

УДК 639.372.3 (268.45)

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ТРЕСКИ В МОРСКИХ САДКАХ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ

В.С. Анохина (ПИНРО)

Различные аспекты биологии атлантической трески, включая треску Баренцева моря, изучены достаточно подробно в связи с оценкой запасов этого вида и промыслом, однако отечественные исследования в области разведения баренцево-морской трески довольно немногочисленны и долгое время осуществлялись в рамках лабораторного эксперимента [Куфтина, Новиков, 1986; Журавлева, Петров, 1991; Анохина, Карлсен, 1994; Карамушко, 1996; Шпарковский, Чинарина, 1996]. Весьма обнадеживающие результаты ряда фундаментальных разработок привели к активизации прикладных исследований по промышленному освоению нового объекта культивирования. Так, с 1995 по 1997 г. в рамках совместного российско-норвежского проекта осуществлялись работы по выращиванию в садках дикой молоди трески до товарной массы 3–5 кг [Сорокин и др., 1996]. Научно-производственной базой для работ на Баренцевом море уже более 20 лет является норвежского производства морская лососевая ферма, расположенная за Полярным кругом (69°22'88" с.ш. и 33°04'62" в.д.) и защищенная от динамичного воздействия северо-западных ветров островом Могильный. Изготовлена она из легких металлических конструкций, на которых закреплены обычные сетные садки, штормоустойчива и очень удобна в обслуживании. Как показала практика, конструкция фермы столь универсальна, что позволяет использовать ее для культивирования не только лососевых, но и донных рыб, таких как баренцево-морская треска. В течение нескольких лет, с 1997 по 2000 г., на этой экспериментальной базе мы проводили исследования, направленные на разработку биотехнологии и нормативов выращивания производителей трески для пастбищной марикультуры.

Базовой составляющей успешного культивирования рыб является их экологическая устойчивость [Карпевич, 1983], в связи с чем чрезвычайно важно было определить способность дикой трески из разных мест обитания к акклиматизации на конкретном рыбоводном хозяйстве. Молодь и взрослых рыб отлавливали в Баренцевом море и длительный период содержали в сетных садках. Изучали предрасположенность трески к domestикации, особенности поведенческих реакций, пластического и генеративного обмена, выживаемость и питание в морских садках рыбоводного хозяйства. Настоящее исследование посвящено некоторым частным аспектам адаптации трески Баренцева моря на морской ферме в условиях лимитированных факторов среды и ограниченного жизненного пространства.

Материал и методика. Исследовали разновозрастную баренцево-морскую треску двух экспериментальных групп: группы А и группы Р.

Дикую треску группы А отлавливали тралом с мая по июль на глубинах от 60 до 250 м в известных промысловых районах на Рыбачьей и Кильдинской банках южной части Баренцева моря, молодь трески группы Р — с июня по сентябрь ручными орудиями лова (спиннингами) в расположении морской рыбной фермы на акватории губы Ура Мотовского залива. Треска двух групп

различалась не только по способу и месту вылова, но и по размерно-возрастному составу. Так, группу А составляли достигшие зрелости особи в возрасте от 4 до 8 лет массой 800 г и более, тогда как группа Р включала мелкую треску массой до 400 г в возрасте от 1 до 3 лет [Анохина, Лепесевич, 2000].

Рыб каждой группы тщательно сортировали по размеру, размерные группы содержали раздельно. Объем и размер садков подбирали в зависимости от сезона года и условий проведения опытов. Как правило, для молоди трески массой до 500 г использовали садки размером $2 \times 3 \times 3$ м, тогда как более крупных рыб содержали в садках $5 \times 5 \times 5$ м.

На этапе приучения трески к рыбоводному хозяйству ее кормили по схеме: 3 раза в светлое время суток мороженой непищевой рыбой с добавлением лососевых гранул. В дальнейшем переходили к одноразовому кормлению до насыщения некондиционной рыбой без добавления гранул. В качестве корма использовали мороженую сайку, мойву или атлантическую сельдь, которую предварительно размельчали.

Всего в разные годы было заготовлено около 5 тыс. экз. трески. Из этого количества для проведения экспериментов использовали 1200 рыб группы А и 500 рыб группы Р. Из них подвергнуто биологическому анализу со вскрытием 360 особей.

В рыбоводных работах по доставке, кормлению и сортировке трески принимали участие сотрудники ПИНРО Твердохлебов Е.В. и Колечкин Ю.В.

Результаты и обсуждение. Выбор акваполигона. Функционирование морских ферм по культивированию трески обеспечивается последовательной системой мероприятий с максимальным использованием эколого-физиологических возможностей объекта выращивания в нестабильных условиях среды. Вначале осуществляется выбор участка для размещения рыбоводной фермы. Теоретической базой для правильного выбора акваполигона являются работы А.Ф. Карпевич, раскрывающие закономерности накопления биологической потенции у гидробионтов и ее реализации в зависимости от условий обитания [Карпевич, 1998].

В поиске акватории для размещения морского хозяйства необходимо ориентироваться на пределы изменчивости жизненно важных для объекта разведения факторов биотической и абиотической среды на локальном участке, учитывая, что приемная емкость зоны функционирования хозяйства определяется временными и пространственными характеристиками основных факторов [Карпевич, 1998]. К сожалению, в природе вероятность их оптимального сочетания на ограниченном участке ареала слишком мала. Вместе с тем эффективное ведение хозяйства требует условий, при которых основные параметры среды не выходят за пределы популяционной изменчивости вида и лишь в исключительных случаях могут приближаться к пограничным значениям зоны индивидуальной толерантности особей.

В связи с этим огромное значение в приполярных областях северных регионов России имеет гидрометеорологическое обеспечение деятельности морских хозяйств, позволяющее своевременно оценить состояние экосистем прибрежных зон и охарактеризовать их с позиции естественной изменчивости показателей среды. Учитывая данное обстоятельство, ПИНРО и Российским государственным гидрометеорологическим университетом на акватории губ Ура и Кислая Мотовского залива Баренцева моря были проведены работы по сбору, обработке и анализу комплексной гидрометеорологической информации. Исследования показали, что в вертикальной термохалинной структуре, которая в прибрежных водах приливных морей формируется в результате совокупного действия потока солнечной радиации, материкового стока, адвекции тепла приливных течений, ветро-волнового перемешивания и турбулентной диффузии, четко выделяются четыре структурных участка [Провоторов, Кириллов, 1999]. В частности, за верхним распресненным слоем толщиной около 2 м располагаются промежуточный квазиоднородный слой, затем подстилающий его нерезкий термохалоклин и далее — сравнительно однородный по значениям температуры и солености придонный слой, обремененный своей квазиоднородностью приливным перемешиванием. Исследованиями выявлена чрезвычайная изменчивость

гидрологических условий в баренцевоморских губах. Показано, что в отдельные годы они характеризуются как аномальные, так как еще в середине июля наблюдается примерно метровый приповерхностный слой практически пресной воды в результате продолжающегося таяния снега на близлежащих сопках [Отчет ..., 1997]. Показатели солености поверхностного слоя воды составляли при этом от 0,5 до 8, тогда как ниже галоклина соленость воды была более 30. Установлена значительная разность температуры на поверхности и в глубинных слоях, достигающая 7,5 °С. На глубине от 5 до 15 м (вдали от устьев ручьев) выявлен сезонный термоклин толщиной не более 3 м. В годы с аномально высокой устойчивостью приповерхностного слоя он может располагаться примерно на 5 м выше, чем обычно [Отчет ..., 1997; 1998]. Было обнаружено характерное для прибрежных баренцевоморских вод явление «стекания» пресных и теплых поверхностных вод по прибрежным склонам на глубину [Отчет ..., 1997; Ключиков, Лукьянов, 1999]. По многолетним данным ПИНРО, аналогичный процесс прослеживается и на прибрежных станциях разреза «Кольский меридиан» [Бойцов, Несветова, 1994]. Гидрологические наблюдения выявили наличие мощного пикноклина в центральных частях акватории губы Ура, препятствующего вертикальному турбулентному обмену теплом, солью, биогенными элементами и растворенными газами. Акцентируя внимание на перечисленных обстоятельствах, без сомнения, важных для прогнозирования гидрологической ситуации, следует отметить, что несмотря на особенности структуры и динамики водных масс баренцевоморского побережья, здесь выявлены обширные участки акватории, весьма благоприятные для размещения морских рыбоводных ферм [Зубченко и др., 1988]. В пределах локального участка исследователи рекомендуют устанавливать садки в местах с умеренным перемешиванием водных масс, достаточной освещенностью и оптимальной продуктивностью планктонного сообщества [Провоторов, Кириллов, 1999]. С позиций устойчивого и длительного функционирования рыбоводного хозяйства немаловажное значение имеют степень защищенности надводной конструкции от преобладающих ветров и глубина непосредственно под садками.

Сроки зарыбления морских садков баренцевоморской треской. Согласно теории экологического периодического закона важнейшие биологические характеристики индивидуумов, в том числе рыб, находятся в периодической зависимости от значений факторов внешней среды [Степаненко, 1997]. Анализируя результаты исследований статического и астатического оптимума параметров среды в жизни рыб, можно сделать вывод, что наилучшего адаптивного эффекта следует ожидать при условии самопроизвольного перемещения рыб в градиентном поле [Константинов, 1997]. Однако на рыбоводных хозяйствах особи имеют чрезвычайно ограниченные возможности избирать подходящую среду обитания. С этих позиций становится понятным, почему значительная сезонная и межгодовая изменчивость абиотических условий и экологической ситуации в прибрежье Баренцева моря предопределяет повышенный уровень требований к размещению рыбоводных хозяйств и существенно влияет на сроки зарыбления морской фермы дикой рыбой.

Из множества абиотических и биотических факторов, влияющих на последовательную цепь взаимосвязанных непрерывных физиологических функций в организме рыб, единственным, контролирующим эти процессы, является температура [Хоар и др., 1998]. Как известно, треска обладает высокой чувствительностью по отношению к температуре и в природе предпочитает водные слои с ее определенными значениями в пределах своего толерантного диапазона [Герасимов, Цееб, 1967; Константинов, 1961; Чинарина, Трошичева, 1982]. Наши исследования показали, что в районах Западного Мурмана наиболее адекватные термические условия для заготовки трески старших возрастов (опытная группа А) создаются в первой половине мая при повышении температуры воды до 3–4 °С. Однако этот период может задерживаться до июня, так как в отдельные годы гидрологическая весна в северных широтах сильно смещается в сторону летних месяцев.

Важным абиотическим фактором, существенно влияющим на сроки зарыбления фермы, является соленость. Перед посадкой трески в морские садки не-

обходимо тщательно отслеживать изменение во времени вертикальной устойчивости солености прибрежных вод. По нашим данным, снижение солености в верхних горизонтах до 25 ‰ и менее значительно усиливает стресс трески и затрудняет процесс ее адаптации во всех возрастных группах. С учетом данного обстоятельства рекомендуется весной зарыблять морскую ферму не ранее, чем за 5–10 дней, до максимально возможного уровня распреснения, а по возможности — после стабилизации солености.

На практике время начала работ определяют не только по благоприятному сочетанию абиотических факторов, но и по физиологическому состоянию трески на период вылова. Например, стадия зрелости, упитанность, обеспеченность пищей, глубина, на которой находятся промысловые скопления, и другие биоэкологические характеристики чрезвычайно важны и должны учитываться при планировании заготовки взрослых рыб опытной группы А, совершающих протяженные миграции на обширной акватории северных морей. При этом сезоны нагула и нереста в их миграционном цикле резко разграничены, что вообще характерно для рыб высоких широт [Кушинг, 1979].

Вместе с тем исследования показали, что зарыбление садков мелкой треской опытной группы Р, которая ловится на относительно небольших глубинах в расположении морской фермы, можно осуществлять без потерь практически в любое время года. Молодь трески не испытывает в садках чрезмерного давления среды, так как губы и заливы прибрежных районов моря являются основным местом обитания неполовозрелых рыб младших возрастов (опытная группа Р). Явное различие исходных биоэкологических характеристик трески двух опытных групп предопределяет их раздельную заготовку. Так, мелких рыб в возрасте от 1 до 3 лет желательно ловить в летние месяцы вблизи берегов на мелководье, где они нагуливаются в период наибольшей интенсивности продукционных процессов. Треску старших возрастов (опытная группа А) предпочтительнее заготавливать поздней весной, когда отнерестившиеся особи сильно истощены. Кроме того, поздней весной в когорте минимальна доля зрелых и не отнерестившихся рыб. Сезон и сроки заготовки варьируют по годам.

Способы отлова и доставки рыб к месту выращивания. Вылов трески старших возрастных групп (группа А) для рыбоводных целей осуществляется методом траления на больших глубинах. Траловый лов трески хорошо освоен промысловиками, однако процесс заготовки и доставки рыб на морскую ферму требует определенной технической подготовки и квалифицированного контроля. Как правило, после подъема трала на борт рыболовного судна специалисты отбирают треску поштучно, при этом выбраковывается до 70% явно нежизнеспособных рыб. В основном это особи с полной или частичной потерей зрения из-за повреждения глаз, а также с сильными потертостями и рваными ранами разной степени выраженности. Пригодных для дальнейшего содержания рыб транспортируют с места промысла в специальных контейнерах с проточной морской водой. Потери трески за время транспортировки достигают 15%. Увеличение интенсивности отбора на борту судна и сокращение времени доставки до 8 ч и менее позволяет сократить смертность трески на этом этапе до 5%. Таким образом, в адаптационные морские садки высаживается менее 30% от количества поднятых на борт судна рыб. Мелкая треска опытной группы Р хорошо вылавливается удочкой на относительно небольшой (до 10–15 м) глубине вблизи берегов и у морской фермы. В процессе заготовки рыба практически не травмируется, поэтому ее смертность минимальна.

Результаты биологического анализа трески группы А показали, что в общей когорте выловленных рыб доля особей с индивидуальной массой менее 1,5 кг достигала 76%, рыб массой менее 1 кг было до 25%. Примерно такое же количество рыб (около 24%) имели среднюю массу от 1,5 до 2,5 кг, тогда как предельные значения признака составляли 0,45 и 3,5 кг при вариабельности до 55%. У молоди трески группы Р размах колебаний по массе рыб еще более значителен. Самые мелкие из высаженных на выращивание особей этой группы имели массу около 70 г, самые крупные — 590 г. Высокие показатели вариабельности провоцируют каннибализм — явление широко распространенное у трески на протяжении всего ее жизненного цикла и крайне нежелательное в

рыбоводстве. Чтобы предотвратить проявление каннибализма, рыб в кратчайшие сроки тщательно сортируют по размеру и только затем размещают на адаптацию.

Акклимация баренцевоморской трески в морских садках. В серии лабораторных экспериментов было показано, что баренцевоморская треска быстро и сравнительно легко адаптируется в аквариальной [Шпарковский, Чинарина, 1996; Журавлева, 1998]. Существует также ряд зарубежных работ, позволяющих с уверенностью утверждать, что в производственном цикле выращивания у трески проявляется высокий уровень мобилизации адаптивных возможностей [Сэтэрсдал, Лоенг, 1984; Jobling, 1994]. Результаты наших исследований не противоречат литературным данным, тем не менее, в масштабах, близких к промышленным, привыкание трески к рыбоводному хозяйству происходит несколько иначе, чем в лабораторных условиях, и имеет ряд существенных особенностей. Рассмотрим некоторые из них, принимая во внимание тот факт, что контроль адаптации трески двух экспериментальных групп осуществляли по показателям выживаемости, количеству суток от высадки в морские садки до первой реакции на корм и процентному соотношению питающихся особей.

Наиболее низкие показатели выживаемости установлены нами у трески опытной группы А в первые дни и недели акклимации к рыбоводному хозяйству. Результаты обследования рыб, погибших в период ранней акклимации, показали, что основной причиной смертности являлись множественные внутренние травмы. Хорошо известно, что резкий перепад давления в процессе траления даже при относительно медленном подъеме трала на борт судна вызывает у трески множественные внутренние кровоизлияния, разрыв стенок плавательного пузыря, нарушение функции зрения. Скрытый травматизм в разной степени проявления мы отмечали практически у всех особей, выловленных на больших глубинах, однако только от 20 до 25% высаженных на выращивание рыб группы А с хорошим экстерьером имели несовместимые с жизнью повреждения внутренних органов и тканей и, как правило, погибали в первый месяц после размещения на ферме. Наименее травмированные особи этой группы при наличии благоприятных условий за относительно короткий срок восстанавливали физиологическую активность и в числе первых начинали проявлять реакцию на корм.

Принимая во внимание, что мелкая треска опытной группы Р в процессе заготовки практически не травмируется и не испытывает в морских садках значительного угнетения из-за перемены напряжения абиотических факторов, так как рыбоводная ферма находится в зоне естественного обитания неполовозрелой молодежи, было логичным предположить, что стабилизация физиологических процессов у рыб этой группы наступит значительно быстрее, чем в группе А. Однако на практике продолжительность акклимации трески двух опытных групп оказалась сопоставимой и составляла от 3 до 4 недель. Усиление давления среды приводило к увеличению восстановительного периода до 5–6 недель, однако в особых случаях восстановление основных жизненных функций у трески группы А наблюдали через 7 и даже 8 недель после пересадки рыб в морские садки. Особи трески, не начавшие питаться через указанный срок, постепенно истощают свои энергетические резервы и, как правило, впоследствии погибают.

Исследования показали, что быстрее переходят на питание в морских садках те особи, у которых энергетические резервы находятся на предельно низком уровне, так как реализация стратегии выживания заставляет треску использовать все возможные пищевые ресурсы для увеличения энергетического запаса. С повышением упитанности рыб период физиологического ответа на изменение состояния среды удлиняется. Есть основание предполагать, что разнонаправленность защитной реакции рыб с неодинаковым физиологическим статусом на идентичное стрессовое воздействие является функциональным ответом на действие разных механизмов адаптивного реагирования.

За период акклимации и перехода на активное питание смертность мелкой трески опытной группы Р обычно составляет около 2%, но при несвоевременной сортировке вероятные потери от каннибализма могут увеличивать отход до 30% и более. За тот же период смертность в когорте рассортированных и не проявля-

ющих признаков каннибализма рыб опытной группы А также может достигать 30% в основном по причине скрытого травматизма. Активно питающиеся в садках рыбы в дальнейшем показывают стабильно высокую выживаемость (до 98%) и гибнут только по случайным причинам.

Существенное значение для успешной адаптации трески группы А имеет, как отмечалось, гидрологическая ситуация в районе морской фермы. Так, во всех случаях, когда критический для баренцевоморской трески уровень распределения прибрежных вод (менее 25%) совпадал с поздними стадиями акклимации, регистрировалось сильное угнетение двигательной и пищевой активности рыб, т.е. реализовывались быстрые этологические формы реагирования [Хлебович, 1981]. По наблюдениям, угнетение основных функций было более глубоким, чем в первые дни пребывания в морских садках, когда у трески отмечали четко выраженное пассивное избегание пресса экстремальных условий. Исследования показали, что период акклимации, который в норме не превышает 3–4 недель, может в годы с обильным паводком длиться до восстановления типичных верхних значений солености баренцевоморских вод, 34–35 ‰.

Следует отметить, что треска двух опытных групп крайне отрицательно реагировала на ограничение жизненного пространства. В стесненных условиях рыбы снижали свою функциональную активность, постепенно истощались и погибали. В эксперименте мы наблюдали за поведением и питанием особей в разных по объему садках в течение нескольких месяцев. Хорошую реакцию трески на корм и высокие показатели прироста отмечали в тех садках, которые обеспечивали минимально необходимый объем окружающего пространства ($V_{\min}$) на 1 кг биомассы рыб, независимо от плотности посадки. Например, минимальные территориальные потребности одной особи массой 2 кг были сопоставимы с минимально необходимым пространством для нормальной жизнедеятельности двух рыб массой 1 кг. Для мелкой трески массой до 1,5 кг показатель $V_{\min}$ составлял примерно 18 м³ на 1 кг биомассы, у рыб массой более 1,5 кг требования к минимальному объему возрастают до 40 м³ на 1 кг массы. Интересно отметить, что треска всех возрастных групп предпочитала находиться и была активнее в широких, хотя и недостаточно глубоких садках, чем в глубоких, но слишком узких. В объемных садках глубиной 5–6 м треска держится в толще воды и «ходит по кругу», показывая явно стайное поведение.

Таким образом, материалы исследований подтвердили высокую толерантность трески к значительным колебаниям показателей среды, ее выносливость в экстремальных условиях содержания и хорошую способность адаптироваться к рыбоводному хозяйству.

Заключение. Разработка путей управления процессами жизнедеятельности организма в отечественной аквакультуре является чрезвычайно актуальной проблемой. Существенная роль при этом уделяется изучению адаптивности рыб в измененных условиях среды, так как характер проявления адаптаций высвечивает и позволяет оценить многие потенциальные свойства организма. Работы ПИНРО по культивированию дикой трески подтвердили ее позитивные способности быстро акклиматизироваться и приобретать в искусственных условиях «культурные» навыки. Исследованиями установлено, что баренцевоморская треска устойчива к лову и транспортировке, способна без больших потерь переносить продолжительное содержание в морских садках. Молодь трески, выловленная в прибрежье, и зрелые особи из удаленных от берега глубоководных районов моря имеют сходный характер адаптации к рыбоводному хозяйству. Адаптивная реакция трески на стрессовое воздействие природных факторов среды зависит от степени этого воздействия и определяется ее физиологическим состоянием.

ЛИТЕРАТУРА

- Анохина В.С., Карлсен О. 1994. Морфология выклева и раннего развития у трески (*Gadus morhua* L.) при искусственной инкубации икры от двух пар производителей // Сборник научных трудов ПИНРО. Мурманск. С.147–169.
- Анохина В.С., Лепесевич. 2000. Размерно-возрастной состав и структура отолитов культивируемой трески Баренцева моря // Сборник научных трудов. Марикультура в прибрежной зоне се-

верных морей. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С.3–13

Бойцов В.Д., Несветова Г.И. 1994. Особенности гидрологических условий в прибрежной зоне Мурмана // Сборник научных трудов. Заполярная марикультура. Мурманск: Изд-во ПИНРО. С.3–12.

Герасимов В.В., Цеев Р.Я. 1967. О воздействии низких температур на треску Баренцева моря // Экология рыб Баренцева моря. Л. С.59–71.

Журавлева Н.Г. 1998. Эколого-морфологические основы разведения и акклиматизации морских рыб // Эколого-морфологические основы марикультуры рыб в Заполярье. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. С.5–203.

Журавлева Н.Г., Петров И.И. 1991. Разведение трески (Методические рекомендации и справочные материалы). Мурманск. 45 с.

Зубченко А.В., Сорокин А.Л., Уланенков В.С., Курникова Т.А., Мокряк А.В., Ванюхин Б.И., Пестриков В.В., Карпук В.Н., Крыжановская А.А. 1988. Практическое руководство по размещению лососевых товарных хозяйств в прибрежных районах Западного Мурмана // Мурманск: ПИНРО. 88 с.

Карамушко Л.И. 1996. Биоэнергетические аспекты питания и роста трески Баренцева моря // Атлантическая треска: биология, экология, промысел. СПб.: Наука. С.74–80.

Карпевич А.Ф. 1983. Био-экологические потенциальные свойства гидробионтов в природе и аквакультуре // Сборник тезисов Всесоюзного симпозиума «Теоретические основы аквакультуры». М.: МОИП. С.31–33. 1998. Потенциальные свойства гидробионтов и их реализация в аквакультуре // Биологические основы марикультуры / Под ред. Л.А. Душкиной. М.: Изд-во ВНИРО. С.78–99.

Константинов К.Г. 1961. О зависимости между температурой воды и распределением донных рыб // Сборник научных трудов ПИНРО. Вып.4 (18). С.25–28. 1997. Статический и астатический оптимум абиотических факторов в жизни рыб // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. М.: Изд-во ВНИРО.

Клюйков Е.Ю., Лукьянов С.В. 1999. Конвенция на прибрежных склонах в губе Кислая Мотовского залива // III Международный семинар «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». Кандалакша, 17 июля 1998 г. Тезисы докладов. СПб.: Изд. РГГМУ. С.128–136.

Куфтина Н.Д., Новиков Г.Г. 1986. Особенности роста зародышей и закономерности утилизации запасного белка желтка в раннем онтогенезе трески *Gadus morhua* L. при разных температурах развития // Вопросы ихтиологии. Т.26. Вып.4. С.646–657.

Кушинг Д.Х. 1979. Морская экология и рыболовство / Пер. с англ. М.: Пищевая промышленность. С.5–288.

Отчет о работах РГГМИ в г. Палкина и Кандалакшском заливе Белого моря, губе Кислая и Ура-губе Баренцева моря. Руководитель Клюйков Е.Ю. 1997; 1998. Рукопись кафедры океанологии РГГМИ. СПб. 125 с.

Провоторов П.П., Кириллов С.А. 1999. Некоторые особенности вертикальной термохалинной структуры вод в окрестности Кислогубской ПЭС // III Международный семинар «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». Кандалакша, 17 июля 1998 г. Тезисы докладов. СПб.: Изд. РГГМУ. С.128–136.

Сорокин А.Л., Анохина В.С., Исаев Н.А. 1996. Морская аквакультура в Северной Европе: опыт Норвегии — в Россию / Рыбное хозяйство. №2. С.41–43.

Степаненко А.А. 1997. Действие на рыб химических факторов внешней среды в свете теории экологического периодического закона // Первый конгресс ихтиологов России. Тезисы докладов. М.: Изд-во ВНИРО.

Этэрсдал Г., Лоенг Х. 1984. Экологическая адаптация при воспроизводстве трески // Воспроизводство и пополнение трески. М. С.13–35.

Хоар У., Рендолл Д., Бретт Д.Ж. 1983. Биоэнергетика и рост рыб / Пер. с англ. М.: Легкая и пищевая промышленность. 408 с.

Хлебович В.В. 1981. Акклимация животных организмов. Л.: Наука. 136 с.

Чинарина А.Д., Трошичева Н.В. 1982. Пищевые адаптации баренцевоморских рыб при изменении температуры воды // Адаптация организмов к природным условиям. Тезисы докладов VI Всесоюзной конференции по экологической физиологии. Т.3. Сыктывкар. С.64.

Шпарковский И.А., Чинарина А.Д. 1996. Биоэнергетические аспекты питания и роста трески Баренцева моря / Атлантическая треска: биология, экология, промысел. СПб.: Наука. С.50–65.

Jobling M. 1994. A review of the physiological and nutritional energetics of cod with particular reference to growth under farmed conditions // Aquaculture. V.70. N.1–2.