

ОСОБЕННОСТИ РОСТА ЕРШОВАТКИ *LIMANDA LIMANDA* (*LINNE*) В ОНЕЖСКОМ ЗАЛИВЕ БЕЛОГО МОРЯ

А.С. Шерстков

На основе материалов, собранных в 2002–2004 гг., исследованы особенности роста ершоватки *Limanda limanda* (L.) разных районов Онежского залива Белого моря. Выявлены значительные различия темпа роста ершоватки во внешних (Восточная Соловецкая Салма) и внутренних (Кий-остров) районах, а также половые различия роста. Изучена возможность применения модели Берталанфи для описания линейного роста ершоватки.

Камбала-ершоватка, или лиманда *Limanda limanda* (Linne) – широко распространенный в северной Атлантике вид, ареал которого простирается от Бискайского залива на юге до Исландии и Норвегии на севере. Встречается в Балтийском море. В Баренцевом море на восток доходит до Канинских банок и Чешской губы, а к северу распространена приблизительно до 69°30' с.ш. Обычна в Белом море, особенно в Онежском и Кандалакшском заливах [Бараненкова, 1952; Андрияшев, 1954; Новиков, 1964, Бараненкова, 1977].

Считается, что ершоватка избегает опресненных зон, предпочитает песчаные грунты и держится в основном в открытых частях заливов в диапазоне глубин 10–35 м, т. е. за пределами зоны действия орудий лова, стандартно используемых на прибрежном промысле. Значительных по протяженности миграций не совершает. Имеют место подходы к берегам весной и осенью, а также суточные движения – в направлении берега с приливом, и обратно – с отливом. Видимо, образует локальные стада, приуроченные к определенным экологическим районам и отличающиеся по биологическим признакам, в том числе и по скорости роста. Скорость роста возрастает по мере продвижения из районов более распресненных в менее распресненные, а так же с юга на север [Бараненкова, 1952; Николаев, 1955; Алтухов, 1958; Кузнецов, 1960; Мухомедияров, 1963].

Опубликованных материалов по росту ершоватки разных районов Белого моря, и Онежского залива в частности, крайне мало. Единственная работа, некоторым образом затрагивающая этот вопрос, – статья А.П. Николаева, опубликованная в 1955 г. В ней приводятся средняя длина и масса, а также половые различия линейно-весовых параметров нескольких возрастных групп. С тех пор до настоящего времени каких-либо исследований по биологии и экологии ершоватки Белого моря не проводилось.

В настоящей работе приводятся сведения по росту ершоватки Онежского залива Белого моря, полученные в результате обработки материалов 2002–2004 гг.

Материал и методика

Материалы по исследованию роста ершоватки Онежского залива Белого моря собирались в двух пунктах (рис.1). В районе о.Кий пробы отбирались в мае-июне 2002, 2003 и 2004 гг., в районе Восточной Соловецкой Салмы – в июле-августе 2002 г. Всего на полный биологический анализ с отбором отолитов для определения возраста было взято 194 экз. Для сравнения, материалы, с которыми работал А.П.Николаев, составляли 200 экз., из них 78 экз. отобраны в разных губах Поморского берега Онежского залива [Николаев, 1955].

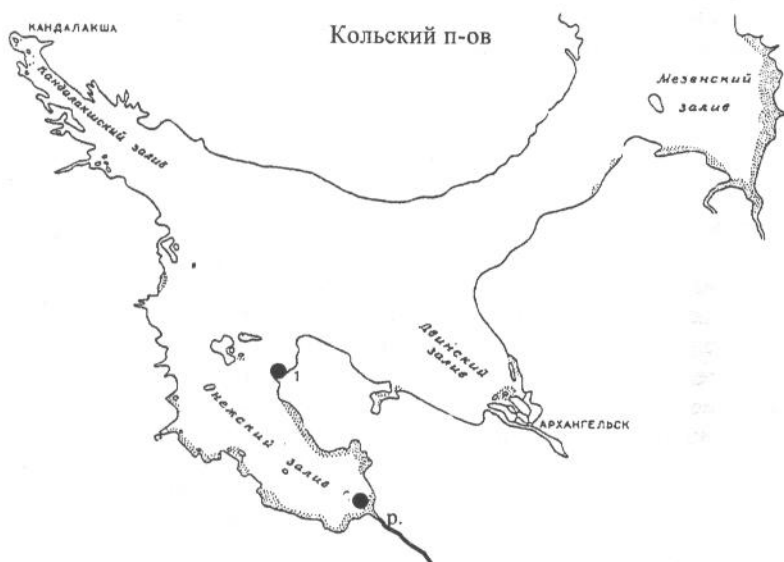


Рис. 1. Места сбора материалов по ершоватке Онежского залива Белого моря
1- Восточная Соловецкая Салма, июль-август 2002 г.;
2 - Кий-остров, май-июнь 2002-2004 гг.

Обработка материалов производилась по общепринятым методикам [Правдин, 1966; Методические рекомендации..., 2001]. Во всех случаях, для расчетов, таблиц и рисунков использована промысловая длина.

Возраст определяли по поперечному слову отолита, который прокаливался в пламени спиртовки и затем просматривался в капле глицерина под бинокляром МБС-10 при 32-кратном увеличении [Chilton, Beamish, 1982; Кунин, 2002)]. С целью проведения обратных расчислений роста на отолитах измерялись зоны роста в делениях шкалы окуляр-микрометра. Обратные расчисления производились по методу Э.Леа [Правдин, 1966]. Рост как по наблюдаемым данным, так и по данным обратных расчислений, исследовался в соответствии с имеющимися руководствами [Чугунова, 1959; Мина, 1973; Мина, Клевезаль, 1976] и методами вариационной статистики [Лакин, 1990]. Для оценки сходства или различия между вариационными рядами использовался t-критерий Стьюдента, теоретические значения которого брались при уровне значимости 5%.

Так как для большинства видов камбал доказано существование значительных половых различий по темпу роста, в данной статье все затрагиваемые параметры рассматриваются по самцам и самкам отдельно.

Результаты и обсуждение

Поскольку сведений о проведении обратных расчислений роста беломорской ершоватки по отолитам нет, сначала была сделана проверка достоверности соответствия полученных этим методом данных наблюдаемым. Обработку отолитов для определения возраста методом обжига ранее не производили. В работе О. Юдановой (1944) упоминается, что их выдерживали в воде и затем просматривали в капле жидкости Туле. Похожий метод применялся впоследствии и для отолитов полярной камбалы Кандалакшского залива [Шубников и др., 1970]. А.П.Николаев (1955) просматривал под биноклярной лупой на 16-кратном увеличении отолиты, выдержанные в 15%-м растворе нашатырного спирта и промытые горячей водой. При этом он отмечает не всегда ясную границу между годовыми кольцами. В СевПИРО метод обжига для определения возраста полярной камбалы начали применять в 80-х годы прошлого века. По другим видам беломорских камбал сбор материалов либо вообще не производился, либо производился бессистемно в крайне малых нерепрезентативных объемах.

Отолит раскалывали поперек таким образом, чтобы раскол прошел через ядро. Одну из получившихся частей затем обжигали и

просматривали скол в капле глицерина (рис. 2), измеряя расстояние от центра до каждого из годовых колец по большему радиусу.

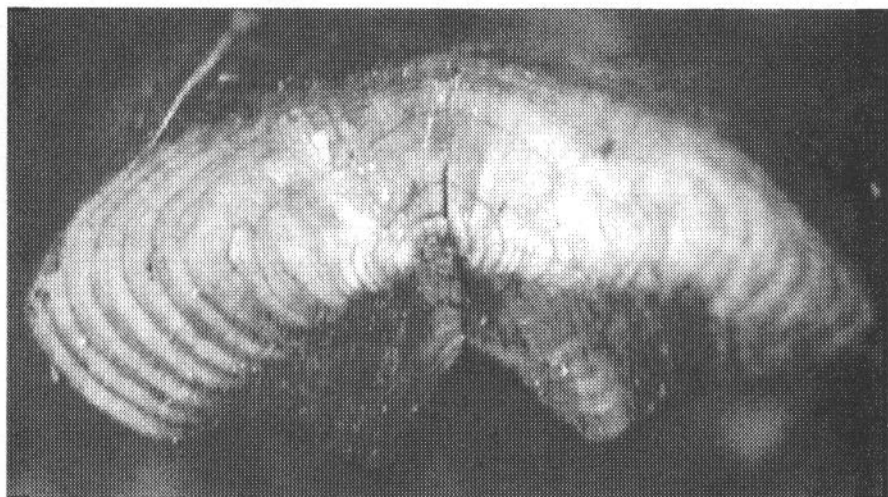


Рис. 2. Отолит ершоватки (самка 9 лет, AD=31 см; о.Кий, май 2003 г.), подготовленный для определения возраста и измерения зон роста (фото Фукс Г.В.)

Обратные расчисления позволяют значительно увеличить объем материала для изучения особенностей линейного роста, по сути – получить значения, близкие к среднегодовым за небольшой период наблюдений, а также получить размеры особей тех возрастных групп, которые не встречались в уловах или встречались единично. Ввиду малочисленности материала это имеет большое значение. На участке у Кий-острова работы по сбору материала проводились в мае-июне, когда рост еще не начался или только что начался. Это позволило оценить достоверность различий наблюдаемых данных и итогов обратных расчислений. Оценка достоверности соответствия данных обратных

расчислений по участку Кий-остров с использованием t-критерия Стьюдента показала, что длина одновозрастных особей, полученная в результате обратных расчислений, очень хорошо согласуется с наблюдаемыми длинами (рис. 3) и может применяться для описания линейного роста ершоватки.

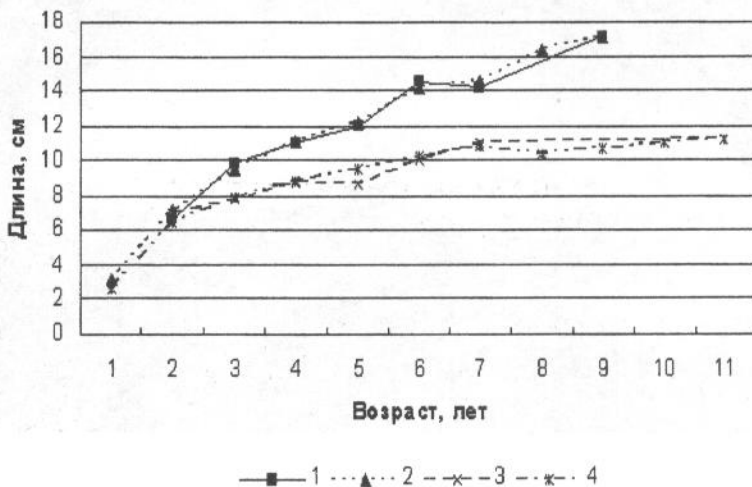


Рис. 3. Темп линейного роста ершоватки в Онежском заливе Белого моря (о. Кий)

1 - самки, наблюдаемые данные; 2 - самки, данные обратных расчислений;
3 - самцы, наблюдаемые данные; 4 - самцы, данные обратных расчислений.

Параллельное использование наблюдаемых данных и обратных расчислений встречается в литературе [Faunce, Patterson, Lorenz, 2002]. Все расчеты, приведенные ниже, основаны на полученных данных обратных расчислений роста.

Выявлено, что между промысловой длиной ершоватки и большим поперечным радиусом ее отолита существует линейная зависимость вида:

$$y = 0,3054x - 3,8255 \quad (r^2 = 0,7497; n = 187),$$

где: y – промысловая длина;

x – большой радиус по поперечному слою отолита.

Зависимость может быть использована при изучении питания и пищевых взаимоотношений различных морских организмов, учитывая удовлетворительную величину достоверности аппроксимации (0,75).

На рисунке 4 можно видеть насколько различается линейный рост ершоватки крайних внешней (Восточная Соловецкая Салма) и внутренней (о.Кий) частей Онежского залива, а также различия в росте самцов и самок. Существуют значительные математически достоверные различия размеров одновозрастных особей одного пола на этих двух участках.

В районе Кий-острова самцы в возрасте 4–5 лет практически прекращают расти. Во внешней части залива рост и самцов, и самок значительно замедляется на 7–8 году жизни при достижении особями больших размеров, нежели в кутовой части.

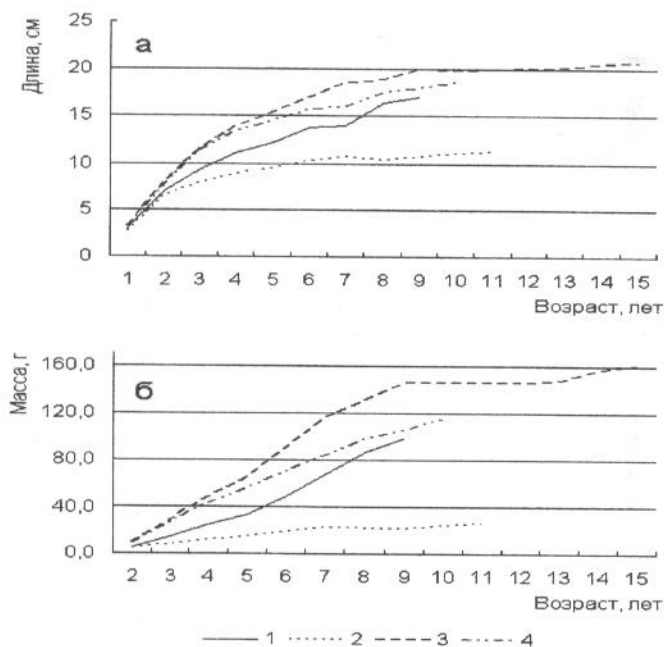


Рис. 4. Темп линейного (а) и весового (б) роста ершоватки в разных районах Онежского залива Белого моря
 1 - самки, о. Кий; 2 - самцы, о. Кий; 3 - самки, Восточная Соловецкая Салма;
 4 - самцы, Восточная Соловецкая Салма

Несмотря на заметные на диаграмме половые различия по темпу линейного роста, достоверность этих различий между самцами и самками Восточной Соловецкой Салмы математически не подтверждается. У ершоватки из района о.Кий такие различия обнаруживаются во всех возрастных группах старше 2 лет.

Максимальные длина, масса и возраст, отмеченные нами для самок ершоватки Онежского залива, составили соответственно 25,2 см, 297 г и 16 лет; для самцов соответственно – 19,6 см, 128 г и 11 лет. По литературным же данным, максимальный возраст беломорской ершоватки составляет 8 лет, длина - 35 см, масса - до 300 г. А.П.Николаев (1955) для Онежского залива приводит размеры 22,7 см и 200 г.

Размерные и весовые показатели особей в разных возрастных группах по участкам лова приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели линейного роста ершоватки Онежского залива Белого моря

Возраст, лет	Данные по А.П.Николаеву (1955)			Район о. Кий						Район Восточной Соловецкой Салмы					
				самки			самцы			самки			самцы		
	L, см	W, г	п, экз.	L, см	W, г	п, экз.	L, см	W, г	п, экз.	L, см	W, г	п, экз.	L, см	W, г	п, экз.
1	–	–	–	3,12	–	109	2,62	–	21	3,15	–	53	3,17	–	6
2	8,0	10,0	2	7,01	5,5	109	6,43	4,1	21	7,96	9,2	54	7,67	0,52	6
3	11,0	26,7	30	9,36	14,0	90	7,89	8,0	19	11,48	27,5	54	11,33	1,3	6
4	14,4	60,6	11	11,11	24,4	44	8,79	11,4	14	13,85	48,3	47	13,33	1,37	6
5	17,8	100,6	13	12,21	33,1	14	9,5	14,7	10	15,32	65,4	25	14,5	1,8	4
6	20,6	166,0	4	13,8	49,2	5	10,29	19,0	7	17	89,3	15	15,67	1,53	3
7	22,7	199,3	4	14	51,54	3	10,75	21,9	4	18,55	115,9	11	16	1,8	3
8				16,4	86,1	1	10,36	19,4	1	18,86	121,8	7	17,5	2,05	2
9				17,1	98,6	1	10,68	21,4	1	20	145,3	6	18	1,41	2
10							11	23,6	1	19,8	141,0	5	18,5	–	1
11							11,2	25,0	1	19,33	131,2	3			
12										20	145,3	3			
13										20,1	147,5	1			
14										20,5	156,4	1			
15										20,7	161,0	1			

Наши данные по длине одновозрастных особей из Восточной Соловецкой Салмы хорошо согласуются с данными А.П. Николаева по ершоватке из губ Поморского берега до пятилетнего возраста. Дальнейшее расхождение может быть связано с указываемым самим автором недостатком метода определения возраста [Николаев, 1955]. Данные О.Н. Юдановой (1944) по размерам ершоватки Двинского залива в возрасте от

3+ до 6+, в свою очередь, весьма схожи с нашей информацией по ершоватке из района о. Кий.

При оценке приростов длины был выявлен ряд закономерностей (рис. 5). Величина приростов в абсолютном выражении резко снижается к пятилетнему возрасту: у ершоватки Восточной Соловецкой Салмы – с 5 до 1,5 см, у ершоватки Кий-острова – с 4 до 1 см в год. Далее снижение происходит более плавно, и приросты не превышают 1 см. Приросты в относительном выражении характеризуются максимумом на втором году жизни, после чего резко снижаются (с 140 до 40%), и, начиная с третьего года, происходит их постепенное уменьшение. На 4–6 годах они составляют в среднем 12%, на 7–10 - порядка 4%, для рыб старше 10 лет - не превышают 2%. Как видно из рисунка 5, закономерности по районам лова, а также для самцов и самок практически одни и те же.

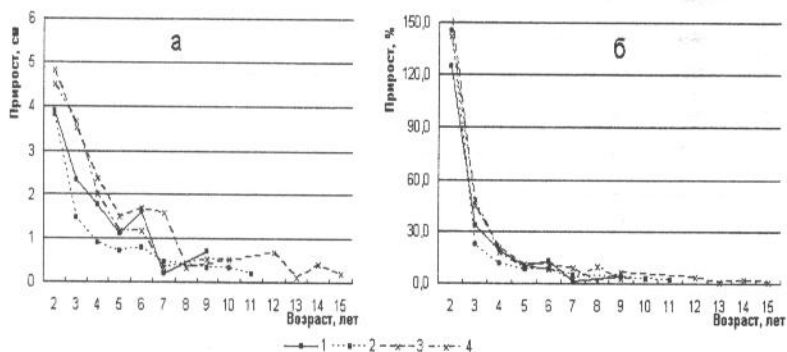


Рис. 5. Темп линейного роста ершоватки Онежского залива Белого моря в абсолютном (а) и относительном (б) выражениях

- 1- самки, о. Кий; 2 - самцы, о. Кий; 3 - самки, Восточная Соловецкая Салма;
4 - самцы, Восточная Соловецкая Салма

Темп весового роста ершоватки из разных районов Онежского залива в абсолютном и относительном выражениях представлен на рисунке 6. По причине отсутствия наблюдаемых данных по годовикам, приводятся приросты, начиная с третьего года жизни. Видно, что приросты массы (в абсолютном выражении) самцов из района о. Кий практически одинаково низки в течение всей жизни, и постепенно снижаются с 4 до 1,5 г в год. У самок Восточной Соловецкой Салмы до 7 лет они наибольшие и достигают 27 г. Для всех групп (кроме самцов о. Кий) в возрасте 7-8 лет характерен максимум весовых приростов, после чего происходит их стабильное

снижение. В среднем у рыб 3–10 лет они составляют: для самок Восточной Соловецкой Салмы 19 г, для самок района о. Кий и самцов Восточной Соловецкой Салмы – 13 г в год.

Картина по относительным весовым приростам гораздо спокойная, и в целом копирует таковую по приростам длины, с той разницей, что на третьем году жизни они еще весьма велики (200% и более у особей из Восточной Соловецкой Салмы, значительно больше, чем в районе о. Кий). Резкое их снижение и выравнивание по полам и районам лова происходит только на четвертом году жизни (в среднем до 64%). Затем наблюдается более плавное снижение – приросты на 5–6 годах составляют порядка 33%, на 7–9 - порядка 19%, 10–12 годах – 9%.

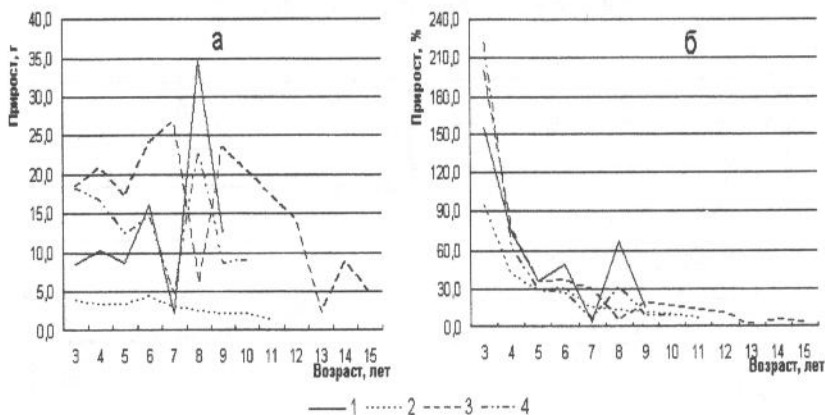


Рис. 6. Темп весового роста ершоватки Онежского залива Белого моря в абсолютном (а) и относительном (б) выражениях

1 - самки, о. Кий; 2 - самцы, о. Кий; 3 - самки, Восточная Соловецкая Салма;
4 - самцы, Восточная Соловецкая Салма

Замедленный темп роста ершоватки, обитающей в районе Кий-острова, может быть объяснен как худшей, по сравнению с Восточной Соловецкой Салмой, обеспеченностью пищей (биомассы бентоса у Кий-острова гораздо ниже), так и влиянием пониженной солености воды.

Факт угнетения темпа роста особей по мере продвижения в более опресненные районы не только для ершоватки, но и для других видов рыб отмечается в литературных источниках [Зенкевич, 1947; Бараненкова, 1952; Алтухов и др., 1958]. Но вопрос о том, приводит ли это к

образованию локальных группировок, является сложным и в литературе не освещается. Учитывая незначительную, как считается, миграционную активность ершоватки [Андрияшев, 1954], такие локальные стада, приуроченные к определенным участкам побережья, где они обитают в течение всей жизни и, в том числе, зимуют, скорее всего, существуют.

Зависимость между массой и длиной ершоватки наиболее точно описывается уравнением степенной функции вида:

$$y = 0,012x^{3,1547} (R^2 = 0,9879; n = 194),$$

где: y – масса рыбы,
 x – промысловая длина.

Показатель степени в этом уравнении близок к 3, что делает возможным использование для описания роста ершоватки уравнения Берталанфи.

Коэффициенты уравнения для самок и самцов из каждого района исследований приводятся в таблице 2. Там же приводятся величина ошибки (S), число наблюдений (n) и величина коэффициента роста (Cl).

Таблица 2

Значения основных параметров уравнения линейного роста Берталанфи и показателя темпа роста для речной камбалы Онежского залива Белого моря

Район	L_{∞} , см	k	t_0 , лет	S , %	Cl	n
<i>Самки</i>						
О. Кий	15,798	0,320	-0,901	2,66	0,65	266
Восточная Соловецкая Салма	22,455	0,257	-0,632	2,96	0,82	213
<i>Самцы</i>						
О. Кий	12,252	0,268	-1,746	1,14	0,44	75
Восточная Соловецкая Салма	16,695	0,506	-0,229	1,11	0,85	28

Как оказалось, модель Берталанфи хорошо аппроксимирует рост ершоватки, по крайней мере, для особей в возрасте от 2 до 7 лет, число наблюдений по которым наибольшее, и позволяет получить сравнимые данные по самцам и самкам для каждого из районов. Данные по годовикам в расчеты не включались из-за полного отсутствия наблюденных данных по этой возрастной группе.

Показатель темпа роста Cl рассчитывался по уравнению:

$$Cl = \frac{L_{\infty}(t - \frac{1}{K}(1 - e^{-K(t-t_0)}))}{100} \quad [\text{Шибает, 1987}]$$

Данный показатель позволяет однозначно установить факт несовпадения темпа роста в двух выборках и определить направленность его изменения, хотя и не оценивает достоверность наблюдаемых различий. Как видно из таблицы, по данному критерию есть значительные различия между районами работ и между самцами и самками по району о. Кий. Для самцов и самок Восточной Соловецкой Салмы этот показатель получился практически одинаковым.

Рисунок 7 позволяет сравнить значения теоретически рассчитанных длин с наблюдаемыми данными и данными обратных расчислений, а также наглядно оценить варьирование размеров одновозрастных особей.

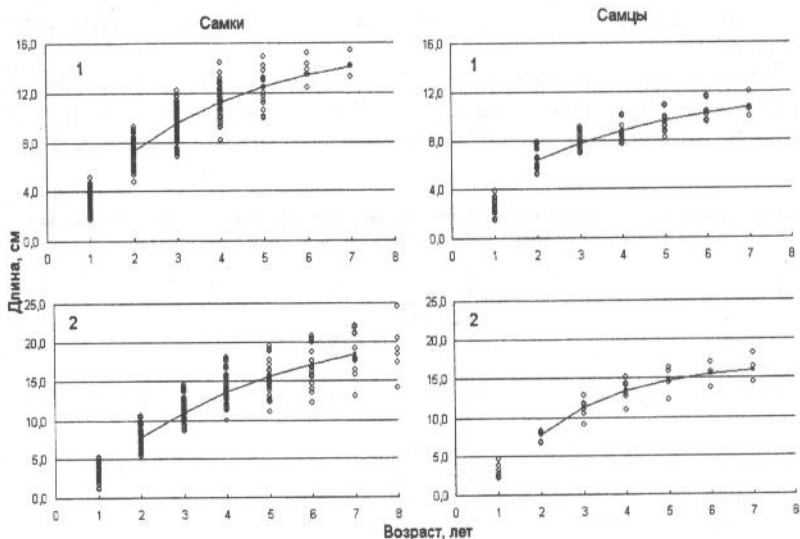


Рис. 7. Размеры ершоватки Онежского залива Белого моря

1 - Кий-остров, 2 - Восточная Соловецкая Салма:

точки - наблюдаемые данные, линия - теоретические размеры, рассчитанные согласно уравнению Берталанфи

Как видно из рисунка, для ершоватки характерны значительные колебания массы и размеров. Амплитуда колебаний длины и массы рыб одного возраста у самок составила соответственно 3-10 см и 8-183 г, у самцов - 1,5-4 см и 3-10 г.

Выводы

Данные по длинам одновозрастных особей, полученные путем обратных расчислений методом Леа, в целом хорошо согласуются с наблюдаемыми данными и могут использоваться для описания линейного роста ершоватки.

Выявлены значительные различия темпа роста ершоватки во внешних (Восточная Соловецкая Салма) и внутренних (Кий-остров) районах Онежского залива: темп ее роста в Восточной Соловецкой Салме значительно выше, нежели в водах о.Кий.

В районе о. Кий самки достоверно опережают в росте одновозрастных самцов, начиная с 3-го года жизни. Для ершоватки района Восточной Соловецкой Салмы достоверных математических различий по длине одновозрастных самцов и самок не выявлено, хотя самки опережают в росте самцов с 4-го года жизни.

Величина приростов длины в абсолютном выражении резко снижается к 4-5-летнему возрасту, после чего снижение имеет более плавный характер. Приросты в относительном выражении характеризуются максимумом на втором году жизни, после чего резко снижаются, и, начиная с третьего года, происходит постепенное их уменьшение.

Весовые приросты в абсолютном выражении самцов из района о.Кий одинаково низки в течение всей жизни и постепенно снижаются. У самок Восточной Соловецкой Салмы до 7 лет они наибольшие. Для всех групп (кроме самцов о. Кий) в возрасте 7-8 лет характерен максимум весовых приростов, после чего происходит их стабильное снижение. Относительные весовые приросты на третьем году жизни остаются довольно большими (более 200% у особей из Восточной Соловецкой Салмы). Их резкое снижение происходит на четвертом году жизни. Относительные приросты массы достигают больших значений у ершоватки Восточной Соловецкой Салмы.

Линейный рост ершоватки Онежского залива хорошо описывается с помощью модели Берталанфи. Основные параметры уравнения, вычисленные для каждого из районов, могут быть использованы для расчетов смертности и моделирования популяции.

Литература

Алтухов К.А., Михайловская А.А., Мухомедияров Ф.Б. и др. Рыбы Белого моря. - Петрозаводск: Изд-во КАССР, 1958. - 162 с.

Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. - 566 с.

- Бараненкова А.С. Отряд камбалообразные // Промысловые биоресурсы Северной Атлантики и прилегающих морей Северного Ледовитого океана. - Ч.2. - 1977.
- Бараненкова А.С. Ершоватка, лиманда – *Limanda limanda* // Промысловые рыбы Баренцева и Белого морей. - Мурманск, 1952. - С. 224-226.
- Зенкевич Л.А. Фауна и биологическая продуктивность моря. - Советская Наука, 1947.
- Кузнецов В.В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1960. - 322 с.
- Кузнецова Е.Н., Кунин А.М. Новые данные о биологии северной двухлинейной камбалы *Lepidopsetta polyxistra* в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки / Вопросы ихтиологии. - 2002. - Т.42. - С. 336-340.
- Лакин Г. Ф. Биометрия. - М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.
- Методические рекомендации по сбору биологической информации в морях Северо-Европейского бассейна и Северной Атлантики. - Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2001. - 146 с.
- Мина М.В. Рост рыб (методы исследования в природных популяциях) // Рост животных. Зоология позвоночных. - Т.4. - М.: ВИНТИ. - С. 68-115.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. - М.: Наука, 1976. - 291 с.
- Мухомедияров Ф.Б. Биология и промысел второстепенных промысловых рыб Карельского побережья // Материалы по комплексному изучению Белого моря. - Т.2. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963. - С. 131-143.
- Надежин В.М. Гидрологические условия и распределение некоторых промысловых рыб Белого моря. - Мурманск : ПИНРО, 1976. - 99 с.
- Николаев А.П. Материалы к систематике и биологии ершоватки *Limanda limanda* (L.) Белого моря / Вопросы ихтиологии. - 1955. - Вып. 4. - С. 57-62.
- Новиков П.И. Рыбы водоемов Архангельской области. - Архангельск : Сев.-Зап. кн. изд-во, 1964. - 141 с.
- Океанографические условия и биологическая продуктивность Белого моря. Аннотированный атлас. - Мурманск, 1991. - 216 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1966. - 375 с.
- Соин С.Г. Размножение и развитие ершоватки *Limanda limanda* (L.) Белого моря / Вопросы ихтиологии. - 1964. - Т.4. - С. 495-511.
- Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. - М. : Изд-во АН СССР, 1959. - 164 с.
- Шibaев С.В. Рост, баланс энергии и обеспеченность пищей леща Чебоксарского водохранилища // Сб. научн. трудов ГосНИОРХ, 1987. - Вып.267. - С. 93-109.
- Шубников Д.А., Пшеничный Б.П., Честнова Л.Г. Материалы по экологии полярной камбалы Кандалакского залива Белого моря // Биология Белого моря. - Т. 3. - М. : Изд-во МГУ, 1970. - С. 189-207.
- Юданова О. Камбала. - Отчет о НИР. - Архангельск, 1944. - 40 с.
- Chilton D.E., Beamish R.J. Age determination methods for fishes studied by the ground fish program at the Pacific Biological station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. - V. 60, 1982. - 102 p.
- Faunce C.H., Patterson H.M., Lorenz J.J. Age, growth and mortality of the Mayan chichild (*Cichlasoma urophthalmus*) from the southeastern Everglades // Fishery bulletin 100 (1), 2002. - P. 42-50.