосомных скрещиваний при выращивании в искусственных условиях очевидно, но для рекомендации их в промышленное производство необходимы дополнительные экспериментальные данные по темпу их роста и жизнестойкости сравнительно с родительскими видами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Аристовская Г. В., Лукин А. В. Осетр Средней Волги. — Труды Татарского отделения ВНИИ речного рыбного хозяйства, 1948, вып. 3, с. 67—72.

Бизяев И. Н. Опыт выращивания осетрово-севрюжьих гибридов в пруду. — Рыбное хозяйство, 1949, № 10, с. 42—43.

Бурцев И. А. О воспроизводительной способности гибрида осетра со стерлядью. — ДАН СССР, 1962, 144, № 6, с. 1377—1379.

Бурцев И. А. Некоторые данные по гаметогенезу гибридов осетровых рыб. — Труды ЦНИОРХ, 1967, 6, т. 1, с. 252—257.

Дюжиков А. Г. О естественной гибридизации рыб на Волге. — ДАН СССР, 1959, т. 129, № 1, с. 194—197.

Николюкин Н. И. Отдаленная гибридизация рыб. — М.: Пищевая промышленность, 1972.—335 с.

Персов Г. М. Выступление в прениях. — Труды совещания по проблеме акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных, 1954, вып. 3, М., Изд-во АН СССР, с. 183.

Семеновская К. С. О половых железах гибрида между осетром и стерлядью в связи с вопросом о его способности к размножению. — ДАН СССР, т. 114, № 1, 1957, с. 229—231.

Серебрякова Е. В. Изучение хромосомных комплексов в цитологии сперматогенеза гибридов осетровых рыб. — Известия ГосНИОРХ, 1964, т. 57, с. 279—285.

Строганов Н. С. Опыты выращивания и акклиматизации осетровых рыб в прудах. — Бюллетень научно-технической информации Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции, 1959, № 3, с. 15—25.

Тимофеева Н. А., Шпилевская Г. В. Гибридизация белуги с осетром. — Труды Саратовского отделения Каспийского филиала ВНИРО, 1954, т. 3, с. 83—99.

Burtz'ev, I. A., N. I. Nikoljukin, E. V. Serebryakova. Karyology of the Acipenseridae family in relation to the hybridization and taxonomy problems. Ichthyologia, 1976, v. 8, No. 1, p. 27—34.

An opportunity of using sterile hybrids in sturgeon culture

Serebryakova E. V.

SUMMARY

The caryologic study of sturgeon has revealed that hybrids obtained as a result of interbreeding between giant sturgeon, sterlet, stellate sturgeon and ship sturgeon may be fertile whereas hybrids resulted from crossing the above-mentioned species with Russian, Amur and Siberian sturgeon are always sterile because of genome differences between two groups of species.

In hybrids obtained from interbreeding of sturgeon fish with different amount of chromosomes the development of the reproduction system is disturbed. The investigation of embryogenesis of hybrids (sturgeon × sterlet F_1 and F_2) revealed that the hybrid sperm was genetically defective. The development of the return hybrid was different from that of the first generation and parental species in the incubation and larval period, i. e. rough numerous chromosome anomalies and almost all larvae of the return hybrid were dead.

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГОРБУШИ В НЕКОТОРЫХ РЕКАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

В. С. Агапов (ВНИРО)

В 1955 г. М. С. Лазаревым и А. И. Смирновым было предложено акклиматизировать горбушу (*Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.)) в бассейне Белого и Баренцева морей, для чего с 1956 г. на рыбоводные заводы Кольского полуострова завозили икру с Дальнего Востока на стадии глазка, подращивали и выпускали молодь в естественные водоемы. Возврат производителей в реки Кольского полуострова в 1960 г. и скат молоди весной 1961 г. подтвердил возможность нагула и естественного размножения горбуши в новом ареале. С этого времени численность формирующегося стада независимо от количества выпускаемой заводами молоди значительно колебалась (Кудерский, Бакштанский и др., 1967). В последние годы наметилась тенденция к стабилизации относительно большого по местным масштабам возврата производителей в нечетные годы. А в 1975 г. возврат был обеспечен в основном естественным нерестом и в меньшей степени заводским воспроизводством местных производителей (табл. 1).

Известно, что возможность акклиматизации определяется совокупностью абиотических и биотических факторов, которые особенно сильно воздействуют на моноциклические виды. Неблагоприятные условия одного года могут снизить численность горбуши. К таким условиям на Кольском полуострове относятся: быстрое снижение температуры воды в период нереста и начала эмбрионального развития икры (сентябрь—ноябрь), вызывающие ее гибель (Азбелев, Яковлев, 1963; Мунтян, 1963; Персов, 1963; Кудерский и др., 1967; Смирнов, 1971, 1975), выедание молоди хищными рыбами (Бакштанский, 1963, 1964; Кудерский и др., 1967) и неблагоприятные условия нагула в море (Азбелев, Яковенко, 1963). Кроме того, на численность стада производителей в водоеме вселения влияет рассредоточение и освоение горбушей нового ареала — горбуша меньше, чем другие лососевые, привязана к родным рекам (Азбелев, Яковенко, 1963). Численность формирующейся популяции зависит также от наличия нерестилищ и от их качества (Смирнов, 1971). Реки Терского побережья сходны с реками, в которых нерестует горбуша на Дальнем Востоке; отмечены обширные нерестовые участки в бассейнах рек Поноя, Варзуги, Умбы (Азбелев, 1960; Хузин, Яковенко, 1960; Шустер, 1960).

В 1974 г. начато изучение естественного воспроизводства горбуши в реках Терского побережья Кольского полуострова¹: наблюдения за гидрологическими условиями рек, скатом молоди, заходом производителей, сбор сведений по уловам морских неводов рыболовного колхоза «Волна» на побережье Белого моря в районе устья р. Чапома, определение площади числа и изучение качества нерестилищ.

Для изучения гидрологического режима в 1974—1977 гг. использовали данные наблюдений гидрометеопоста. В 1975 г. по площади, глубинам, скоростям течения воды и характеру грунта определены возможные нерестилища; в середине сентября после окончания нереста

¹ В состав группы входили сотрудники лаборатории морской аквакультуры ВНИРО Н. Б. Маркевич, М. А. Кунин, М. М. Иващин и студенты-практиканты Астраханского рыбвтуза, которых автор благодарит за участие в сборе и обработке материала в 1975—1977 гг.

Уловы горбуши¹ в Баренцевом и Белом

Побережье моря	Годы выпуска молоди						
	1959 1960	1960 1961	1961 1962	1962 1963	1963 1964	1964 1965	1965 1966
	Количество выпускаемой						
	15,3	14,4	10,4	34,5	23,7	35,9	0
Баренцева от р. Печенги до р. Иоканьги	2 722	1297	111	17	280	14 723	—
Белого от р. Поной до р. Типановка	69 913	548	20	20	1147	29 512	—
Всего по Мурманской обл.	72 635	1845	131	37	1427	44 235	10

¹ Включая уловы в морских тонях, рыбоучетных заграждениях, речных неводах.

горбуши подсчитано число гнезд по всей реке. Аналогичная работа проделана в 1977 г.

Анализ грунтов проводили по методике В. Я. Леванидова (1968).

Для выявления выхода ключевых и грунтовых вод на нерестилищах при помощи электротермометра определяли разницу температур руслового и подруслового (в грунте на глубине 20—30 см) потоков. По методу, разработанному во время исследований на р. Чапома в 1976 г., провели оценку нерестовых площадей других рек Терского побережья.

Для учета скатывающейся молоди на разрезе реки с промеренными глубинами ниже обнаруженных гнезд устанавливали прямоугольные мальковые уловители площадью сечения 50×100 см. Определяли количество скатившейся молоди (пересчетом пойманных в ловушку за сутки мальков на все сечение реки).

Заходящих на нерест производителей учитывали при помощи сетного рыбоучетного заграждения с ловушкой системы Мищенко. Проводили биологический анализ покатников, а также производителей из морских уловов рыболовецкого колхоза «Волна» и заходящих в реку.

Реки Терского побережья Кольского полуострова характеризуются устойчивой зимней меженью, длящейся с ноября (момент ледостава) до конца апреля — начала мая (вскрытие рек). Во время весеннего таяния снега уровень резко поднимается, а затем по мере осушения площади водосбора в зависимости от количества осадков и температуры — снижается (летняя межень). Осенний паводок, как правило, ниже весеннего и зависит от количества выпавших осадков. От осеннего ледостава до весеннего паводка температура воды близка к 0°C, а летом повышается до 20—25°C (рис. 1).

Эффективность естественного воспроизводства зависит от термического режима рек (Смирнов, 1971, 1975; Азбелев, Яковенко, 1963; и др.). Среднемесячная температура во время ската, нереста и начала развития икры в р. Чапома сравнима с температурой воды в дальневосточных реках Мы и Тауй (табл. 2).

Но в Чапоме и других реках Кольского полуострова температура воды в октябре резко падает (в период начала развития икры от позднего нереста (5—15 сентября)).

Работы 1975—1976 гг. позволили определить площадь возможных нерестилищ и их вместимость (табл. 3).

Фракционный состав грунтов на нерестилищах рек Чапома и Югина и рек Дальнего Востока мало различается (рис. 2): фракции до 0,1 мм, способствующие заилению нерестилищ, составляют для Кольских рек 2,7% (Чапома), 3,20 (Югина), для дальневосточных рек

и возврата производителей

1966 1967	1967 1968	1968 1969	1969 1970	1970 1971	1971 1972	1972 1973	1973 1974	1974 1975	1975 1976	1976 1977
МОЛОДИ, МЛН. ШТ.										
0	0	5,4	6,5	7,4	4,0	4,2	3,5	0,94	2,0	4,7
1098	—	72	151	6 125	341	13 120	673	31 538	1742	—
1326	—	63	247	19 893	1400	130 527	9268	75 707	1861	—
2424	5	135	425	26 018	1741	143 637	9941	107 245	3603	187 736

11,6% (Хор), 10,6 (Курилка), 14,3% (Оля) (Леванидов, 1968; Чупахин, 1975); для сахалинских рек 14,7% (Рухлов, 1969), но здесь возрастает доля мелкого (0,1—0,5 см) и крупного (0,5—1,0 см) песка.

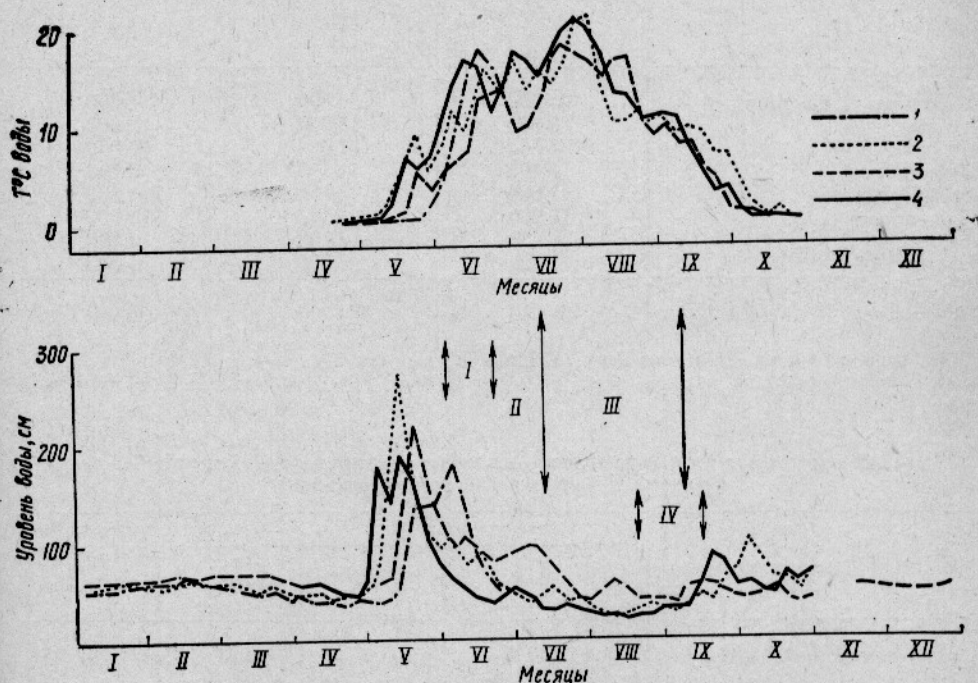


Рис. 1. Гидрологический режим реки Чапома;
(1—1974 г.; 2—1975 г.; 3—1976 г.; 4—1977 г.):

I — скат; II — летний паводок; III — заход производителей; IV — нерест.

В отличие от Дальнего Востока, где наблюдаются выходы грунто-вых и ключевых вод на нерестилищах горбуши (Леванидов, 1968), в реках Чапома, Югина и Снежница их не обнаружено.

Несмотря на сходные условия нереста (температура воды, уровень и скорости течения воды) в реках Чапома и Курилка, в Чапоне обнаружено всего 223 гнезда в 1975 г. и 39 — в 1977 г., т. е. плотность заполнения нерестилищ в сотни раз меньше, чем на Дальнем Востоке (табл. 4).

Таблица 2

Среднемесячная температура воды в ЧапOME (данные гидропоста)
и реках Мы (данные Стрекаловой) и Тауйе (данные Луниной)

Месяц	ЧапОма				Мы	Тауй
	1975	1976	1977	Средняя	1952	1961—1962
Май	3,9	1,7	3,5	3,0	1,2	3,2
Июнь	11,2	8,3	13,4	8,3	7,1	7,8
Июль	15,6	13,7	17,4	15,5	9,3	10,7
Август	12,6	12,5	13,1	12,7	12,4	11,2
Сентябрь	8,5	6,0	6,4	7,3	8,8	8,1
Октябрь	1,2	0,3	0,4	0,6	3,9	4,0

Таблица 3

Фонд нерестовых площадей рек Терского побережья Кольского полуострова
и возможные уровни их заполнения производителями горбуши (самки : самцы —
1 : 1,5; нерестовая площадь на одну самку 1,2 и 2,5 м²)

Река	Общая площадь, пригодная для нереста, м ²	Число производителей на площадь, м ²	
		1,2	2,5
Стрельна (с притоками)	101 000	230 000	108 000
Югина	8 700	18 000	9 000
ЧапОма	37 500	77 600	37 500
Пялица	5 400	11 100	5 400
Усть-Пялка	1 500	3 100	1 500
Пулоньга	11 200	23 200	11 500
Бабыя	1 750	3 700	1 800
Снежница	1 500	3 000	1 500
Всего	168 550	369 000	176 200

Примечание. Реки Большая и Малая Кумжевая, Лиходеевка, Глубокая и Сосновка непригодны для нереста горбуши из-за непроходимых водопадов в приустьевой зоне.

Таблица 4

Условия нереста горбуши (числитель — колебания, знаменатель — среднее) в реках
ЧапОма и Курилка (август — сентябрь)

Показатели	ЧапОма (наши данные)		Курилка (Чупахин, 1975)	
	1975 г.	1977 г.	1970 г.	1971 г.
Число нерестовавших самок	0,5	0,1	140	92
Температура воды, °C	12,3—7,4	11,9—6,5	8,1—13,8	6,2—11,2
	9,8	10,2	12,2	10,4
Скорость течения, см/сек	15—43	—	18—103	19—94
	28**		51	47
Уровень воды в реке в см от условного нуля *	26—45	34—58	36,4—76,0	58,4—80,1
	32,2	36,9	43,2	70,2

* Изменения уровня воды в ЧапОме приняты по данным гидропоста, глубины на нерестилищах во время нереста колебались в пределах 30—80 см.

** Средняя скорость течения воды на нерестилищах в ЧапОме меньше, чем в Курилке, однако мы измеряли скорость в 5 см от поверхности бугра, тогда как скорость верхних слоев воды была значительно выше (до 0,9—1,0 м/сек); что сопоставимо с данными Чупахина.

По нашим наблюдениям, в 1974—1975 гг. скат молоди горбуши начинается в первых числах июня, пик приходится на 10—15 июня и заканчивается в последней декаде июня (рис. 3). В 1974 г. наблюдения за скатом были начаты с опозданием, однако, по данным ПИНРО и Мурманрыбвода, скат начался также в первых числах июня.

При изменении интенсивности ската изменяются средние размеры покатников, соответствующие размерам покатников Дальнего Востока (табл. 5).

Таблица 5

Размеры покатной молоди горбуши (числитель — колебания, знаменатель — среднее) из разных рек (Енютина, 1955)

Чапома (наши данные)			Амгунь			Иски		Мы	
год	n	размеры, см	год	n	размеры, см	n	размеры, см	n	размеры, см
1974	332	3,23—3,42	1951	1000	2,9—3,7	385	3,1—4,0	110	2,5—3,6
		3,36			3,30		3,40		3,22
1975	699	2,6—3,5	1952	700	3,2—3,7	400	2,9—3,7	545	2,7—4,2
		3,29			3,37		3,29		3,28
1976	699	3,1—3,48	1954	130	2,8—3,5	257	2,7—3,6	65	2,9—4,3
		3,30			3,17		3,03		3,37

Общий скат, по нашим расчетам, составил: в 1974 г. 5,5 тыс., в 1975 0,2 тыс., в 1976 г. 19,2 тыс. шт. молоди горбуши, в 1977 г. ската не наблюдалось. Исходя из средней абсолютной плодовитости самок горбуши, зашедших на нерест в 1975 г. (1900 икр.) и числа обнаруженных бугров (223), число отложенных икринок должно составлять 423 700. Отсюда коэффициент ската от нереста 1975 г. будет равен 4,5%. В разные годы он колебался от 6,9 до 54% для горбуши западного побережья Северной Америки (Foerster 1975), от 42,2 до 58% для амурской горбуши (Стрекалова, 1953) и в среднем 55,9% для сахалинской горбуши (Канидьев, 1967). Наши данные наиболее близки к результатам Форстера для горбуши, нерестящейся в ручье Порт-Джон.

Из анализов уловов рыболовецкого колхоза «Волна» видно, что первые производители на нерест, появляются, как правило, в последней декаде июня, наибольшие уловы наблюдаются в июле, к середине августа попадаются единичные экземпляры.

В течение морского хода горбуши можно выделить несколько повторяющихся из года в год пиков. В нечетные годы основную массу горбуши вылавливают до 15 июля, а в четные — в более поздние сроки. Так же как и при скате, во время морского хода наблюдаются изменения в массовом составе рыб (рис. 4).

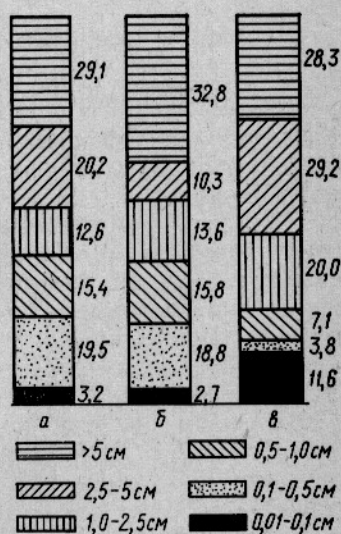


Рис. 2. Фракционный состав грунтов (в %) в реках Чапома (а), Югина (б) и Хор (в).

Динамика морских уловов соответствует заходу производителей в реку и скату молоди на следующий год (рис. 5); можно предположить, что эти закономерности в морском ходе, заходе в реку и динамике ската молоди связаны с наличием различных групп производителей и объясняются, очевидно, растянутостью сроков нереста. Наличие аналогичных групп отмечает для Дальнего Востока С. П. Воловик (1968). Для проверки этого предположения требуется дополнительный анализ био-

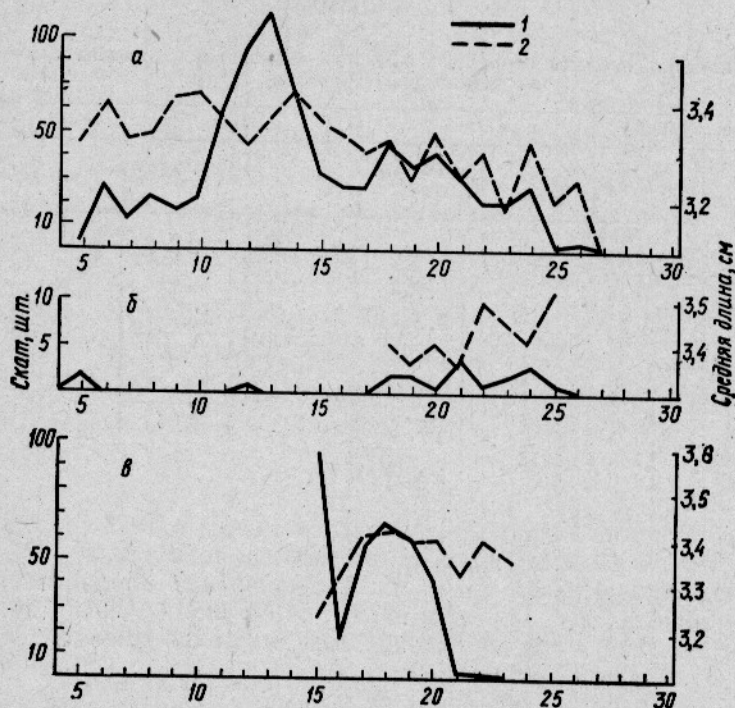


Рис. 5. Скат молоди (1) горбуши в июне в реке Чапому и ее средние размеры (2):
а — 1976 г., $n = 699$ шт.; б — 1975 г., $n = 29$ шт., в — 1974 г., $n = 640$ шт.

логических показателей производителей и покатинок. При этом ежегодный выпуск дальневосточной молоди затрудняет получение окончательных выводов.

Начало и время захода производителей в реку не соответствует морскому ходу, так как, по-видимому, связано с некоторыми абиотическими факторами. По нашим наблюдениям, заход начинается после незначительных дождевых паводков в 5—15 числах июня, освобождающих реку от низшей водной растительности и скопившегося мусора. В 1977 г. наблюдался незначительный подъем уровня и затяжная устойчивая межень (см. рис. 1).

Вероятно, по этой причине фактический заход производителей в Чапому в 1977 г. не соответствовал предполагаемому (по 1975 г.), хотя морские уловы при тех же промысловых условиях остались на уровне 1975 г.

Возврат горбуши в Чапому (в % от скатившейся молоди) составил: в 1975 г. 4,64, в 1976 г. 12,5, в 1977 г. 0,67. По всей вероятности, величина 12,5% завышена, так как в 1975 г. скатилось всего 200 шт. молоди, а возврат в 1976 г. мог быть обеспечен выпуском молоди с Умбского рыбоводного завода.

В естественном ареале возврат горбуши колеблется в тех же пределах: от 0,29 до 11,32% в ручей Порт-Джон (Foerster, 1975) и от 0,5 до 12,5% в Амур (Леванидов, 1964).

Отсутствие выходов ключевых вод на нерестилищах, вероятно является одной из причин, препятствующих акклиматизации кеты, нерестящейся на участках выходов ключевых вод в изученном районе.

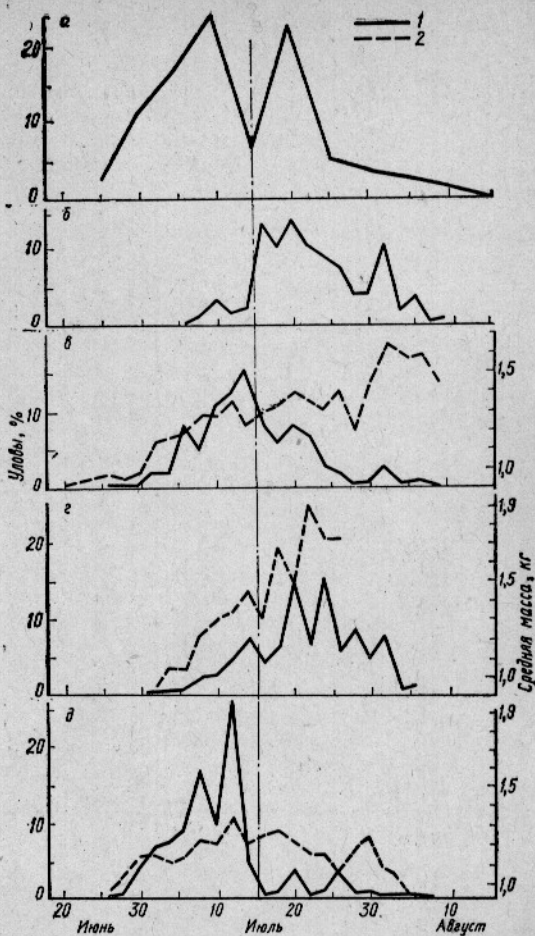


Рис. 4. Морские уловы (1) горбуши рыболовецкого колхоза «Волна» и ее средняя масса (2), по двухдневкам (в % от общего вылова):

а — 1973 г. — по пятидневкам (121 704,9 кг); б — 1974 г. (10 239,6 кг); в — 1975 г. (74 767 кг; $n = 56\ 558$); г — 1976 г. (2094,7 кг; $n = 1529$); д — 1977 г. (68 024,3 кг; $n = 56\ 849$).

Выводы

Гидрологический режим исследованных рек и наличие нерестилищ, пригодных для нереста, обеспечивают естественное воспроизводство горбуши.

Нерестовый фонд этих рек способен вместить от 180 тыс. до 370 тыс. производителей, тогда как общее количество производителей, зарегистрированное в бассейне Белого и Баренцева морей по Мурманской области, составило: 143 637 шт. (1973 г.), 107 245 (1975 г.), 187 736 шт. (1977 г.).

По крайней мере в нечетные годы в Чапоне воспроизводство горбуши (по выживаемости молоди и проценту возврата производителей) сравнимо с ее выживаемостью в материнском водоеме, но оно ограничивается низкими температурами воды в начальный период инкубации икры. Эффективность воспроизводства в четные годы значительно ниже.

Можно предположить, что в процессе акклиматизации горбуши в бассейне Белого и Баренцева морей появились группы производителей с различными биологическими показателями, очевидно связанными с растянутостью сроков нереста, что отмечено и для горбуши на Дальнем Востоке. Однако это предположение нуждается в дополнительной проверке.

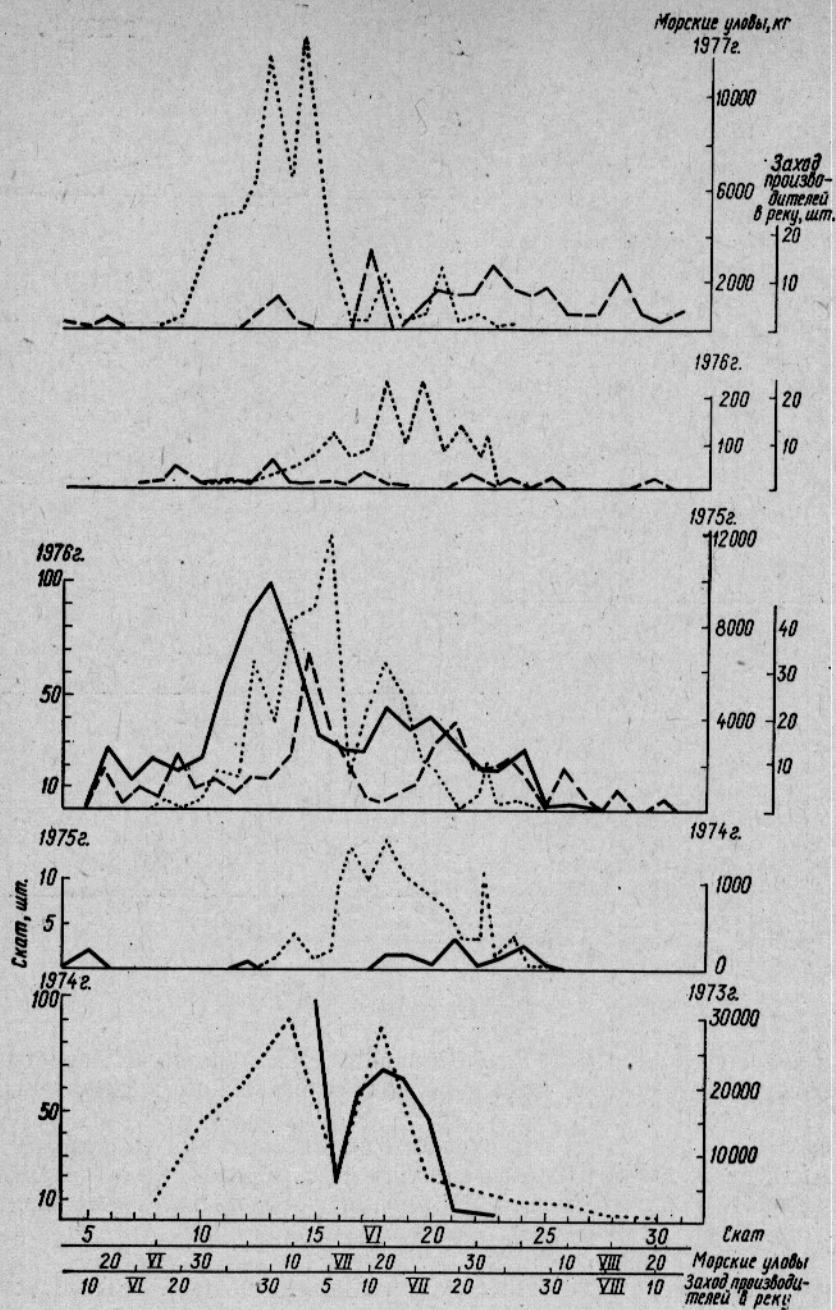


Рис. 5. Морские уловы рыболовецкого колхоза «Волна» (... — по двухдневкам), заход производителей горбуши в Чапому (— — по двухдневкам) и скат молоди (— — ежедневный учет) в последующие годы (1973 г. — по пятидневкам).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Азбелев В. В. О научно-исследовательских работах по повышению эффективности акклиматизации дальневосточных лососей в бассейнах Белого и Баренцева морей. — Научно-технический бюллетень ПИНРО, 1960, № 4 (14), с. 15—19.
- Азбелев В. В., Яковенко А. А. Материалы по акклиматизации горбуши в бассейне Баренцева и Белого морей. — Труды ПИНРО, 1963, вып. XV, с. 7—26.
- Бакштанский Э. Л. Наблюдения за скатом молоди горбуши и кеты на Европейском севере. — Труды ПИНРО, 1963, вып. XV, с. 35—43.
- Бакштанский Э. Л. Воздействие хищников на молодь горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) и кеты *Oncorhynchus keta* (Walb.) в Белом и Баренцевом морях. — Вопросы ихтиологии, 1964, т. 4, вып. 1 (30), с. 136—141.
- Воловик С. П. О возможности применения метода морфометрии для определения локальных популяций горбуши. — Известия ТИНРО, 1964, № 65, с. 97—107.
- Канидьева А. И. К эффективности нереста Сахалинской горбуши. — Известия ТИНРО, 1967, т. 61, с. 118—122.
- Леванидов В. Я. Закономерности динамики численности лососей в бассейне Амура и пути воспроизводства запасов. — Сборник «Лососевое хозяйство Дальнего Востока». М., Наука, 1964, с. 49—68.
- Леванидов В. Я. О гидрологическом режиме нерестилищ горбуши и кеты. — Известия ТИНРО, 1968, т. 64, с. 101—126.
- Мунтян С. П. Результаты естественного размножения горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) на Кольском полуострове. — Вопросы ихтиологии, 1963, т. 3, вып. 4 (29), с. 675—687.
- Персов Г. М. Задачи и некоторые пути содействия процессу акклиматизации рыб (на примере горбуши, акклиматизированной в бассейнах Баренцева и Белого морей). — В кн.: Акклиматизация животных в СССР, Алма-Ата, 1963, с. 29—31.
- Работы по акклиматизации дальневосточных лососей в бассейнах Баренцева и Белого морей (Кудерский Л. А., Бакштанский Э. Л., Леонтович Д. П. и др.). — Труды Карельского отделения ГосНИОРХ, 1967, т. V, вып. 2, с. 34—69.
- Рухлов Ф. Н. Материалы по характеристике механического состава грунта нерестилищ и нерестовых бугров горбуши и осенней кеты на Сахалине. — Вопросы ихтиологии, 1963, т. 9, вып. 5(58) с. 839—850.
- Смирнов А. И. Дальневосточные лососи родов *Oncorhynchus* и *Salmo* (Salmonidae) как объекты интродукции и акклиматизации. — Зоологический журнал, 1971, т. 50, вып. 3, с. 393—407.
- Смирнов А. И. Теоретические и практические предпосылки интродукции и акклиматизации тихоокеанских лососей на Европейской севере. — Известия ГосНИОРХ, 1975, т. 103, с. 85—91.
- Стрекалова И. И. Особенности размножения летней кеты и горбуши и взаимоотношения их на нерестилищах. — Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. биологических наук, МГУ, М., 1953.
- Хузин Р. Ш., Яковенко М. Я. Наблюдения за естественным нерестом горбуши в реках Терского побережья. — Научно-технический бюллетень ПИНРО, 1960, вып. 4(14), с. 56—59.
- Чупахин В. М. Естественное воспроизводство Южно-Курильской горбуши. — Труды ВНИРО, 1975, т. СУ1, с. 67—77.
- Шустер Б. И. О первом нересте горбуши в реке Поной. — Научно-технический бюллетень ПИНРО, 1960, вып. 4(14), с. 60—62.
- Foerster R. E. The Pacific salmon (gen. *Oncorhynchus*) of the Canadian Pacific coast with particular reference to their occurrence in our near fresh water Inter. North Pacific Fisheries Comm. Bull., 1955. N 1, p.

Natural reproduction of pink salmon in some rivers of the Kola peninsula

Agapov V. S.

SUMMARY

The spawning grounds of pink salmon acclimated off the European North of the Soviet Union were inspected. The conditions for juveniles running downstream and for spawners entering the rivers were analysed.

The spawning grounds on the Kola peninsula (Tersky Bereg) can hold 180 000—370 000 spawners whereas the total numerical strength of pink salmon in the basin of the Baltic and Barents Seas in 1977 was estimated to be not more than 188 000. The survival rates of the young at early stages of development in the rivers of the Kola peninsula and parental rivers fluctuate within the same range, but the reproduction rate off the Kola peninsula is much higher in odd years than in even years. For example, the returns in the Chapoma River were 12.5% in 1976, 4.6% in 1975 and 0.7% in 1977.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО РОСТУ И ПЛОДОВИТОСТИ СТАЛЬНОГОЛОВОГО ЛОСОСЯ (*salmo gairdneri gairdneri rich.*) НА ЭСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ КЕФАЛЕВОМ ЗАВОДЕ И В ЧЕРНОРЕЧЕНСКОМ ФОРЕЛЕВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Т. Я. Чечун (ВНИРО), Е. Д. Стоматова (АзЧерНИРО)

Вопросам влияния условий первого года жизни рыб на их дальнейший рост, возраст, наступление половой зрелости исследователи уделяли большое внимание. На примере многих видов (сазан, карп, вобла, тихоокеанские лососи, балтийский лосось, салака) показано, что условия обитания в первый год жизни определяют дальнейший рост, возраст ската в море, наступление половой зрелости, а также плодовитость (Анохина, 1969; Летичевский, 1954; Лукин, 1949; Халтурин, 1970; 1971; Евтюхова, 1970; Замахаева, 1964). Рыбы, хорошо растущие на первом году жизни, раньше созревают, более плодовиты, чем рыбы, темп роста которых на первом году замедлен.

Создание благоприятных условий в первый год жизни рыб, являющихся новыми объектами при рыбоводном освоении, определяет их важнейшие показатели.

В связи с тем, что в последние годы стальноголовый лосось не только является объектом акклиматизации в Черноморском бассейне, но и осваивается в аквакультуре, изучение его имеет особенно большое значение.

Стальноголовый лосось — перспективный объект для товарного выращивания — обладает высокой экологической пластичностью, темпом роста, выживаемостью, рано созревает, активно питается и растет при температуре 5—7°C (Сказкина, 1970; Спешиллов, Агрба, 1970; Шатуновский и др., 1970; Иванов, Косырева, Нечаева, 1967; Чечун, 1976, 1977).

Икра стальноголового лосося при инкубации выдерживает температуру от 6 до 28°C. Оптимальной для роста и созревания вида считается температура 7—14°C (Leitritz, 1963).

Материал для изучения стальноголового лосося собран на Экспериментальном кефалевом заводе (ЭКЗ, Одесская обл.). Исследовано два поколения стальноголового лосося. Молодь первого поколения завезена с Чернореченского форелевого хозяйства (ЧФХ, Грузия) в возрасте трех месяцев. В дальнейшем от этих рыб получено второе поколение, которое исследовано нами.

Рост рыб первого поколения прослежен у особей в возрасте от трех месяцев до трех лет, второго — от выклева до трех лет. Оба сравниваемых поколения одинаковы по возрасту, так как размножение стальноголового лосося на ЧФХ и ЭКЗ происходит в одни и те же календарные сроки, но в первом поколении инкубацию икры и выращивание молоди до трех месяцев проводили на ЧФХ, а затем ее перевезли на ЭКЗ. Второе поколение весь свой жизненный цикл находилось на ЭКЗ. Для изучения роста при каждом контрольном облове измеряли длину, по Смитту, и взвешивали по 100 рыб.

Икру от самок получали сцеживанием, сохраняя самок для дальнейшей работы. Плодовитость рыб определяли объемным методом, просчитывая количество икринок в 50 мл пробы, затем переводили на общий объем полученной икры. Рабочая плодовитость определена у 92 двухгодовиков и 123 трехгодовиков. Под рабочей плодовитостью подразумевали количество икринок, полученных от самки без вскрытия.

Данные по росту рыб до двухлетнего возраста представлены без разделения на самцов и самок. После двух лет жизни рост самцов и самок различен, поэтому приведены данные только по самкам. Рыб обоих поколений кормили сходными пастообразными кормами по рецептам лаборатории ГосНИОРХ, разработанным для форели. Основу кормов составляли селезенка 50—80 %, комбикорм 2—20 %, рыбная мука 5—21 %, фосфатиды 2—5 %, кормовые дрожжи 5—7 %, мясокостная мука 4—11 %, свежая рыба 5—15 %, премикс 1 % на 1 кг корма. Процентный состав корма изменяли в зависимости от возрастных потребностей рыб к содержанию белка и жира по методике ГосНИОРХ, применяемой для радужной форели.

Плотность посадки одновозрастных рыб в обоих поколениях до возраста одного года составляла от 1000—1500 экз./м², для двухгодовиков — 50—100, для трехгодовиков — 10—15 экз./м².

Температуру воды измеряли 3 раза в сутки.

Материалы исследований обработаны статистически по В. Ю. Урбаху (1964).

Температурный режим. Анализ температурных условий в бассейнах на ЭКЗ показал, что в течение года колебания температуры воды незначительны. Среднемесячная температура воды на первом году жизни стальноголового лосося первого поколения колебалась от 9,6 до 15°C

(рис. 1). Минимальная температура воды 8°C отмечена в ноябре, максимальная 17,4°C — в июле. Кроме того, первые три месяца жизни это поколение рыб выращивали на ЧФХ, где температура воды ниже оптимальной и не поднимается выше 11°C.

Выращивание второго поколения проходило в основном при оптимальной температуре. Среднемесячная температура воды колебалась от 10 до 14,5°C (см. рис. 1), с минимумом 5,2°C в ноябре и максимумом 15,4°C в июне.

Температурные условия на втором году жизни были благоприятными для роста рыб первого поколения, температура воды колебалась в пределах 8,6—14°C (см. рис. 1).

Температурный режим при выращивании лосося второго поколения оказался менее благоприятным. В феврале и марте температура была ниже оптимума, и среднемесячная составила соответственно 2,3 и 4,8°C, в отдельные дни температура воды опускалась до 1°C. Выше оптимальной среднемесячная температура воды отмечена в июне и в июле — 18,5—19,2°C (см. рис. 1). Самая высокая температура 24,5°C была в июне.

Температурные условия на третьем году жизни обоих поколений оказались сходными. Среднемесячная температура (13,9°C) была в феврале, а максимальная (19°C) — в августе.

На ЧФХ температура воды в течение всего года ниже оптимума и колеблется между 9—11°C (см. рис. 1).

Рост стальноголового лосося. Стальноголовый лосось первого поколения, завезенный с ЧФХ, имел среднюю массу 0,1 г и длину 2,4 см, а особи второго поколения в этом же возрасте соответственно 0,75 г и 4 см (табл. 1).

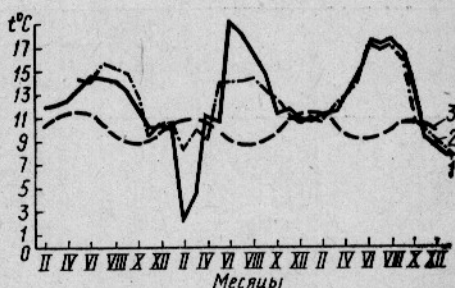


Рис. 1. Температурный режим воды:

- 1 — при выращивании первого поколения на Экспериментальном кефалевом заводе;
- 2 — при выращивании второго поколения на Экспериментальном кефалевом заводе;
- 3 — температурный режим Черно-реченского форелевого хозяйства.

Динамика средней массы стальноголового лосося

Дата	Возраст, в месяцах	Первое поколение			
		$M \pm m$	σ	CV	n
Февраль	Выклев	—	—	—	—
Март	Один	—	—	—	—
Май	Три	$0,1 \pm 0,01$	0,01	10,0	30
Июнь	Четыре	$0,5 \pm 0,02$	0,20	40,0	100
Июль	Пять	$1,6 \pm 0,04$	0,40	25,0	100
Август	Шесть	$6,0 \pm 0,34$	3,41	57,7	100
Сентябрь	Семь	$16,6 \pm 0,75$	7,52	45,3	100
Октябрь	Восемь	$29,1 \pm 1,16$	11,64	40,0	100
Январь	Одиннадцать	—	—	—	—
Март	Тринадцать	$110,1 \pm 5,31$	53,08	48,2	100
Апрель	Четырнадцать	—	—	—	—
Июнь	Шестнадцать	$177,8 \pm 8,61$	86,10	48,4	100
Август	Восемнадцать	$280 \pm 16,67$	166,71	59,5	100
Октябрь	Двадцать	$417,4 \pm 220,4$	221,53	53,1	100
Октябрь	Двадцать	—	—	—	—

Продолжение

Дата	Возраст, в месяцах	Второе поколение			
		$M \pm m$	σ	CV	n
Февраль	Выклев	$0,06 \pm 0,01$	0,01	5,2	100
Март	Один	$0,14 \pm 0,01$	0,02	13,6	100
Май	Три	$0,75 \pm 0,04$	0,39	52,3	100
Июнь	Четыре	$2,3 \pm 0,09$	0,89	38,2	100
Июль	Пять	$4,9 \pm 0,22$	2,20	45,2	100
Август	Шесть	$8,2 \pm 0,50$	5,00	60,9	100
Сентябрь	Семь	$17,0 \pm 1,16$	11,59	68,3	100
Октябрь	Восемь	$37,6 \pm 1,61$	16,11	42,8	101
Январь	Одиннадцать	$82,2 \pm 3,83$	38,27	46,6	100
Март	Тринадцать	—	—	—	—
Апрель	Четырнадцать	$92,4 \pm 4,07$	40,70	44,1	100
Июнь	Шестнадцать	$144,5 \pm 6,99$	69,91	48,4	100
Август	Восемнадцать	$240,5 \pm 9,15$	91,46	38,0	100
Октябрь	Двадцать	$269,5 \pm 13,33$	133,32	49,5	100*
Октябрь	Двадцать	$436,1 \pm 16,80$	168,02	38,5	100**

* До выбраковки.

** После выбраковки.

Прирост длины и массы рыб обоих поколений был высоким. Если в мае средняя масса особей первого поколения была всего 0,1 г, а у второго более чем в 7 раз выше — 0,75 г, то к августу различия сгладились. Средняя масса рыб первого поколения в августе составила 6 г, а второго — 8,2 г (см. табл. 1). В сентябре и октябре средняя штучная масса рыб первого поколения была все же ниже, чем второго поколения (см. табл. 1). В октябре средняя масса особей первого поколения составила 29,1 г, а длина 13,1 см, а второго соответственно 37,6 и 14,2 см.

На втором году жизни масса и длина особей первого поколения стала выше, чем у второго, средняя масса рыб первого поколения в марте составила 110,1 г, длина 19,1 см, а второго на месяц позже (в апреле) — 92,4 г и 19,1 см. Рост массы и длины у рыб второго поколения был более низким и в июле, августе, сентябре (см. табл. 1).

В октябре средняя масса рыб первого поколения была 417,5 г, а длина 31,1 см, у лосося второго поколения соответственно 262,5 г и 26,2 см (см. табл. 1).

В октябре среди двухлетков второго поколения была проведена выбраковка мелких особей массой до 200 г (рис. 2). После выбраковки рыбы массой менее 200 г составили 1%, остальные особи имели массу от 200 до 890 г. Средняя масса рыб выбраковки составила 269,5 г, а после нее — 436,1 г (см. табл. 1).

В этот же период нами проведен полный биологический анализ рыб, показавший, что у лосося второго поколения процент особей, созревших в возрасте два года, будет меньше, чем в первом. Кроме того, особи, которые не должны созреть в возрасте два года, оказались значительно меньшей массы. До выбраковки средняя масса рыб, не созревающих в возрасте два года, составляла 170,8 г, а созревающих 301,7 г. После выбраковки средняя масса неполовозрелых рыб составила 258,2 г и длина 24,2 см, а созревающих 454,2 и 27,5 см.

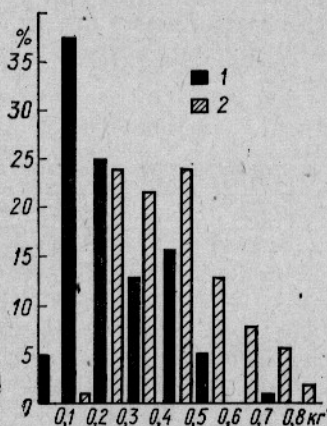


Рис. 2. Распределение рыб по массе в октябре до выбраковки (1) и после нее (2).

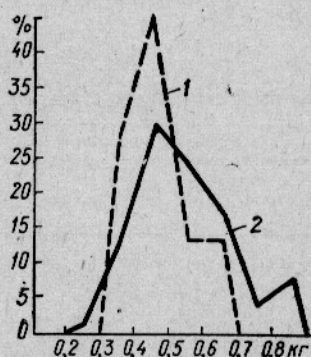


Рис. 3. Распределение половозрелых и серебристых самок стальноголового лосося по массе в возрасте двух лет:
1 — неполовозрелые; 2 — половозрелые.

С октября по февраль рост рыб, созревающих в возрасте два года, оказался значительно ниже, чем несозревших. В феврале средняя масса созревших рыб составила 538,9 г, а неполовозрелых 488,3 г, а средняя длина оказалась почти равной — 33,3 и 33,2 см, все же максимальные показатели массы были у половозрелых рыб (рис. 3). Прирост массы у половозрелых особей за этот период составил 84,7 г, а у неполовозрелых 230,1 г. Прирост длины соответственно составил 5,7 и 9,1 см.

Средняя масса самок первого поколения, созревших в два года, была 688,0 г, т. е. значительно выше, чем у рыб второго поколения (538,9 г). Статистические различия средней массы по созревшим двухгодовикам обоих поколений достоверны.

Высокий рост массы и длины первого поколения сохранился и на третьем году жизни. Средняя масса самок в три года составила 1949,2 г, длина — 49,5 см. Особи второго поколения на третьем году жизни росли значительно лучше первого и достигли средней массы 2197,3 г и длины 52,3 см (табл. 2), но статистические различия средней массы для трехгодовиков недостоверны. Средние показатели дли-

Таблица 2

Конечные показатели массы стальноголового лосося первого и второго поколений

Показатели	Двухгодовики поколения		Трехгодовики поколения	
	первого	второго	первого	второго
$M \pm m$	$688,0 \pm 64,9$	$538,9 \pm 17,43$	$1949,2 \pm 94,3$	$2197,3 \pm 61,09$
σ	226,70	146,93	840,87	598,74
CV	32,9	27,3	43,1	27,3
n	112	71	78	96
t	4,99		2,27	
P	99,9		Недостаточно	

ны самок трехгодовиков, созревших повторно, были выше, чем созревших впервые (различия статистически достоверны). По массе средние показатели самок трехгодовиков статистически недостоверны. Минимальные средние показатели длины и массы оказались у серебристых самок, которые, судя по внешнему виду гонад, должны созреть в возрасте 4 года (табл. 3).

Таблица 3

Показатели рыб, созревших в три года впервые и повторно и неполовозрелых самок

Показатели	Впервые созревшие		Повторно созревшие		Неполовозрелые	
	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г	длина, см	масса, г
$M \pm m$	$51,4 - 0,73$	$2069,7 - 71,64$	$53,0 - 0,62$	$2300,7 - 86,5$	$46,5 - 1,36$	$1564 - 125,4$
σ	4,79	574,8	4,29	606,64	4,31	396,262
CV	9,3	28,0	8,0	26,6	9,3	25,3
n	43	48	47	50	10	10
t	3,49	1,91	—	—	—	—
P	0,99	0,99	—	—	—	—

Сравнение роста стальноголового лосося, выращенного на ЭКЗ и на ЧФХ, показывает, что во втором случае эти показатели значительно ниже (табл. 4).

Таблица 4

Показатели массы и плодовитости стальноголового лосося, выращенного на Экспериментальном кефалевом заводе и в Чернореченском форелевом хозяйстве

Показатели	ЭКЗ			ЧФХ		
	Возраст, годы					
	1	2	3	1	2	3
Средняя масса, г	$\frac{100}{20-300}$	$\frac{538,9}{300-900}$	$\frac{2197,3}{1000-3800}$	15	200	$\frac{1128}{590-1790}$
Рабочая плодовитость, шт.	—	$\frac{1280}{500-2940}$	$\frac{3856}{500-7000}$	—	—	$\frac{600}{200-1300}$

Если годовики стальноголового лосося с ЭКЗ имеют среднюю массу 100 г, то у рыб такого же возраста с ЧФХ масса в 6 раз ниже. Эти показатели значительно ниже у стальноголового лосося с ЧФХ в возрасте два и три года. Хотя рост его в эти годы выше, чем на первом году жизни.

ни, но средние, минимальные и максимальные показатели массы рыб с ЭКЗ всегда выше.

Созревание и плодовитость стальноголового лосося. Различия в росте стальноголового лосося первого и второго поколений сказались и на возрасте созревания.

Половая зрелость стальноголового лосося наступает в возрасте два — четыре года. В нашем опыте среди рыб первого поколения в возрасте два года созрели первые 85% самок, в возрасте три года — 13%, примерно 2% рыб должны были созреть в возрасте 4 года, но погибли.

У особей второго поколения 73% самок впервые созрели в возрасте два года, 20% — в возрасте три года и 7% рыб должны созреть в возрасте четыре года. Повторное созревание наблюдалось у всех самок.

Биологический анализ, проведенный в октябре до выбраковки рыб второго поколения, показал, что все особи массой менее 100 г не должны были созреть, так как имели стадию зрелости II и серебристую окраску. Созревающие особи в этот период находились на стадии зрелости II—III и III. Среди рыб массой 100—200 г процент неполовозрелых особей составил 21,4 и созревших в два года 78,6.

Серебристые рыбы массой 200—300 г составили 46,2 и созревающие 53,8%. После выбраковки рыб массой менее 100 г не осталось, особи массой 100—200 г составили 1%, а 200—300 г — 24%. Остальные 75% рыб массой от 300—900 г должны были все созреть, так как имели стадию зрелости II—III и выше и отличались брачным нарядом (см. рис. 2).

Известно, что факторы, влияющие на темп роста рыб, отражаются на их плодовитости (Европейцева, 1954; Иогансен, 1955; Никольский, 1953а; Анохина, 1954). В общем плодовитость повышается с увеличением размеров рыб, но у наиболее крупных особей она несколько снижается (двухгодовики первого поколения и трехгодовики второго поколения) (табл. 5).

Несмотря на более высокие среднюю массу и длину самок первого поколения в двухлетнем возрасте, чем у рыб второго поколения, показатели средней плодовитости оказались сходными и соответственно составили 1280 икринок у первого и 1231 икринку у второго поколения. Достоверных различий средней плодовитости по критерию Стьюдента не наблюдается. Такая же зависимость между плодовитостью и длиной рыб наблюдается и у трехгодовиков. Но у двухгодовиков и трехгодовиков второго поколения рабочая плодовитость в одних и тех же размерных классах выше, чем у рыб первого поколения. Средние показатели рабочей плодовитости по критерию Стьюдента различаются достоверно (см. табл. 5).

Плодовитость повышается также с увеличением возраста самок. Средняя рабочая плодовитость у двухгодовиков первого поколения составила 1280 икринок, у второго — 1231, а у трехгодовиков соответственно 2884 и 3856 икринок. Значительно различались и пределы колебаний плодовитости у двухгодовиков и трехгодовиков. У двухгодовиков первого и второго поколений плодовитость колебалась от 500 до 7000 икринок. У трехгодовиков второго поколения от 1000 до 7200 икринок. Такая же тенденция увеличения плодовитости самок наблюдается при возрастании их массы.

Более низкие показатели массы и длины стальноголового лосося первого поколения в возрасте трех месяцев обусловлены тем, что температура воды на Чернореченском форелевом хозяйстве не поднимается выше 11°C (см. рис. 1), тогда как выращивание второго поколения проходило при оптимальном режиме (12,0—13,5°C).

[illegible]

К октябрю различия в средних показателях массы и длины лосося обоих поколений значительно сгладились.

Более низкий темп роста стальноголового лосося второго поколения на втором году жизни обусловлен неблагоприятными температурными условиями в феврале, марте, июне, июле. Среднемесячная температура в феврале была $2,3^{\circ}\text{C}$, а в марте $4,8^{\circ}\text{C}$, что значительно ниже минимальной температуры (6°C) в период выращивания рыб первого поколения. Температура воды выше оптимальной наблюдались в июне ($18,5^{\circ}\text{C}$) и июле ($19,2^{\circ}\text{C}$), что отрицательно сказалось на росте второго поколения.

Отрицательное влияние температурного фактора отразилось не только на росте особей второго поколения, но и на их созревании — процент созревших в два года самок был ниже, чем в первом поколении, рост которого был высоким не только на первом, но и на втором году жизни.

Замедление роста созревающих особей второго поколения по сравнению с неполовозрелыми в период с октября по февраль связано с тем, что энергетические ресурсы у первых расходовались на генеративный, а у несозревающих особей на пластический обмен. Все особи, достигшие к октябрю массы 300 г, созрели в возрасте два года, а среди рыб массой 100—300 г были как созревающие, так и серебристые. Все самки массой менее 100 г оказались неполовозрелыми. Полученные нами материалы свидетельствуют о том, что половое созревание у рыб наступает при достижении не определенного возраста, а определенных размеров и массы, что согласуется с данными других исследователей (Кошелев, 1974; Летичевский, 1954; Лукин, 1944; Земская, 1958).

Процент созревших в раннем возрасте особей больше в том поколении, которое лучше растет на первом и втором году жизни, и значительно меньше в поколении, рост которого на втором году ниже. Таким образом, раньше достигают половой зрелости быстрорастущие особи.

Средние показатели длины и массы самок стальноголового лосося, созревающего в возрасте три года повторно, выше, чем у созревающих в этом возрасте впервые.

Рабочая плодовитость стальноголового лосося повышается с увеличением длины и возраста производителей, такая же закономерность наблюдается и у других рыб — форели, гольца, салаки (Анохина, 1964; Гриценко, 1971; Shopovalov and Taft, 1954).

Снижение рабочей плодовитости у наиболее крупных двухгодовиков первого поколения длиной 45—50 см и у трехгодовиков второго поколения (длина 60—65 см) связано с тем, что у этих самок пластический обмен превышал генеративный. Подобное явление понижения индивидуальной воспроизводительной способности у наиболее быстрорастущих самок отмечено у корюшки и камбалы (Шатуновский, Белянина, 1967) и других видов.

Более низкая плодовитость стальноголового лосося первого поколения по сравнению со вторым, по нашему мнению, вызвана инкубацией икры и выращиванием этого поколения до трехмесячного возраста на Чернореченском форелевом хозяйстве, где температура воды не поднимается выше 1°C . Выращивание второго поколения в течение первых трех месяцев проходило при оптимальном температурном режиме (см. рис. 1).

По-видимому, оптимальная температура первых трех месяцев выращивания положительно сказалась на формировании плодовитости. Уже на самых ранних стадиях онтогенеза, когда происходит закладка гонад, влияние температурного фактора, вероятно, оказывается очень существенным. По данным Г. М. Персова (1975), у атлантического лосося,

сходного по своей биологии со стальноголовым, формирование гонад начинается перед выклевом, и дифференцировка пола у лососей рода *Salmo* происходит соответственно на 38—53 и 53—60-й день после выклева и при меньшей длине закладывается больше половых клеток. Причем, чем лучше растет рыба, тем раньше у нее происходит дифференцировка пола. У стальноголового лосося, завезенного с ЧФХ, закладка гонад и дифференцировка пола произошла при температуре ниже оптимальной.

Отрицательное влияние неблагоприятного температурного режима сказывается не только на росте рыб, но и на созревании и плодовитости, что наглядно прослеживается на стальноголовом лососе, которого в течение всей жизни выращивали на ЧФХ. В условиях этого хозяйства наблюдался не только низкий рост стальноголового лосося, но более позднее созревание и низкая плодовитость самок. В отличие от стальноголового лосося, выращенного на ЭКЗ, первое созревание стальноголового лосося с ЧФХ происходит в возрасте 3—4 года, т. е. на год позже. В Чернореченском форелевом хозяйстве средняя масса самок лосося, созревающих впервые в возрасте три года, составляет 1128 г. В возрасте двух лет на Экспериментальном кефалевом заводе средняя масса самок составляет 538,9 г. (см. табл. 4). Однако плодовитость стальноголового лосося с ЧФХ, созревшего в более позднем возрасте и при значительно большей массе, оказалась значительно ниже (см. табл. 4). Если средняя плодовитость рыб на ЭКЗ равна 1280 икринок, то на ЧФХ средняя рабочая плодовитость самок трехгодовиков составила 600 икринок. Средняя рабочая плодовитость самок двухгодовиков на ЭКЗ близка максимальной плодовитости самок на ЧФХ (см. табл. 4).

У самок трехгодовиков с ЭКЗ значительно выше не только показатели массы, но и плодовитость (см. табл. 4). Четырехлетние самки с ЧФХ имели среднюю рабочую плодовитость 700 икринок, т. е. более чем в 5 раз ниже, чем самки с ЭКЗ. (см. табл. 4).

Выводы

1. Неблагоприятный температурный режим воды не только на ранних стадиях развития рыб, в период закладки гонад, дифференцировки пола, но и в течение всего года, по-видимому, влияет не только на рост рыб, но и на плодовитость самок.

2. Биотические и абиотические условия первого года жизни особей определяют плодовитость, а возраст наступления половой зрелости зависит от комплекса факторов на первом и втором годах жизни стальноголового лосося.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Акклиматизация стальноголового лосося в СССР [А. П. Иванов, Р. Я. Косырева, Н. Л. Нечаева и др.] — Сборник НТИ ВНИРО, 1964, вып. 4, с. 47—57.

Анохина Л. Е. Закономерности изменения плодовитости рыб на примере весенне- и осеннерестующей салаки. — М.: Наука, 1969. — 290 с.

Гриценко О. Ф. Рост, созревание и плодовитость гольца *Salvelinus alpinus* рек острова Сахалина. — Вопросы ихтиологии, 1971, т. 11, вып. 4(69), с. 110—130.

Европейцева Н. В. Связь между характером роста и переходом в покатное состояние у молоди озерного лосося (*Salmo salar* Lm. sebago). — ДАН СССР, 1954, т. ХС, № 6, с. 70—75.

Евтюхова Б. К. Некоторые закономерности динамики темпа роста и плодовитости балтийского лосося. — Труды БалтНИИРХ, 1970, т. IV, с. 264—284.

Замахаев Д. В. К вопросу о влиянии первых лет жизни рыб на последующий ее рост. — Труды ВНИРО, 1964, т. 50, с. 109—140.

Земская К. А. Рост и половое созревание северокаспийского леща в связи с изменением его численности. — Труды ВНИРО, 1958, т. 34, с. 63—86.

Иоганзен Б. Г. Плодовитость рыб и определяющие ее факторы. — Вопросы ихтиологии, 1955, вып. 3, с. 57—67.

Кошелев Б. В. Некоторые закономерности роста и времени наступления первого икрометания у рыб. — В кн.: Закономерности роста и созревания рыб. М., 1971, с. 186—213.

Летичевский М. А. Половое созревание сазана в дельте Волги в зависимости от условий откорма. — Зоологический журнал, 1954, т. 33, вып. 1, с. 136—138.

Лукин А. В. Возраст полового созревания и продолжительность жизни рыб, как один из факторов борьбы за существование. — Известия Казахского филиала АН СССР. Серия биологических и сельскохозяйственных наук, 1949, с. 63—79.

Никольский Г. В. Некоторые закономерности динамики плодовитости рыб. — Очерки по общим вопросам ихтиологии. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1953а, с. 45—53.

Персов Г. М. Дифференцировка пола у рыб. Л., Наука, 1975, 147 с.

Сказкина Е. П. Энергетический обмен и пищевые рационы стальноголового лосося в условиях Черноярского форелевого хозяйства. — Труды ВНИРО, 1970, т. 76, вып. 3, с. 130—134.

Спешилов Л. И., Агрба М. А. Влияние вод разной солености на выживание и осморегуляцию молоди стальноголового лосося. — Труды ВНИРО, 1970, т. 76, вып. 3, с. 127—130.

Терещенко К. К. Вобла, ее рост и плодовитость. — Труды Астраханской ихтиологической лаборатории, 1913, т. 3, вып. 1, с. 1—130.

Халтурин Д. К. Закономерности роста тихоокеанских и атлантических лососей в связи с их ранним онтогенезом. — Экология, 1972, № 2, с. 21—35.

Халтурин Д. К. Анализ влияния длительности *parr* периода на рост тихоокеанских (*Oncorhynchus*) и атлантических (род *Salmo*) лососей. — ДАН СССР, 1971, 200, № 2, с. 488—491.

Чечун Т. Я. Некоторые биологические особенности стальноголового лосося (*Salmogairdneri gairdneri* Rich) при акклиматизации и формировании маточного стада. — Всесоюзная конференция молодых ученых «Научно-технический прогресс в рыбной промышленности». — Тезисы докладов, М., 1976, с. 27—28.

Чечун Т. Я. Размерно-весовая изменчивость стальноголового лосося, выращенного в условиях Экспериментального кефалевого завода. — Труды ВНИРО, 1977, т. СХХVI, с. 96—101.

Чечун Т. Я. Характеристика роста и плодовитости стальноголового лосося при выращивании в бассейнах. — ЦНИИТЭИРХ, Экспресс-информация, 1977, сер. 8, вып. 2, реф. 13, с. 18—20.

Шатуновский М. И., Агрба М. А., Котова Н. И. Перевозка и акклиматизация стальноголового лосося в СССР. — Труды ВНИРО, 1970, т. 76, вып. 2, с. 123—129.

Урбах В. Ю. Биометрические методы в статистике. — М.: Наука, 1964. — 302 с.

Шатуновский М. И., Белянина Т. Н. Созревание и плодовитость рыб в пределах поколения в связи с их физиологической неоднородностью. — В кн.: Обмен веществ и биохимия рыб. — М. 1967, с. 38—43.

Leitritz, E. Trout and salmon culture. Fish. Bull. 1963, No. 107, p. 5—103.

Shapovalov, L., Alan, C. Taft The life histories of the steelhead rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and silver salmon (*Oncorhynchus Kisutch*). Fish. Bull. 1954, N 98, p. 3—297.

Comparative data on the growth rate and fecundity of steelhead reared at the experimental mullet farm and trout farm on the Black River

Chechun T. Ya., Stomatova E. D.

SUMMARY

The comparison of two year-classes of steelhead has indicated that the conditions of the first year of life are responsible for the growth rate and fecundity of fish in future. The age at maturity depends on a number of factors influencing their first and second years of life. Steelhead attain maturity when they attain a certain weight. The mean length and weight of fish which attain sexual maturity at the age of 2 years are higher than these characteristics in specimens matured at the age of 3 or 4.

НЕКОТОРЫЕ ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕГОЛЕТКОВ ПОЛОСАТОГО ОКУНЯ (*Morone saxatilis* Mitchell)

Т. П. Стребкова (ВНИРО)

Полосатый окунь (*Morone saxatilis* Mitchell), принадлежащий к семейству морских окуней (Serranidae), — одна из наиболее ценных рыб атлантического и тихоокеанского побережий Северной Америки — объект акклиматизации во внутренних морях СССР.

Интродукция полосатого окуня на тихоокеанском побережье США, а также опыты лаборатории акклиматизации ВНИРО показали, что наиболее целесообразно выпускать в море молодь массой 30—40 г. Доставленную из США месячную молодь до получения этой массы подращивают в течение 3—4 мес. При интенсивном методе выращивания плотность посадки — один из важнейших факторов, регулирующих рост и физиологическое состояние рыб. Наиболее чувствительным методом, позволяющим оценить состояние рыб при различных условиях выращивания, является определение состава крови.

Была поставлена задача определить некоторые гематологические показатели у сеголетков этого окуня при различной плотности посадки в прудах. Изучалась концентрация гемоглобина, количество эритроцитов и лейкоцитов, лейкоцитарная формула, содержание гемоглобина в одном эритроците по методике Голодец (1955). В начале периода выращивания, когда масса молоди не превышала 895 мг, определяли только лейкоцитарную формулу. Гематологические анализы проводили три раза за вегетационный период: перед посадкой в выростные пруды 21 июня, в середине лета 28—31 июля и осенью 16—20 сентября во время облова.

В 1971 г. было получено две партии месячной молоди из рыбководного хозяйства «Эдентон» (штат Северная Каролина). Рыбу перевезли на базу в г. Азов, где ее выращивали в трех прудах площадью по 0,05 га при различной плотности посадки. В пруд № 1 было посажено рыб из расчета 24 тыс. шт./га (II партия), в пруд № 2 — 31,5 тыс. шт./га (I и II партии) и в пруд № 3 — 48 тыс. шт./га (I партия).

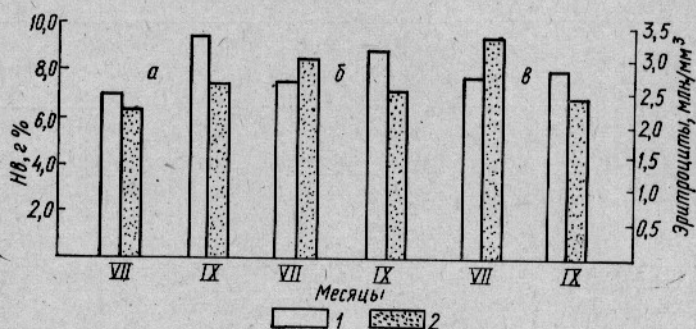
Кормили окуня фаршем из свежей и свежемороженой рыбы. Количество корма рассчитывали в зависимости от массы тела.

Летом концентрация гемоглобина у рыб из прудов № 1, 2 и 3 составляла соответственно 6,7; 7,4 и 7,5 г/%, а количество эритроцитов равнялось 2,215 млн./мм³, 3,143 млн. и 3,452 млн./мм³. Более низкое содержание гемоглобина и эритроцитов у сеголетков из пруда № 1 объясняется тем, что здесь выращивали полосатого окуня из II партии, у которого исходные рыбководные показатели были хуже.

Известно, что концентрация гемоглобина и количество эритроцитов в крови увеличивается с ростом рыб. Эта закономерность прослеживается у полосатого окуня, выращенного при наименьшей плотности посадки. Так, осенью концентрация гемоглобина и количество эритроцитов у рыб из пруда № 1 увеличились соответственно на 32,8 и 22,7% по сравнению с летом. Совершенно другая картина у рыб, выращенных при плотности посадки 31,5 тыс. и 48 тыс. шт./га. С увеличением массы сеголетков концентрация гемоглобина увеличивается только на 16,2 и 4%, а количество эритроцитов даже уменьшается на 19,2 и 36% (рисунок).

Неоднородные изменения гематологических показателей у рыб, выращенных при различной плотности посадки, говорят о том, что для

полосатого окуня условия содержания имеют большее значение, чем масса. Кроме того, можно предположить, что под влиянием условий содержания в первую очередь изменяется качество эритроцитов. Во всех прудах с увеличением роста, т. е. к осени, увеличивается концентрация гемоглобина. Однако если при минимальной посадке этот показатель увеличивается за счет увеличения количества эритроцитов и только



Изменение концентрации гемоглобина (1) и количества эритроцитов (2) у сеголетков полосатого окуня при различной плотности посадки:

а — пруд № 1; б — пруд № 2; в — пруд № 3.

отчасти за счет увеличения содержания гемоглобина в одном эритроците, то при средней и максимальной плотности — исключительно за счет увеличения содержания гемоглобина в одном эритроците. При самой плотной посадке к осени у сеголетков настолько снижается количество эритроцитов, что даже увеличение СГЭ до 32,5 мкмкг (по сравнению с 23,7 мкмкг летом) не дает значительного увеличения концентрации гемоглобина (табл. 1 и 2).

Рыбы, выращенные при различных плотностях посадки, уже летом различаются по количеству эритроцитов, а концентрация гемоглобина у них почти не меняется (см. табл. 2); на росте рыб это не сказывается. В первой половине вегетационного периода рыбы растут примерно одинаково во всех прудах независимо от плотности посадки (4,3, 5,2 и 4,9 г). Затем темп роста у рыб из пруда с максимальной плотностью посадки замедляется. Осенью средняя масса этих рыб составляла всего 28,1 г по сравнению с 43,9 и 44,5 г в пруду № 1 и 2 соответственно. Существенно снизилась и концентрация гемоглобина в капле крови по сравнению с рыбами, выращенными при минимальной плотности посадки.

Количество лейкоцитов у рыб всех групп существенно не различалось (от 5 до 10 тыс. мм³).

В периферической крови сеголетков были обнаружены эритроциты, тромбоциты и лейкоциты (незернистые — лимфоциты, моноциты и полиморфноядерные). Нейтрофилы и эозинофилы, как известно, появляются у старших возрастных групп (Антипова, 1954).

Кровь у всех особей носила лимфоидный характер. На мазках крови найдены молодые клетки красной и белой крови.

К сожалению, невозможно сравнить данные, полученные в опыте с данными для рыб в естественных условиях, так как нам известна лишь одна работа по гематологическим показателям половозрелого окуня (Engel, Davis, 1964), в которой для взрослых рыб, обитающих в естественных условиях, средняя концентрация гемоглобина дана 9,5 г % (колебания 8,6—10,4 г %).

Таблица 1

Изменение гематологических показателей у сеголетков полосатого окуня, выращенных при различной плотности посадки

Месяц	Концентрация гемоглобина, г. %	n	Количество эритроцитов, млн./мм ³	n	Количество гемоглобина в 1 эритроците, мкмкг	n
Пруд № 1						
Июль	$6,7 \pm 0,17$ 1,37—20,5	9	$2,215 \pm 0,16$ 0,45—20,3	8	$30,9 \pm 2,3$ 6,4—20,67	8
Сентябрь	$8,9 \pm 0,18$ 0,56—6,3	10	$2,716 \pm 0,11$ 0,34—12,5	10	$33,4 \pm 3,2$ 9,9—29,78	10
Пруд № 2						
Июль	$7,4 \pm 0,07$ 0,20—2,7	9	$3,143 \pm 0,17$ 0,44—14,0	7	$25,5 \pm 2,6$ 6,7—24,7	6
Сентябрь	$8,6 \pm 0,44$ 1,38—16,0	10	$2,575 \pm 0,14$ 0,45—17,5	10	$33,9 \pm 1,4$ 4,4—13,09	10
Пруд № 3						
Июль	$7,5 \pm 0,20$ 0,57—7,6	8	$3,452 \pm 0,29$ 0,87—25,2	9	$23,7 \pm 2,0$ 5,3—22,2	7
Сентябрь	$7,8 \pm 0,41$ 1,29—16,5	10	$2,474 \pm 0,13$ 0,42—1,7	10	$32,5 \pm 1,9$ 5,0—15,4	10

Примечание. В числителе — средняя, в знаменателе слева — среднее квадратическое, справа — коэффициент вариации.

Таблица 2

Результаты сравнений по критерию Стьюдента ($P=0,05$)

№ пруда	Плотность посадки, тыс./га	Концентрация гемоглобина, г %	Эритроциты, млн/мм ³	Лейкоциты, тыс./мм ³	Содержание гемоглобина в одном эритроците, мкмкг
В зависимости от плотности посадки					
Июль					
1—2	24—31,5	1,52	<u>4,03</u>	1,57	0,35
1—3	24—48	1,6	<u>3,74</u>	<u>2,38</u>	0,58
2—3	31,5—48	0,5	0,94	0,55	0,40
Сентябрь					
1—2	24—31,5	0,63	0,79	0,15	0,74
1—3	24—48	2,45	1,41	0,66	0,22
2—3	31,5—48	1,33	0,52	0,66	0,23
В зависимости от времени года (июль—сентябрь)					
	24	<u>4,45</u>	<u>2,58</u>	<u>0,63</u>	0,13
	31,5	<u>2,73</u>	<u>2,58</u>	<u>2,85</u>	1,73
	48	0,66	<u>3,06</u>	<u>3,19</u>	0,80

Примечание. Подчеркнуты достоверные различия.

У сеголетков из прудов № 1 и 2 она составляет 8,9 и 8,6 г %. Сеголетки, выращенные при максимальной плотности, отличаются наименьшим содержанием гемоглобина в капле крови, большей вариабельностью этого признака и более низкими весовыми показателями. Однако отмеченные изменения не имеют патологического характера.

Выводы

1. Концентрация гемоглобина у сеголетков полосатого окуня варьирует от 6,7 до 8,9 г%, количество эритроцитов — от 2,215 до 3,452 млн./мм³, содержание гемоглобина в одном эритроците — от 23,7 до 33,4 мкмкг в зависимости от условий выращивания.

2. Кровь сеголетков имеет лимфоидный характер. Обнаружены только незернистые клетки белой крови: лимфоциты, моноциты и полиморфноядерные.

3. Сеголетки полосатого окуня, выращенные при плотности посадки 24, 31,5 и 48 тыс./га, физиологически полноценны, но гематологические и рыбоводные признаки рыб, содержащихся при максимальной плотности, хуже.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Антипова П. С. Сезонные и возрастные изменения морфологического состава крови карпа. — Вопросы ихтиологии, вып. 2, 1954, с. 120—122.

Голодец Г. Г. Лабораторный практикум по физиологии рыб. — М.: Пищепромиздат, 1955.—90 с.

Engel, D. W., Davis, E. M. Relationship between activity and blood composition in certain marine teleosts. Copeia, No, 1964, pp. 586—587.

Some haematologic characteristics of one-summer-old striped bass (Morone saxatilis Mitchell)

Strebkova T. P.

SUMMARY

Changes in the haematologic characteristics of one-summer-old striped bass at the stocking densities of 48 000, 31 500 and 24 000 specimens per ha were studied. An attempt was made to define the physiological condition of fish raised under different conditions. It is found that the haemoglobin concentration, the content of erythrocytes and leucocytes and the haemoglobin content in an erythrocyte change in different ways.

All one-summer-olds reared under different conditions were physiologically normal despite different haematologic characteristics. In specimens reared at the maximum stocking density (48 000/ha) the haemoglobin content in a droplet of blood was the lowest and most variable. Besides, their weight was also the lowest. However these changes were not pathological.

УДК 639.64:594.581.3

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПИРУЛИНЫ В МАРИКУЛЬТУРЕ

О. А. Анисимов, О. Н. Альбицкая, Л. В. Спекторова,
О. И. Горонкова (ВНИИ Биотехника, ВНИРО)

При искусственном разведении многих морских рыб и беспозвоночных требуются живые корма — одноклеточные водоросли, коловратки, артемия. Известно, что живые морские водоросли — наилучшая пища для коловраток и артемий. Однако получить большие количества водо-

рослей трудно: их сложно хранить, стоимость продукции высокая. Поэтому морские микроводоросли целесообразно по возможности заменять более дешевыми пресноводными, которые можно консервировать, а морские микроводоросли использовать только в тех случаях, когда замена невозможна, — для создания в выростных емкостях с личинками рыб так называемой зеленой воды и поддержания благоприятного гидрхимического режима, для кормления личинок некоторых двустворчатых моллюсков, а также как добавку к кормам-заменителям.

В настоящее время ведется поиск удобных и дешевых кормов, приготовленных из консервированных водорослей, или кормов неводорослевого происхождения (различные виды морских или гидролизных дрожжей, искусственные корма из муки, сои, сена, рисовых отрубей и др.). Однако скорость роста беспозвоночных, например, артемии, и их выживаемость на этих кормах не всегда удовлетворительны. Для приготовления консервированного корма лучше всего использовать биомассу пресноводных (протококковых и сине-зеленых) водорослей, технология выращивания которых разработана лучше, чем морских, отчего и конечный продукт (суспензия, паста или порошок) дешевле, чем биомасса морских водорослей.

В последние годы на мировом рынке появился водорослевый порошок из сценедесмуса и спироулины. По данным зарубежных исследователей (Person-Le-Ruyet, 1976), в настоящее время самой дешевой из имеющихся в продаже или выращенных в лабораторных условиях пресноводных водорослей является спироулина. Массовым выращиванием спироулины занимаются во многих странах, особенно в Мексике, где ее производство доведено до 1 т в день (Feldheim, 1973). В некоторых странах Южной Америки ее добавляют в пищу, но большую часть полученной продукции экспортируют в Японию, а также Францию, Бельгию и другие страны Западной Европы, где в экспериментах ею кормят личинок рыб, а также и беспозвоночных; в Японии ее также добавляют в корм крупному рогатому скоту и цыплятам (Sorgeloos, устное сообщение).

Во Франции, в Океанографическом центре в Бретани, с 1974 г. порошок сухой спироулины используют в качестве консервированного корма для артемии при выращивании в искусственных условиях лаврака, морского языка, тюрбо (Person-Le-Ruyet, 1975, 1976). Скорость роста личинок артемий на спироулине была такой же, как и на живых или замороженных кормах. При сравнении с другими видами корма (сухой сценедесмус, замороженный или высушенный платимонас), взятыми в той же концентрации, на спироулине отмечен лучший рост артемий. Двухдневные личинки достигали длины 1 мм, четырехдневные — 2 мм, шестидневные — 3,75 мм. Для этого требовалось соответственно 600, 800, 4300 мг порошка спироулины на 10 тыс. личинок артемии. По данным французских исследователей (Person-Le-Ruyet, 1976, а), для получения за шесть суток 100 г артемии (в сухом веществе) необходимо 570 г сухой спироулины. Кормовой коэффициент при этом составлял 18%. Производство 1 кг сухой артемии (только кормовые затраты) обходится в 50 французских франков (или приблизительно 10 руб.).

Сооружение и эксплуатация установок для производства микроводоросли спироулины начато в 1968 г. французскими исследователями во Франции, Мексике и Алжире. Это либо открытые бассейны на месте старых содовых месторождений, либо закрытые установки с планируемой производительностью 100—1000 т сухого вещества в год. По устному сообщению Соржелоса, производительность установок к 1978 г. достигла 2 т абсолютно сухого вещества (асв) в сутки.

Изучается биологическая ценность и способы переработки спирулины для получения усвояемых продуктов кормового и пищевого значения. Два направления в создании промышленной культуры спирулины, как и других микроводорослей (хлорелла, сценедесмус), различаются не только типом установок, но и особенностями технологии. В случае закрытых установок удельная производительность значительно выше и затраты на сооружение компенсируются более высоким, устойчивым выходом продукции и стабильным ее качеством.

В Советском Союзе (Анисимов и др., 1975) созданы установки различных типов для производства спирулины. Конструкции установок учитывают морфологические особенности строения клеток *Spirulina platensis*. Созданы установки барботажного типа с эрлифтным и шнековым побудителями расхода. Сравнительные испытания показали, что для массового культивирования спирулины наиболее перспективен культиватор со шнековым побудителем расхода (Анисимов и др., 1975) — лоток со шнеком и поперечным желобом для распределения стока поднятой суспензии. При подъеме по лотку суспензия насыщается углекислым газом. Освещение суспензии — солнечное либо искусственными светильниками, например лампами ДРЛ 1000W. Объем суспензии определяется размерами лотка; оптимальная температура и pH суспензии поддерживаются автоматически. Культиватор прост по конструкции, не требует затрат больших мощностей, легко стерилизуется.

Технология массового культивирования спирулины предусматривает использование в качестве сырья дешевых питательных сред, источника углерода, а также выращивание водорослей при естественном освещении.

Культивирование спирулины на среде, предложенной Заруком (Zargousk, 1966), а также на различных модификациях этой среды позволило определить вынос основных биогенных элементов культурой из среды: $N = 10,0$; $P = 1,2$; $Ca = 0,1$; $C = 50$ (в процентах к сухому веществу клетки).

На основании этих данных были составлены питательные среды для непрерывного проточного культивирования спирулины, рассчитанные на прирост 1—5 г сухого вещества на 1 л в сутки. В состав питательных сред были включены дешевые минеральные удобрения — мочевины, аммофос, калимагнезия (0,5—1,0 г/л). Продуктивность на средах с минеральными удобрениями была равнозначна продуктивности на стандартной среде Зарука. Выбор источника углерода для разработанных сред определяется местными ресурсами. Им могут быть карбонаты, бикарбонаты, карбонатные воды типа «Арзакан», топочные газы и т. д. Для оптимального углеродного обеспечения спирулины на этих источниках требуется стабильное поддержание pH в среде 9,0—9,5.

Для удешевления производства спирулины ее можно успешно культивировать не только при искусственном, но и при солнечном освещении. *Spirulina platensis* — светолюбивая культура. При выращивании спирулины на солнечном свете летом в условиях Узбекистана получены урожаи 20—25 г сухого вещества (асв) на 1 м² освещаемой поверхности в сутки, в Москве — не более 10 г/м² в сутки. Чтобы уменьшить зависимость культивирования от светового режима, разработана технология миксотрофного выращивания спирулины с использованием моносахаров, солей органических кислот, стоков животноводческих ферм. Добавление этих соединений к автотрофно растущей спирулине не только снижает зависимость ее от светового режима, но и повышает продуктивность (рис. 1, 2).

Спирулина — чрезвычайно лабильный организм. Условия светообеспечения, состав среды, режим выращивания существенно влияет не

только на продуктивность, но и на химический состав клеток этой водоросли.

В зависимости от физико-химических факторов среды количество белка может составлять 30—70% к сухому веществу клетки, углеводов — 7—50%, жира — 4—12, золы — 4—10%.

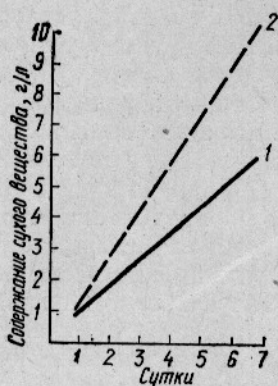


Рис. 1. Сравнительная характеристика продуктивности спирулины в автотрофной (1) и миксотрофной (2) культуре.

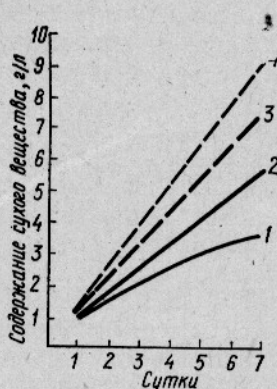


Рис. 2. Влияние интенсивности света на продуктивность автотрофной культуры:

1 — автотрофная культура при 10 Вт/м²; 2 — автотрофная культура при 110 Вт/м²; 3 — миксотрофная культура при 10 Вт/м²; 4 — миксотрофная культура при 110 Вт/м².

При увеличении облученности культуры в клетках повышается содержание белка и аскорбиновой кислоты (Альбицкая и др., 1972, 1974).

Данные о влиянии светового режима на содержание белка и аскорбиновой кислоты в клетках спирулины приведены ниже.

Освещенность, Вт/м ²	Белок, % к асв	Аскорбиновая кислота, мкг/100 г асв
60	46,88	65,56
113	55,00	137,54
174	62,00	220,00

Снижение содержания азота в среде, наоборот, ограничивает биосинтез белка, усиливая накопление углеводов (таблица).

Влияние режима азотного питания на содержание углеводов в клетках спирулины

Состав среды Зарука	Содержание углеводов, % к асв		
	группа		сумма углеводов
	I	II—IV	
С азотом	2,03	8,47	10,50
Без азота	1,86	48,0	49,86

Переход от накопительного режима культивирования к непрерывно-проточному способствует формированию физиологически молодой культуры с высоким содержанием белка (не менее 60—62% к асв). Клетки образуют большое количество вакуолей, способны к флотации. Это не только облегчает сбор урожая, но и позволяет значительно увеличить содержание белка в получаемой продукции.

Заключение

Опыты по непрерывному культивированию спирулины с применением описанной технологии и аппаратуры в условиях солнечного освещения позволяют сделать вывод о возможности использования этой водоросли для рентабельного производства богатого белком продукта при интенсивном рыборазведении. С учетом результатов Персон-ле-Рюе (Person-Le-Ruyet, 1976) по выкармливанию артемии спирулиной одна установка со шнековым побудителем расхода и освещаемой поверхностью 180—200 м² за 200 дней работы позволит обеспечить производство не менее 100 кг артемии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Альбицкая О. Н., Воронкова С. С., Хвостенко Т. И. Синтез витаминов культурой спирулины. — Материалы VII рабочего совещания по вопросу круговорота веществ в замкнутой системе на основе жизнедеятельности низших организмов. — Киев: Наукова думка, 1972. — с. 13—15.

Анисимов О. Л., Мискилев В. Ф., Ревенко С. К. Фотоавтотрофный культиватор для выращивания микроорганизмов. — А. с. 377132 (СССР). — Б. И., 1974.

Промышленные установки для культивирования микроводорослей, [О. Л. Анисимов, Ю. А. Беркович, М. Д. Бородин, В. Ф. Мискилев]. — Постоянная комиссия СЭВ по химической промышленности, вып. 9, М., 1975, с. 43—65.

Физиолого-биохимические особенности культуры *Spirulina platensis*, [О. Н. Альбицкая, Г. Н. Зайцева, М. В. Пахомова и др.] — Микробиология, 1974, т. 43, вып. 4, с. 649—653.

Feldheim, W. Kommerzielle Produktion von *Spirulina* in Mexico. Kohlenstoffbiologische Forschungsstation e. V. Dortmund, Aktennotiz 1973, N 7, p. 4.

Person-Le-Ruyet, Elevage larvaire d'*Artemia salina* (Branchiopode) sur nourriture inerte: *Spirulina maxima* (Cyanophyceae). Aquaculture, 1976a, 8, p. 157—167.

Person-Le-Ruyet, J. Techniques d'elevage de masse d'un rotifère, *Brachionus plicatilis* O. F. Müller, et d'un crustacé Branchiopode (*Artemia salina* L.) 10^{ème} Symp. Eur. Biol. Mar., Ostende (Belgique), 1976, 6. Sept. p. 17—23.

Zarrouck, C. Contribution a l'etude d'une cyanophyce influence de divers facteurs phisiques et chimiques sur la crossance. et la photosynthese de *Spirulina maxima*. Thes. Doct. Sci. Appl. Fac. SU Univ. Paris, 1966, k. 108.

Prospects for using Spirulina platensis in mariculture

Anisimov O. A., Albitskaya O. N., Spektorova L., Goronkova O. I.

SUMMARY

As is known living marine Algae are the best food for *Artemia* and rotifers. However a necessity happens to arise that they should be substituted by cheaper freshwater Algae, e. g. *Spirulina platensis*. For this purpose algal-cultivation machinery of various types is used, screw cultivators being the most popular. The Algae are grown under both natural and electrical light. In relation to the physico-chemical environmental factors (light conditions, an environmental composition, growing regime etc.) the chemical composition of cells may be altered within the following ranges: 30—70% of protein, 7—50% of carbohydrates, 4—12% of oil and 4—10% of ash. A screw cultivator may ensure the production of 100 kg of dry *Artemia* from an illuminated area of 180—200 м² for 200 days.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АВТОМАТИЧЕСКОМУ ПОДСЧЕТУ РЫБ В РЕКАХ И РЫБОХОДАХ

А. И. Марколия (ВНИРО)

В связи с необходимостью рационального ведения воспроизводства лососевых, осетровых, сиговых и других ценных промысловых объектов требуется разработка надежного метода учета рыб, проходящих в нерестовые водоемы. Не менее важной задачей является подсчет скатывающихся вниз по течению рек мальков, ежегодно выпускаемых рыбозаводными заводами и нерестово-выростными хозяйствами.

Рыбосчетчики должны удовлетворять следующим требованиям: высокая скорость счета, малая погрешность, большая емкость счетчика, стабильность работы, высокая разрешающая способность по дальности.

Основные технические параметры акустических рыбосчетных устройств определяются областью их применения, размерами объектов счета, их концентрацией в водном потоке и конкретными характеристиками места установки приборов. Так, например, требования, предъявляемые к акустическим антеннам рыбосчетчиков, предназначенным для рыбоходов и водозаборных сооружений, зависят от геометрических размеров поперечного сечения потока воды. Для подсчета рыб, проходящих в естественных устьях рек, технические требования к установке акустической антенны, а также к параметрам самого рыбосчетного устройства определяются не только профилем поперечного сечения реки и характером речного грунта, но и колебаниями уровня воды, скоростью течения, а также загрязненностью реки ветками деревьев, тиной и др.

Способ учета рыб в рыбопропускных сооружениях, предложенный В. В. Протасовым и В. Р. Митрохиным (1959), предусматривает применение фотоэлементов и основан на использовании изменения оптической прозрачности воды при пересечении проплывающей рыбой луча, падающего на фотоэлемент. Основанное на этом принципе устройство, предназначенное для подсчета мальков, разработано в лаборатории механизации рыбоводных процессов АзНИИРХ. Это устройство обладает хорошей точностью счета ($\pm 5\%$), большой емкостью счетчика (10^6), но имеет и существенные недостатки, например, чувствительность датчиков зависит от прозрачности воды, так как их каналы быстро загрязняются илом.

В Англии разработано акустическое рыбосчетное устройство, предназначенное специально для количественного учета рыб в потоке воды (Д. Г. Такер и др., 1972). В устройстве использованы акустические преобразователи с веерообразными диаграммами направленности. Один преобразователь установлен на дне, а другой находится на поверхности воды и может перемещаться при изменении уровня воды. Для определения направления движения рыбы преобразователи могут быть также установлены попарно на противоположных берегах со смещением одной пары относительно другой в направлении течения. Преимущества этого рыбосчетчика по сравнению с другими заключаются в наличии специальной антенной системы, позволяющей приспосабливаться к конкретным условиям, и в автоматизации счета, недостатки — в сложности антенной системы (две пары преобразователей), наличии двух каналов усиления и предварительной обработки сигналов, в неуниверсальности прибора, обусловленной зависимостью числа каналов селекторного блока от ширины потока и размеров рыбы. Число кана-

лов может быть настолько велико (до 10^2 — 10^3), что применение прибора в потоке воды шириной более десяти метров оказывается невозможным.

В Советском Союзе разработка акустических рыбосчетных устройств (АРСУ) для речных рыб была начата в 1970 г. АРСУ предназначено для количественного учета рыб в естественном русле реки, рыбозаградительных сооружениях и рыбоходах. Устройство работает по принципу автоматической логической обработки эхо-сигналов от рыб, проходящих зону действия акустической антенны. Обработка эхо-сигналов от рыб происходит в каждом такте¹ работы гидролокатора, входящего в состав устройства. При этом количество эхо-контактов с каждой рыбой неограниченно. Первый действующий макет АРСУ-1 был предназначен для подсчета лососевых рыб, проходящих на нерест по реке с рыбозаградительным сооружением (река Озерная на Камчатке). В результате испытаний в натуральных условиях установлено, что приемлемые для речных условий варианты антенной системы рыбосчетчика должны удовлетворять двум противоречивым требованиям:

полностью перекрывать акустическим лучом поперечное сечение воды, чтобы не допустить пропуска рыбы из-за непопадания ее в зону действия антенны;

избавиться от акустических помех, возникающих при расширении диаграммы направленности антенны вследствие рассеяния звука от поверхности воды и неровностей дна водоема.

Действие акустического рыбосчетного устройства основано на использовании принципа гидролокации, но от рыбопоисковых приборов отличается блок-схемой, параметрами, конструкцией акустической антенны, методом обработки эхо-сигналов. Рассмотрим формирование зоны действия акустической антенны, обработку эхо-сигналов, функциональную схему и основные характеристики последней модели рыбосчетного устройства АРСУ-4 (рис. 1).

Акустическая антенна. Создать облучаемую зону необходимой конфигурации можно с помощью антенны, формирующей слабо расходящийся ультразвуковой луч в горизонтальной плоскости (и нерасходящийся в вертикальной плоскости), перекрывающий глубину потока воды. Для этого может быть использована линейная антенна, работающая в ближней, так называемой прожекторной зоне² (Горелик, 1959; Mikeska, Mekinpeu, 1979).

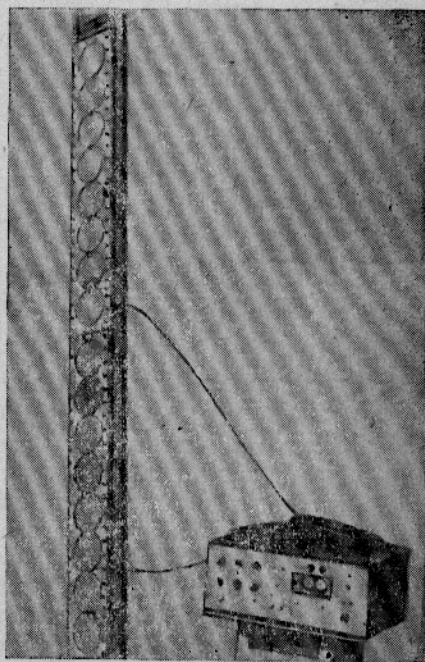


Рис. 1. Общий вид прибора АРСУ-4 и его акустической антенны (две секции).

¹ Такт работы гидролокатора — время между двумя последовательными посылками зондирующих импульсов.

² Ближняя (прожекторная) зона характеризуется плоским фронтом звуковой волны, в пределах которого волна не расходится. За пределами ближней зоны начинает формироваться диаграмма направленности излучателя.

Размер прожекторной зоны излучателя L определяется по формуле

$$L \approx \frac{d^2}{\lambda},$$

где d — апертура излучателя, т. е. линейный размер излучателя в рассматриваемой плоскости;
 λ — длина звуковой волны.

Для рыбосчетного устройства была изготовлена многоэлементная синфазная (линейная) антенна с размерами зеркала 118×1000 мм.

Антенна представляет собой набор из дисков пьезокерамики титаната бария диаметром 118 мм и толщиной 9 мм, смонтированных в герметичном корпусе (рис. 2). Элементы (диски) подобраны по резонансной частоте (300 кГц) и соединены параллельно. Выбор столь

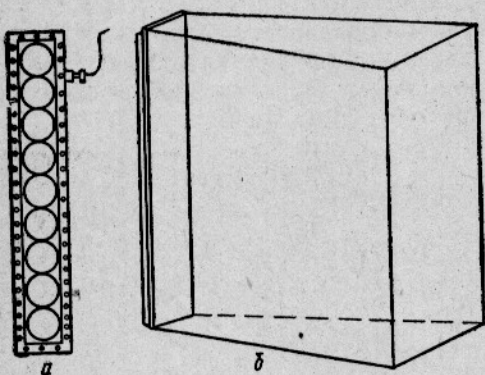


Рис. 2. Общий вид акустической антенны (а) и форма ее зоны действия (б) (ближняя зона).

высокой рабочей частоты обусловлен требованиями высокого разрешения по дальности (2,5 см), достигнутого за счет применения коротких импульсов ($\tau_{\text{и}} = 30$ мксек). Диаграмма направленности антенны в горизонтальной плоскости (на уровне 0,7 по давлению) около 5° , а в вертикальной плоскости около $0,5^\circ$. В вертикальной плоскости на резонансной частоте 300 кГц антенна имела прожекторную зону длиной около 200 м. Таким образом зона действия антенны представляет собой сектор с углом 5° и вертикальной протяженностью,

соответствующей длине антенны (см. рис. 2), т. е. 1 м при одной секции или 2 м при использовании двух секций, размещенных одна над другой.

Следует иметь в виду, что акустическое поле в прожекторной зоне крайне неравномерно вследствие интерференционных явлений. Но для описанной выше акустической антенны не были обнаружены участки в пределах зоны действия, где бы искусственная цель (пустотелый шарик диаметром 33 мм) не давала эхо-сигнала, но флуктуации его были значительными. Такой результат, по всей видимости, обусловлен тем, что каждый пьезокерамический диск, входящий в состав акустической антенны, представляет собой механически самостоятельную систему. Хотя излучение элементов антенны является синфазным, суммарное поле, создаваемое в пространстве всей антенной, не имеет точек нулевого давления. В силу этого пропусков в регистрации рыбы при прохождении ее через зону действия антенны не должно быть, что и подтвердилось экспериментами в аквариуме. В дальнейшем целесообразно провести детальные измерения акустического поля в прожекторной зоне, которые дали бы точную информацию о распределении акустического давления в пространстве.

Обработка эхо-сигналов. В приборах АРСУ была применена схема логической обработки эхо-сигналов, позволившая автоматически подсчитывать число рыб при их многократном лоцировании. В действующем макете АРСУ-4 счетная система состоит из четырех регистров и счетчика. За время действия строб-импульса (см. рис. 3, Б), определяюще-

го дальность контролируемой зоны, запоминается число эхо-сигналов N_k , соответствующее количеству рыб, которые находились в этой зоне в течение данного такта. В следующем $(k+1)$ такте вычисляется количество рыб Δ_{k+1} , вновь вошедших в зону действия антенны в течение этого такта: $\Delta_{k+1} = N_{k+1} - N_k$. Если $N_{k+1} \leq N_k$, то $\Delta_{k+1} = 0$. Таким образом, счетчик регистрирует только тех рыб, которые впервые появляются в облучаемой ультразвуковым импульсом зоне. Общее количество рыб, прошедших через зону действия антенны в течение всех n тактов, будет

$$N = \sum_{k=1}^n \Delta_k. \quad (1)$$

Ошибки в подсчете рыб возможны в двух случаях:

рыбы проходят настолько близко одна от другой, что их отражения сливаются в один эхо-сигнал;

одна рыба входит в зону действия в тот момент, когда вторая рыба выходит из этой зоны, тогда число эхо-сигналов в облучаемой зоне остается прежним и $\Delta_k = 0$.

Первая ошибка зависит от разрешающей способности гидролокатора, и вероятность ее появления будет тем меньше, чем меньше длительность излучаемого импульса. Ошибка второго рода обусловлена вероятностью одновременного входа и выхода объекта из облучаемой зоны в течение одного такта и может быть уменьшена, если повысить тактовую частоту (число излучаемых импульсов в секунду F).

Эта вероятность может быть подсчитана следующим образом. Если в единицу времени облучаемую зону пересекает один объект, то вероятность появления эхо-сигнала от нее в данном такте равна $\frac{1}{F}$. Такова же вероятность выхода его из облучаемой зоны в данном такте. Если вероятность входа рыбы в зону действия и выхода из нее в течение одного такта независимы, то вероятность ошибки счета $P_{\text{ош}}$ можно определить по формуле:

$$P_{\text{ош}} = \left(\frac{m}{F} \right)^2, \quad (2)$$

где m — математическое ожидание числа рыб, пересекающих зону действия рыбосчетчика за единицу времени.

При $m = 1 \text{ с}^{-1}$ и $F = 10 \text{ Гц}$ вероятность ошибки будет равна 0,01. Для достижения такой точности при других значениях тактовой частоты должно выполняться условие $F > 10 m$.

Функциональная схема и основные характеристики АРСУ. (Кенигсбергер Г. В., Марколия А. И., Сизов И. И., 1976). На рис. 3 показана блок-схема рыбосчетного устройства и временные диаграммы, поясняющие его работу в течение одного такта. Пути прохождения сигналов обозначены в блок-схеме сплошными линиями, а команд, управляющих работой счетно-логической схемы, — штриховыми. Блоки 1—3 составляют гидролокатор; блоки 4—9 относятся к счетно-логической схеме. Передающий тракт 3 содержит генератор тактового импульса, задающий генератор и усилитель мощности на транзисторах.

С приходом запускающего импульса задающий генератор вырабатывает синусоидальное напряжение частотой 300 кГц. Импульсы длительностью 30 мкс подаются на акустическую антенну. Излучаемый импульс используется также для запуска схемы временной автомати-

ческой регулировки усиления ВАРУ, которая начинает работать после окончания излучения, а также для генерации строб-импульса, определяющего контролируемую зону по дальности. С окончанием строб-импульса начинает работать счетно-логическая схема.

Приемный тракт содержит усилитель с регулируемым коэффициентом усиления и детектор. После детектирования эхо-сигналы через

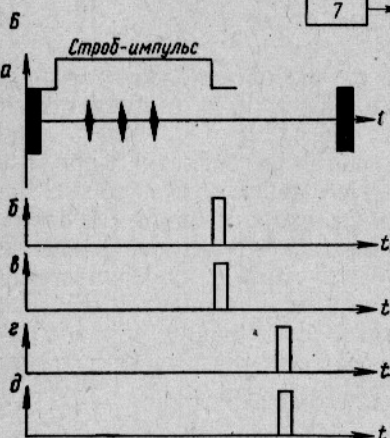
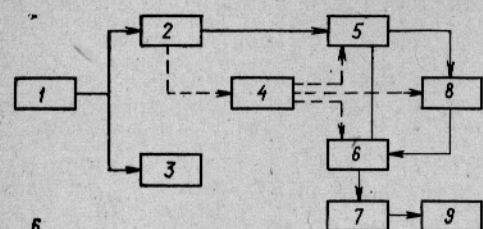


Рис. 3. Функциональная схема АРСУ-4 (А) и временные диаграммы (Б), поясняющие ее работу:

1 — гидроакустическая антенна; 2 — приемный тракт; 3 — передающий тракт; 4 — блок управления; 5 — регистр счета; 6 — регистр вычитания; 7 — регистр суммирования; 8 — регистр запоминания; 9 — электромеханический счетчик; а — зондирующий импульс гидролокатора и эхо-сигналы от рыб; б — сигнал об окончании работы приемного тракта; команда: в — вычитание; г — запоминание; д — суммирование.

запускается блок управления 4, который последовательно выдает в соответствующие регистры команды: вычитание — в, запоминание — г и суммирование — д (см. рис. 3, Б).

По команде «вычитание» с выхода регистра запоминания 8 на вход регистра вычитания 6 поступает число N_{k-1} , равное количеству принятых эхо-сигналов в предыдущем ($k-1$) такте работы гидролокатора. Результатом выполнения команды вычитание является число $\Delta_k = N_k - N_{k-1}$, равное разности между числом эхо-сигналов, принятых в настоящем k -м такте, и числом эхо-сигналов, принятых в предыдущем ($k-1$)-м такте работы гидролокатора. Операция вычитания производится по следующему правилу:

$$\Delta_k = 0, \text{ если } N_k \leq N_{k-1}$$

$$\Delta_k > 0, \text{ если } N_k > N_{k-1}$$

По команде «запоминание» с выхода регистра счета 5 на вход регистра запоминания поступает число N_k и запоминается в нем до следующего $(k + 1)$ -го такта.

По команде «суммирование» с выхода регистра вычитания 6 на вход регистра суммирования 7 поступает число Δ_k , которое складывается с суммой разностей за все предыдущие такты, равной

$$\Sigma_{k-1} = \Delta_{k-1} + \Delta_{k-2} + \dots + \Delta_1.$$

Полученное в результате сложения число $\Sigma_k = \Sigma_{k-1} + \Delta_k$ отображается на табло электромеханического счетчика 9. Число Σ_k , таким образом, равно количеству рыб, прошедших через зоны действия акустической антенны 1 за все k -тактов работы гидролокатора.

Основные технические характеристики действующего макета прибора АРСУ-4

Дальность действия, м	20
Разрешающая способность по дальности, см	2,5
Производительность (при тактовой частоте 50 Гц), шт./ч	2,10 ⁴
Емкость счетчика, шт.	10 ⁴
Рабочая частота, кГц	300
Длительность зондирующего импульса, мкс	30
Тактовая частота, Гц	4—50
Полоса пропускания приемного тракта, кГц	40
Угол направленности акустической антенны (на уровне 0,7 по давлению)	
в горизонтальной плоскости	5°
в вертикальной плоскости	0,5°
Электрическая мощность (в импульсе), Вт	40
Потребляемая мощность, Вт	4
Напряжение питания	
от аккумулятора, В	12
от сети переменного тока, В, Гц	220, 50
Масса прибора, кг	6
Масса акустической антенны, кг	8
Габариты прибора, мм	450×300×150

Отработка различных вариантов счетчика и акустической антенны производилась в акустическом бассейне на моделях, а также в натуральных условиях.

Экспериментальные исследования по автоматическому подсчету рыб в аквариуме предусматривали прежде всего выявление работоспособности рыбосчетного устройства, применимости его к реальным условиям и величину погрешности в подсчете рыб. Для выявления величины погрешностей проводились экспериментальные исследования в аквариуме, где легко было сопоставить результаты визуального подсчета рыб, пересекавших зону действия акустической антенны, с показаниями рыбосчетчика.

Эксперименты проводились в Батуми (Грузинская рыбхозстанция ВНИРО). В аквариум размером 5×2×1,5 м было помещено 30 рыб: 27 смарид длиной 12—15 см, две ставриды длиной 15 см и один морской карась длиной 8 см.

Передняя стенка аквариума имела три больших окна, через которые можно было вести визуальные наблюдения за рыбой (рис. 4). В течение нескольких дней рыбы адаптировались к новым условиям, после этого рыбы вели себя спокойно, ходили стаями (а иногда несколькими стайками) при скорости передвижения около 0,5 ÷ 0,1 м/сек. Акустическая антенна была установлена вертикально у задней стенки аквариума напротив среднего окна. Работа прибора АРСУ-4 контролировалась осциллографом С1-68, подключенным к приемному тракту. Глубина воды

в аквариуме составляла 1,3 м. Антенна перекрывала толщу воды глубиной 1 м, начиная от дна. Рыбы медленно передвигались вдоль аквариума, причем ни одна из них не поднималась выше антенны. При прохождении стаи через зону, перекрываемую лучом антенны, на экране осциллографа были видны четкие эхо-сигналы и одновременно срабатывал счетчик.

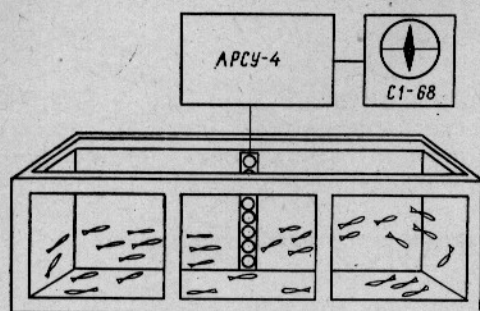


Рис. 4. Схема эксперимента по подсчету рыб в аквариуме.

Для выяснения зависимости точности подсчета рыб от частоты повторения зондирующих импульсов были проведены описанные ниже три серии измерений.

Опыт 1. Рыбы свободно и медленно передвигаются вдоль аквариума, пересекая зону действия антенны. Зондирующие импульсы посылаются с частотой $F = 50$ имп/сек. Включается счетчик и одновременно визуально подсчитывается количество, рыб, пересекающих зону действия антенны. Результаты приведены ниже.

Номер серии опытов	Визуально	Показания счетчика	Номер серии опытов	Визуально	Показания счетчика
1	3	4	17	2	3
2	6	5	18	13	13
3	13	16	19	4	3
4	7	13	20	5	2
5	4	9	21	7	5
6	9	12	22	4	3
7	15	19	23	4	2
8	20	18	24	4	2
9	4	4	25	12	8
10	14	15	26	14	20
11	1	1	27	19	13
12	1	1	28	16	12
13	5	3	29	12	15
14	5	3	30	3	3
15	10	11	31	10	15
16	20	21	32	9	10
			Всего	278	284

В течение опыта 1 визуально подсчитано, что рыбы пересекли зону действия антенны 278 раз. При этом суммарное показание счетчика было 284 шт. Таким образом, ошибка рыбосчетчика составила около 2%.

Опыт 2. Условия те же, что в опыте 1, но частота посылок $F = 25$ имп/сек. Результаты опыта приведены ниже.

Номер серии опытов	Визуально	Показания счетчика	Номер серии опытов	Визуально	Показания счетчика
1	8	9	14	15	12
2	5	4	15	11	12
3	3	3	16	7	8
4	7	7	17	20	18
5	10	10	18	3	3
6	5	4	19	8	8
7	1	1	20	10	9
8	11	10	21	13	10
9	12	12	22	13	10
10	11	8	23	16	16

11	4	4	24	16	16
12	11	9	25	5	4
13	8	5	26	8	8
			27	12	10
			Всего	242	228

Визуально подсчитано 242 рыбы. Суммарное показание счетчика 228. Ошибка рыбосчетчика около 6%.

Опыт 3. Условия те же, что в опытах 1 и 2.

Частота посылок $F = 5$ имп/сек.

Номер серии опытов	Визуально	Показания счетчика	Номер серии опытов	Визуально	Показания счетчика
1	14	7	13	11	6
2	10	7	14	17	10
3	9	9	15	17	13
4	9	6	16	15	9
5	10	6	17	4	3
6	4	3	18	8	5
7	5	4	19	20	12
8	9	6	20	16	10
9	9	6	21	15	13
10	10	6	22	8	4
11	7	6	23	10	7
12	13	5	24	11	10
			Всего	256	172

Визуально подсчитано 256 рыб. Суммарное показание счетчика 172 рыбы. Ошибка подсчета составила 33%. Такая ошибка обусловлена низкой частотой посылок. Из приведенных данных видно, что в результате сопоставления количества рыб, наблюдаемых визуально и подсчитанных рыбосчетчиком, ошибки были как в сторону завышения, так и в сторону занижения.

Завышение показания происходит по следующей причине. Как описано выше, принцип работы счетно-логической схемы основан на регистрации рыб, впервые появляющихся в зоне действия антенны. Но при прохождении рыбой зоны действия антенны огибающая пачка отраженных эхо-сигналов от нее может быть как монотонной (возрастающей, а затем убывающей, что наблюдается в подавляющем большинстве случаев), так и изрезанной (с несколькими максимумами). Последнее и приводит к подсчету одной и той же рыбы несколько раз, так как наличие нескольких максимумов и провалов в огибающей пачке отраженных эхо-сигналов от одной рыбы равносильно появлению в зоне действия антенны других рыб.

Занижение показания счетчика обусловлено в основном значительным ослаблением эхо-сигнала, когда рыбы проходят под углом к лучу антенны и рыба не регистрируется (эхо-сигнал от нее не превышает порога срабатывания счетчика).

Пропуски регистрации бывают, если рыбы идут под углом и если одна рыба идет параллельно другой и экранирует ее, хотя они разрешаются по дальности. Эхо-сигнал от экранированной рыбы оказывается примерно на 20 дБ меньше, чем эхо-сигнал от экранирующей рыбы, вследствие потерь на проницаемость, вызванных тем, что сигнал дважды проходит тело экранируемой рыбы. Эхо-сигналы от карася длиной 8 см больше, чем смариды длиной 12 см, а от смариды больше, чем от ставриды длиной 15 см. Эти различия объясняются различием в конфигурации тела названных рыб.

Однако из этих же таблиц видно, что указанные ошибки зависят от частоты посылок. Следовательно, повышая частоту посылок, можно было бы свести суммарную ошибку к минимуму (рис. 5). Однако следует иметь в виду, что в общем случае оптимальная частота посылок зависит от конкретных условий подсчета рыб (размеров рыб, плотности хода, скорости перемещения и особенностей поведения рыб). Поэтому установку частоты повторения зондирующих импульсов необходимо производить, сообразуясь с вышеуказанными условиями.

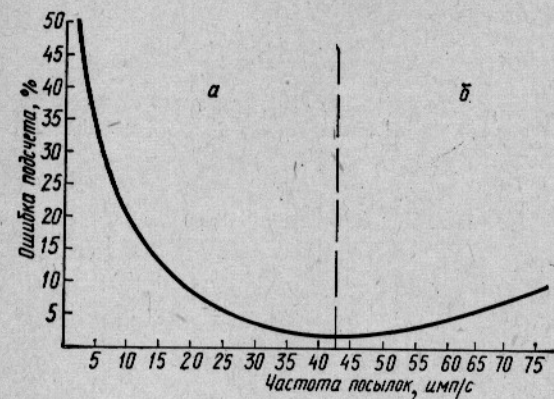


Рис. 5. График зависимости точности подсчета рыб от частоты посылок:

а — область ошибок из-за занижения показателей рыбосчетчика; б — область ошибок из-за завышения показаний рыбосчетчика.

тенны «незаметно». Увеличить усиление не представлялось возможным.

В результате опыта выявлены следующие недостатки облучения рыб сверху: амплитуда эхо-сигналов меньше, чем при боковом облучении; невозможен подсчет рыб, идущих у самого дна (эхо-сигнал от рыбы сливается с эхом от дна).

Эксперименты на морском шельфе. С целью выявления точности работы рыбосчетчика в 1974 г. были проведены эксперименты в морских условиях (Уссурийский залив Приморского края). В садок глубиной 6 м на грунт была поставлена подводная телевизионная установка и запущено несколько десятков рыб (морской окунь). Две секции акустической антенны были установлены вертикально. Визуальные наблюдения по телеэкрану подтвердили, что каждый раз при пересечении рыбой зоны действия акустической антенны срабатывал рыбосчетчик.

В другом эксперименте одна секция акустической антенны располагалась на дне моря горизонтально в устье ставного невода. Глубина моря в этом месте составляла 6 м. Звуковой луч был направлен вертикально вверх, а длина контролируемой зоны, устанавливаемой с помощью строга, была ограничена дном моря и поверхностью воды. Перед началом опыта производилась выборка невода. Рыбосчетчиком регистрировалась вся рыба, заходившая в ворота невода. Однако погрешность счета была значительной в результате попадания сетного полотна, раскачиваемого волнением моря, в зону действия акустической антенны.

При дальнейшем применении рыбосчетчика в подобных условиях необходимо обеспечивать жесткое закрепление сетного полотна в воротах ставного невода или другого орудия лова.

Результаты речных испытаний. Испытания состояли из следующих этапов: проверка работоспособности антенны и счетчика по искусственным целям; проверка срабатывания АРСУ-4 по рыбам; подтверждение биологической природы регистрируемых эхо-сигналов; выявление особенностей поведения рыб в зоне действия АРСУ-4; проверка дальности действия АРСУ-4.

Испытания рыбосчетчика проводились в сентябре 1974 г. в естественном русле р. Киевки (Приморский край). Ширина реки в месте испытаний около 70 м; глубина плавно уменьшалась от 4 м у правого берега до нуля у левого берега. Период испытаний предшествовал массовому ходу на нерест двух видов лососа: симы и кунджи.

Акустическая антенна, состоящая из двух секций, была установлена на растяжках у правого берега так, что верхняя часть зеркала находилась ниже уровня воды на 0,2 м. Таким образом, рыбосчетчиком контролировалась зона высотой 2 м, шириной около 0,2 м и длиной 20 м (ширина основного потока).

Для проверки работоспособности антенны и счетчика в зону действия антенны бросали мелкие камни или погружали пустотелые шарики диаметром 33 мм. При этом наблюдали на экране осциллографа появление эхо-сигналов и их форму. При падении камней в зоне действия акустической антенны на расстоянии до 10 м от них наблюдался «шлейф» импульсных сигналов, затухавший примерно через 5 с. Такой затяжной характер эхо-сигнала объясняется тем, что вместе с падающим камнем в воду вносилась аэрированная струя. Многочисленные пузырьки создавали ревербирующий эхо-сигнал, длившийся до тех пор, пока все пузырьки не выходили из зоны действия антенны. Введение в зону действия антенны пустотелого шарика вызывало устойчивое срабатывание счетчика на расстоянии до 12 м.

При проверке АРСУ-4 от рыб наблюдались четкие эхо-сигналы, вызывающие устойчивое срабатывание счетчика. Эхо-сигналы следовали примерно через 3 с и имели характерную повторяющуюся форму. Иногда эхо-сигналы имели «размытую» форму с рваной вершиной. Предполагали, что их причиной были проплывавшие в воде ветки или трава, так как сигналы от рыбы всегда имели характерную форму зондирующего импульса. Эхо-сигналы от крупных рыб (сима длиной 50 см) имели большую амплитуду и несколько более затягивались, чем эхо-сигналы от более мелких рыб. После бросания камней в зону действия акустической антенны количество эхо-сигналов в единицу времени в течение последующих десяти минут сокращалось в несколько раз. Это свидетельствовало о том, что бросанием камней в воду рыб распугали, а причиной зарегистрированных до того эхо-сигналов действительно были рыбы. С помощью информации, полученной от АРСУ-4, удалось наблюдать некоторые особенности поведения рыб, мигрирующих по реке. Так, например, с наступлением темноты (19.30—20.30 ч) частота появления эхо-сигналов уменьшилась в 3—5 раз по сравнению с дневным временем. Это означает, что плотность хода рыб с наступлением сумерек в 3—5 раз меньше, чем в дневное. При поочередном включении нижней и верхней секций акустической антенны число эхо-сигналов при включении нижней секции антенны было несколько больше, чем при включении верхней секции. Это вызвано перемещением рыб по всему сечению реки с некоторым преобладанием в нижних слоях воды.

При проверке дальности действия АРСУ-4 было установлено, что рыба длиной 14 см (гольян) регистрировалась счетчиком на расстоянии до 12 м.

Из-за весьма разреженного хода лососей в период испытаний не удалось провести регулярный учет идущей на нерест рыбы.

В результате проведенных испытаний установлено, что секционная акустическая антенна прожекторного типа пригодна для работы в естественном русле реки и прибор может длительное время работать автономно (без оператора).

В нижнем течении р. Раздольной (Приморский край) в 1975 г. были продолжены испытания модели АРСУ-4. При этом наблюдались в основном следующие виды рыб: карась, пиленгас, красноперка. Проводилась отработка режимов рыбосчетного устройства, в частности, выбор тактовой частоты при подсчете рыбы, проходившей в прибрежные орудия лова с сетными ловушками. Акустический луч перекрывал входное отверстие ловушки. Контроль осуществлялся путем сравнения количества имевшейся в садке рыбы с показаниями счетчика после выхода всей рыбы из садка. Режим работы счетчика был следующим: тактовая частота 40 имп/с, дистанция счета от 1,5 до 2,5 м. Антенна имела 1 секцию. Показания счетчика совпадали с количеством рыбы, вышедшей из садка.

Экспериментальные исследования в натурных условиях с целью подсчета числа рыб, идущих на нерест с использованием рыбосчетного устройства АРСУ-4, выверенного предварительно в аквариальных условиях, проводились автором в марте — апреле 1977 г.* на нижнем течении р. Терек, вытекающей из Аракумского водоема (Дагестанская АССР). Средняя скорость течения реки 1—1,5 м/с, ширина протоки 30—35 м, глубина от 1 до 2,5 м. Для питания аппаратуры был использован

танковый аккумулятор с напряжением 12 В (100 ач). Схема участка протоки показана на рис. 6.

Пробные отловы показали, что в протоке имелись следующие основные виды рыб: вобла ($l \approx 20$ см), сазан ($l \approx 35$ см), лещ ($l \approx 30$ см), жерех ($l \approx 25 \div 30$ см).

Автоматический подсчет рыб проводился в двух вариантах. В первом случае акустическая антенна устанавливалась около моста так, что излучение было направлено поперек потока воды шириной 15 м. Часть потока у обоих берегов перекрывалась металлической сеткой (рис. 7). Во втором случае акустическая антенна устанавливалась таким образом, чтобы контролировалась половина потока воды (см. рис. 6, позиция 2).

Работа рыбосчетчика АРСУ-4 контролировалась с помощью осциллографа, подключенного к приемному тракту. Опыт проводился при тактовой частоте 5 имп./с. Малая прозрачность воды не позволила про-

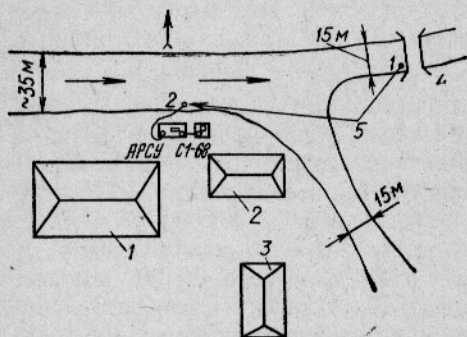


Рис. 6. Схема участка протоки, где производился подсчет рыб.

1 — жилой дом; 2 — подсобное помещение; 3 — кухня.

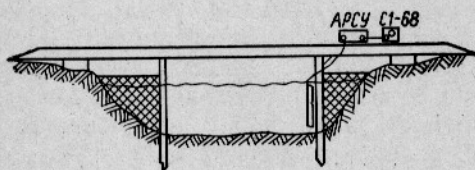


Рис. 7. Схема установки акустической антенны под мостом.

* В проведении экспериментов на Аракумском водоеме автору оказали содействие научный сотрудник О. П. Омаров и инженер Д. Г. Радулов.

вести счет рыбы с визуальным контролем. Контрольный облов не дал желаемых результатов, поскольку рыбы пугались орудия лова (плавная сеть, трехстенка), и уходили вниз по течению. Если сеть поднимали из воды, то спустя некоторое время возобновлялся ход рыбы против течения, о чем свидетельствовали показания рыбосчетчика. Расстояние от акустической антенны рыбосчетчика до сети составляло около 20 м.

С такого расстояния рыбы реагировали на орудие лова, несмотря на низкую прозрачность воды.

Отрицательная реакция рыбы на орудие лова подтвердилась работой счетчика: при опускании сети в воду счетчик начинал учащенно постукивать, срабатывая от непрерывно следовавших один за другим эхо-сигналов от рыб, стремительно покидавших опасную для них зону. Затем наступало затишье, означавшее, что все ранее проплывшие мимо антенны рыбы вернулись и ушли вниз по течению.

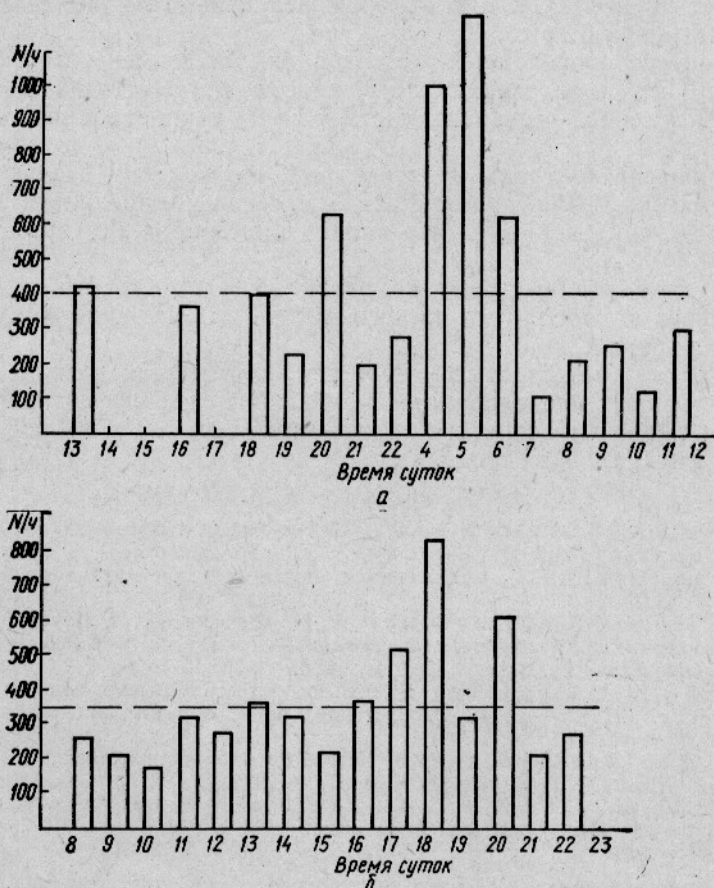


Рис. 8. График плотности хода рыбы в разное время суток при размещении акустической антенны в пункте 1 (а) и в пункте 2 (б) (положение пунктов 1 и 2 обозначено на рис. 6.).

В этот же период нами проводились эксперименты по определению динамики плотности хода рыбы в течение суток. Результаты этих наблюдений приведены на рис. 8.

Если предположить, что плотность хода рыбы по второй (не перекрытой) половине протока такая же, как в контролируемой, то через

все сечение протока проходит 1420 рыб/ч, из которых через рукав с мостом проходит 800 рыб/ч. Однако в ходе экспериментов было замечено свободное перемещение рыбы вдоль берегов, что приводило к регистрации одной и той же рыбы несколько раз.

В дальнейшем предстоит работа по усовершенствованию рыбосчетного устройства, а также разработка устройства для подсчета плотно идущих мальков, выпускаемых рыбопроизводными хозяйствами, для чего необходимо принципиально новое решение метода обработки эхосигналов.

Выводы

1. В процессе теоретических и экспериментальных исследований по созданию акустического рыбосчетного устройства определены основные требования к параметрам рыбосчетного устройства и его функциональной схеме.

Разработано и изготовлено принципиально новое акустическое рыбосчетное устройство АРСУ, в котором реализован новый метод обработки эхосигналов от рыб.

2. В процессе проведенных исследований выполнены методические проработки по определению погрешности рыбосчетчика, непосредственный визуальный контроль счета рыб в крупногабаритном аквариуме:

телевизионный контроль подсчета рыб на морском шельфе.

Обе методики были практически применены, определена погрешность рыбосчетчика в 2—5%, что вполне приемлемо для практических применений.

3. Испытания рыбосчетчика показали возможность и целесообразность применения гидроакустического метода для подсчета проходящих в водном потоке рыб.

Акустические рыбосчетные устройства могут быть использованы в рыбохозяйственных исследованиях, при испытаниях эффективности новых орудий лова, рыбоотпугивающих и привлекающих средств, а также в этологических исследованиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Горелик Г. О. Колебания и волны. — М.: Физматгиз, 1959. — с.

Кенигсбергер Г. В., Марколия А. И., Радулов Д. Г. Акустическое рыбосчетное устройство АРСУ. — Техническое описание и инструкция по эксплуатации. — Сухуми: 1976. с.

Кенигсбергер Г. В., Марколия А. И., Сизов И. И. Акустические устройства для подсчета рыб в реках и рыбоходах. — Доклад на V Всесоюзной конференции по рыбопропускной технике, Таганрог, 1976.

Протасов В. Р., Митрохин В. Р. Способ учета рыб в рыбопропускных сооружениях, А, с. 122992. — Б. И. Изобретения, пром. образцы, тов. знаки, № 19, 1959.

Такер Д. С., Брейтуайт Х. В. Устройство для количественного учета рыб в потоке воды. /Пат. СССР № 352431, А 01 61/00, 1972.

Mikeska E. E., C. M. McKinney. Relationship of transducer apertures and separation to the directivity patterns in the near field region. Iasa, 1974, v. 56, Nr. 5, Nov. p. 1418—1422.

Experiments with fish-counting devices in rivers and fishways.

Markoliya A. I.

SUMMARY

The results of theoretical investigations and experiments made to design an acoustic fish-counting device are described. A review of known domestic and foreign methods and engineering devices is presented.

A new hydroacoustic device is designed. It is equipped with an antenna operating in the near zone. The pilot and field tests of the device were made in a large aquarium controlled visually and on the sea shelf by means of a submerged television set. The error was 2÷5%. It is concluded that the device may be use for counting fish in the flow.

О НАПРАВЛЕНИЯХ ЭКОЛОГО- ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАННИХ СТАДИЙ РАЗВИТИЯ МОРСКИХ И ПРОХОДНЫХ РЫБ

М. И. Шатуновский (ИЭМЭЖ)

Одна из основных задач аквакультуры — управление процессами роста и развития рыб. Идет ли речь об искусственном разведении морских рыб для пополнения естественных популяций, или о выращивании товарной рыбы в садках или бассейнах, или о создании маточных стад одомашниваемых видов в системе полноцикловых хозяйств, везде одна из основных целей — получение жизнестойкой молоди с наименьшими экономическими затратами.

Выявить причины смертности и управлять процессами выживания икры, личинок и мальков рыб невозможно без знания механизма физиологических и биохимических адаптаций на соответствующих этапах развития. Контролировать производственные процессы при выращивании молоди и товарной рыбы в аквакультуре также нельзя, не определив величину суточных рационов и состав полноценных живых и искусственных кормов, физиологию их усвоения и продуктивного действия.

Выделены направления физиологических исследований, результаты которых следует использовать при организации искусственного выращивания морских рыб до жизнестойких стадий.

Первое из них — выявление связей биохимических и физиологических показателей развивающейся икры и молоди рыб с физиологическим состоянием производителей, а также тестов рыбоводных показателей оплодотворяемости икры, выживаемости икры и личинок при выклеве и последующем развитии.

На многих советских лососевых и осетровых заводах исследовано влияние размеров, возраста и физиологического состояния производителей на качество икры и выживаемость молоди. Отмечена пониженная выживаемость икры, полученной от впервые созревающих в наиболее молодом возрасте и самых старых производителей. Оптимальные рыбоводные показатели были получены при скрещивании зрелых производителей. В последние годы связь физиологического состояния производителей с выживаемостью оплодотворенной икры выявляли на балтийской салаке (АтлантНИРО и ВНИРО) и на беломорских тресковых (ВНИРО и МГУ). Для лососевых (японскими и американскими исследователями) и для осетровых (советскими учеными) рыб были установлены достоверные положительные корреляции между степенью оплодотворения икры и эффективностью выклева личинок, с одной стороны, и содержанием белка в икре — с другой. Это характерно и для карповых рыб, что подтверждено серией комплексных исследований, проводимых Институтом гидробиологии АН УССР.

Нами установлено, что для балтийской сельди (салаки) тестом выживания оплодотворенной икры является содержание в ней холестерина. Наибольшая степень выживания икры средневозрастных самок соответствовала наибольшему содержанию холестерина в их икре. В отдельных генерациях максимальное содержание холестерина наблюдалось у самок со средней скоростью роста. Ранее этот тест для выживания икры карповых рыб был выдвинут Е. Д. Кимом (1974). В 1974—1975 гг. нам удалось обнаружить положительную корреляцию между оплодотворяемостью икры тресковых рыб и содержанием в составе ли-

пидов икры декозагексаеновой жирной кислоты. Сопоставление физиологического состояния производителей с качеством и выживаемостью ранних стадий должны проводиться для всех объектов морского рыбозаведения.

Второе направление—изучение динамики физиологических и биохимических показателей в раннем онтогенезе морских рыб—объектов искусственного разведения. Речь идет о физиологических и биохимических основах определения толерантности икры, личинок и сеголетков по отношению к различным абиотическим и биотическим факторам: температуре, солености, рН, содержанию кислорода, освещенности, размерам выростных емкостей, метаболитам, механическому стрессу, освещенности и т. д., об установлении летальных, сублетальных и оптимальных значений отдельных факторов на последовательных этапах развития.

При искусственном выращивании морских рыб условия часто значительно отличаются от естественных. Поэтому знание количественной стороны физиологических и биохимических адаптаций позволит научно обосновать рыбоводный процесс и устранить причины смертности молоди. Для лососевых и осетровых рыб установлены пороговые и критические значения содержания кислорода, рН, метаболитов, влияние температуры на скорость развития и выживаемость на ранних стадиях. Исследования ранних стадий морских рыб: беломорских тресковых (трески, наваги, сайки—ВНИРО и МГУ) и черноморских (кефали и камбал—ВНИРО и АзЧерНИРО), начаты сравнительно недавно. Установлены оптимальные кислородные и термические условия для этапов онтогенеза, показано, как в раннем онтогенезе расширяются зоны устойчивости по отношению к отдельным факторам.

Исследован характер расходования органических веществ на протяжении эмбрионального развития лососевых и осетровых рыб: содержание гликогена уменьшается в несколько раз, содержание белка—вдвое, а липидов—на 60—70% (в системе «эмбрион—желток» у лососевых рыб). Интенсивность обмена ряда соединений у развивающихся личинок осетровых рыб исследовалась с применением радиоактивных изотопов (Карзинкин и др., 1971). Изучены изменения качественного состава липидов в эмбриогенезе проходных (стальноголовый лосось и полосатый окунь, акклиматизируемые в СССР) и морских (сельдь, треска) рыб. До метаморфоза у всех исследованных видов рыб снижалась доля триглицеридов и эфиров стерина в липидах и увеличивалось содержание фосфолипидов. Содержание высоконенасыщенных жирных кислот вначале увеличивалось, а затем снижалось.

Третье направление—определение физиологических и биохимических критериев выживания искусственной молоди в естественной среде, для чего также сравнивают физиолого-биохимическое состояние искусственной и естественной молоди рыб, что позволяет выявлять и устранять (изменением рационов, плотностей посадки, проточности и др.) повышенную жирность, пониженное содержание белка и кальция, малую подвижность выращиваемой молоди проходных и морских рыб. У выращенной молоди рыб значительно увеличивается содержание липидов в печени, быстро накапливается холестерин, повышенное содержание которого в организме вызывает у молоди рыб, выращиваемой в искусственных условиях, липоидную дегенерацию печени, анемию, нарушение деятельности почек.

У молоди из рыбопитомников наблюдается низкое содержание высоконенасыщенных жирных кислот, которые способствуют температурной адаптации, поддержанию высокой частоты сердечных сокращений, влияющих в свою очередь на общую двигательную активность рыб.

Различия в содержании витаминов, в составе форменных элементов, белков крови и т. д. становятся особенно явными при сравнении икры и молоди, полученных от производителей, выросших в искусственных и естественных условиях.

Рыбы из рыбопитомников, потребляющие более жирные и калорийные корма, отличаются, кроме того, неэкономностью трат на активный обмен и менее выраженными защитными реакциями, что понижает их выживаемость при выпуске в естественную среду. Работами на морских рыбах (главным образом, сельди, камбале, кефалях) установлена такая же, как и у проходных рыб, направленность различий, однако молодь морских рыб более чувствительна к искусственным кормовым рационам, чем молодь лососевых и осетровых.

Четвертое направление физиологических исследований на молоди морских рыб — исследования пищевых потребностей, физиологии питания и пищеварения, а также физиологии и биохимии голодающих рыб (Ивлев, 1977). Опыт лососевого и осетрового хозяйства позволяет сказать, что организация эффективного кормления ранних стадий — решающее направление искусственного рыборазведения. Наибольшая смертность у всех искусственно выращиваемых морских рыб наблюдается в период перехода на внешнее питание. Поэтому необходимо правильно определить время начала кормления, а также адекватность кормов в качественном и количественном отношении пищевым потребностям личинок. Трудности с кормлением личинок морских рыб возникают из-за недостаточной изученности экологии ранних стадий развития, особенно экологии питания, из-за частой у некоторых видов рыб смены характера питания в раннем онтогенезе. Основные методы определения пищевых потребностей — балансовый и респирометрический. Методом баланса азота с использованием инертных веществ и радиоактивных соединений определяют характер питания и усвоения некоторых соединений. Были исследованы физиология и биохимия голодающих личинок трески, наваги, сайки, черноморских кефалей и камбалы-калкана. Для беломорских тресковых, например, были определены стадии необратимого голодания, среднесуточные траты энергии и отдельных веществ при голодании (Аронович, Шатуновский, 1975). При разных температурах установлены максимальные обратимые потери органического вещества. У видов с более длительным эмбриональным развитием органические вещества при голодании расходуются экономно. Общее содержание органического вещества от полной резорбции желточного мешка до стадии необратимого голодания у личинок морских рыб снижается на 20%. По биохимическим показателям можно определять физиологическое состояние выращиваемых личинок и обосновать необходимость изменения величин суточных пищевых рационов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Аронович Т. М., Шатуновский М. И. Эколого-морфологические и биохимические особенности тресковых рыб (наваги, сайки и трески) Белого моря в раннем онтогенезе. — М.: ОНТИ ВНИРО, 1975. — 26 с.

Владимиров В. И. Вариабельность размеров рыб на ранних этапах жизни и выживаемость. — Сб. Разнокачественность раннего онтогенеза. — Киев: Наукова думка, 1974, 227—254.

Ким Е. Д. Ежегодная и возрастная динамика содержания холестерина и фосфолипидов в зрелых половых продуктах карпа. — В кн.: Разнокачественность раннего онтогенеза. Киев, 1974, с. 94—113.

Карзинкин Г. С., Вельтищева И. Ф., Богоявленская М. П. К изучению интенсивности включения C^{14} в органические вещества икры и молоди осетра *Acipenser güldenstädti* Brand. — Вопросы ихтиологии, вып. 10, № 1, 1970, с. 103—108.

Shatunovsky M. I.

SUMMARY

Some aspects of applied ecologo-physiological investigations of early stages of development of marine and anadromous species of fish are outlined. The first aspect deals with problems associated with the influence of the physiological condition of spawners on the physiological and biochemical characteristics of eggs and juveniles. By that, the fertilization of eggs and survival rate of eggs and larvae should be physiologically and biochemically tested. The second line envisages the study of the dynamics of physiologo-biochemical characteristics in early ontogenesis of marine and anadromous species of fish. The third line is based on comparative physiologo-biochemical investigations of juveniles reared at hatcheries and collected later in natural water bodies. And the last aspect is aimed at finding an ecologo-physiological basis for feeding the young of marine and anadromous species.

УДК 639.42(262.54)

МИДИЯ КАК ОБЪЕКТ АКВАКУЛЬТУРЫ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ

С. К. СПИЧАК (АзНИИРХ)

В последнее время в результате сокращения естественных запасов пластинчатожаберных моллюсков широко применяется их искусственное разведение. По данным ФАО (1973), 112—351 тыс. т мидий выращивается в специальных хозяйствах во Франции, Италии и Испании.

В нашей стране подготовлены научные основы для культивирования мидии, устриц, гребешка. На Черном море созданы мидиевые хозяйства, продуктивность которых по предварительным данным составит 500—560 т/га (Иванов, 1971; Иванов, Попова, 1973).

Для выращивания мидии на Азовском море необходимо определить места обитания, запасы, структуру популяции в сезонном аспекте, а также биологические характеристики этого ценного моллюска.

В последние годы вследствие осолонения Азовского моря роль мидии в донных биоценозах значительно возросла. Проведенное обследование прибрежной зоны моря в 1975—1976 гг. показало, что мидия образует большие скопления на северном и юго-восточном побережье Азовского моря. В местах обитания плотность и масса ее достигают больших величин. Так в пробах, отобранных ручной драгой в течение двух-трех минут, содержалось до 1200 экз., общая масса их превышала 2 кг. По данным сезонных наблюдений, максимальная биомасса мидии в прибрежной зоне отмечается весной, когда азовская популяция состоит в основном из крупных особей. В открытой части моря, по материалам, любезно предоставленным лабораториями гидрологии и донных рыб (АзНИИРХ), максимальная численность и масса приходится на осень. За полчасовое траление поднималось до 200 кг мидий. В Азовском море не проводились специальные рейсы с применением мидийных драг и подводных наблюдений по определению запасов мидий, поэтому приведенные цифры явно занижены. Однако исследование прибрежья уже сейчас позволяет определить места расположения мидийных хозяйств, а также районы получения производителей и посадочного материала.

Исходя из экспериментальных и полевых наблюдений в прибрежной

зоне у мидии отмечаются два пика размножения: в конце апреля — начале мая, когда оседание, как правило, незначительное, и в июне — начале июля, когда нерест протекает очень интенсивно и происходит массовое оседание молоди. По материалам осеннего рейса не наблюдалось большого количества мелких моллюсков. Очевидно в период с августа по октябрь икрометания мидии в прибрежной зоне почти не происходило. В более глубоководных районах нерест отмечен во все сезоны, причем самое большое количество молоди было в октябре, что обусловлено более стабильными осенними температурами воды на глубине по сравнению с побережьем. В нересте участвовали в основном двухлетки и годовики. Икрометание у мидии порционное с промежутками между кладками 2—3 дня. Самка выметывает в среднем 6—9 млн. икринок.

В течение года самка нерестится 2—3 раза. Максимальное количество икринок составляет 50—75 млн. шт./год (Воробьев, 1938).

Оседание молоди отмечалось на все три этапа коллекторов: деревянные, пенопластовые коллекторы-гирлянды и хамсаросовый чулок. В среднем оседало 35—40 шт./см² при максимуме 96 шт./см². Через пять дней после прикрепления к субстрату 37% личинок погибло, спустя две недели после оседания в живых осталось 44%. Среднесуточный прирост молоди в первые пять дней составил 0,127 мг, в последующие 10 дней — 0,587 мг. По истечении двух недель от момента оседания моллюски были перенесены в садки. Через 90 дней длина раковин мидии составляла в среднем 19,01 мм при массе 751,28 мг. Колебания величин линейных размеров были в пределах 12,3—28,6 мм, масса — 203—2300 мг. За октябрь мидия приросла незначительно — среднесуточный прирост длины составил 0,098 мм, масса — 2,434 мг. Наблюдения за ростом моллюсков продолжались до конца декабря, когда началось льдообразование. В ноябре и декабре рост мидии практически прекратился.

За месяц до конца опыта у 89 особей из 100 длина раковины не увеличивалась, а 24 из них потеряли в массе от 0,1 до 7,2 мг, что свидетельствует о прекращении роста мидии при температуре ниже 5°C (рис.).

Прирост мидии особенно в первый месяц бентической жизни зависит и от времени оседания. Молодь летнего оседания растет в три раза быстрее, чем молодь весеннего и осеннего нереста. Мидии, осевшие осенью, через год достигают длины 16,79 мм при массе 492,04 мг, моллюски летнего оседания к осени этого года, т. е. через 2,5—3 месяца, имеют среднюю длину 19,01 мм и массу 751,28 мг. Взрослые моллюски — годовики, двухлетки и трехлетки — содержались в садках, причем мечение моллюсков нитрокраской дало возможность проследить за индивидуальными приростами.

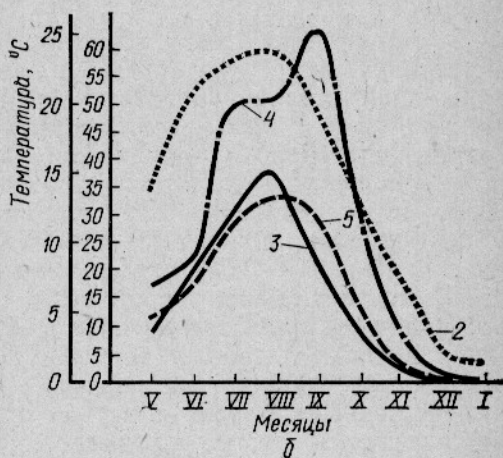
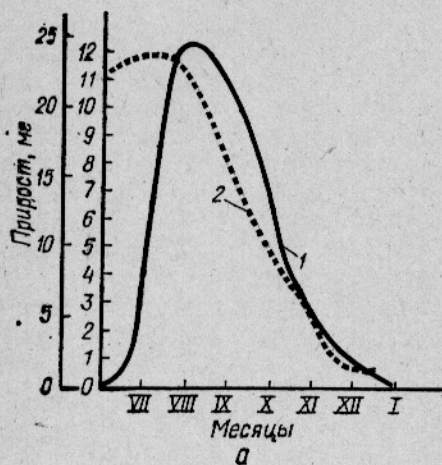
Половая зрелость у мидии наступает, как правило, на второе лето жизни. Максимальные приросты отмечены у двухлетков летом при температуре воды 23—25°C. Однако в период нереста прирост снижался. Рост мидии, как известно, зависит от многих факторов среды, среди которых важнейшими являются соленость, температура, кормовая база. Важное значение имеет и физиологическое состояние моллюсков. Так, в период созревания половых продуктов рост мидии замедляется и даже прекращается совсем.

Повышение солености Азовского моря сопровождается не только расширением ареала и увеличением запаса мидий. Намечается тенденция к увеличению длины раковины. По данным В. П. Воробьева (1938), азовская мидия в тридцатых годах при солености воды 10‰ имела длину раковины 50—80 мм, в настоящее время наиболее крупные особи,

отмеченные в Северном Приазовье при средней солености воды 14‰, достигают 102 мм.

Оптимальным диапазоном солености воды является 10—25 ‰ (Воробьев, 1938).

Являясь эвриэдафичным организмом мидии встречаются почти на всех фациях Азовского моря. Основным условием для поселения является наличие неподвижного субстрата. Однако на плотных грунтах количество мидии значительно больше, чем на мягких. Максимальные скопления отмечены в районе Железинской банки, Бердянском и Обиточном заливах. Здесь после получасового траления 18-метровым тра-лом отлавливалось в среднем 40 кг моллюсков, максимально 150 кг.



Среднесуточные приросты мидии а — июльского оседания; б — разного возраста: 1 — прирост; 2 — температура; 3 — годовики; 4 — двухгодовики; 5 — трехгодовики.

Исследования основных биологических характеристик азовской мидии показали ее высокую плодовитость, хороший темп роста, нетребовательность к содержанию кислорода в воде. В экспериментах по определению роста мидий при разных температуре воды и содержании кислорода выявилась следующая закономерность — темп роста мидий понижался при насыщении воды кислородом ниже 20%. В бескислородной зоне мидия живет от 7 до 10 суток.

После недели кислородного голодания оставшиеся в живых особи, пересаженные в воду с нормальным содержанием кислорода (80—100%), быстро активизировались и уже через 3—5 суток увеличили свою массу.

Выводы

1. Экологическая пластичность и пищевая ценность мидии позволяют рекомендовать ее культивирование в мидиевых хозяйствах. По предварительным расчетам с 1 га можно получить 15 т пищевой продукции при условии правильного выбора сооружения для содержания мидии в зимнее время. Учитывая трехцикличный оборот мидиевых хозяйств, для получения 10 тыс. т товарной продукции необходимо создать хозяйства общей площадью 500 га.

2. Северное Приазовье, акватория которого составляет около 50 тыс. га, следует считать весьма перспективным для дальнейшего наращивания мощности хозяйств после их перевода на индустриальную основу.

Mussel as an item for mariculture in the North Azov Sea

Spichak S. K.

SUMMARY

The investigations were made to estimate the settling rate of larvae and growth rate of the molluscs settled in areas where heavy concentrations are known to occur. The mussel are recommended for cultivation in the North Azov Sea owing to their ecological plasticity and nutrient properties. The tentative estimate indicates that if the molluscs are maintained in appropriate structures in winter the yield may reach 15 t/ha in a 3-cycle rearing operation.

УДК 639. 3/6

О выборе объектов для марикультуры. Сальников Н. Е., Аронович Т. М. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 6—10.

Перспективными объектами для марикультуры признаны растительноядные рыбы, использование которых в марикультуре рентабельным окажется лишь в том случае, если будут разработаны полноценные и дешевые искусственные корма.

В статье названы объекты, перспективные для марикультуры в различных бассейнах СССР, и приведены первые результаты, полученные при разведении и выращивании ценных морских рыб.

Список литературы — 14 названий.

УДК 597.593.4:597—116

О факторах, влияющих на величину гонадо-соматического индекса у преднерестовых самок сингиля *Mugil auratus* Risso (к выбору производителей). Вальтер Г. А. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 10—14.

Исследованы причины изменения величины гонадо-соматического индекса (ГСИ) у самок сингиля, мигрирующих через Керченский пролив в Черное море на нерест. Показано, что колебания ГСИ вызваны присутствием в косяках рыб с незавершенным ростом половых клеток. Установлено, что величина индексов зависит от степени развития младшей генерации клеток и относительной плодовитости по крупным клеткам.

Таблиц 3. Список литературы — 5 названий.

УДК 597.593.4 + 597—116:597—154.343

Популяционная чувствительность ооцитов черноморского лобана (*Mugil cephalus* L.) к гипофизарным гонадотропинам на протяжении нерестового сезона. Гнатченко Л. Г. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 14—20.

Исследованы реакции желтковых ооцитов лобана на действие одной и той же дозы гипофиза *in vitro* в период нерестовых миграций самок через Керченский пролив из Азовского в Черное море. Показано, что чувствительность половых клеток к гонадотропинам неодинакова в течение нерестового сезона. В начале и конце хода мигрируют рыбы с более высокой реактивностью ооцитов, чем в середине, что, видимо, связано с гетерогенностью популяции лобана. Рассмотрена также реактивность клеток к гонадотропинам *in vitro* в зависимости от их среднего размера. В первой половине хода имеется четкая положительная связь между уровнем ответа ооцитов и средним их диаметром. Во второй половине хода эта связь выражена слабее, так как высокую чувствительность к гонадотропинам приобретают все самки независимо от размера клеток.

Иллюстраций 3. Список литературы — 5 названий.

УДК 597.593.4:597—114.7

О зоологической специфичности гипофизарных гонадотропинов черноморской кефали-лобана (*Mugil cephalus* L.). Белая Н. А. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 20—25.

Проведено тестирование гонадотропной активности гипофизов черноморской кефали-лобана с помощью реакции овуляции вьюна, спермации травяной лягушки, овуляции ооцитов вьюна и *Xenopus laevis* в системе *in vitro*. Исследованные тест-системы отвечали на гипофизы сазана и осетра, на хорионический гонадотропин, но не реагировали на гипофизы лобана.

Результаты опытов иммунохимического сравнения антигенных характеристик гипофиза лобана и других видов рыб показывают, что иммунная сыворотка к гипо-

физиу лобана не преципитирует ни с одним из исследованных гипофизов, кроме своего собственного.

Таким образом, выявленная физиологическая специфичность гонадотропинов лобана подтверждается данными иммунохимического анализа.

Таблиц 3. Список литературы — 16 названий.

УДК 597.593.4:597—146.512

К характеристике трофоплазматического роста ооцитов кефали-сингиля (*Mugil auratus* Risso). Куликова Н. И., Апекин В. С., Вальтер Г. А., Федоров Ю. П. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 25—32.

На основе анализа живых ооцитов, изменения их размерного состава, а также данных о накоплении белка выявлены особенности роста половых клеток кефали-сингиля в период вителлогенеза. У этого вида одновременно развивается две генерации желтковых ооцитов. Обособление старшей завершается при их среднем диаметре 451—475 мкм. С ростом клеток изменяется характер их размерных вариационных рядов. Содержание белка в ооцитах в зависимости от их диаметра аппроксимируется логистической кривой. Анализ ее позволил выделить в белковом росте два периода: ускоряющийся (до 520 мкм) и замедляющийся (свыше 520 мкм). При этом ускоряющийся подразделяется на два этапа: с нарастающим (до 418 мкм) и затухающим (от 418 до 520 мкм) темпом. В среднем для популяции сингиля белковый рост ооцитов завершается при достижении ими размера 525—575 мкм, и они могут быть определены как дефинитивные.

Таблиц 3. Иллюстраций 2. Список литературы — 6 названий.

УДК 597.593.4:597—114.74

Индуктирование созревания черноморской кефали-сингиля (*Mugil auratus* Risso) гипофизами сингиля и сазана. Апекин В. С., Гнатченко Л. Г., Вальтер Г. А. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 33—39.

Индуктировали созревание преднерестовых самок черноморского сингиля тремя свежими или ацетонированными гипофизами рыб своего вида. Свежие железы в половине случаев вызвали овуляцию, ацетонированные привели лишь к незначительному укрупнению жировых капель в ооцитах. Полное созревание получено также при двукратных инъекциях гипофиза сазана по схеме 2 + 5 мг через 22—26 ч. Продолжительность созревания при 19—22° составляла около 44 ч. Размер ненабухших икринок 744—824 мкм. Для получения зрелой икры целесообразно отбирать рыб с ооцитами 525—550 мкм, не мельче 475 мкм. На основании анализа реактивности ооцитов к гонадотропинам в системе *in vitro* выделены латентный период и период максимальной чувствительности к гонадотропинам. С последним, по-видимому, связана эффективность действия на самок второй гипофизарной инъекции.

Таблиц 3. Иллюстраций 1. Список литературы — 3 названия.

УДК 639.3.043.2:597.593.4

Энергетический обмен и пищевые потребности личинок и молоди кефали-лобана при выращивании в искусственных условиях. Маслова О. Н. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 39—46.

Определялись пищевые потребности личинок и молоди кефали-лобана при выращивании в искусственных условиях. Рационы рассчитывали по формуле балансового равенства $0,8C = P + R$ (Винберг, 1956). Связь скорости потребления кислорода с массой тела у личинок выражается уравнением $R = 1,65W^{1,752}$, у молоди — $R = 0,387W^{0,79}$. Связь суточных рационов кефали с массой тела у молоди кефали описывается уравнением $C = 0,579W^{1,14}$ при питании коловратками и при питании науплиями артемии $C = 0,416W^{1,003}$.

Таблиц 3. Список литературы — 14 названий.

УДК 574:639.64

Изучение гаметофита ламинарии японской в связи с ее культивированием. Мальцев В. Н. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 46—51.

В работе приведены данные, необходимые для перевода водорослевых хозяйств с двухгодичного цикла на одногодичный. Создание оптимальных условий для развития гаметофита является одной из основных проблем культивирования ламинарии японской. Одногодичный способ выращивания ламинарий заключается в выращивании гаметофита и раннего спорофита в бассейнах, затем перенесении молодых спорофитов в море и выращивании до товарных размеров. Наиболее важными фактора-

ми для ускоренного роста молодых растений в бассейнах являются питательная среда (раствор), температура воды и освещенность. В лабораторных условиях получено небольшое количество проростков ламинарии за 50 дней.

Иллюстраций 4. Список литературы — 9 названий.

УДК 582.26:639.294

Исследование водорослей, перспективных для культивирования на Дальнем Востоке. Макенко В. Ф. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 51—59.

Работа посвящена изучению биологии наиболее пригодных для искусственного разведения агароносов. Наиболее пригодным для искусственного разведения видом считается грацилярия веррукоза. Однако биология этого вида в наших водах не изучалась. Сделана первая попытка разобраться в условиях существования грацилярии в этом районе. Определен ареал распространения грацилярии; соотношение стерильных, половых и бесполовых генераций, их продукционная способность. Ставятся задачи выращивания грацилярии на Дальнем Востоке.

Иллюстраций 3. Список литературы — 41 название.

УДК 582.26:639.64

Развитие репродуктивной ткани и динамика спорогенеза ламинарии японской у берегов Приморского края. Моисеенко Т. Н. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 59—68.

Отражены первые результаты наблюдений за развитием репродуктивной ткани у ламинарии японской в прибрежных водах Приморья. Работы проводились в трех хозяйствах, характеризующихся различными экологическими условиями. Полученные данные позволяют сделать следующие выводы. Отбор маточных слоевищ для опосредованного посадочно-выростных субстратов на промышленных плантациях должен проводиться с учетом степени зрелости спор. Доброкачественными следует считать маточные слоевища с репродуктивной тканью, в которой спорангии имеют размеры 70—75 мкм и нормальную форму. Зооспоры должны быть активными, проходить все пять этапов степени активности.

Таблиц 1. Иллюстраций 3. Список литературы — 12 названий.

УДК 639.2.371.2:639.3.032

О возможности использования стерильных гибридов в осетроводстве. Серебрякова Е. В. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 68—72.

Карьологическое изучение осетровых рыб показало, что гибриды от скрещивания между собой белуги, стерляди, севрюги и шипа могут быть плодовитыми; гибриды, полученные от скрещивания перечисленных видов с русским, амурским и сибирским осетром, — бесплодными вследствие геномных различий между указанными группами видов.

У гибридов от разнохромосомных скрещиваний развитие воспроизводительной системы нарушено. Экспериментальное исследование эмбриогенеза гибридов осетра со стерлядью F_1 и F_2 выявило генетическую дефектность гибридной спермы. В течение инкубационного и личиночного периода развитие возвратного гибрида значительно отличалось от развития первого поколения и родительских видов грубыми и многочисленными хромосомными аномалиями и почти полной гибелью личинок.

Таблиц 2. Список литературы — 12 названий.

УДК 597.553.2:597—116(282—247.1)

Естественное воспроизводство горбуши в некоторых реках Кольского полуострова. Агапов В. С. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 73—81.

Проанализировано качество нерестилищ и условия нереста, ската молоди и захода на нерест производителей горбуши, акклиматизированной на европейском севере СССР.

Нерестовый фонд рек Терского побережья Кольского полуострова способен вместить 180—370 тыс. производителей горбуши, тогда как общее количество их, зарегистрированное в бассейне Баренцева и Балтийского морей, не превышало 188 тыс. (1977 г.). Выживаемость горбуши на ранних стадиях в реках Кольского п-ва и выживаемость в материнском водоеме сопоставимы, однако в четные годы эффективность воспроизводства значительно ниже, чем в нечетные. Так, возврат горбуши в р. Чапона в 1976 г. от скатившейся молоди составил около 12,5%, а в 1975 и 1977 гг. — соответственно 4,6 и 0,7%.

Таблиц 5. Иллюстраций 5. Список литературы — 19 названий.

Сравнительные данные по росту и плодовитости стальноголового лосося на экспериментальном кефалевом заводе и в Чернореченском форелевом хозяйстве. Чечун Т. Я., Стоматова Е. Д. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 82—91.

На примере двух поколений стальноголового лосося показано, что условия первого года жизни определяют дальнейший рост и плодовитость рыб. Возраст наступления половой зрелости зависит от комплекса факторов на первом и втором годах жизни стальноголового лосося. Половая зрелость наступает при достижении рыбами определенной массы. Средние показатели длины и массы рыб, созревающих впервые в возрасте два года, выше, чем у созревших впервые в возрасте три и четыре года.

Таблиц 5. Иллюстраций 3. Список литературы — 26 названий.

УДК 597.582.2:597—111

Некоторые гематологические показатели сеголетков полосатого окуня (*Morone saxatilis* Mitchell). Стребкова Т. П. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 92—95.

В процессе изучения изменения гематологических показателей у сеголетков полосатого окуня, выращенных при плотности посадки 48 тыс., 31,5 и 25 тыс. шт./га, сделана попытка определить физиологическое состояние рыб, находящихся в различных условиях.

В зависимости от условий содержания концентрация гемоглобина, количество эритроцитов и лейкоцитов, содержание гемоглобина в одном эритроците и другие показатели изменяются неодинаково.

Несмотря на имеющиеся различия в гематологических показателях, сеголетки полосатого окуня, выращенные при различной плотности посадки, физиологически неполноценны. Рыбы, содержавшиеся при максимальной плотности (48 тыс./га) отличались наименьшим содержанием гемоглобина в капле крови, большей вариабельностью этого признака и меньшей массой. Однако отмеченные изменения не носят патологического характера.

Таблиц 2. Иллюстраций 1. Список литературы — 3 названия.

УДК 639.64:594.581.3

Перспективы использования спироулины в марикультуре. О. А. Анисимов, О. Н. Альбицкая, Л. В. Спекторова, О. И. Горонкова. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII, «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 95—99.

Живые морские водоросли — наилучшая пища для коловраток и артемий. Однако в некоторых случаях их целесообразно заменять более дешевыми в производстве пресноводными водорослями, например спироулиной (*Spirulina platensis*). В Советском Союзе созданы установки различных типов для производства спироулины. Для массового выращивания наиболее перспективен культиватор со шнековым побудителем расхода. При выращивании используют как искусственное, так и естественное освещение. В зависимости от физико-химических факторов среды (условий светообеспечения, состава среды, режима выращивания и др.) можно менять химический состав клеток спироулины (белок может составлять 30—70% сухого вещества клетки, углеводы — 7—50, жир — 4—12, зола — 4—10%). Одна установка для выращивания спироулины с освещаемой поверхностью 180—200 м² за 200 дней может обеспечить производство не менее 100 кг сухой артемии.

Таблиц 1. Иллюстраций 2. Список литературы — 8 названий.

УДК 681.3:639.2.081.7

Исследования по автоматическому подсчету рыб в реках и рыбоходах. А. И. Марколия. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 100—112.

Описываются результаты теоретических и экспериментальных исследований по созданию акустического рыбосчетного устройства (АРСУ). Сделан обзор известных отечественных и зарубежных методов и технических средств учета рыб. Разработано и изготовлено принципиально новое гидроакустическое рыбосчетное устройство с акустической антенной, работающей в ближней зоне.

Лабораторными и натурными испытаниями АРСУ с визуальным контролем в крупногабаритном аквариуме и с помощью подводной телевизионной установки на морском шельфе выявлена погрешность подсчета порядка 2÷5%.

Сделан вывод о возможности и целесообразности применения гидроакустического метода для подсчета рыб, проходящих в водном потоке.

Иллюстраций 8. Список литературы — 6 названий.

О направлениях эколого-физиологических исследований ранних стадий развития морских и проходных рыб. Шатуновский М. И. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 113—116.

Выделен и рассмотрен ряд направлений прикладных эколого-физиологических исследований ранних стадий развития морских и проходных рыб. Первое из них рассматривает комплекс вопросов, связанных с влиянием физиологического состояния производителей на физиологические и биохимические показатели развивающейся икры и молоди рыб, с определением физиологических и биохимических тестов оплодотворяемости икры и выживаемости икры и личинок искусственно разводимых рыб. Второе связано с изучением динамики физиологических и биохимических показателей в раннем онтогенезе морских и проходных рыб. Третье основано на сравнительном физиолого-биохимическом исследовании молоди, выращенной в искусственных условиях и отловленной из естественных водоемов. И, наконец, четвертое — это разработка эколого-физиологических основ организации кормления молоди морских и проходных рыб.

Список литературы — 4 названия.

УДК 639.42(2612.54)

Мидия как объект аквакультуры в Северной части Азовского моря. Спичак С. К. Труды ВНИРО, т. СXXXVIII «Вопросы морской аквакультуры», 1979, с. 116—119.

В северной части Азовского моря исследованиями в местах скоплений мидий определены интенсивность оседания личинок и темп роста осевших моллюсков. Экологическая пластичность и пищевая ценность мидии позволяют рекомендовать ее культивирование в Северном Приазовье. При условии правильного выбора сооружений для содержания мидий зимой при трехциклическом обороте мидиевых хозяйств, по предварительным расчетам, с 1 га можно получить 15 т пищевой продукции.

Труды ВНИРО том 138

ВОПРОСЫ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Редактор Ю. С. Айнзафт
Художественный редактор В. В. Водзинский
Технический редактор Г. Г. Хацкевич
Корректоры Т. Н. Бобрикова и Н. П. Багма

Сдано в набор 07.09.78. Подписано в печать 05.04.79. Т-06836
Формат 70×108¹/₁₆. Бумага типографская № 3. Литературная
гарнитура. Высокая печать. Объем 8 печ. л. Усл. п. л. 11,20
Уч.-изд. л. 10,78. Тираж 600 экз. Заказ 769. Цен 1 р. 60 к.

Издательство «Пищевая промышленность»
113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., 12
Московская типография № 19 Союзполиграфпрома
Государственного комитета СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
г. Москва, Б-78, Каланчевский туп., дом 3/5

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

В 1979 г. выйдет в свет и поступит в продажу книга

ЛАВРОВСКОЙ Н. Ф. Выращивание водорослей и беспозвоночных в морских хозяйствах. 10 л., 55 к., 3000 экз.

В книге рассмотрены современные методы выращивания водорослей макрофитов и перспективных промысловых беспозвоночных.

Особое внимание уделено методам выращивания водорослей и моллюсков-фильтраторов как наиболее экономичных объектов выращивания, которые дают большие биомассы без использования дорогостоящих кормов.

Рассмотрены методы выращивания мидий, представляющих собой дешевый источник животного белка в питании человека, а также корм, необходимый в рыбоводстве и для сельскохозяйственных животных. В связи с загрязнением морских прибрежных вод рассмотрены вопросы создания закрытых систем.

Рассмотрена проблема кормов и кормления промысловых ракообразных и перспективы их выращивания.

Приведены сведения по культивированию морских кормовых одноклеточных водорослей и беспозвоночных.

Затрагивается проблема загрязнения морских прибрежных вод и развитие марикультуры.

Книга предназначена для работников рыбной промышленности.

Заказы на книгу (без денежных переводов) следует направлять по адресу: 113035, Москва, М-35, 1-й Кадашевский пер., 12. Отдел распространения издательства «Пищевая промышленность».