

УДК 639.312

## Рыбоводно-биологическая оценка заводского выращивания гольца озёрного на предприятиях Мурманской области

**В.С. Анохина**

*Биологический факультет МГТУ, кафедра биологии*

**Аннотация.** Рассмотрен комплекс рыбоводно-биологических показателей и биохимический состав мышечной ткани разновозрастного дикого, а также заводского гольца озёрного *Salvelinus alpinus lepechini* (G.) в соответствии с условиями содержания рыб на рыбоводных предприятиях Мурманской области.

**Abstract.** The complex of aquaculture and biological parameters as well as biochemical structure of muscular tissue of uneven-aged wild and plant breeding *Salvelinus alpinus lepechini* (G.) has been considered. The conditions of fish keeping at the fish-breeding enterprises of the Murmansk region have been taken into account.

**Ключевые слова:** голец озёрный, заводское выращивание, ранний онтогенез, инкубация икры, биохимический состав, гонады, созревание

**Key words:** *Salvelinus alpinus lepechini* (G.), plant farming, early ontogenesis, incubation of spawn, biochemical structure, gonad, maturation

### 1. Введение

Известно, что рациональное ведение рыбного хозяйства невозможно без детального изучения биологии важнейших промысловых объектов.

Голец-палия является аборигенным видом во всех крупных озёрах Карелии и Кольского полуострова. Гольцы составляют сложнокомплексный вид, объединяющий группировки разного иерархического уровня. Ряд исследователей рассматривают проходных гольцов и пресноводных гольцов как один вид *Salvelinus alpinus* (L., 1758) (Пробатов, 1946; Сурков, 1966; Васильева, 1981; Савваитова, 1989). Как указывает К.А. Савваитова (1979; 1989), этот объект "представляет собой сложный комплекс форм разной степени обособленности, начиная от группировок, каждый раз возникающих в онтогенезе одного поколения, и кончая видами-двойниками или обычными хорошо различимыми фенотипическими видами". Пресноводную форму гольца, включающую палий Кольского полуострова и Карелии (Ладожское, Онежское, Сегозеро и др.), предложено относить к подвиду *S. alpinus* (L.) с названием вида – *Salvelinus alpinus lepechini* (Gmelin) (Галкин и др., 1966).

Достаточно подробная морфо-экологическая структура гольцов-палий Европейской части России, представленная в работах К.А. Савваитовой (1989) и др., отражает всё многообразие форм гольцов, обитающих на Европейском Севере России. На этой территории встречаются проходные гольцы, пресноводные озерные, пресноводные озерно-речные и пресноводные речные гольцы, представленные в основном двумя формами: мелкие – обычно бентофаги и планктофаги, и крупные (нормальные гольцы) – хищники-ихтиофаги.

Гольцы-палии Кольского полуострова слабо изучены, в современный период их хозяйственное значение невелико в связи с практической утратой популяций под техногенным воздействием (Смирнов, 1977; Моисеенко и др., 2002). В 60-х годах прошлого века ежегодный вылов этого вида рыб на крупных озёрах Кольского полуострова составлял в среднем 100 ц и, по экспертным оценкам, мог быть увеличен до 500 ц в год (Галкин и др., 1966).

В последние годы голец встречается в основном в качестве прилова. В водоёмах Кольского полуострова с 1990 года доля гольца в общих учтенных уловах составляла около 2 %, в абсолютном исчислении – в пределах 2 т. В период 2005-2008 гг. в озёрах Мурманской области его численность в контрольных уловах не превышала 0,8-1 % от общего состава ихтиофауны (Девяткин, 2009). В этой связи к важнейшим задачам современного периода промыслового освоения внутренних водоёмов следует отнести безотлагательную разработку методики искусственного разведения гольца озёрного для восстановления его промысловой численности и значительного увеличения запасов.

В Республике Карелия озёрный голец уже является важным объектом искусственного разведения. Успешные рыбоводные мероприятия привели к стабильному увеличению его численности в Ладожском озере вокруг всего Валаамского архипелага. Здесь в уловах отмечается до 70 % рыб с метками Карелрыбвода (Суханов и др., 2001). По данным этих авторов, меченые особи гольца озёрного в настоящее время встречаются в Уксинском заливе, Северном Приладожье, в Ленинградской области, т.е. в местах, где его считали исчезнувшим. В Мурманской области работы по искусственному

воспроизводству этого важного промыслового вида рыб не ведутся, несмотря на катастрофическое падение численности в некогда промысловых водоёмах (рис. 1).

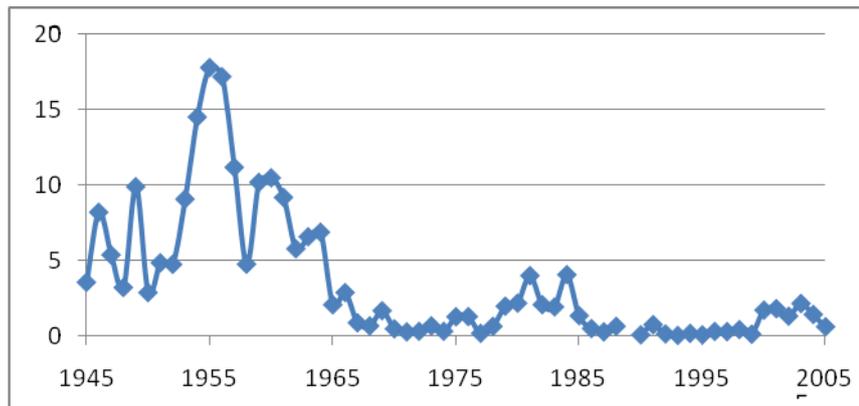


Рис. 1. Динамика вылова гольцов в водоёмах Кольского полуострова (1945-2005 гг., по данным ФГУ "Мурманрыбвод")

Эти обстоятельства, положительный опыт Карелии и понимание того, что дополнительное включение в воспроизводство новых лососевых видов рыб позволит сократить недоиспользование имеющегося природного потенциала водоёмов, оказали своё позитивное влияние на решение ввести гольца озёрного в список культивируемых в Мурманской области объектов.

Первый опыт заводского выращивания гольца от оплодотворения икры до формирования маточного стада рыб был предпринят в 80-х гг. прошлого столетия (Терёхин, 1984), были получены положительные результаты, однако промышленного внедрения разработки не состоялось.

Как известно, создание эффективных технологий заводского воспроизводства гидробионтов и оптимизация рыбоводного процесса в значительной степени опираются на эколого-физиологические механизмы управления ростом и развитием рыб в конкретных условиях среды. Именно поэтому при введении в аквакультуру любых объектов практическому рыбоводству требуется детальное изучение максимального количества биологических характеристик рыб с учётом специфики условий их содержания. Соответствующие поисковые исследования были проведены на двух рыбоводных заводах Мурманской области, Князегубском и Кандалакшском, где в период с 2006 по 2011 гг. осуществляли промышленное выращивание потомства от производителей гольца оз. Топозеро.

Уже первый предварительный анализ рыбоводного процесса и оценка основных биологических характеристик заводской молоди подтвердили известное положение о высокой пластичности и технологичности вида и указывали на перспективность начатых работ. Вместе с тем, стало очевидно, что технические возможности мурманских предприятий не в состоянии удовлетворить биологические потребности вида в полной мере. Появилась необходимость конкретизировать предварительные выводы и определить целесообразность и возможные направления дальнейших работ по искусственному разведению гольца на региональной технической базе.

Цель настоящего исследования – обобщение результатов комплексного анализа рыбоводно-биологических показателей выращивания гольца озёрного и его некоторых качественных характеристик в условиях рыбоводных заводов Мурманской области.

## 2. Материал и методы

Объект исследования – *S. alpinus lepechini* (G.), голец озёрный топозёрской популяции генерации 2006 г. Период исследования – 2006-2011 гг. Половые продукты были получены от производителей оз. Топозеро (Карелия). Инкубацию икры и выращивание молоди до возраста 1+ осуществляли на производственной базе Князегубского лососевого завода (КЛЗ). В июне 2008 г. двухлеток рассортировали на две группы, одну из которых оставили на КЛЗ, другую распределили на выращивание в бассейны Кандалакшского экспериментального лососевого рыбоводного завода (КЭЛЗ).

Рыбоводно-биологический анализ разновозрастной молоди рыб выполняли на нефиксированном материале по традиционной методике (Правдин, 1968). Определяли основные морфометрические показатели (три длины, высота, масса общая и без внутренностей), рассчитывали физиологические индексы (гепатосоматический, гонадосоматический, индексы селезенки и сердца) и коэффициент упитанности. Оценивали смертность, темп роста и эффективность утилизации корма (Анохина, Квасоварова, 2010). Биохимический состав мышечной ткани заводских и диких рыб исследовали традиционными методами.

Для сравнения изучали биологические характеристики дикого гольца, выловленного в октябре 2010 г. в оз. Гремяха Мурманской области.

Общее количество использованного в работе материала представлено в табл. 1.

Таблица 1. Количество обработанного материала

Исследуемые параметры	Количество рыб, экз.
Морфологические	256
Физиологические	51
Биохимические	81

### 3. Результаты исследования

#### 3.1. Культивирование гольца озёрного на Князегубском лососевом заводе Мурманской области

##### Получение половых продуктов и закладка икры на инкубацию

Половые продукты (икра и сперма) получали поэтапно (в течение 20 дней) от производителей оз. Топозеро. Первая партия икры была отцежена и оплодотворена 6 октября 2006 г. Оплодотворённую икру каждой партии сбора доставляли на рыбоводный завод на стадии дробления и закладывали на инкубацию в специальные кюветы при плотности 36,9 тыс. шт. м<sup>2</sup>. Температура воды на пункте сбора первой партии икры составляла 8,9 °С, в инкубационных ёмкостях – 4,9 °С. Степень оплодотворения икры – 85 %, транспортировочный отход – 0,7 %.

Среднемесячная температура воды в инкубационных и выростных ёмкостях с икрой и молодь гольца озёрного практически совпадала с её естественными сезонными значениями в естественных водоёмах, с небольшими изменениями, рис. 2, 3.

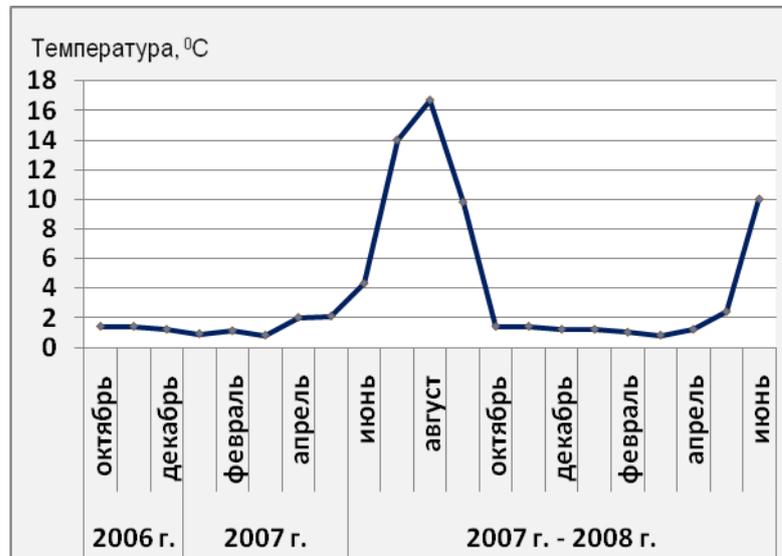


Рис. 2. Среднемесячные значения температуры воды от начала инкубации икры гольца озёрного до завершения рассасывания желточного мешка

Содержание кислорода в инкубационных и выростных ёмкостях составляло в эмбрионально-личиночный период от 10,6-12,1 мг/л, обеспечивало высокий процент насыщения воды кислородом (80-90 %).

Повышение температуры воды в период выращивания молоди до 14-18 °С снижало содержание кислорода до 7-8 мг/л, однако степень его насыщения всегда оставалась выше критических и пороговых величин, установленных для гольца (*Яржомбек и др.*, 1986). Величина pH находилась в зоне безопасных для пресноводных рыб значений и составляла 6,2.

##### Эмбриогенез и смешанное питание личинок *S. alpinus lepechini* (G.)

Период эмбрионального развития завершился через 147 сут после оплодотворения икры, при сумме градусодней 234,3. Начало вылупления отмечали в первой половине февраля при температуре 1,1 °С, массовое вылупление наблюдали в первой декаде марта, завершение этого процесса – в начале второй декады марта при температуре воды в конце инкубационного периода 0,8-0,9 °С. Постэмбрионы проявляли высокую активность, после вылупления быстро концентрировались по углам инкубационных ёмкостей, что положительно отличало их от постэмбрионов атлантического лосося.

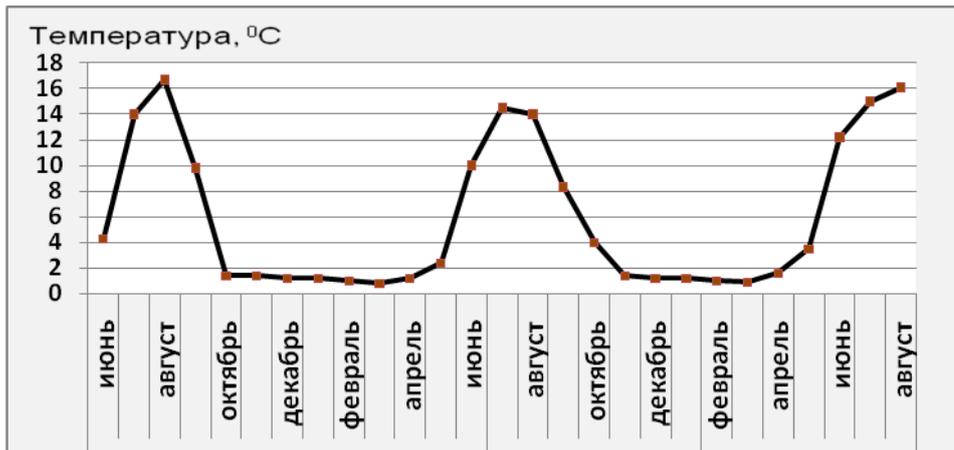


Рис. 3. Сезонные колебания температуры воды в период выращивания молоди гольца озёрного

Приучение к свету начинали практически одновременно с началом приучения к экзогенному питанию, в возрасте 168 и 170 дней после оплодотворения, или 260 и 262 °/дней соответственно, при плотности посадки 24,6 тыс. шт./м<sup>2</sup>. В условиях холодной весны значительно затянулся процесс рассасывания желточного мешка. В конце апреля 2007 г. температура воды в инкубационных ёмкостях едва достигла 2,4 °C, а в первой и второй декаде мая понизилась до 2,1 °C. В результате период выдерживания постэмбрионов и смешанного питания (от вылупления до полного рассасывания желточного мешка и перехода на экзогенное питание) завершился только после подъёма температуры воды выше 4 °C, в третьей декаде мая.

*Динамика эмбрионального и постэмбрионального развития и роста S. alpinus lepechini (G.)*

Хорошо известно, что особенности динамики развития и роста рыб в раннем онтогенезе, а также процессы резорбции запасных веществ желтка и его использования в период эндогенного и смешанного питания, неразрывно связаны с температурным фактором. В табл. 2 представлена обобщённая характеристика темпа эмбрионального и постэмбрионального развития заводского гольца озёрного в зависимости от суммы набранных градусодней.

Таблица 2. Возрастная динамика эмбрионального развития *S. alpinus lepechini* (G.). КЛЗ. 2006-2007 гг.

Возраст от оплодотворения, сут	Температура воды, °C	Сумма тепла, °/дни	Стадия эмбрионального развития
25	1,4	96,6	начало закрытия бластопора
40	1,0	119,5	начало пигментации глаз
52	0,9	136,5	стадия "глазка"
88	1,1	182	- " -
119	1,0	212,2	органогенез
131	0,9	222,1	начало вылупления
152	0,8	238,3	массовое вылупление
157	0,9	242,5	завершение вылупления и начало выдерживания

В эмбриональный период видимых морфологических отклонений в развитии зародышей не отмечено. Заметная асинхронность индивидуального развития эмбрионов из икры разных партий оплодотворения привела к значительной растянутости периода вылупления (табл. 2). Разнокачественность и разновременность вылупления зародышей, наряду с достаточно низкими значениями температуры воды, не позволили обеспечить быстрый переход личинок на экзогенное питание (табл. 3).

Процесс полной утилизации питательного желтка и перевод личинок на экзогенное питание завершился в возрасте 231 сут и 287 °/дней от оплодотворения икры. Максимальная смертность зафиксирована в период инкубации икры (27 %), на последующих этапах развития и роста гибель свободных эмбрионов и личинок была существенно ниже (рис. 4). Перевод личинок в летние выростные ёмкости негативно сказался на жизнеспособности наиболее ослабленных особей, не завершивших морфофизиологические перестройки, связанные с переходом на экзогенное питание. Их адаптация в новых условиях содержания сопровождалась увеличением смертности до 14,8 %.

На конец июня 2007 г. средний вес сеголетков составлял 500 мг, на конец июля – более 1,5 г, на конец августа 2007 г. – 3,2 г. В осенне-зимний период при температуре воды 2-1,4 °С молодь гольца продолжала расти при практически нулевой смертности. На 1 декабря 2007 г. средняя масса молоди была 4,6 г, а к началу августа 2008 г. вес двухлеток достигал 14 г.

Таблица 3. Резорбция питательного желтка и динамика роста *S. alpinus lepechini* (G.) в раннем онтогенезе (по материалам ФГУ "Мурманрыбвод"). 2007 г.

Возраст от оплодотворения, сут	Свободные эмбрионы		Желток				Т воды, °С
	Л ср., мм	Р ср., мг	Р ср., мг	в % от начального	min, %	max, %	
157	18,7	77,8	31,8	41,1	26,5	53,8	0,9
160	20,1	80,8	32,6	32,4	22,2	40,0	0,9
163	20,2	80,6	32,2	32,2	21,7	39,8	0,9
166	20,5	84,6	28,9	25,9	18,3	34,1	0,9
170	20,8	84,6	21,5	22,5	18,0	32,2	1,1
176	21,0	85,0	21,0	22,3	15,8	30,2	1,3
186	21,5	86,8	19,1	22,0	13,9	28,4	1,2
191	22,0	88,0	17,0	18,9	13,5	26,4	1,6
194	24,5	96,8	15,7	16,0	13,0	20,8	2,0
200	24,6	99,0	14,4	14,5	8,0	20,8	2,4
210	24,8	99,5	8,8	9,8	4,0	20,4	2,1
220	24,9	102,5	8,0	7,9	2,0	2,0	2,1
234	25,7	102,5	–	–	–	–	4,3

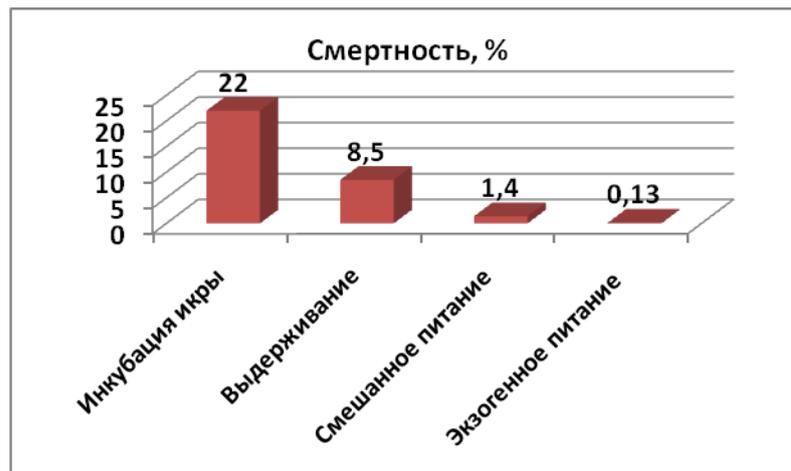


Рис. 4. Смертность *S. alpinus lepechini* (G.) в период раннего онтогенеза. КЛЗ

В конце июня 2008 г. общая когорта рыб генерации 2006 г. была поделена на две неравноценные по размерно-массовому составу группы, каждая из которых в дальнейшем выращивалась в разных условиях, на разных рыбоводных заводах.

*Культивирование гольца озёрного генерации 2006 г. на Княжегубском лососевом заводе в 2008-2009 гг.*

В табл. 4 и 5 обобщены некоторые сведения о рыбоводно-биологических показателях княжегубской молоди гольца за период с 01.07.08 по 06.05.09.

### 3.2. Рыбоводно-биологическая оценка гольца озёрного на Кандалакшском экспериментальном лососевом заводе

*Морфофизиологическое тестирование культивируемых рыб генерации 2006 г.*

Морфофизиологическое тестирование заводских особей выполняли на кандалакшских рыбах генерации 2006 г., доставленных на КЭЛЗ в возрасте сеголетка с Княжегубского завода. Визуальное обследование кандалакшской молоди гольца в возрасте 2+ показало, что у значительного числа рыб (64,7 %) хорошо выражены признаки патологии зрения, в частности катаракта на один или оба глаза (табл. 6). Следует отметить, что наличие катаракты было зафиксировано в этот период и у княжегубских

рыб. У 5,8 % кандалакшских рыб плавники были оплавлены, 13,7 % из числа обследованных особей имели явные признаки эмболии.

Размерно-массовая структура больных и здоровых рыб одной генерации представлена в табл. 7.

Вышедший из зимовки голец характеризуется чрезвычайно низкими показателями упитанности (от 0,58 до 0,65), табл. 8. Значение индекса сердца (0,21) не выходит за пределы нормативного для семейства лососевых на всём протяжении исследования, тогда как индексы печени и селезёнки после зимовки были занижены (табл. 9). В летний период наблюдали положительную динамику всех физиологически значимых индексов, существенно повысилась и упитанность рыб (табл. 8).

Таблица 4. Рыбоводно-биологические показатели молоди *S. alpinus lepechini* (G.). КЛЗ. 2008-2009 гг.

Дата анализа	Масса молоди, г	Плотность посадки		Смертность рыб, %		O <sub>2</sub> (мг/л)	T, °C
		шт./м <sup>2</sup>	кг/м <sup>2</sup>	*	**		
<b>ЛЕТНЕЕ ВЫРАЩИВАНИЕ</b>							
01.07.08	7,6	279	2,1	–	–	–	14,6
15.07.08	12,0	276	3,3	1,1	1,1	–	15,9
28.07.08	13,3	274	3,6	0,23	0,23	–	14,5
10.08.08	15,9	274	4,3	0,18	0,18	–	14,4
20.08.08	19,2	205	3,9	0,10	0,11	6,6-9,5	14,0
30.08.08	26,4	172	4,5	0,07	0,07	6,5-8,2	14,3
11.09.08	32,6	172	5,6	0,06	0,06	–	7,5
<b>ЗИМОВКА</b>							
06.11.08	43,7	172	7,5	0,26	0,27	–	3,9
06.05.09	45,3	163	7,4	3,81	3,89	–	1,4

\* – от количества рыб на 01.07.08 г.; \*\* – от количества рыб на каждом из предыдущих этапов выращивания.

Таблица 5. Динамика роста и затраты кормов на массонакопление *S. alpinus lepechini* (G.) за период с 01.07.08 по 06.05.09 гг.

Дата анализа	Масса молоди, г	Прирост, г	Прирост, %		Кормовой коэффициент
			общий	позатупно	
<b>ЛЕТНЕЕ ВЫРАЩИВАНИЕ</b>					
01.07.08	7,6	–	–	–	–
15.07.08	12,0	4,4	57,8	57,8	2,3
28.07.08	13,3	1,3	75,0	10,8	1,5
10.08.08	15,9	2,6	111,8	19,5	1,2
20.08.08	19,2	3,3	155,2	20,7	0,7
30.08.08	26,4	7,2	250	37,5	1,0
11.09.08	32,6	6,2	331,6	23,5	1,2
06.11.08	43,7	11,1	477,6	34,0	
<b>ЗИМОВКА</b>					
06.05.09	45,3	1,6	498,6	3,6	–

Таблица 6. Признаки патологии у заводских особей *S. alpinus lepechini* (G.) генерации 2006 г. КЭЛЗ

Дата анализа	п, экз.	Доля рыб с патологией, в % от числа обследованных				
		катаракта на 1 глаз	катаракта на 2 глаза	всего с катарактой	оплавленные плавники	признаки эмболии
30.08.09	51	21,5	43,1	64,7	5,8	13,7

Индивидуальный относительный прирост массы трёхлеток за период с июня по сентябрь 2009 г. составил 311,6 %. Прирост длины тела до конца чешуйного покрова – 136,2 %, прирост длины от вершины рыла до конца лучей хвостового плавника – 134,3 %, длины рыб от вершины рыла до развилки хвостового плавника – 136,2 %. Темп массонакопления культивируемых рыб явно опережал темп их линейного роста.

*Формирование и развитие половых желёз у заводских рыб*

Одним из факторов сдерживания пластического роста крупных особей может быть повышенная трата энергии и питательных веществ на процессы развития гонад.

Таблица 7. Сравнительная характеристика размерно-массовых показателей (среднее  $\pm \sigma$ ) *S. alpinus lepechini* (G.) генерации 2006 г.,  $n = 256$

Размерные группы рыб	Длина, см			Высота, см	Масса, г	
	L1	L2	L3		Общая	Без внутренностей
	июнь 2009 г.					
Мелкая	18,2 $\pm$ 0,9	17,3 $\pm$ 0,8	16,3 $\pm$ 0,8	3,1 $\pm$ 0,3	41,9 $\pm$ 9,7	35,8 $\pm$ 7,1
Средняя	20,7 $\pm$ 1,2	19,6 $\pm$ 1,1	18,5 $\pm$ 1,0	3,1 $\pm$ 0,2	56,7 $\pm$ 10,7	50,9 $\pm$ 10,2
Крупная	23,1 $\pm$ 1,3	22,1 $\pm$ 1,3	20,7 $\pm$ 1,2	4,0 $\pm$ 0,4	99,7 $\pm$ 24,0	86,0 $\pm$ 19,8
Среднее за июнь 2009 г.	20,7 $\pm$ 2,3	19,6 $\pm$ 2,3	18,5 $\pm$ 2,1	3,4 $\pm$ 0,5	66,1 $\pm$ 29,5	57,6 $\pm$ 25,1
Среднее для больных катарактой	19,9 $\pm$ 2,1	19,0 $\pm$ 2,1	17,8 $\pm$ 1,9	3,4 $\pm$ 0,5	60,0 $\pm$ 26,4	51,3 $\pm$ 22,2
август 2009 г.						
Мелкая	25,9 $\pm$ 1,8	24,9 $\pm$ 1,7	23,5 $\pm$ 1,6	4,5 $\pm$ 0,6	156,2 $\pm$ 36,2	140,3 $\pm$ 32,3
Средняя	26,2 $\pm$ 0,7	25,2 $\pm$ 0,7	23,6 $\pm$ 0,7	4,6 $\pm$ 0,2	155,2 $\pm$ 17,6	139,1 $\pm$ 16,2
Крупная	30,7 $\pm$ 1,0	29,4 $\pm$ 1,2	28,1 $\pm$ 1,0	5,9 $\pm$ 0,4	292,3 $\pm$ 46,2	268,2 $\pm$ 42,2
Среднее за август 2009 г.	27,8 $\pm$ 2,6	26,7 $\pm$ 2,5	25,2 $\pm$ 2,5	5,1 $\pm$ 0,8	206,0 $\pm$ 75,8	187,0 $\pm$ 70,8
Среднее для больных катарактой	27,6 $\pm$ 2,8	26,4 $\pm$ 2,6	25,0 $\pm$ 2,7	5,0 $\pm$ 0,8	196,9 $\pm$ 70,6	179,4 $\pm$ 68,2
Относительный прирост в летний период, %	134,3	136,2	136,2	150,0	311,6	324,6

Состояние половых желёз и дифференциацию пола гольца озёрного изучали на примере заводских рыб в возрасте 3., 3+ и 4 года. Гонадо-соматический индекс определяли отдельно для левой и правой гонады на фоне упитанности особей, рис. 5.

В условиях низкой температуры воды в зимний период и слабой естественной инсоляции процессы развития и роста гонад замедлены, сезонные значения ГСИ половых желёз у рыб в возрасте 4. (март 2011 г.) заметно выше, чем у рыб в возрасте 3. (март 2010 г.).

Таблица 8. Сравнительная характеристика физиологического состояния *S. alpinus lepechini* (G.) генерации 2006 г.

Размерные группы рыб	Физиологические индексы (среднее $\pm \sigma$ )				Коэффициент упитанности по Фультону
	Печень	Сердце	Селезенка	Гонады	
Июнь ( $n = 15$ )					
Мелкая	1,01 $\pm$ 0,05	0,24 $\pm$ 0,06	0,05 $\pm$ 0,01	0,26 $\pm$ 0,08	0,58 $\pm$ 0,07
Средняя	1,18 $\pm$ 0,11	0,32 $\pm$ 0,32	0,08 $\pm$ 0,03	0,14 $\pm$ 0,12	0,61 $\pm$ 0,13
Крупная	1,15 $\pm$ 0,15	0,23 $\pm$ 0,03	0,07 $\pm$ 0,02	0,11 $\pm$ 0,10	0,65 $\pm$ 0,03
Среднее за июнь 2009 г. для здоровых рыб	1,15 $\pm$ 0,13	0,27 $\pm$ 0,21	0,07 $\pm$ 0,02	0,14 $\pm$ 0,12	0,62 $\pm$ 0,09
Среднее для рыб с катарактой	1,72 $\pm$ 0,27	0,21 $\pm$ 0,02	0,13 $\pm$ 0,08	–	0,71 $\pm$ 0,08
Август ( $n = 19$ )					
Мелкая	1,64 $\pm$ 0,40	0,22 $\pm$ 0,03	0,09 $\pm$ 0,02	0,27 $\pm$ 0,12	0,78 $\pm$ 0,06
Средняя	1,80 $\pm$ 0,44	0,23 $\pm$ 0,04	0,10 $\pm$ 0,04	1,16 $\pm$ 2,39	0,82 $\pm$ 0,09
Крупная	1,79 $\pm$ 0,29	0,22 $\pm$ 0,02	0,09 $\pm$ 0,02	0,27 $\pm$ 0,11	0,87 $\pm$ 0,06
Среднее за август 2009 г. для здоровых рыб	1,74 $\pm$ 0,37	0,22 $\pm$ 0,03	0,09 $\pm$ 0,03	0,54 $\pm$ 1,30	0,82 $\pm$ 0,08
Среднее для рыб с катарактой	1,80 $\pm$ 0,26	0,23 $\pm$ 0,06	0,18 $\pm$ 0,06	–	0,93 $\pm$ 0,10

Таблица 9. Нормативные значения физиологических показателей для представителей семейства *Salmonidae* (Яржомбек и др., 1986)

Индексы, ед.				Коэффициент упитанности, ед.
Печень	Сердце	Селезенка	Гонады	
1,70-2,20	0,2	0,20-0,30	5-8 10-15	1,9

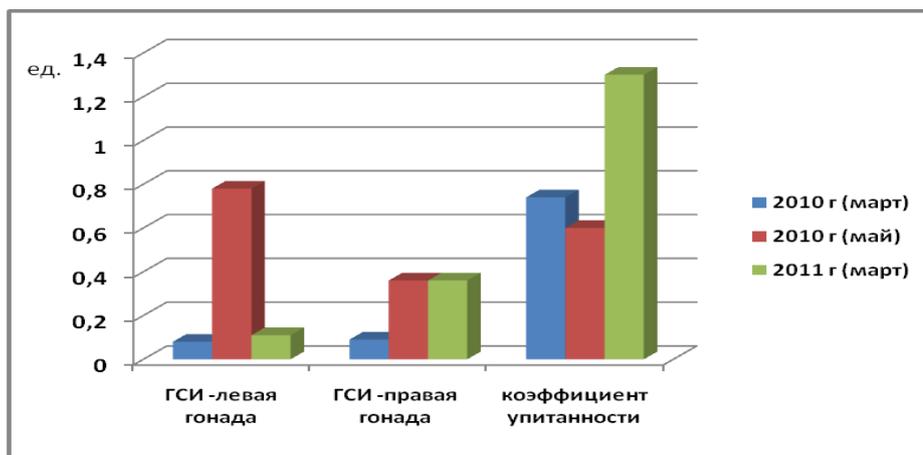


Рис. 5. Динамика показателей гонадо-соматического индекса (ГСИ) и упитанности заводского гольца озёрного генерации 2006 года 2010-2011 гг.

Высокий темп развития гонад в период с апреля по май 2010 г. сопровождается выраженной лево- или правосторонней асимметрией показателя ГСИ в крайних размерных рядах вариационной кривой и снижением упитанности особей вследствие преобладания в этот период энергетического обмена над пластическим. Весеннее потепление (апрель-май 2010 г.) и повышение  $t^{\circ}$  воды в выростных ёмкостях активировало процессы роста гонад во всех размерных группах рыб одной генерации (2006 г). В наибольшей степени активизация развития половых желёз проявлена в этот период у крупных особей массой более 150-200 г, у которых в мае 2010 г. значение ГСИ составило 1,75 для левой и 0,29 для правой гонады. В группе тугорослых мелких рыб массой до 50 г была четко выражена правосторонняя асимметрия ГСИ (0,21 – для левой и 0,47 – для правой гонады). Положительная динамика показателей ГСИ отмечена и у рыб средней размерной группы. Формирование половых желёз у рыб массой 50-110 г проходило достаточно равномерно, значимой асимметрии показателей ГСИ на протяжении всего исследования здесь не установлено. Таким образом, для гольца озёрного одной генерации с разным темпом линейно-вещного роста характерна разная динамика и разнонаправленная асимметрия показателей ГСИ. В возрасте 4 года рыбы одной генерации с самым медленным и самым быстрым темпом роста имели низкие, практически одинаковые средние показатели ГСИ (0,01-0,02), характерные для незрелых особей. ГСИ среднеразмерных рыб был на порядок выше (0,24 – для левой и 0,28 – для правой гонады). Заводские особи обоего пола с высоким гонадо-соматическим индексом характеризуются меньшими значениями упитанности.

### 3.3. Корреляционный анализ некоторых биологических признаков заводских и диких рыб

#### Заводской гольц озёрный

В табл. 10 отражены показатели корреляции для заводской выборки кандалакшских рыб и дикого гольца из оз. Гремяха без разделения их по полу для 6-ти основных признаков: L3 – длина рыбы от вершины рыла до конца чешуйного покрова; масса без внутренностей, упитанность, гонадо-соматический индекс (ГСИ) левой и правой половой железы, пол.

Таблица 10. Данные корреляционного анализа биологических параметров заводского и дикого гольца озёрного *S. alpinus lepechini* (G.), ( $p < 0,05$ )

Первый параметр	Второй параметр	Коэффициент связи – $r$ , при уровне значимости 95 % ( $p < 0,05$ )			
		Заводской гольц			Гольц оз. Гремяха
		♂ + ♀	♀	♂	♂ + ♀
Длина L3	Масса без внутренностей	0,98	0,97	0,99	0,99
Длина L3	Упитанность	0,94	0,93	0,98	0,98
Масса без внутренностей	Упитанность	0,97	0,99	0,97	0,99
ГСИ (левая гонада)	ГСИ (правая гонада)	0,94	–	0,91	0,99
ГСИ (правая гонада)	Пол	0,74	–	–	0,79
ГСИ (левая гонада)	Пол	0,76	–	–	0,80
Длина L3	ГСИ (левая гонада)	0,43	0,82	0,52	–
Длина L3	ГСИ (правая гонада)			0,32	–
Масса без внутренностей	ГСИ (левая гонада)	0,33	0,69	0,47	–
ГСИ (левая гонада)	Упитанность	–	0,59	0,43	–
Длина L3	Возраст	–	–	–	0,53
Длина L3	Пол	–	–	–	0,44
Масса без внутренностей	Возраст	–	–	–	0,53
Масса без внутренностей	Пол	–	–	–	0,41

Тесная корреляционная зависимость подтверждена для количественных параметров: линейный рост, массонакопление и упитанность одновозрастных рыб. Связь между ними достаточно сильная ( $r > 0,92$  при 95 % уровне значимости). Степень влияния этих признаков на развитие половых желёз (по значениям ГСИ) в составе общей выборки, без разделения рыб по половому признаку, была слишком слабой ( $r = 0,28$ ) или вовсе не просматривалась. Более чёткая картина отношений между показателями роста и развитием гонад была получена при исследовании сходной корреляционной матрицы отдельно

для самок и самцов. У самок установлена достаточно тесная связь между развитием одного из яичников (левого) и параметрами роста, а также упитанностью рыб (табл. 10). Наиболее тесная зависимость отмечена между темпом линейного роста рыб и ГСИ левого яичника ( $r = 0,82$ ). Данные по ГСИ правого яичника такой зависимости, однако, не обнаружили. Формирование половых желёз у самок гольца зависит от их упитанности: корреляционные отношения между этими параметрами определяются средним уровнем показателей связи ( $r = 0,59$ ).

Для самцов, в отличие от самок, характерна высокая степень корреляции ( $r = 0,91$ ) между развитием правого и левого семенников (табл. 10), рост гонад у самцов протекает достаточно синхронно, хотя относительный дисбаланс наблюдается и в этой группе рыб. Так, ГСИ левого семенника обнаруживает средний уровень зависимости ( $r = 0,52$ ) от длины туловища заводских рыб, более слабое влияние на развитие семенников оказывают масса рыб ( $r = 0,47$ ) и их упитанность ( $r = 0,43$ ). Аналогичные исследования по дикому гольцу в составе общей выборки (без разделения полов) подтвердили отсутствие зависимости ГСИ от показателей роста и упитанности рыб, но выявили тесную связь ( $r = 0,99$ ) между показателями ГСИ левой и правой гонады, а также между показателями ГСИ и полом рыб ( $r = 0,79$ ), табл. 10.

Исследованиями не установлено существенной корреляционной связи между степенью развития гонад и возрастом дикого гольца. Результаты корреляционного анализа свидетельствуют о заметном влиянии возраста на показатели роста диких рыб, однако эта зависимость маскируется, проявляясь на уровне средней ( $r = 0,52$ ), вероятнее всего, вследствие известной тугорослости гольцов оз. Гремяха.

#### 3.4. Общий биохимический состав мышечной ткани гольца озёрного

В литературе отсутствуют сведения по биохимическому составу дикого гольца, обитающего в озёрах Кольского полуострова, поэтому представляло интерес сравнить его с биохимическим составом культивируемых рыб. Данные по исходному размерно-массовому и биохимическому составу мышечной ткани дикого гольца оз. Гремяха отражены в табл. 11 и 12. Исходный биохимический состав заводского гольца озёрного представлен в табл. 13.

Таблица 11. Размерно-возрастные параметры гольца оз. Гремяха (октябрь 2010 г.),  $n = 27$

Возраст	Длина рыб, см			Масса рыб, г		
	средняя	min	max	средняя	min	max
3+	18*			58,8		
4+	18,9	16,0	21,8	73,7	31,7	115,5
5+	22,2	18	24,8	98,3	39,8	170,0
6+	23,6	17,0	27,2	132,3	39,8	183,9
7+	31,0	29,9	32	224,7	234,2	287,5
8+	27,8	24,0	31,6	198,4	115,8	225,0

\* В пробе один экземпляр возраста 3+.

Таблица 12. Общий биохимический состав мышечной ткани дикого гольца озёрного разных возрастных категорий оз. Гремяха (октябрь 2010 г.),  $n = 27$

Возраст, лет	Длина, см	Биохимические показатели			
		Белок, %	Влага, %	Зола, %	Связанный азот, %
3+	18,0	2,5	20,3	2,9	15,6
5+	20,6	3,0	42,0	4,5	21,6
6+	22,1	2,7	40,6	6,4	24,6
7+	30,9	3,6	53,2	8,7	27,8
8+	24,7	3,8	57,6	10,6	38,3

В выборке преобладали дикие гольцы в возрасте 5+ – 6+. Максимальный возраст составил 8+, а рыбы с возрастом 3+ и 4+ встречались единично. С увеличением возраста рыб наблюдается закономерное увеличение всех исследованных показателей химического состава. Показатели влаги и азота резко увеличиваются к возрасту 8+. Вместе с тем, содержание белка с возрастом практически не меняется.

Динамика белка мышечной ткани заводских рыб в период с мая 2010 г. по март 2011 г. имела негативную тенденцию, в частности содержание белка (в %) у крупных особей уменьшилось в 2,2 раза, у средних – в 2,95 раза, у мелких – в 4,6 раза. Незначительно, но изменяется и влага. Содержание белка

мышечной ткани гольца оз. Гремяха почти в два раза превосходит его содержание у одновозрастных заводских рыб.

Таблица 13. Общий биохимический состав мышечной ткани заводского гольца *S. alpinus lepechini* (G.) генерации 2006 г.,  $n = 54$

Размерная группа	Длина, см	Биохимические показатели			
		Белок, %	Влага, %	Зола, %	Связанный азот, %
Возраст 3+					
Крупные	27,8	1,3	18,3	5,3	10,8
Средние	25,2	1,2	16,0	4,8	11,0
Мелкие	21,5	1,4	17,2	4,5	9,3
Возраст 4.					
Крупные	28,2	0,6	17,2	0,5	7,8
Средние	27,9	0,4	16,9	0,5	5,0
Мелкие	26,0	0,3	15,7	0,5	4,5

#### 4. Обсуждение

Изучение морфологии, темпа роста и физиологических характеристик гольца озёрного показало, что темп размерно-вещного роста заводских гольцов выше, чем в нативном ареале. По жизненно важным физиологическим показателям, характеризующим жизнеспособность особей, а также по качеству мяса, прежде всего, по содержанию белка, заводские рыбы существенно уступали диким особям из оз. Гремяха.

Исследования показали, что чрезвычайно негативное влияние на функциональные характеристики заводских рыб оказали неблагоприятные условия зимнего содержания. Об ослабленном состоянии заводских рыб после зимовки свидетельствуют пониженные значения всех рассмотренных физиологически значимых индексов внутренних органов и динамика морфологической картины крови рыб (Анохина, Квасоварова, 2010; Квасоварова, Анохина, 2011). В целом, данные по морфофизиологии заводских рыб и морфологической картине их крови убедительно свидетельствуют о несоответствии заводских условий содержания физиологическим потребностям потомства топозёрского гольца.

Можно назвать две основные причины такого несоответствия. Прежде всего, это специфика технических характеристик предприятий Мурманской области, ориентированных на искусственное разведение атлантического лосося, молодь которого в естественной среде обитания предпочитает открытые, хорошо освещаемые и неглубокие участки реки с быстрым течением. Голец-палия топозёрской популяции относится к глубоководной форме, его молодь рано покидает прибрежные отмельные участки и держится вместе с взрослыми рыбами на больших глубинах при малой освещённости (Смирнов, 1963). Отметим, что гидрохимические показатели воды в выростных ёмкостях рыбодных заводов Мурманской области не регулируются, отсутствует возможность обеспечивать хотя бы относительное постоянство водной среды.

Дополнительным и одним из важнейших факторов влияния на жизненные характеристики является характер питания рыб, количественный и качественный состав их пищи. На мурманских заводах в силу ряда объективных причин рацион молоди гольца был сильно занижен, качество гранулированного корма было невысоким. Выраженной реакцией рыб на плохое качество кормов и несоответствие условий среды потребностям организма стало развитие катаракты. Появление этого заболевания связывают, как правило, с недостатком витамина А. Плохие условия питания негативно сказались и на пищевой ценности мяса рыб. Биохимические показатели мышечной ткани заводской молоди были существенно ниже в сравнении с показателями дикого гольца оз. Гремяха.

Отличительной чертой формирования половых желёз заводского гольца на предприятиях Мурманской области является, как выяснилось, асинхронность их развития, сопровождающаяся неравномерным ростом гонад и асимметрией показателей гонадосоматического индекса относительного левой и правой стороны тела. У самок более выражена лево-, у самцов – правосторонняя асимметрия гонадосоматического индекса, преимущественно в ранние периоды развития и роста половых желёз. Значительное увеличение гонадосоматического индекса с приближением осени объясняется переходом определённой доли рыб в активную стадию созревания. Аналогичные процессы наблюдаются и в естественных популяциях гольца озёрного сходных возрастных групп (Павлов, 2009). В литературе имеются указания на самые разнообразные соотношения между размерами, возрастом и половым созреванием рыб. Именно эти обстоятельства и определяли наш выбор признаков для исследования корреляционной зависимости. Слабая корреляционная связь между степенью развития гонад и возрастом

дикого гольца в данном исследовании может указывать только на то, что развитие половых желёз у половозрелых рыб протекает в период нереста синхронно и независимо от возраста. Выявленная тесная связь между показателями ГСИ левой и правой гонады, а также между показателями ГСИ и полом рыб, характерная для гольца из естественного ареала, не прослеживается у заводских рыб. Для заводских рыб характерна явная разбалансированность процессов становления половой функции, что является физиологической реакцией особей на негативное изменение условий их обитания.

## 5. Заключение

Исследования подтвердили целесообразность работ по заводскому воспроизводству гольца озёрного в случае модернизации технической составляющей мурманских предприятий, совершенствования биотехники и приведения её в соответствие с биологическими потребностями локальной исходной популяции рыб, включая обеспечение рыб качественным кормом.

Рост и формирование половых желёз у заводских рыб, в отличие от диких представителей этого вида, происходит неравномерно, асинхронность развития левой и правой гонады наиболее сильно выражена у самок, тогда как у самцов процессы роста и развития половых желёз протекают относительно ровно.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность Дзюбан Н.В. за проведение биохимических анализов мышечной ткани заводских и диких рыб, а также сотрудникам ФГУ "Мурманрыбвод" и всем работникам рыбоводных заводов этого ведомства за оказанную помощь в проведении данных работ.

## Литература

- Анохина В.С., Квасоварова А.Н. Картина крови гольца озёрного с Княжегубского рыбоводного завода Мурманской области. *Мат. конф. "Наука и образование". Мурманск, МГТУ*, с.905-906, 2010.
- Васильева Е.Д. Озерный голец *Salvelinus alpinus* (L.) из бассейна реки Зарубиха (к вопросу о гольцах и паляях Кольского полуострова). *Вопросы ихтиологии*, т.21, вып. 2, с.232-447, 1981.
- Галкин Г.Г., Колошев А.А., Покровский В.В. Ихтиофауна водохранилищ и озёр Мурманской области. *В кн.: Рыбы Мурманской области (условия обитания жизнь и промысел). Мурманск, Мурман. книж. изд-во*, с.177-193, 1966.
- Девяткин П.Н. Антропогенные изменения в ихтиофауне озера Имандра. *Вестник МГТУ*, т.12, № 1, с.143-146, 2009.
- Квасоварова А.Н., Анохина В.С. Морфофизиологическое тестирование гольца озёрного с рыбоводных заводов Мурманской области. *Успехи современного естествознания*, № 8, с.41-42, 2011.
- Моисеенко Т.И., Даувальтер В.А., Лукин А.А., Кудрявцева Л.П. Антропогенные модификации экосистемы озера Имандра. *М., Наука*, 403 с., 2002.
- Павлов Д.С., Савваитова К.А., Кузицин К.В., Груздева М.А. Состояние и мониторинг биоразнообразия лососевых рыб и среды их обитания на Камчатке (на примере территории заказника "Река Коль"). *М., Товарищество научных изданий КМК*, 152 с., 2009.
- Правдин И.Ф. Изучение возраста и роста рыб. Руководство по изучению рыб. *М., Пищевая пром-сть*, 347 с., 1968.
- Пробатов А.Н. К вопросу о происхождении пресноводных гольцов *p. Salvelinus*. *Зоол. журнал*, т.25, вып. 3, с.277-281, 1946.
- Савваитова К.А. О структуре вида в родах гольцов *Salvelinus* и благородных лососей *Salmo* (*Salmoniformes, Salmonidae*). *Итоги науки и техники. Зоология позвоночных*, т.10, с.31-60, 1979.
- Савваитова К.А. Арктические гольцы. *М., ВО Агропромиздат*, 223 с., 1989.
- Смирнов А.Ф. Паляя Топозера. *Петрозаводск, Наука*, с.70-72, 1963.
- Смирнов А.Ф. Рыбы озера Имандра. *Сб.: Рыбы озёр Кольского полуострова. Петрозаводск, Наука*, с.56-76, 1977.
- Сурков С.С. Общая характеристика особенностей видового состава ихтиофауны Мурманской области. *Сб.: Рыбы Мурманской области. Мурманск, Мурман. книж. изд-во*, с.147-151, 1966.
- Суханов В.В., Мовчан В.А., Зайцев А.М. О воспроизводстве ценных промысловых рыб в Республике Карелия. *Искусственное воспр-во и охрана ценных видов рыб: Мат. всеросс. совещания. М.*, с.210-214, 2001.
- Терехин Ю.В. Рекомендации по искусственному разведению гольцов на рыбоводном заводе "Имандра". *Мурманск, ПИИРО*, 10 с., 1984.
- Яржомбек А.А., Лимановский В.В., Щербина Т.В. Справочник по физиологии рыб. *Под ред. А.А. Яржомбека. М., Агропромиздат*, 192 с., 1986.