

БИОЛОГИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 597-113.4: 597.553.2

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИНЕЙНОГО РОСТА
АРКТИЧЕСКОГО ОМУЛЯ *COREGONUS AUTUMNALIS AUTUMNALIS*
(COREGONIDAE) ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНОВ
БАРЕНЦЕВА И КАРСКОГО МОРЕЙ**

© 2017 г. П.Ю. Савчук¹, А.К. Матковский¹, Ю.В. Перепелин²,
А.П. Новоселов^{3,4}, И.И. Студенов^{3,4}, А.В. Боровской³

¹Государственный научно-производственный центр рыбного хозяйства, Тюмень, 625023

²Научно-исследовательский институт экологии рыбохозяйственных водоемов,
Красноярск, 660097

³Северный филиал Полярного научно-исследовательского института морского рыбного
хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, Архангельск, 163002

⁴Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики,
Архангельск, 163000

E-mail: petr.savchuk88@mail.ru

Поступила в редакцию 26.12.2016 г.

По данным обратных расчислений длины тела проведен сравнительный анализ темпа линейного роста арктического омуля *Coregonus autumnalis autumnalis* из различных районов Баренцева (западная граница его естественного ареала) и Карского морей. В ходе исследования обнаружены различия в скорости роста арктического омуля из р. Уса и бассейна западного побережья Ямальского полуострова от омуля Обской и Гыданской губ, а также р. Енисей. Выявлено, что наиболее существенные различия в росте проявляются в первые годы жизни омуля, что связано с особенностями его нагула и воспроизводства.

Ключевые слова: арктический омуль, река Печора, река Уса, река Силь-Яха, река Енисей, губа Крузенштерна, Обская губа, Гыданская губа, обратные расчисления, скорость линейного роста.

ВВЕДЕНИЕ

Арктический омуль *Coregonus autumnalis autumnalis* более других сиговых приспособлен к существованию в суровых арктических условиях, благодаря чему занимает самый северный ареал распространения сигов. Хотя основную часть своей жизни он проводит в районах, примыкающих к открытому морю, центры его воспроизводства приурочены к крупным северным рекам, по которым он совершает достаточно протяженные миграции к местам нереста (Атлас пресноводных рыб, 2002). До настоящего времени среди ихтиологов нет единого мнения об экологическом статусе омуля. Ряд иссле-

дователей (Новиков, 1966; Кириллов, 1972; Черешнев, Кириллов, 2007) относят его к полупроходным, но большинство авторов (Солдатов, 1924; Борисов, 1928; Берг, 1948; Пробатов, 1950; Никольский, 1971; Бурков, Соловкина, 1976; Решетников, 1980; Новоселов, Чуксина, 1999; Иванов, 2011) считают его проходным видом. Мы придерживаемся точки зрения последних, поскольку омуль в отличие от других сиговых рыб может обитать при солености воды до 22–24‰ (Москаленко, 1971), появляется в пресных водах рек лишь в период воспроизводства и практически не питается во время длительной нерестовой миграции. К сожалению, вопрос о физиологической перестройке организма омуля при сме-

не морской воды на пресную остается открытым, поскольку в известной нам литературе сведений на этот счет нет.

Несмотря на важное промысловое значение, отдельные стороны биологии арктического омуля изучены пока недостаточно. Сложность в изучении данного вида обусловлена, в первую очередь, труднодоступностью мест его обитания и значительными перемещениями омуля в солоноватых водах северных морей. Несмотря на это, проводившиеся в 1930–1950-х гг. исследования (Юданов, 1935; Правдин, Якимович, 1940; Кожевников, 1948; Вовк, 1949; Москаленко, 1958) дали общие представления об особенностях биологии вида. Позднее исследования стали носить более детальную и практическую направленность (Андрюенко, Ку克林, 1978; Новоселов, Чуксина, 1999; Новоселов, 2004; Novoselov, 2006; Перепелин и др., 2010; Иванов, 2011; Новоселов, Студенов, 2014).

В настоящее время существует мнение, что в акватории Карского моря обитают две популяции омуля: к западу от Ямальского полуострова распространяется ареал печорского стада омуля, а к востоку полуострова — енисейского (Москаленко, 1958). В то же время есть предположение, что обыкновенное стадо имеет более сложную структуру и разделено на два — обское и енисейское (Юданов, 1935; Правдин, Якимович, 1940; Кожевников, 1948). Несмотря на отсутствие установленных в бассейнах Байдарацкой, Обской и Гыданской губ нерестилищ омуля, существуют различия в размерно-возрастных показателях обских и енисейских особей.

В результате антропогенной деятельности в Печорском бассейне на протяжении нескольких десятков лет происходил подрыв запасов сиговых рыб, в том числе и омуля. Крупные аварии на нефтепроводах существенно ухудшили условия естественного воспроизводства сиговых в ряде притоков реки Печора (Новоселов, Студенов, 2014). Реорганизация и перенесение промысла омуля в начале 1990-х гг. из Енисейского залива в русло реки и возросшее вследствие этого

давление на нерестовую часть популяции негативно сказалось и на запасах енисейского стада (Перепелин и др., 2010; Перепелин, 2011, 2016). В связи с этим представляется актуальным изучение современного состояния арктического омуля, поскольку в его биологии остается еще много вопросов. Кроме того, возросшая техногенная нагрузка, несомненно, накладывает отпечаток на образ жизни и меняет сложившееся веками поведение вида. Детальное изучение особенностей роста популяций имеет важное значение в понимании сходства и различий условий их обитания и в определенной степени позволяет приблизиться к познанию популяционной структуры вида (Матковский, 2006).

Цель наших исследований — сравнение линейного роста арктического омуля из различных районов бассейнов Баренцева и Карского морей.

Для реализации поставленной цели решали следующие задачи: 1) выполнить обратные расчисления линейного роста, 2) изучить особенности роста рыб на уровне отдельных генераций, 3) проанализировать наличие достоверных различий в скорости роста омуля.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

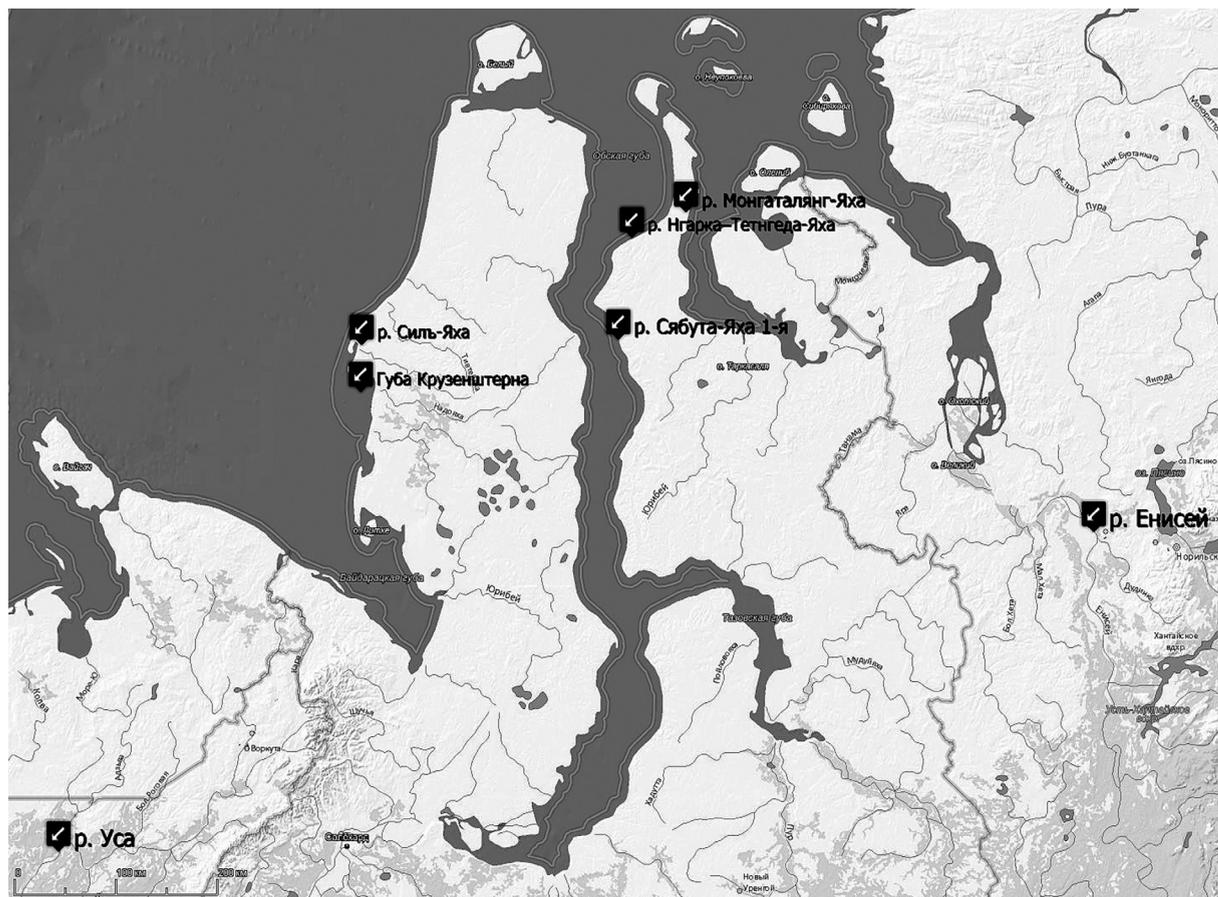
Сбор материал осуществляли в период 2011–2013 гг. в различных районах бассейнов Баренцева и Карского морей. Исследовали 871 экземпляр омуля, по 520 особям выполнены обратные расчисления роста рыб (табл. 1).

В ходе работы проанализированы особи из нерестовых и нагульных скоплений омуля. К выборкам из нерестовых частей популяций относились особи из рек Уса и Енисей, у которых стадия зрелости половых продуктов составляла IV–V баллов. Остальные выборки могут быть отнесены к нагульным скоплениям, поскольку стадия зрелости половых продуктов у этих особей не превышала III баллов. К таким группам относятся рыбы, пойманные в реках Обской и Гыданской губ, а также на участках западного побережья полуострова Ямал (рис. 1).

Таблица 1. Объем собранного и обработанного материала

Место сбора	Год сбора	Число изученных особей*, экз.
Р. Сябуга-Яха 1-я: 71°57'07,88" с.ш. 74°20'22,49" в.д., р. Нгарка—Тетнгеда-Яха: 71°05'28,57" с.ш. 73°41'05,71" в.д. (реки бассейна Обской губы)	2013	<u>84</u> 84
Губа Крузенштерна: 70°39'34,11" с.ш. 66°58'16,39" в.д.	2013	<u>50</u> 50
Р. Силь-Яха: 71°02'35,56" с.ш. 66°59'34,43" в.д. (приток р. Харасавей-Яха)	2013	<u>76</u> 76
Р. Енисей: 69°27'34,32" с.ш. 86°02'58,28" в.д. (бассейн Карского моря)	2012	<u>254</u> 98
Р. Монгаталянг-Яха: 71°59'50,81" с.ш. 75°23'29,47" в.д. (бассейн Гыданской губы)	2011	<u>284</u> 130
Р. Уса: 66°26'48,13" с.ш. 59°06'23,37" в.д. (приток р. Печора)	2011	<u>123</u> 82
Всего		871

Примечание. *До черты — биологический анализ, после черты — обратные расчисления.

**Рис. 1.** Район сбора материала.

Обработку материала проводили по стандартным методикам (Правдин, 1966; Лакин, 1987). Для определения промысловой длины рыб использовали метод обратных расчислений с использованием регрессионной зависимости (1) между промысловой длиной особи и радиусом чешуи (Чугунова, 1952; Брюзгин, 1969):

$$L = l \times \left(\frac{r}{R}\right)^b, \quad (1)$$

где l — промысловая длина рыбы в момент поимки, см; r — длина радиуса чешуи в год i , делений окуляр-микрометра; R — длина радиуса чешуи в момент поимки, делений окуляр-микрометра; b — коэффициент степенного уравнения.

Для описания темпа линейного роста использовали уравнения относительного (2) и абсолютного (3) приростов (Шмальгаузен, 1935; Мина, Клевезаль, 1976):

$$C_l = \frac{l_i - l_0}{l_0} \times 100, \quad (2)$$

$$\Delta C = l_i - l_0, \quad (3)$$

где C_l — относительный прирост длины тела, %; l_i — промысловая длина рыбы в конечный момент времени, см; l_0 — промысловая длина рыбы в начальный момент времени, см; ΔC — абсолютный прирост длины тела, см.

Достоверность различий результатов оценивали по t -критерию Стьюдента (Лакин, 1987).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Реконструкция прошедших лет жизни при помощи обратных расчислений существенно дополняет сведения о размерно-возрастной характеристике арктического омуля и позволяет проанализировать особенности его роста. Выбирая за регистрирующую структуру ретроспективного роста рыб чешую, необходимо обращать внимание на наиболее симметричные образцы с правильной, закругленной формой (рис. 2).

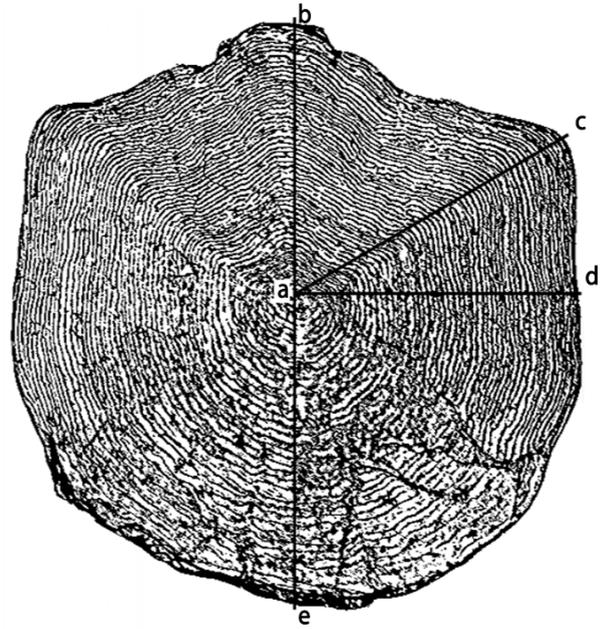


Рис. 2. Исследуемые радиусы чешуи омуля: ab — передний, ac — диагональный, ad — боковой, ae — задний.

Анализируя зависимость длины тела от радиуса чешуи, необходимо понимать, что стороны чешуи в различной степени связаны с размером тела особи (табл. 2). Поэтому необходимо выявить наиболее тесно коррелируемую связь между этими параметрами. У исследованных выборок проявилась наиболее тесная связь длины особи с боковым радиусом чешуи. Соответственно, для обратных расчислений длины тела арктического омуля следует использовать именно этот параметр. Кроме того, как показала практика, годовые отметки наиболее четко отражены на этом радиусе.

Путем ретроспективного анализа удалось выделить массив данных с 2005 по 2006 гг., встречающийся в каждой исследуемой выборке. При этом наиболее представительной оказалась информация по поколению 2006 г. рождения ($n = 143$). Поэтому рассмотрим результаты статистического анализа именно по этой генерации (табл. 3).

Из данных табл. 3 следует, что омуль в первый год жизни вырастает до 8,5–13,6 см. В возрасте пяти лет длина особей колеблется от 21 до 33 см, при этом наиболее крупные

Таблица 2. Коэффициент корреляции между длиной тела и радиусами чешуи арктического омуля

Радиус чешуи	Река					Губа Кру- зенштерна ($n = 50$)
	Уса ($n = 123$)	Силь-Яха ($n = 76$)	Сябуга-Яха 1-я и Нгарка— Тетнгеда-Яха ($n = 84$)	Монгата- лянг-Яха ($n = 284$)	Енисей ($n = 254$)	
Передний	0,721	0,763	0,804	0,939	0,650	0,776
Диагональный	0,713	0,799	0,861	0,956	0,656	0,820
Боковой	0,753	0,852	0,887	0,961	0,763	0,852
Задний	0,450	0,746	0,747	0,891	0,476	0,681

Примечание. Здесь и в табл. 3: n — число изученных особей.

Таблица 3. Результаты обратных расчислений ($\bar{l} \pm m_l$ — среднеарифметическая величина \pm ошибка) промысловой длины арктического омуля генерации 2006 г. рождения из разных водоемов Баренцева и Карского морей

Возраст, лет	Р. Уса ($n = 15$)	Р. Силь- Яха ($n = 37$)	Губа Крузенштерна ($n = 26$)	Р. Сябуга- Яха 1-я и р. Нгарка— Тетнгеда- Яха ($n = 28$)	Р. Монга- талянг-Яха ($n = 16$)	Р. Енисей ($n = 21$)
1	13,6 \pm 0,38	8,5 \pm 0,19	10,1 \pm 0,22	11,1 \pm 0,15	8,7 \pm 0,37	13,4 \pm 0,73
2	20,8 \pm 0,42	13,8 \pm 0,33	16,4 \pm 0,27	16,0 \pm 0,26	12,5 \pm 0,37	17,8 \pm 0,83
3	25,7 \pm 0,50	18,8 \pm 0,39	20,7 \pm 0,23	19,9 \pm 0,28	15,5 \pm 0,41	22,5 \pm 1,20
4	29,4 \pm 0,55	23,2 \pm 0,43	24,9 \pm 0,27	23,5 \pm 0,29	19,1 \pm 0,41	26,8 \pm 1,56
5	32,9 \pm 0,63	27,0 \pm 0,42	27,7 \pm 0,31	27,0 \pm 0,34	21,7 \pm 0,51	29,7 \pm 1,46

особи характерны для р. Уса. Особи омуля с наименьшими размерами тела (21,7 см) отмечены для р. Монгаталянг-Яха.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшие различия в средних размерах рыб из анализируемых мест сбора материала наблюдаются в первые годы жизни, что может быть связано с различиями в условиях нагула молоди в разных районах обитания. А поскольку установлено, что наибольший темп роста рыб отмечается в начальный период онтогенеза, первые годы жизни являются наиболее показательными для выявления существующих различий в условиях обитания. Таким образом, даже такой

предварительный анализ свидетельствует о наличии существенных различий в темпе роста рыб из разных выборок, при этом наибольшие различия прослеживаются именно в первые годы жизни омуля.

Для расчета прироста молоди за первый год жизни необходимо знать длину личинки в момент вылупления, и в научной литературе имеются, хотя и немногочисленные, сведения о размерах молоди омуля. Так, Андриенко и Куклин (1978) указывают, что в период с июня по август в дельте Енисея встречалась молодь размерами 3,2–6,6 см и массой 0,3–4,0 г в северной части и 5,7–6,2 см и 2,2–3,0 г — в южной ее части.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИНЕЙНОГО РОСТА

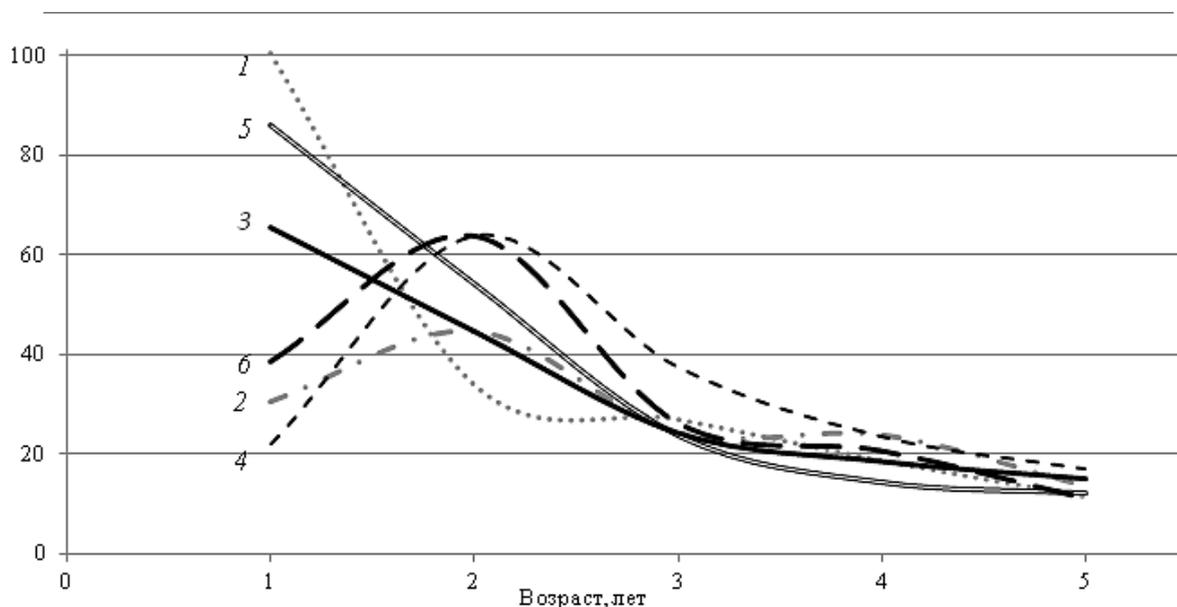


Рис. 3. Относительные приросты длины тела арктического омуля из различных районов акватории Карского и Баренцева морей, %: 1 — р. Енисей, 2 — р. Монгаталян-Яха, 3 — р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка—Тетнгеда-Яха, 4 — р. Силь-Яха, 5 — губа Крузенштерна, 6 — р. Уса.

Бурков и Соловкина (1976) охарактеризовали молодь омуля из реки Уса, пойманную в конце августа, следующими показателями: длина — 6,3–8,1 (в среднем 7,3) см, масса — 4,0 г.

Антонова с соавторами (1970) указывают для молодежи арктического омуля, полученной на Северо-Ладожском рыбноводном заводе, следующие характеристики массы: 30-е сут. развития — 0,15 г; 90-е — 1,79 г; 115-е — 2,9 г; 129-е — 3,6 г и 148-е — 5,37 г.

Таким образом, если нивелировать зависимость роста молодежи от условий года рождения, появляется возможность узнать скорость роста за неполный первый год жизни: с августа и до завершения первого биологического года (в дальнейшем первый год жизни). Следовательно, для обь-енисейского стада омуля первоначальная длина может составлять 6,5 см, для рыб печорского стада — 7,3 см.

При сравнении относительных приростов длины тела (рис. 3) отмечаются общеизвестные закономерности снижения темпа роста в зависимости от возраста. В то же время результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что темп

линейного роста по различным районам исследований наиболее изменяется в младших возрастных группах, особенно на первом году жизни. При этом темп роста омуля в старших возрастных группах в целом схож.

Максимально различимые значения выявило сравнение рыб, пойманных у западного побережья Ямальского полуострова, особями из рек Обской губы (табл. 4). Различия оказались достоверными на 60% (при $p < 0,001$), или по трем признакам из пяти.

Внутри обь-енисейского стада сравнение не выявило значительных отличий. Проанализированные выборки различны на 20% (при $p < 0,001$), или по одному признаку из пяти, причем данные различия относятся лишь к первому году жизни рыб. Анализ печорского стада выявил более контрастное расхождение, доля достоверных различий находится в диапазоне 40–60%, при этом наиболее отличимыми оказались географически близко расположенные выборки из районов западного побережья Ямальского полуострова. Кроме того, интересно практически полное отсутствие достоверных различий при сравнении особей, пойманных в период нерестовых миграций в реках Енисей и Уса.

Таблица 4. Достоверные различия относительных приростов длины тела арктического омуля из разных мест обитания по *t*-критерию Стьюдента

Сопоставление выборок из разных мест обитания	Возраст, лет					Достоверность различий при ρ , %		
	1	2	3	4	5	< 0,05	< 0,01	< 0,001
Губа Крузенштерна – р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка-Тетнгеда-Яха ($n = 54$)	7,31*	5,07*	0,84	1,47	4,24*	60	60	60
Р. Силь-Яха – р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка–Тетнгеда-Яха ($n = 65$)	11,94*	4,87*	4,13*	3,12*	1,34	80	80	60
Р. Силь-Яха – губа Крузенштерна ($n = 63$)	4,04*	0,02	3,49*	1,87	5,08*	60	60	60
Губа Крузенштерна – р. Енисей ($n = 47$)	7,54*	3,63*	0,15	0,97	0,08	40	40	40
Р. Уса – р. Монгаталянг-Яха ($n = 31$)	7,24*	2,23*	0,19	4,68*	0,94	60	40	40
Р. Уса – губа Крузенштерна ($n = 41$)	8,48*	2,03	1,06	4,07*	1,01	40	40	40
Р. Уса – р. Силь-Яха ($n = 52$)	11,92*	1,90	3,44*	4,64*	3,00*	80	80	40
Р. Силь-Яха – р. Енисей ($n = 58$)	9,53*	3,38*	1,56	1,59	2,21*	60	40	20
Губа Крузенштерна – р. Монгаталянг-Яха ($n = 42$)	1,39	4,07*	0,72	1,77	2,37*	40	20	20
Р. Уса – р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка–Тетнгеда-Яха ($n = 43$)	4,16*	2,61*	0,20	2,39*	2,18*	80	20	20
Р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка–Тетнгеда-Яха – р. Енисей ($n = 49$)	5,13*	1,75	0,58	0,01	1,85	20	20	20
Р. Монгаталянг-Яха – р. Енисей ($n = 37$)	6,02*	1,40	0,54	1,78	1,02	20	20	20
Р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка–Тетнгеда-Яха – р. Монгаталянг-Яха ($n = 44$)	6,87*	0,08	0,00	2,77*	1,07	40	40	20
Р. Уса – р. Енисей ($n = 36$)	1,35	2,78*	0,98	1,87	0,41	20	0	0
Р. Силь-Яха – р. Монгаталянг-Яха ($n = 53$)	1,53	3,84*	3,25*	0,01	2,04*	60	40	0

Примечание. Здесь и в табл. 5: n – объем выборки, *различия достоверны при $\rho < 0,05$.

При сравнении абсолютных приростов длины тела арктического омуля (рис. 4) прослеживается тенденция уменьшения темпа роста с запада на восток. Темп роста у ому-

ля из реки Уса в первые годы жизни оказался самым высоким. Минимальное его значение характерно для рыб реки Монгаталянг-Яха, что, по-видимому, связано с наиболее суро-

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИНЕЙНОГО РОСТА

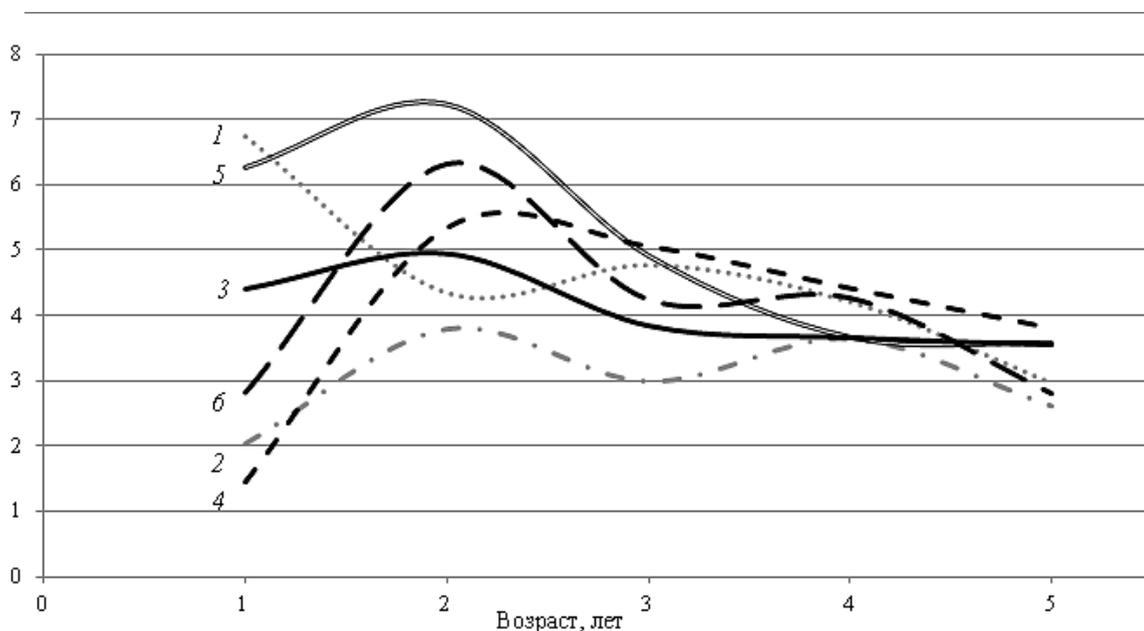


Рис. 4. Абсолютные приросты длины тела арктического омуля из водоемов акваторий Карского и Баренцева морей, см: 1 – р. Енисей, 2 – р. Монгаталянг-Яха, 3 – р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка–Тетнгеда-Яха, 4 – р. Силь-Яха, 5 – губа Крузенштерна, 6 – р. Уса.

выми климатическими условиями данного района. Таким образом, различия условий нагула и других факторов среды обитания сказываются на темпе роста рыб из сравниваемых участков.

Вовк (1949) отмечал, что темп роста омуля в Енисейском заливе невелик и составляет для младших возрастных групп 6–8 см в год, а для рыб в возрасте 7–10 лет всего 2–3 см. У особей старше 11 лет темп роста еще больше замедляется и составляет менее 1 см в год. Схожая картина наблюдается и у омуля из Байдарацкой губы. Так, приросты длины тела в первые годы жизни составляли 6–8 см в год, в дальнейшем они снижались до 2–3 см, при этом минимальный прирост был отмечен на девятом году жизни и составил 0,9 см (Новоселов, Чуксина, 1999).

У исследуемых нами выборок омуля отмечаются близкие показатели роста. Максимальные приросты были отмечены для омуля из реки Уса в первые годы жизни и составили более 7 см. Для остальных выборок этот показатель колебался в диапазоне 2–6 см. Начиная с трехлетнего возраста приросты составляли уже 3–5 см в год, а к пяти годам скорость роста продолжала сни-

жаться и составила лишь 2,5–4,0 см в год. Таким образом, проведенные нами обратные расчисления отражают реальную ситуацию с темпом роста рыб, а использование одного и того же подхода позволяет добиться сопоставимости получаемых результатов. Полученные нами низкие показатели темпа роста омуля связаны с влиянием суровых климатических условий, поскольку основной период нагула происходит в относительно короткий период открытой воды. Вследствие этого годовые приросты являются минимальными и не раскрывают всего потенциала роста арктического омуля (Кузнецова, 1993).

Сравнение абсолютных приростов длины тела омуля (табл. 5) выявило, что наибольшее количество достоверных отличий отмечено при сравнении выборок печорского стада с выборками из рек Обской и Гыданской губ. Доля достоверных различий находится в диапазоне 40–80% (при $p < 0,001$). Анализ выборок обь-енисейского стада, как и при сравнении относительной скорости роста, показал наличие достоверных различий на уровне 20% (при $p < 0,001$). При сравнении группировок печорского стада результаты оказались также несколько контрастней,

Таблица 5. Достоверные различия абсолютных приростов длины тела арктического омуля из разных мест обитания по *t*-критерию Стьюдента

Сопоставление выборок из разных мест обитания	Возраст, лет					Достоверность различий при p , %		
	1	2	3	4	5	< 0,05	< 0,01	< 0,001
Р. Силь-Яха — р. Монгаталянг-Яха ($n = 53$)	1,79	3,94*	4,72*	2,31*	4,43*	80	60	80
Р. Уса — р. Монгаталянг-Яха ($n = 31$)	7,93*	9,73*	5,16*	0,08	2,57*	80	60	60
Губа Крузенштерна — р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка—Тетнгеда-Яха ($n = 54$)	6,04*	4,36*	1,26	2,28*	3,50*	80	60	60
Губа Крузенштерна — р. Монгаталянг-Яха ($n = 42$)	1,91	7,46	3,66	2,23*	0,84	60	40	40
Р. Уса — р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка—Тетнгеда-Яха ($n = 43$)	5,45*	6,33*	2,83*	0,05	0,10	60	60	40
Р. Силь-Яха — р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка—Тетнгеда-Яха ($n = 65$)	14,02*	1,17	3,31*	2,64*	1,16	60	40	40
Р. Уса — р. Силь-Яха ($n = 52$)	14,64*	4,61*	0,30	2,01*	0,77	60	40	40
Р. Силь-Яха — губа Крузенштерна ($n = 63$)	5,42*	2,89*	2,23*	0,50	5,09*	40	60	40
Губа Крузенштерна — р. Енисей ($n = 47$)	6,69*	2,83*	0,95	0,12	0,53	40	40	20
Р. Уса — губа Крузенштерна ($n = 41$)	8,48*	2,53*	1,93	1,81	2,90*	60	40	20
Р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка—Тетнгеда-Яха — р. Монгаталянг-Яха ($n = 44$)	6,87*	3,38*	2,24*	0,05	3,18*	80	60	20
Р. Уса — р. Енисей ($n = 36$)	0,61	3,68*	0,25	0,96	1,04	20	20	20
Р. Монгаталянг-Яха — р. Енисей ($n = 37$)	6,02*	0,76	3,09*	1,37	0,73	40	40	20
Р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка—Тетнгеда-Яха — р. Енисей ($n = 49$)	5,13*	0,86	1,50	1,13	1,25	20	20	20
Р. Силь-Яха — р. Енисей ($n = 58$)	11,38*	1,30	0,37	0,35	1,95	20	20	20

различия находятся в пределах 20–40% (при $p < 0,001$).

Как известно, скорость роста не постоянна и подвержена не только сезонным и годовым ритмикам, но и кратковременным замедлениям или прекращением по разным экологическим или физиологическим причинам. Благодаря этому чешуя имеет неодно-

родную структуру и на ней появляются отметки — склериты. Поэтому периодичность и изменчивость роста отражается не только расстояниями между годовыми отметками на чешуе, но и количеством отложившихся за год склеритов. Проанализировав данный признак (табл. 6), можно отметить, что число склеритов, отложившихся за год, как и темп

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЛИНЕЙНОГО РОСТА

Таблица 6. Число склеритов, отложившихся на чешуе арктического омуля из разных районов Баренцева и Карского морей

Район исследования	Возраст*, лет				
	1	2	3	4	5
Р. Енисей ($n = 21$)	$\frac{12 \pm 0,44}{7-15}$	$\frac{10 \pm 0,65}{4-17}$	$\frac{7 \pm 0,38}{5-10}$	$\frac{7 \pm 0,34}{4-11}$	$\frac{7 \pm 0,43}{3-13}$
Р. Монгаталян-Яха ($n = 16$)	$\frac{11 \pm 0,43}{6-17}$	$\frac{9 \pm 0,32}{6-13}$	$\frac{6 \pm 0,25}{4-11}$	$\frac{7 \pm 0,25}{4-10}$	$\frac{6 \pm 0,32}{4-12}$
Р. Сябута-Яха 1-я и р. Нгарка-Тетнгеда-Яха ($n = 28$)	$\frac{12 \pm 0,32}{7-16}$	$\frac{9 \pm 0,31}{5-13}$	$\frac{7 \pm 0,24}{4-13}$	$\frac{8 \pm 0,27}{5-13}$	$\frac{8 \pm 0,28}{4-12}$
Р. Силь-Яха ($n = 37$)	$\frac{10 \pm 0,28}{6-15}$	$\frac{10 \pm 0,32}{5-16}$	$\frac{9 \pm 0,30}{5-15}$	$\frac{8 \pm 0,27}{5-12}$	$\frac{7 \pm 0,22}{4-11}$
Губа Крузенштерна ($n = 26$)	$\frac{11 \pm 0,34}{8-16}$	$\frac{11 \pm 0,31}{8-14}$	$\frac{8 \pm 0,37}{5-12}$	$\frac{9 \pm 0,24}{6-11}$	$\frac{7 \pm 0,28}{5-11}$
Р. Уса ($n = 15$)	$\frac{13 \pm 0,33}{7-17}$	$\frac{13 \pm 0,41}{5-19}$	$\frac{10 \pm 0,36}{6-17}$	$\frac{10 \pm 0,33}{5-15}$	$\frac{9 \pm 0,27}{6-14}$
В целом	$\frac{11 \pm 0,36}{6-17}$	$\frac{10 \pm 0,39}{4-19}$	$\frac{8 \pm 0,32}{4-17}$	$\frac{8 \pm 0,29}{4-15}$	$\frac{7 \pm 0,30}{3-14}$

Примечание. *До черты — среднеарифметическая величина и ее ошибка ($\bar{x} \pm m_x$), после черты — предельные значения; n — объем выборки.

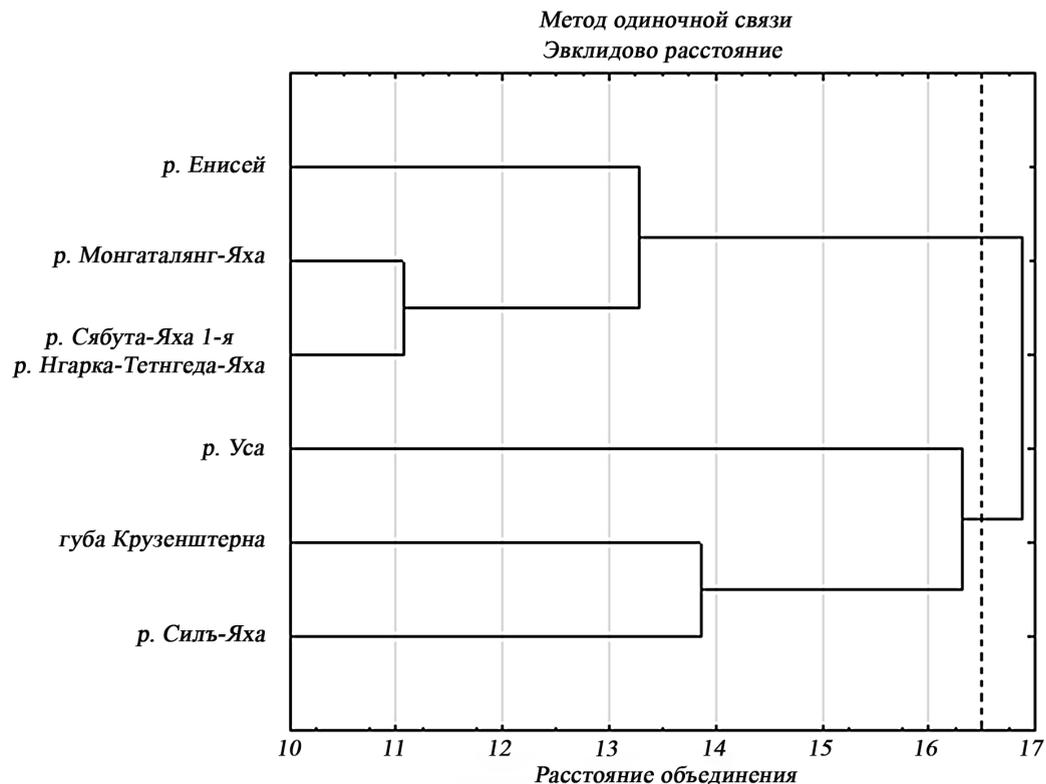


Рис. 5. Дендрограмма распределения выборок арктического омуля по совокупности изученных параметров.

роста, с возрастом уменьшается. Наибольшее число склеритов было отмечено нами для омуля из р. Уса, а наименьшее — для особей из р. Монгаталянг-Яха.

По проанализированным выборкам установлено, что в среднем на чешуе за год жизни может откладываться от 3 до 19 склеритов. За первый год жизни их число составляет 10–13, с колебанием значений от 6 до 17. В дальнейшем их число уменьшается и на 5-м году жизни составляет уже 6–9 с диапазоном колебаний от 3 до 14.

Для общего понимания сходства и различия роста омуля из разных районов был проведен кластерный анализ полученных данных. Дендрограмма распределения выборок арктического омуля генерации 2006 г. рождения по совокупности всех исследованных нами признаков выявила наличие двух группировок (рис. 5).

Первый кластер образуют рыбы из реки Енисей и рек Обской и Гыданской губ. Второй кластер объединяет рыб из районов западного побережья Ямальского полуострова и р. Уса.

При этом первый кластер имеет более высокую тесноту связей, чем второй. Особенно высокое сходство по темпу роста прослеживается для рыб Обской и Гыданской губ. Таким образом, полученные результаты позволяют говорить о наличии как минимум двух группировок омуля в бассейне Карского моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая вышеизложенный материал, можно заключить, что существуют определенные различия в темпе роста арктического омуля бассейнов Карского и Баренцева морей, которые наиболее контрастно проявляются в младших возрастных группах. Общей закономерностью является снижение темпа роста и уменьшение размеров рыб с запада на восток.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что условия обитания молоди из отдельных районов существенно различаются, что сказывается на темпе роста рыб.

Более того, различия проявляются и у относительно половозрелой части популяций, что позволяет предположить о расхождении нагульных ареалов отдельных нерестовых стад. В этой связи представляется маловероятной возможность нагульных миграций омуля р. Енисей к западному побережью Ямала и к р. Уса, в равной степени как и заход рыб печорского стада на нагул в Енисейский залив.

Исходя из результатов кластерного анализа в бассейне Карского моря по темпу роста можно выделить две группировки омуля: первая относится к водоемам западного побережья полуострова Ямал, а вторая — к Обской и Гыданской губам, а также р. Енисей. При этом сходство печорского омуля с рыбами из водоемов западного побережья Ямала сравнительно слабо выражено, что может указывать на более сложную структуру стада в районе западного побережья Ямальского полуострова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андрюченко А.И., Куклин А.А. О питании молоди сиговых в низовьях реки Енисей // Продуктивность водоемов разных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Ч. 1. Красноярск: Б. и., 1978. С. 135–137.
- Антонова Л.В., Кузнецова Л.Н., Полина А.В., Рыжков Л.П. Физиологическая характеристика молоди чира и омуля // Рыб. хоз-во Карелии. 1970. Вып. 9. С. 67–71.
- Атлас пресноводных рыб России. Т. 1 / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2002. 379 с.
- Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1948. 466 с.
- Борисов П.Г. Рыбы р. Лены. Л.: Изд-во АН СССР, 1928. 181 с.
- Брюзгин В.Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. Киев.: Наук. думка, 1969. 188 с.
- Бурков А.И., Соловкина Л.Н. Результаты мечения омуля *Coregonus*

- autumnalis* (Pallas) и его основные промыслово-биологические показатели в северо-европейском зоогеографическом округе // Вопр. ихтиологии. 1976. Т. 16. Вып. 2 (97). С. 369–372.
- Вовк Ф.И. Омуль Енисейского залива // Тр. Барабин. отд. ВНИОРХ. 1949. Т. III. С. 43–90.
- Иванов Е.В. Арктический омуль *Coregonus autumnalis* р. Индигирка: морфология, экология, промысел: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Якутск: Сев.-Вост. федерал. ун-т им. М.К. Аммосова, 2011. 18 с.
- Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. М.: Наука, 1972. 359 с.
- Кожевников Г.П. Биология и промысел омуля в северных реках Сибири. Новосибирск: Изд-во Главсибрыбпрома, 1948. 40 с.
- Кузнецова Е.Н. Сравнительный анализ роста солоноватоводных сига моря Лаптевых. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 1993. 22 с.
- Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1987. 352 с.
- Матковский А.К. Рыбы Обской и Тазовской губы Карского моря. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2006. С. 311–325.
- Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М.: Наука, 1976. 291 с.
- Москаленко Б.К. Биологические особенности эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб обского бассейна. Тюмень: Тюмен. книж. изд-во, 1958. 249 с.
- Москаленко Б.К. Сиговые рыбы Сибири. М.: Пищепромиздат, 1971. 182 с.
- Никольский Г.В. Частная ихтиология. М.: Высш. шк., 1971. 471 с.
- Новиков А.С. Рыбы реки Колымы. М.: Наука, 1966. 134 с.
- Новоселов А.П. Возможности промыслового использования арктического омуля *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) на местах нагула в Карском и Баренцевом морях // Матер. Междунар. науч. конф. «Инновации в науке и образовании—2004 г.» Калининград: Изд-во КГТУ, 2004. С. 6–7.
- Новоселов А.П., Студенов И.И. Динамика современного состояния сиговых рыб в бассейне р. Печора // Тр. ВНИРО. 2014. Т. 151. С. 141–150.
- Новоселов А.П., Чуксина Н.А. Распределение на местах нагула и особенности биологии омуля *Coregonus autumnalis* юго-восточной части Баренцева и юго-западной части Карского морей // Вопр. ихтиологии. 1999. Т. 39. № 6. С. 767–776.
- Перепелин Ю.В. Динамика промыслового запаса енисейского омуля *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) за 1990-2010 гг. // Рыбоводство и рыб. хоз-во. 2011. № 7. С. 15.
- Перепелин Ю.В. Влияние промысла на средний возраст нерестовой части популяции омуля арктического *Coregonus autumnalis* реки Енисей // Вопр. рыболовства. 2016. Т. 17. № 2. С. 213–222.
- Перепелин Ю.В., Заделенов В.А., Мучкина Е.Я. Многолетняя динамика биологических показателей нерестового стада омуля *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) низовьев реки Енисей // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 9. С. 125–129.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
- Правдин И.Ф., Якимович Н.К. Омуль из Обской губы // Тр. НИИ поляр. земледелия. Сер. промысл. хоз-во. 1940. Вып. 10. С. 48–60.
- Пробатов А.Н. О миграциях и размножении омуля *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776) в бассейне Карского моря // Уч. зап. Том. госун-та. 1950. № 15. С. 141–154.
- Решетников Ю.С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 301 с.
- Солдатов В.К. Рыбы р. Печоры. М.: Петроград, 1924. 27 с.
- Черешнев И.А., Кириллов А.Ф. Рыбообразные и рыбы морских и пресных вод бассейнов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского // Вестн. СВНЦ РАН. 2007. № 2. С. 95–106.
- Чугунова Н.И. Методика изучения роста рыб. М.: Сов. наука, 1952. 117 с.

Шмальгаузен И.И. Определение основных понятий и методика исследования роста. М.: Биометгиз, 1935. 259 с.

Юданов И.Г. Обская губа ее рыбохозяйственное значение. Тобольск: Изд-е Обско-Тазов. рыбохоз. станции, 1935. 97 с.

Novoselov A. Possibilities of the commercial use of the Arctic cisco (*Coregonus autumnalis* Pallas, 1776) on the feed places in the Kara and Barents seas // Sustainable co-development of enclosed coastal seas: Our shared responsibility. Caen, France, 2006. 154 p.

**COMPARATIVE ANALYSIS OF LINEAR GROWTH OF ARCTIC CISCO
COREGONUS AUTUMNALIS AUTUMNALIS (COREGONIDAE)
FROM DIFFERENT AREAS OF THE BARENTS AND KARA SEAS**

© 2017 y. P.Yu. Savchuk¹, A.K. Matkovskiy¹, Yu.V. Perepelin²,
A.P. Novoselov^{3,4}, I.I. Studenov^{3,4}, A.V. Borovckoy³

¹State Scientific-and-Production Center of Fishery, Tyumen, 625023

²Scientific and Research Institute of Fishery Water Bodies Ecology, Krasnoyarsk, 660097

³Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Arkhangelsk, 163002

⁴Federal Research Center of the Arctic Region Comprehensive Study, Arkhangelsk, 163000

According to the reverse calculation of body length, a comparative analysis of the rate of linear growth of the arctic cisco *Coregonus autumnalis autumnalis* (Pallas, 1776) from various areas of the Barents (western border of its natural range) and the Kara Sea was carried out. In the course of study, the differences in the rate of growth of the Arctic omul from the river Usa and the basin of the western coast of the Yamal Peninsula, from the omul Ob river and Gydansky mouth, as well as the Yenisei river was taken. It was revealed that the most significant differences in growth are manifested in the first years of the life of the Omul, which is due to the peculiarities of its feeding and reproduction.

Keywords: Arctic cisco, the river Pechora, the river Usa, the river Sil-Yakha, lip Krusenstern, the Gulf of Ob, Gydanskaya lip, the river Yenisei reverse calculations, the rate of linear growth.