

## БИОЛОГИЯ ГИДРОБИОНТОВ

### СОЗРЕВАНИЕ ТРЕСКИ *GADUS MORHUA CALLARIAS* ВОСТОЧНО-БАЛТИЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ В 1996-2005 гг.

© 2011 г. М.А. Дмитриева, И.В. Карпушевский

*Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Калининград 236022*

Поступила в редакцию 10.08.2009 г.

Окончательный вариант получен 18.01.2011 г.

Приведены данные о размерном и возрастном составе трески из юго-восточной части Балтийского моря (26 подрайон ИКЕС) в феврале-марте 1996-2005 гг. Выявлены тенденции снижения длины и возраста 50% созревания рыб разного пола, снижения длины неполовозрелых и половозрелых особей в возрастных группах. Сдвиг сроков массового нереста трески мог стать причиной низких приростов в первый год жизни рыб, что в дальнейшем вызвало снижение показателей роста и созревания.

*Ключевые слова:* треска восточно-балтийской популяции, длина и возраст 50% созревания, доля половозрелых особей, размерный и возрастной состав.

### ВВЕДЕНИЕ

Состояние запаса восточно-балтийской популяции трески определяется двумя основными факторами: величиной промыслового изъятия и условиями воспроизводства. Исследуемый период соответствует ряду лет, когда биомасса нерестового запаса восточно-балтийской трески достигла наиболее низкого уровня (Alheit et al., 2005; Eero et al., 2007). Несмотря на ряд принятых мер, в первом десятилетии нынешнего столетия промысловое изъятие продолжало оказывать большое влияние на динамику запаса балтийской трески (Карпушевский, 2002; Jonzén et al., 2002; Kraus et al., 2009).

Условия воспроизводства морских видов рыб Балтийского моря зависят от объема и частоты поступающих североморских вод. Под влиянием втока в глубоководных впадинах на юго-востоке Балтийского моря складываются благоприятные условия для нереста трески, которые принято характеризовать величиной репродуктивного объема (RV). За RV принимают водные массы с соленостью более 11‰ и содержанием кислорода более 2 мл/л (Plikshs et al., 1993). Такие параметры среды необходимы для активации сперматозоидов, оплодотворения и выживания икры балтийской трески (Грауман, 1968; Köster et al., 2005).

Характер адвекции североморских вод определяет ход созревания, начало нереста и распределение особей популяции (Грауман, 1968). Из-за значительного сокращения объема североморских втоков и изменения основных гидрологических показателей с конца 80-х гг. прошлого столетия условия для воспроизводства трески значительно ухудшились на главных нерестилищах на юго-востоке Балтийского моря. С изменившимися температурными условиями связывают сдвиг массового нереста балтийской трески на поздние летние сроки (Wieland, Horbowa, 1996).

На основании наших данных сделана попытка показать взаимосвязь между основными параметрами среды и популяции восточно-балтийской трески, размножающейся в глубоководных районах на юго-востоке Балтийского моря в 1996-2005 гг.

Ежегодно в феврале-марте всеми странами прибалтийского региона выполняются донные траления по программе учетных съемок демерсальных видов рыб. Поэтому сбор данных осуществлялся на протяжении ряда лет практически при одних и тех же условиях. Февраль-март мы считаем наиболее удобным периодом для выполнения поставленной цели, т.к. в эти месяцы половозрелый контингент трески представлен в основном созревающими особями, которые будут нереститься в текущем нерестовом сезоне.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКИ

В работе использованы данные биологических анализов, выполненных при проведении донных траловых съемок в феврале-марте 1996-2005 гг. в 26-ом подрайоне ИКЕС (юго-восточная часть Балтийского моря) на научно-исследовательских судах ФГУП «АтлантНИРО». Основанием к объединению данных по всему подрайону за каждый исследуемый год послужили многочисленные доказательства существования единой популяции трески к востоку от 14°30' в.д. (Бирюков, 1971б; Bagge et al., 1994). Полученный материал характеризует часть популяции, нерест которой в основном проходит в Гданьской и Готландской впадинах, и не включает треску, размножающуюся в Борнхольмской впадине.

Траления выполняли донными тралами с мелкой ячейной вставкой (шаг ячеи в кутке 6,5 и 10,0 мм) ДТ 28,5/37,6, ХЕК-4 М, TV-3. Продолжительность тралений 30 минут.

Для биологического анализа брали случайную выборку, включающую не менее 100 экз. трески. Если в улове было меньше 100 экз., то проводили анализ всех пойманных рыб. Всего выполнено биологических анализов 19 605 экз. При проведении биологического анализа измеряли зоологическую длину с точностью до 1 см, общую массу и массу без внутренностей с точностью до 1 г. Пол и стадию зрелости определяли визуально по шестибалльной шкале, специально разработанной для балтийской трески (Алексеев, Алексеева, 1996).

Определение возраста проводили по отолитам в соответствии с традиционной методикой (Чугунова, 1959; Токарева, 1963; Мина, Токарева, 1967).

Отолит разламывали поперек, слом прокалывали над пламенем спиртовки и просветляли смесью глицерина со спиртом, после чего, под микроскопом МБС-9 при увеличении 8х2 просчитывали годовые кольца. За первую годовую зону принималась зона, включающая в себя мальковое кольцо, кольцо оседания и ближайшая к нему гиалиновая группа клеток (Мина, Токарева, 1967; Карпушевский, 1998). По результатам обработки возрастных проб были составлены размерно-возрастные ключи, с помощью которых производили пересчет улова на возрастной состав. Статистическая обработка заключалась в вычислении ошибки средних значений и доверительных интервалов 95%-ного уровня вероятности.

Полученные данные были сгруппированы по 5-см классам, при этом обозначение каждого размерного диапазона проводили по начальному значению для класса. Например, размерный класс 35-39 см обозначен значением 35 см.

Из-за селективности орудий лова, а также пространственной разобщенности рыб разного возраста и физиологического состояния (Бирюков, 1970) при проведении учетных донных траловых съемок треска в возрасте 1 год облавливается плохо. Поэтому пробы этого возраста не являются репрезентативными (Report of WGBIFS, 1996). Тем не менее, мы не сочли

необходимым исключить из материала треску этого возраста (например, при построении кривых возрастного состава).

Для анализа межгодовых особенностей созревания были вычислены показатели полового созревания – длина (L50) и возраст (A50), при которых 50% особей являются половозрелыми. Расчет производили по способу наименьших квадратов (Плохинский, 1970). Теоретические кривые созревания построены с помощью логистического метода выравнивания эмпирических кривых (Ashton, 1972).

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Для характеристики размерного и возрастного состава трески 26-го подрайона было получено распределение относительного количества трески по размерным и возрастным классам за каждый год исследуемого периода с 1996 по 2005 гг. В результате этого были выявлены модальные размерные и возрастные классы самок и самцов в ряду лет (рис. 1-4).

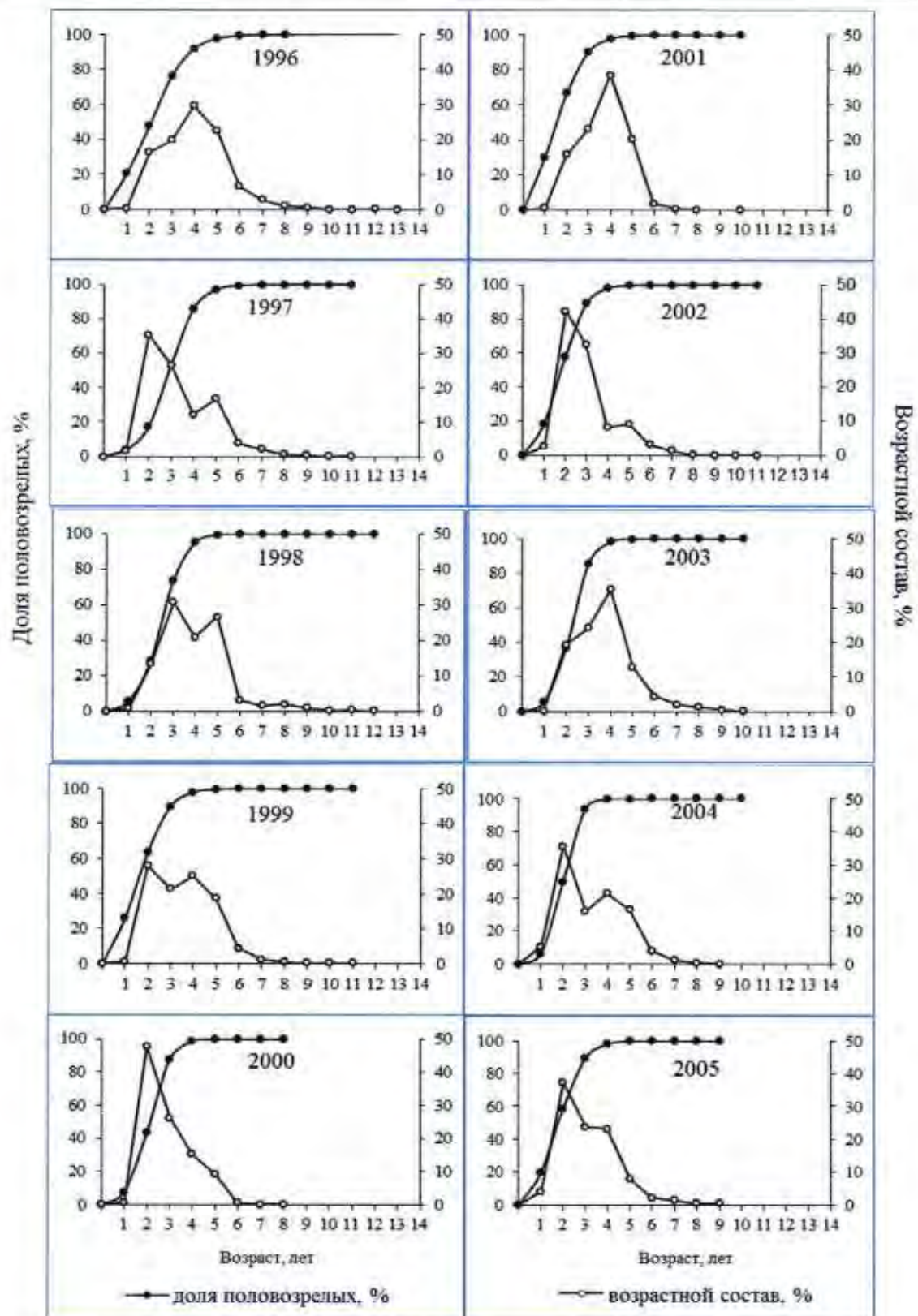
Согласно полученным данным, размерное и возрастное распределение самцов в 1996-1999 гг. можно назвать бимодальным. Младший модальный класс составляли особи возрастных классов 2-3 года и размерного класса 30 см. Модальную группу среди более крупных самцов составляли рыбы в возрасте 4-5 лет, принадлежащие к размерным классам 40-45 см. В 2000-2005 гг. размерное распределение самцов становится преимущественно мономодальным. Одновременно с этим отмечается небольшое смещение модального класса к началу возрастного и размерного рядов: в 2001 г. – 4 года и 40 см, в 2002 г. – 2-3 года и 25-30 см, в 2003 г. – 4 года и 35 см, в 2004 г. – 2 года и 25 см, в 2005 г. – 2 года и 25 см (рис. 1, 3).

К 2005 г. первая модальная размерная группа самок, состоящая в основном из неполовозрелых рыб, стала включать самок размерного класса 25 см, хотя в 1996-1999 гг. она была представлена особями размерного класса 30 см (рис. 2, 4). Также наблюдается смещение пика относительной численности среди половозрелых самок – с 45 см в 1996-1999 гг. до 40 см в последующие годы. Аналогичным образом уменьшился возраст, на который приходится пик относительной численности половозрелых самок. Он составлял 5 лет в 1996-1999 гг., а к 2005 г. модальную группу стали составлять самки 4-5 лет.

Чтобы получить представление о росте трески в 1996-2005 гг., рассчитана средняя длина рыб по возрастным классам. Поскольку неполовозрелые и половозрелые особи имеют разный темп роста, изменчивость средней длины была рассмотрена отдельно у самок и самцов с учетом состояния репродуктивной системы. В анализе использовали возрастные классы, представленные наибольшим количеством особей: неполовозрелые и половозрелые самцы 2 и 3 лет, неполовозрелые самки 2-5 лет, половозрелые самки 3-6 лет (рис. 5).

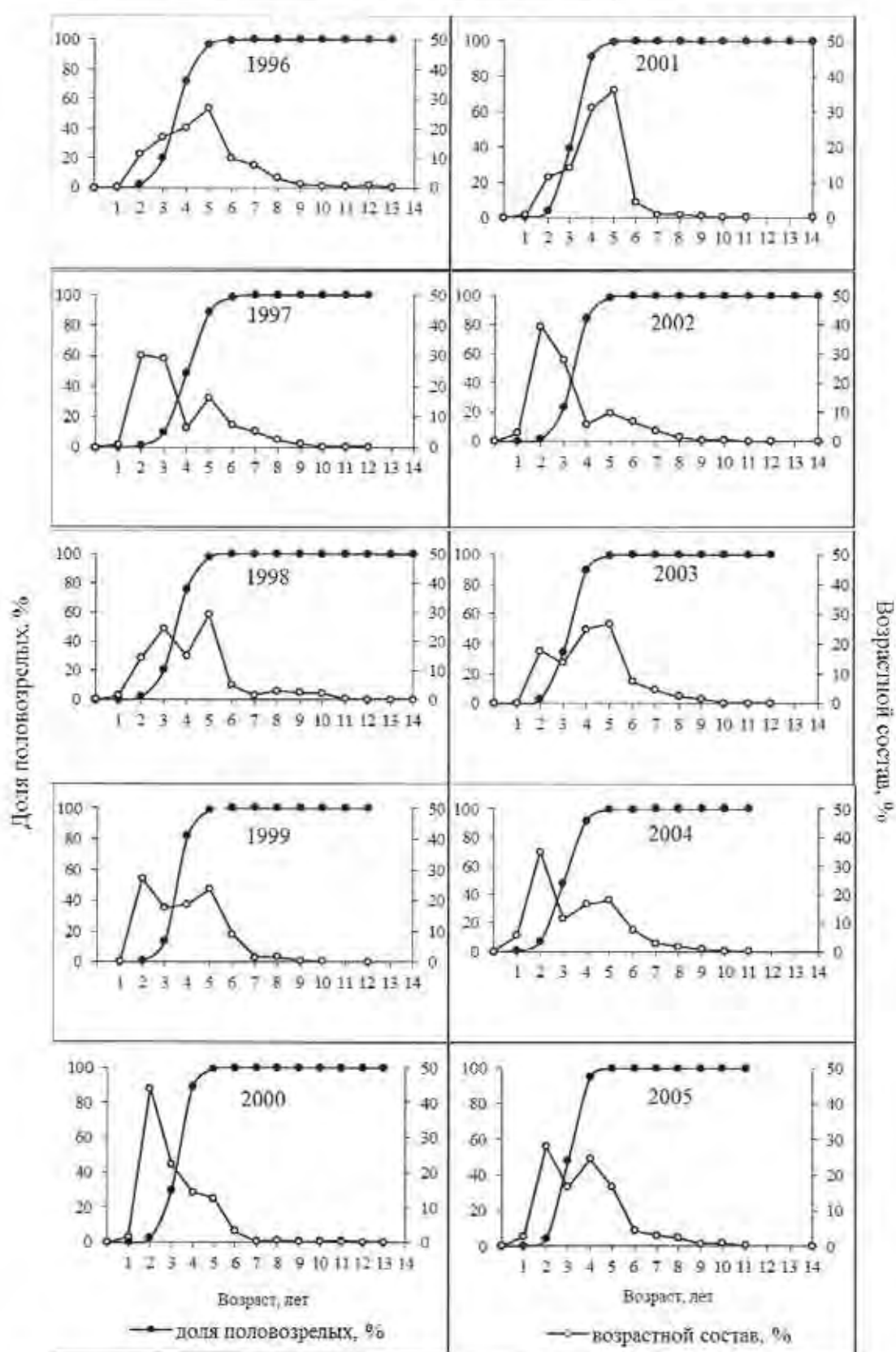
Сравнение показало, что у самцов и самок (разного физиологического состояния) в 2005 г. средняя длина достоверно ниже, чем в 1996 г. Вместе с тем изменение средней длины происходило постепенно, и часто без достоверных различий в смежные годы.





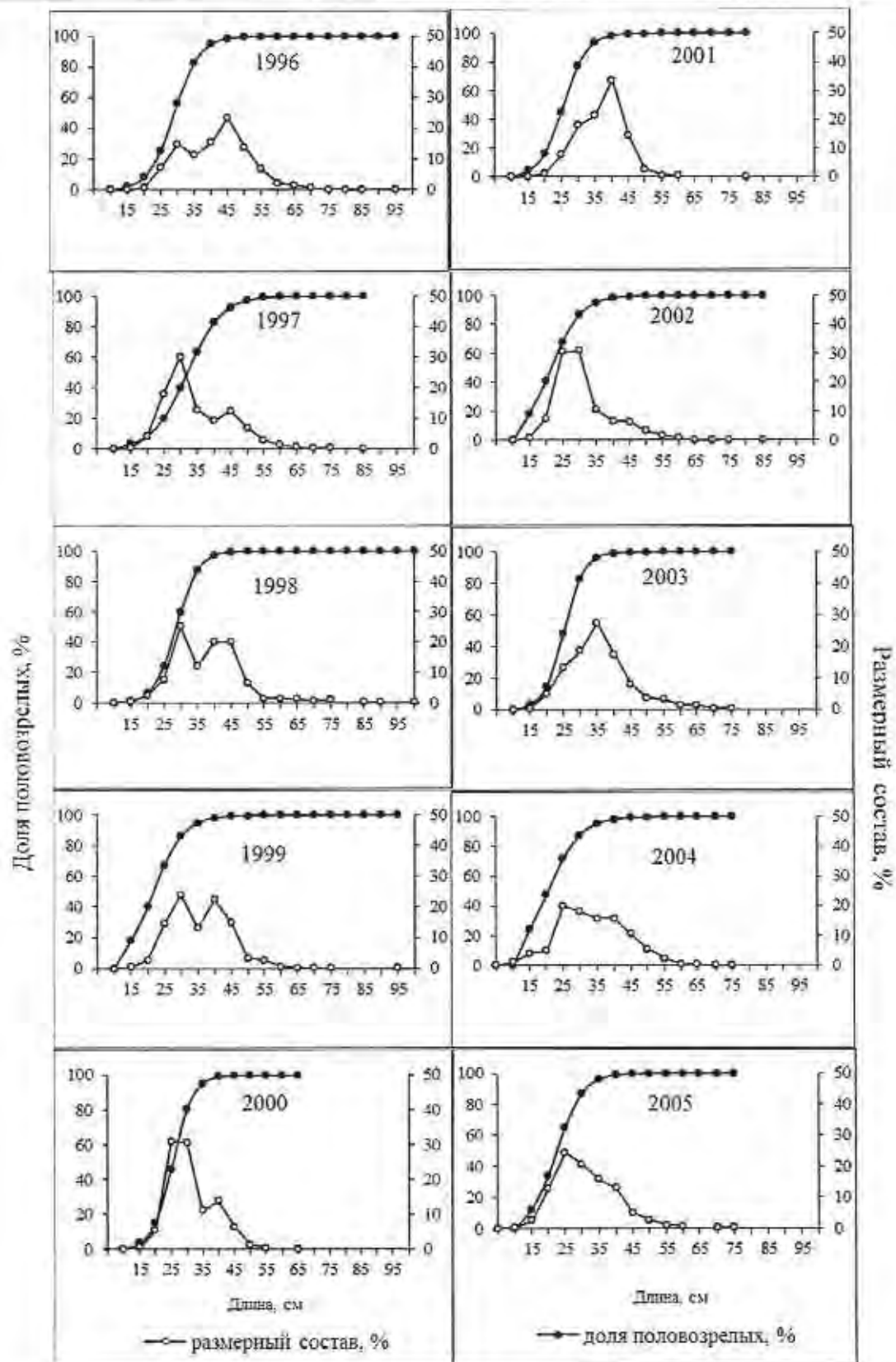
**Рис. 1.** Самцы: возрастной состав, доля половозрелых рыб и теоретические значения возраста 50%-го созревания ( $\Lambda_{50}$ ) восточно-балтийской трески в 1996-2005 гг.

**Fig. 1.** Males: age structure, the proportion of mature fishes and theoretical values of 50% maturation age ( $\Lambda_{50}$ ) of East Baltic cod in 1996-2005.



**Рис. 2.** Самки: возрастной состав, доля половозрелых рыб и теоретические значения возраста 50%-го созревания ( $A_{50}$ ) восточно-балтийской трески в 1996-2005 гг.

**Fig. 2.** Females: age structure, the proportion of mature fishes and theoretical values of 50% maturation age ( $A_{50}$ ) of East Baltic cod in 1996-2005.



**Рис. 3.** Самцы: размерный состав, доля половозрелых рыб и теоретические значения длины 50%-го созревания (L50) восточно-балтийской трески в 1996-2005 гг.

**Fig. 3.** Males: length structure, the proportion of mature fishes and theoretical values of 50% maturation length (L50) of East Baltic cod in 1996-2005.

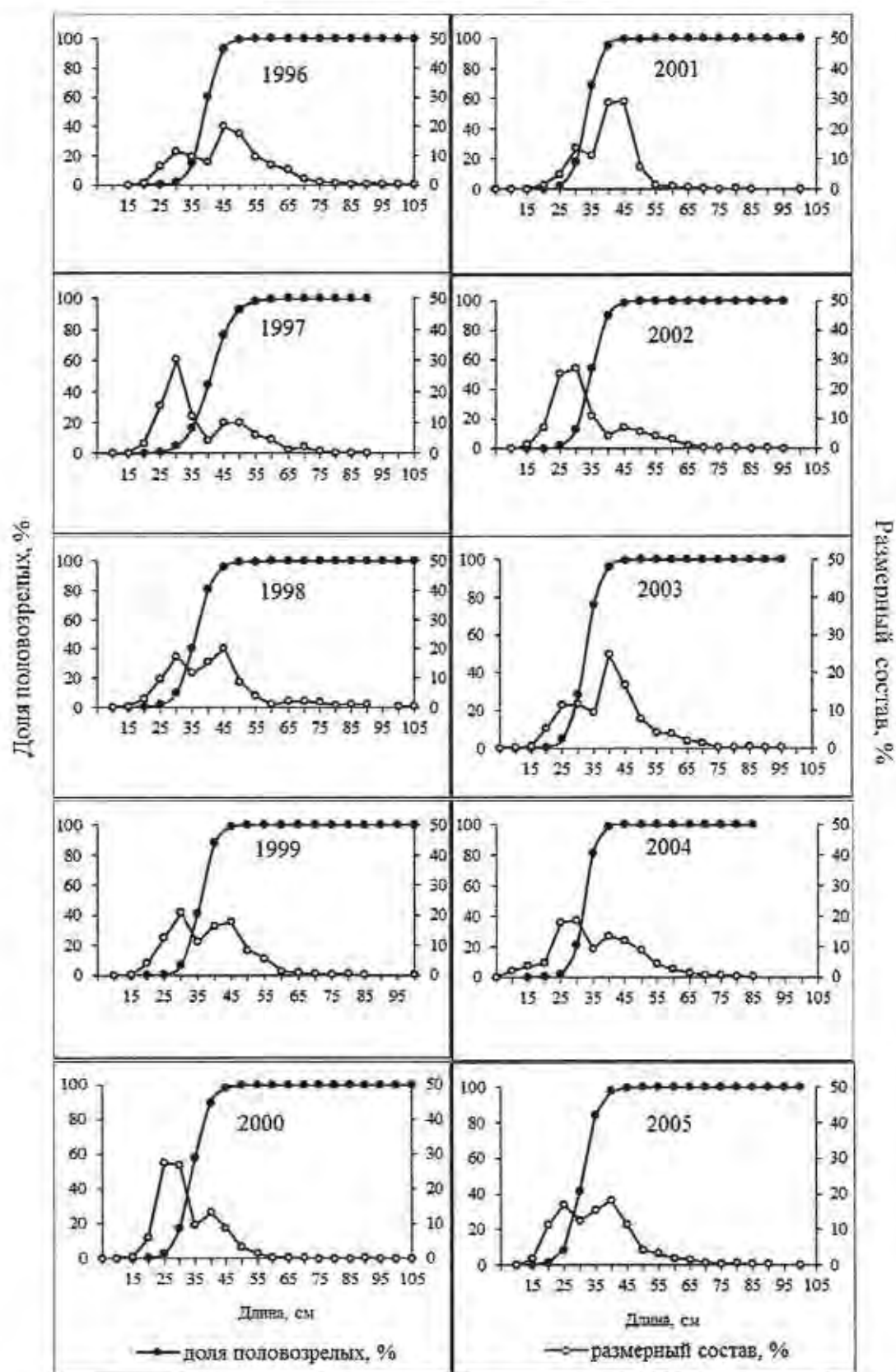
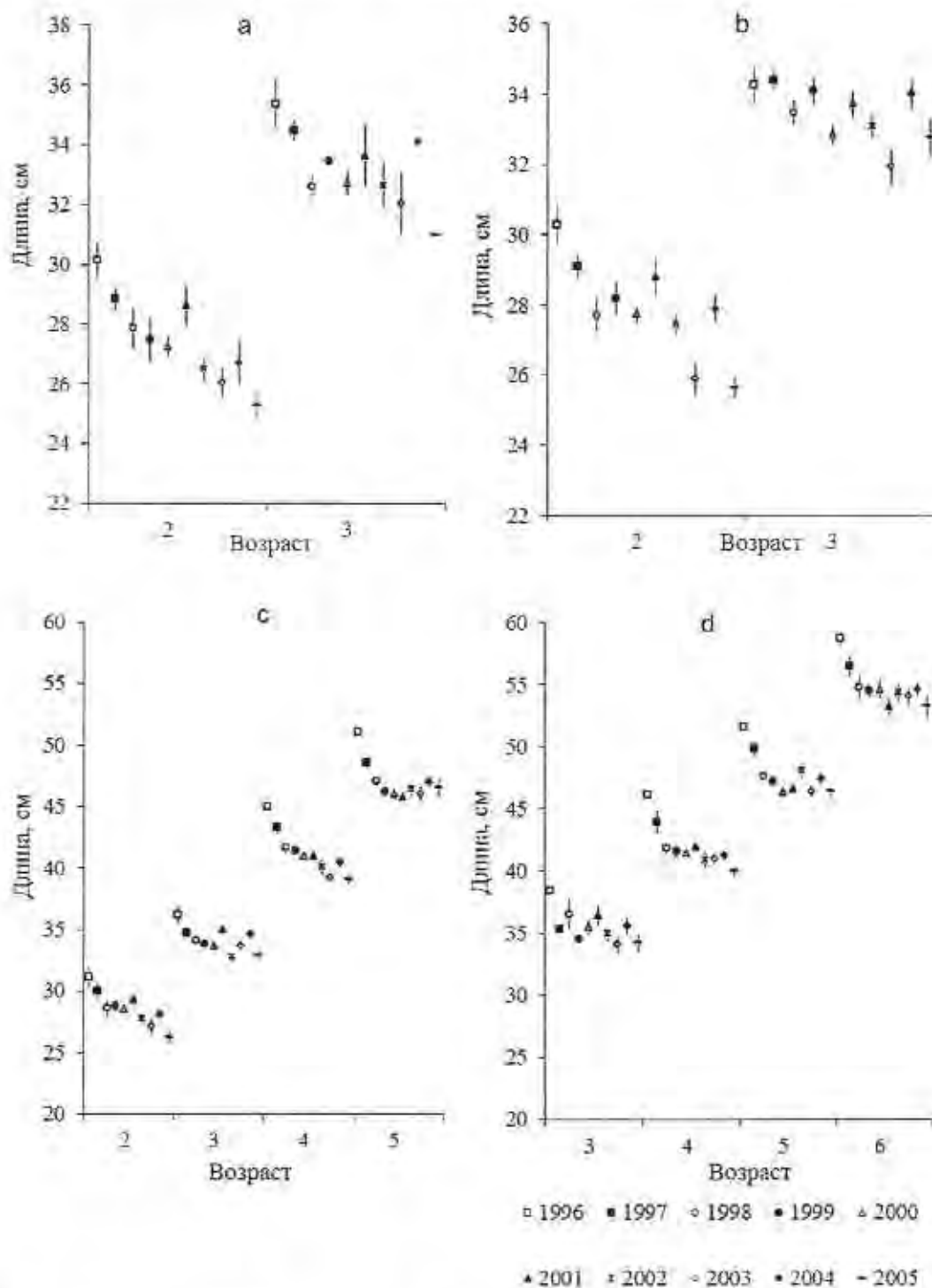


Рис. 4. Самки: размерный состав, доля половозрелых рыб и теоретические значения длины 50%-го созревания восточно-балтийской трески в 1996-2005 гг.

Fig. 4. Females: length structure, the proportion of mature fishes and theoretical values of 50% maturation length (L50) of East Baltic cod in 1996-2005.





**Рис. 5.** Средняя длина неполовозрелых самцов (а) и самок (б), половозрелых самцов (с) и самок (д) восточно-балтийской трески в 1996-2005 гг.

**Fig. 5.** Average length of immature males (a) and females (b), mature males (c) and females (d) in 1996-2005.

Изучение распределения теоретических значений длины и возраста 50% созревания по годам показало, что у трески обоего пола прослеживается тенденция уменьшения показателей созревания на протяжении исследуемого периода. В 2005 г. L50 трески была ниже на 21-22%, а A50 – на 13-16%, по



сравнению с аналогичными значениями в 1996 г. (табл.). Надо отметить, что в 1997 г. L50 и A50 достигли максимальных значений за весь исследуемый период.

**Таблица.** Теоретические значения длины и возраста 50% созревания трески восточно-балтийской популяции в 1996-2005 гг.

**Table.** Theoretical values of 50% maturation length (L50) and age (A50) of East Baltic cod in 1996-2005.

Год	Самки		Самцы	
	L <sub>50</sub> , см	A <sub>50</sub> , лет	L <sub>50</sub> , см	A <sub>50</sub> , лет
1996	39,02	3,59	29,05	2,07
1997	40,76	4,02	32,11	2,92
1998	36,05	3,54	28,73	2,48
1999	35,75	3,55	21,74	1,65
2000	34,10	3,29	25,55	2,12
2001	33,30	3,16	25,69	1,55
2002	34,63	3,41	21,65	1,82
2003	32,22	3,23	25,24	2,24
2004	32,36	3,04	20,48	2,01
2005	30,87	3,03	22,59	1,81

### ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнивая средние значения длины самок и самцов нескольких возрастных групп (наиболее представленных по количеству в наших материалах), мы обнаружили тенденцию к уменьшению средних размеров трески одинакового возраста с 1996 к 2005 г. Это снижение отмечается как среди неполовозрелых, так и среди половозрелых самок и самцов.

Мы попытались рассмотреть возможные причины уменьшения средней длины рыб, а также длины 50%-го созревания самок и самцов в исследуемый период. В первую очередь была принята во внимание главная особенность в воспроизводстве популяции в этот период, а именно, поздний массовый нерест трески в рамках длительного нерестового сезона. Сдвиг сроков массового нереста восточно-балтийской популяции трески подтвержден рядом исследователей как наблюдениями за долей нерестящихся рыб, так и данными о численности икры на нерестилищах (Tomkiewicz, Kraus, 2005; Карасева, 2006). Наш анализ степени зрелости гонад трески в марте, мае и июле-августе 2004 г. (Дмитриева, неопубликованные данные) также свидетельствуют о том, что в этот год массовый нерест трески в 26-ом подрайоне приходился на конец июля-начало августа.

Материалы нашего исследования получены в годы, которые продолжили период заметного потепления глубоководной части Балтийского моря. Гидрологические параметры Балтийского моря изменились в результате явлений, которые произошли в атмосфере в конце 80-х годов прошлого столетия (Alheit et al., 2005). В Балтийском море снижение частоты зимних североморских втоков привело к повышению температуры и снижению солености моря. Результаты климатических изменений оказали столь значительное воздействие на динамику различных популяций трески, что рассматриваются наравне с промысловым воздействием (Cardinale, Svedäng, 2004; Köster et al., 2005; Ottersen et al., 2006; MacKenzie et al., 2007; Kraus et al., 2009).

На зависимость сроков нереста трески от атмосферных явлений указывал Кушинг (Кушинг, 1979). На основании обобщенных данных он сделал вывод, что задержка нереста арктической трески в Вест-фьорде в 1920-х и 1930-х годах

прошлого столетия была связана с климатическими явлениями. Подобные взаимосвязи между климатом и балтийскими рыбами показаны и в настоящее время. Согласно некоторым исследованиям (Wieland, Horbowa, 1996; Карасева, 2006), причины более позднего, летнего, нереста восточно-балтийской трески на рубеже двух столетий также заключаются в особенностях гидрологического режима, сложившихся в 1990-х годах в районах нереста.

Массовое икротетание балтийской трески в более поздние летние сроки, приводит к тому, что основная масса выметанной икры и личинок попадает в малоблагоприятные условия для развития, что снижает вероятность появления значительного по численности пополнения. Для основания так полагать существует ряд предпосылок. Одна из главных заключается в изменении гидрологических параметров среды от весны к лету на главных нерестилищах трески в Балтийском море (MacKenzie et al., 1996). Ежегодное поступление в весенний период северо-морских вод, хотя и в разной степени выраженное в разные годы, обогащает глубоководные участки Балтийского моря кислородом. При этом несколько снижается температура воды и повышается соленость. Условия для оплодотворения и развития икры трески улучшаются. К лету температура воды повышается, содержание кислорода в ней уменьшается, что ведет к ухудшению условий для воспроизводства трески (MacKenzie et al., 1996).

Действительно, было замечено, что ранний нерест сопровождается появлением значительных по численности пополнений, как, например, в конце 1970-х годов, а поздний нерест соответствует снижению величины пополнения, что демонстрируют данные за 1990-е годы (Wieland, Horbowa, 1996).

Как известно, из-за разных сроков рождения на протяжении длящегося несколько месяцев нерестового периода популяции, размеры трески одного поколения сильно варьируют (Токарева, 1963). Кроме того, у восточно-балтийской трески обнаружена высокая корреляционная связь между массой рыб и массой отолитов (Otolith Weight..., 2008), которая у одновозрастных рыб также колеблется в большом диапазоне. В наших материалах масса отолитов 2-х-леток трески составляла 74-114 мг, 3-х-леток – 82-185 мг, у 4-х-летней трески – 135-234 мг (Карпушевский, 2003). Большую разницу значений приводят и другие исследователи: от 70 до 200 мг у 3-х-леток, от 130 до 260 у 4-х-леток (Кривобок, Шатуновский, 1976).

Таким образом, в период, когда закладывается 1-ое годовое кольцо на отолитах, масса рыб, родившихся летом, а тем более осенью, очевидно, будет меньше, чем у рыб того же возраста, но родившихся весной.

Исходя из этого, мы предполагаем, что основная причина уменьшения длины трески наиболее представленных возрастных классов заключается в снижении соматических приростов в первый год жизни из-за сдвига нереста и позднего рождения большей части рыб. Подобные данные о влиянии сроков нереста на размеры рыб приведены для пикши, также имеющей длительный нерестовый период (Rideout et al., 2005).

Мы наблюдаем снижение средних значений длины одновозрастных рыб в течение взятого периода, которое нельзя связать с достижением половой зрелости особей, поскольку оно прослеживается как у неполовозрелых, так и половозрелых особей. По-видимому, это снижение связано с условиями роста в первый год жизни.

Изучение показало, что в общем обмене мелкой молодежи рыб, по сравнению с крупной, больше роль энергетического обмена (Шатуновский, 2001). «В результате совместного действия повышенных энергетических трат и низкой эффективности пластического обмена у мелких особей поколения постоянно ограничиваются масштабы соматического роста; при этом возрастает разрыв между особями с минимальными и максимальными для поколения размерами» (цит.: Шатуновский, 2001, с. 297). Подобным образом могут различаться по соотношению пластического и энергетического обмена, и, как следствие, по темпу роста, более крупные и более мелкие особи трески, родившиеся в разные сроки на протяжении длительного периода нереста. В результате позднего массового икрометания наибольшее количество выметанной икры и личинок появляется во второй половине нерестового периода. Можно предположить, что они мельче по своим размерам из-за указанных особенностей энергетики роста.

Как свидетельствуют наши данные, одновременно со снижением средних значений длины рыб происходило снижение L50 и A50 трески. Уменьшение значений L50 и A50 самок и самцов балтийской трески также было отмечено Кардинале и Модин (Cardinale, Modin, 1999) с конца 1980-х по 1996 г., т.е. в ряду лет, предшествовавшем нашему периоду исследования. По мнению этих авторов, тенденция уменьшения A50 связана со стрессовыми условиями на нерестилищах. В своей работе Косиор (Kosior, 1994) так же, как и мы, связывает изменение L50 трески из Гданьской впадины со сдвигом сроков пика нереста.

В результате многолетних наблюдений за перераспределением трески разного возраста в ходе созревания и нереста было установлено, что особи младших возрастных групп нерестятся позже более крупных и старых рыб (Бирюков, 1970). С этим согласуется утверждение о том, что в середине 1990-х годов поздний массовый нерест поддерживался за счет поздних сроков рождения потомства (Wieland et al., 2000). Возможно, угасание раннего, весеннего, нереста каким-то образом оказалось связано с уменьшением в эти годы доли рыб старшего возраста в популяции (наши данные в печати). Ранее было высказано мнение, что от особей трески, родившихся в поздние сроки, в дальнейшем следует ждать более позднего участия в нересте на протяжении нерестового сезона (Wieland, Horbowa, 1996). Как известно, нерест самок невозможен без длительного периода трофоплазматического роста ооцитов, который у трески, как у всех самок бореальных видов рыб, длится несколько месяцев. Очевидно, что если треска нерестилась летом, то она не будет готова к следующему икрометанию весной. Посленерестовое истощение крупных рыб наиболее велико (Кривобок, Токарева, 1972), поскольку с возрастом увеличивается плодовитость особей (Дмитрисва, 2004) и, значит, затраты на генеративный обмен.

Как и некоторые авторы, мы полагаем, что состояние запаса трески в данный период определялось не только высоким промысловым изъятием, но и особенностями гидрологического режима Балтийского моря, сложившегося под влиянием климатических явлений (Fischer, 2003; Brander, 2007). Повышенный температурный фон глубоководной части моря мог быть одной из причин, повлиявших на соотношение процессов роста и жиронакопления, и, в конечном итоге, на время начала созревания и нереста особей.

О том, что созревание гонад трески является температурно-зависимым процессом, свидетельствуют экспериментальные данные (Kjesbu, 1994).



В наших и иностранных данных (Cardinale, Modin, 1999) отмечено нарастание значений L50 и A50 в 1997 г. Мы объясняем это тем, что в 1996 г. в Балтийское море поступила большая масса холодных североморских вод (Зезера, 2002), в результате чего в 1997 г. часть мелких рыб не перешла к созреванию и не была отмечена в составе половозрелого контингента. Поэтому L50 и A50 самок и самцов в 1997 г. достигли наиболее высоких значений за весь период исследования. Подобные по своему масштабу адвекции стали редким явлением в последние два десятилетия. Общая тенденция направлена на снижение показателей созревания в исследуемом ряду лет.

Воспроизводство популяции в восточных районах Балтийского моря исторически оказалось возможным благодаря довольно регулярному водообмену с Северным морем. Хотя треска широко освоила акваторию моря, но в период размножения предпочитаемые районы сокращаются до размеров RV, где требуемые параметры среды находятся в довольно узком диапазоне. Уменьшение RV ведет к большой гибели икры и личинок (Plikshs et al., 1993; Köster et al., 2003).

Есть данные о том, что в 26-ом подрайоне выживаемость начинающих активно питаться личинок в значительной степени определяется кормовыми условиями (Köster et al., 2003). Повышенный температурный фон, отмечаемый с конца 1980-х годов прошлого столетия, вызвал изменение состава кормовой базы личинок (Alheit et al., 2005; Köster et al., 2005), а, возможно, и сроков массового появления зоопланктона. Тем самым, повышенный температурный фон мог выступить в качестве ведущего фактора, определяющего не только выживаемость икры и личинок, но также изменение энергетики физиологических процессов на ранних стадиях развития трески. В этом отношении для выживания личинок благоприятными оказываются именно ранние сроки нереста, т.к. для поддержания метаболизма при низких температурах требуется меньшая обеспеченность пищей (Köster et al., 2005).

Анализ особенностей созревания трески усложняется из-за существования дифференциации по срокам созревания особей в популяции. Это является следствием лабильности темпа их индивидуального развития, который зависит от взаимного влияния, с одной стороны внешних факторов, а с другой – внутренних, определяемых наследственной структурой организма (Борисов, 1978).

Как известно, раннее созревание особей является общей чертой облавливаемых популяций рыб. Влияние плотности популяции на созревание особей было подтверждено положительной связью между A50 и биомассой запаса арктической трески в предшествующий год (Ковалев, Ярагина, 2009). У балтийской трески также обнаружена положительная связь между биомассой нерестового запаса и показателями созревания A50 и L50 (Cardinale, Modin, 1999).

Согласно нашим данным, наблюдаемое за период исследования уменьшение A50 особей происходило менее значительно, по сравнению с уменьшением L50. Если не учитывать значения за 1997 г., то оказывается, что у самок A50 уменьшался в пределах одной возрастной группы (3 года). Мы предполагаем, что уменьшение A50, так же, как и уменьшение средней длины особей разного возраста, связано с поздними сроками нереста особей популяции. По-видимому, существует взаимосвязь между поздними сроками рождения молоди, условиями ее откорма и наблюдаемым нами снижением показателей роста и созревания. Как известно, созревание особей трески происходит при достижении определенного уровня



энергетических и пластических веществ в печени (Масленикова, 1978). По данным зарубежных исследователей, поздние сроки массового нереста трески объясняются недостатком ненасыщенных жирных кислот в кормовых объектах (Tomkiewicz et al., 2009).

Плохое состояние запаса балтийской трески вызвало необходимость принять ряд мер, ограничивающих промысел этого объекта (Карпушевский, 2002). В 1995 г. был введен запрет на летний промысел трески (Kraus et al., 2009). Несмотря на исторически низкие значения нерестовой биомассы в исследуемый период, начиная с 2000 г., в популяции стали появляться значительные по численности пополнения трески, обуславливающие дальнейшую численность и биомассу промысловой части популяции (Report of WGBFAS, 2010).

Нельзя исключать то, что меры, принятые к ограничению промысловой смертности в период массового нереста популяции, дали возможность реализоваться внутривидовым механизмам, обеспечивающим взаимосвязь популяции с условиями обитания. Снижение возраста нерестящихся рыб и соответствующая перестройка возрастного состава, стало наиболее общим явлением в сильно облавливаемых популяциях рыб. В соответствии с рядом исследований, возрастная структура становится той переменной величиной, через которую осуществляется связь между условиями среды и пополнением (Hutchings, Myers, 1993; Ottersen et al., 2006). В работе Кардинале и Аррениус (Cardinale, Arrhenius, 2000) возрастная структура популяции выступает в качестве ключевого фактора, объясняющего вариативность пополнения балтийской трески. Основанием к этому является то, что с возрастом у трески увеличивается доля крупных икринок, обладающих хорошей плавучестью. При ухудшении гидрологических условий такие икринки погибают в меньшей степени, по сравнению с икрой, выметанной молодыми особями.

По нашим данным, к концу взятого отрезка времени в нерестовом районе преобладающую численность имели рыбы меньшего размера и возраста, чем в начале. В наибольшей степени это касается самцов, у которых пик численности заметно сместился на начало размерного и возрастного ряда. Самки и самцы балтийской трески обладают разным темпом роста и созревания, причем самцы созревают при достижении меньших значений длины и возраста (Бирюков, 1971а; Широкова, 1971; Morgan et al., 2007). Поэтому в младших возрастных группах преобладают самцы, а среди рыб старшего возраста – самки (Широкова, 1971; Morgan et al., 2007). Среди самок изменение возраста, на который приходится наибольшее количество половозрелых рыб, произошло менее значительно, с 5 лет до 4-5 лет.

Ежегодное преобладание самок в возрасте 5 лет, которые на 100% являются половозрелыми (Report of WGBFAS, 2010), является благоприятным признаком состояния популяции, способствующим поддержанию регулярного воспроизводства трески, размножающейся в юго-восточной части Балтийского моря. К подобному выводу пришли зарубежные исследователи (Vallin, Nissling, 2000; Jarre-Teichmann et al., 2000). Они обнаружили положительную зависимость между количеством икры, продуцируемой самками балтийской трески 5 лет и старше, и пополнением.

В качестве заключения хотелось бы заметить, что сравнительно небольшой отрезок времени 10 лет, вероятнее всего, является недостаточным для выявления устойчивых изменений в популяции трески. Снижение показателей роста и

созревания, на наш взгляд, произошло из-за сдвига массового нереста на поздние летние сроки. Возможно, различия в температурных условиях и кормовой базе, существующие между разными периодами в рамках длительного сезона размножения трески, обуславливают различия в темпах роста и созревания особей. Поэтому материалы нашего исследования могут служить началом изучения особенностей роста трески, родившейся в разные сроки.

#### Благодарности

Авторы глубоко признательны Е.И. Алексеевой за ценные критические замечания, высказанные при подготовке рукописи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев Ф.Е., Алексеева Е.И. Определение стадий зрелости гонад и изучение половых циклов, плодовитости, продукции икры и темпа полового созревания у морских промысловых рыб. Методическое пособие. Калининград: АтлантНИРО, 1996. 73 с.

Бирюков Н.П. Балтийская треска. Калининград: АтлантНИРО, 1970. 168 с.

Бирюков Н.П. Некоторые вопросы биологии промысловых рыб Балтийского моря в связи с их продуктивностью // Тр. АтлантНИРО. 1971а. Вып. 35. С. 3-57.

Бирюков Н.П. Нерестовые сообщества трески Балтийского моря и степень их смешения // Тр. АтлантНИРО. 1971б. Вып. 35. С. 59-68.

Борисов В.М. Селекционное влияние промысла на структуру популяций длинноцикловых рыб // Вопросы ихтиологии. 1978. Т. 18. Вып. 6(113). С. 1010-1019.

Грауман Г.Б. Экология нереста балтийской трески (*Gadus morhua callarias* L.) и факторы, определяющие его эффективность: Автореф. диссерт. на соиск. уч. степени кандидата биол. наук. Калининград: КТИ, 1968. 20 с.

Дмитриева М.А. Плодовитость трески юго-восточной части Балтийского моря // Тр. АтлантНИРО. 2004. Т. 2. С. 35-45.

Зезера А.С. Многолетние изменения гидрологических характеристик глубинных вод юго-восточной Балтики (1980-2000 годы). Сб. Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2000-2001 годах. Т. 2. Калининград, 2002. С. 7-12.

Карасева Е.М. Многолетняя изменчивость сроков массового нереста трески *Gadus morhua callarias* (Gadidae) в юго-восточной части Балтийского моря // Вопросы ихтиологии. 2006. Т. 46. №3. С. 345-355.

Карпушевский И.В. Рост и возраст трески (*Gadus morhua callarias* L.) юго-восточной части Балтийского моря в 1992-1997 годах. Сб. Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в Балтийском море в 1996-1997 гг. 1998. С. 53-58.

Карпушевский И.В. Меры регулирования промысла, необходимые для сохранения и восстановления запасов трески (*Gadus morhua callarias* L.) восточной части Балтийского моря. Сб. Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2000-2001 годах. Т. 2. Калининград, 2002. С. 106-113.

Карпушевский И.В. Эколого-биологические предпосылки формирования запаса трески восточной части Балтийского моря и ее промысел: Диссерт. на соиск. уч. степени кандидата биол. наук. Калининград, 2003. 257 с.

Ковалев Ю.А., Ярагина Н.А. Влияние плотности популяции на скорость роста, созревания и продуктивность запаса северо-восточной арктической трески *Gadus morhua morhua* // Вопросы ихтиологии. 2009. Т. 49. №1. С. 61-70.

Кривобок М.Н., Токарева Г.И. Динамика веса тела и отдельных органов Балтийской трески при созревании половых продуктов // Тр. ВНИРО. 1972. Т. 85. С. 46-55.

Кривобок М.Н., Шатуновский М.И. Влияние созревания половых желез балтийской трески (*Gadus morhua callarias* L.) на весовой рост ее отоликов // Вопросы ихтиологии. 1976. Т. 16. Вып. 3(98). С. 454-460.

Кушинг Д.Х. Морская экология и рыболовство. М.: Пищевая промышленность, 1979. С. 110-111.

Масленникова Н.В. Участие печени некоторых видов морских рыб в метаболических процессах организма // Тр. ВНИРО, 1978. Т.СХХ. С. 20-29.

Мина М.В., Токарева Г.И. О структуре отоликов трески (*Gadus morhua callarias* L.) юго-восточной части Балтийского моря // Вопросы ихтиологии. 1967. Т. 7. Вып. 2(43). С. 326-337.

Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 367 с.

Токарева Г.И. Методика определения возраста и особенности роста трески Балтийского моря // Сб. науч. тр. АтлантПИРО. 1963. Вып. X. С. 179-191.

Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Академия наук СССР, 1959. 164 с.

Шатуновский М.И. Механизмы и адаптивное значение размерно-весовой изменчивости молоди рыб // Вопросы рыболовства. Приложение 1. М., 2001. С. 296-298.

Широкова М.Я. Структура перестовой популяции балтийской трески // Тр. КТИ. 1971. Вып. 30. С. 104-114.

Alheit J., Möllmann C., Dutz J., Kornilovs G. et al. Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and the North Sea in the late 1980s // ICES J. Mar. Sci. 2005. V. 62. Pp. 1205-1215.

Ashton W.D. The logit transformation with special reference to its used in bioassay. Hafner Publishing Company. Inc. New York, 1972. 88 p.

Bagge O., Thurow F., Steffensen E. et al. The Baltic cod // Dana. 1994. V. 10. Pp. 1-28.

Brander K. The role of growth changes in the decline and recovery of North Atlantic cod stock since 1970 // ICES Journal of Marine Science. 2007. V. 64. Pp. 211-217.

Cardinale M., Arrhenius F. The influence of stock structure and environmental conditions on the recruitment process of Baltic cod estimated using a generalized additive model // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 2000. V. 57. Pp. 2402-2409.

Cardinale M., Modin J. Changes in size-at-maturity of Baltic cod (*Gadus morhua*) during a period of large variations in stock size and environmental conditions // Fisheries Research. 1999. V. 41(3). Pp. 285-295.

Cardinale M., Svedäng H. Modelling recruitment and abundance of Atlantic cod, *Gadus morhua*, in the eastern Skagerrak-Kattegat (North Sea): evidence of severe depletion due to a prolonged period of high fishing pressure // Fish. Res. 2004. V. 69. Pp. 263-282.

Eero M., Köster F.W., Plikshs M. et al. Eastern Baltic cod (*Gadus morhua callarias*) stock dynamics: extending the analytical assessment back to the mid-1940s // ICES J. Mar. Sci. 2007. V. 64. Pp. 1257-1271.

Fischer T. The effects of climate induced temperature changes on cod (*Gadus morhua* L.): Linking ecological and physiological investigations // Berichte zur Polar- und Meeresforschung. 2003. V. 454. 101 p.

Hutchings J.A., Myers R. Effect of age on the seasonality of maturation and spawning of Atlantic cod, *Gadus morhua*, in the Northwest Atlantic // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1993. V. 50. Pp. 2468-2474.

Jarre-Teichmann A., Wieland K., MacKenzie B.R., Hinrichsen H.H., Plikshs M., Aro E. Stock-recruitment relationships for cod (*Gadus morhua* L.) in the central Baltic Sea incorporating environmental variability // Arch. Fish. Mar. Res. 2000. V. 48, №2. Pp. 97-123.



Jonzén N., Cardinale M., Gårdmark A. et al. Risk of collapse in the eastern Baltic cod fishery // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2002. V. 240. Pp. 225-233.

Kjesbu O.S. Time of start of spawning in Atlantic cod (*Gadus morhua*) females in relation to vitellogenic oocyte diameter, temperature, fish length and condition // J. Fish Biology. 1994. V. 45. Pp. 719-735.

Kosior M. Estimation of the reproductive potential of the Baltic cod in view of the success of recruitment to the exploited stock // Bull. The Sea Fisheries Institute. 1994. V. 1. №131. Pp. 21-30.

Köster F.W., Hinrichsen H.H., Schnack D. et al. Recruitment of Baltic cod and sprat stocks: identification of critical life stages and incorporation of environmental variability into stock-recruitment relationships // Sci. Mar. 2003. V. 67 (Suppl. 1). Pp. 129-154.

Köster F.W., Möllmann C., Hinrichsen H.-H. et al. Baltic cod recruitment – the impact of climate variability on key processes // ICES J. Mar. Sci. 2005. V. 62. Pp. 1408-1425.

Kraus G., Pelletier D., Dubreuil J. et al. A model-based evaluation of Marine Protected Areas: the example of eastern Baltic cod (*Gadus morhua callarias* L.) // ICES J. Mar. Sci. 2009. V. 66. Pp. 109-121.

MacKenzie B., Gislason H., Möllman C. et al. Impact of 21st century climate change on the Baltic Sea fish community and fisheries // Global Change Biol. 2007. V. 13. Pp. 1348-1367.

MacKenzie B., St. John M., Plikshs M. et al. Oceanographic process influencing seasonal and interannual variability in cod spawning habitat in the eastern Baltic Sea // ICES C.M. 1996/C+J:4.

Morgan M.J., Shelton P.A., Bratley J. Age composition of the spawning stock does not always influence recruitment // J. Northw. Atl. Fish. Sci. 2007. V. 38. Pp. 1-12.

Otolith Weight in Age determination of Baltic Cod. Nordic Council of Ministers, Copenhagen. 2008. TemaNord. P. 575.

Ottersen G., Hjermann D.Ø., Stenseth N.Chr. Changes in spawning stock structure strengthen the link between climate and recruitment in a heavily fished cod (*Gadus morhua*) stock // Fisheries Oceanography. 2006. V. 15. Pp. 230-243.

Plikshs M., Kalejs M., Grauman G. The influence of environmental conditions and spawning stock size on the year-class strength of the Eastern Baltic cod // ICES C.M. 1993/J:22.

Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). 15-22 April 2010. Copenhagen. ICES C.M. 2010/ACOM:10. 630 p.

Report of the Baltic International Fisheries Survey Working Group (WGBIFS). 6-10 May 1996. Helsinki. 1996/J:1.

Rideout R.M., Trippel E.A., Litvak M.K. Effects of egg size, food supply and spawning time on early life history success of haddock *Melanogrammus aeglefinus* // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2005. V. 285: 169-180.

Tomkiewicz J., Kraus G. Timing of Baltic cod spawning and spawner demography // ICES C.M. 2005/Q:23.

Tomkiewicz J., Støttrup J.G., Jacobsen Ch. et al. Influence of lipids and fatty acid composition in eastern Baltic cod (*Gadus morhua*) and its prey with emphasis on the timing of maturation and spawning: ICES Annual Science Conference 21-25 September 2009. Berlin. 272 p.

Vallin L., Nissling A. Maternal effects on egg size and egg buoyancy of Baltic cod, *Gadus morhua*: Implications for stock structure effects on recruitment // Fish. Res. 2000. V. 49. №1. Pp. 21-37.



Wieland K., Horbowa K. Recent changes in peak spawning time and location of spawning of cod in the Bornholm Basin, Baltic Sea // ICES C. M. 1996/J:15.

Wieland K., Jarre-Teichmann A., Horbowa K. Changes in the timing of spawning of Baltic cod: possible causes and implications for recruitment // ICES J. Marine Science. 2000. V. 57. Pp. 452-464.

# **MATURITY OF EAST BALTIC COD *GADUS MORHUA CALLARIAS* IN 1996-2005**

© 2011 y. M.A. Dmitrieva, I.V. Karpushevskiy

*Atlantic research institute of marine fisheries & oceanography, Kaliningrad*

The data of length and age structure of cod in the East Baltic sea (26 subdivision, ICES) in February-March 1996-2005 are given. The tendencies of length and age of 50% maturation decreasing both in females and males and reducing length of mature and immature individuals in age groups are found. The shift of peak of spawning could induce low increases in the first year of fish life and therefore slowed-down growth of individuals.

*Key words:* East Baltic cod, length and age of 50% maturity, proportion of maturity fishes, length and age structure.