

Ю. Е. Беренев

Сравнительная характеристика самок ладожской палии (*Salvelinus Alpinus* L.), выращиваемой в условиях рыбоводного хозяйства Ленинградской области, по размерно-весовым и репродуктивным признакам

Аннотация.

Цель: провести сравнительную характеристику самок, созревших впервые в возрасте 4 и 5 лет, по основным масса-размерным и репродуктивным признакам.

Материалы и методы: экспериментальные исследования проводились на базе федерального селекционно-генетического центра рыбоводства (ФСГЦР) в пос. Ропша (Ленинградская обл.). Объектом исследования служили самки ладожской палии (*Salvelinus alpinus* L.) III поколения, достигшие половой зрелости в 4- (n=50) и 5-годовалом (n=45) возрасте. Индивидуальную оценку самок второго поколения заводского разведения проводили в два этапа: во время первого нереста в возрасте пяти лет (2019 г.) и в следующем нерестовом сезоне в возрасте шести лет (2020 г.). При измерении тела и сбора половых продуктов использовали в качестве анестетика гвоздичное масло. Анестезирование проводили путем помещения рыб в водный раствор гвоздичного масла концентрацией 0,15–0,2 мл/л на 2–3 минуты.

Результаты: при оценке зрелых самок в возрасте 4 и 5 лет было выявлено, что при статистически значимом увеличении массы тела пятигодовалов с $1869,3 \pm 57,5$ по $2156,6 \pm 96,53$, кратность между лимитами массы тела с возрастом не изменилась и составляет 3,2. По остальным критериям наблюдается тенденция к уменьшению вариабельности. Наблюдается статистически значимое увеличение средней массы одной икринки при условии, что средние значения других репродуктивных признаков отличий не имеют. При этом вариабельность данных признаков у пятигодовалов выше чем у четырехгодовалов. Так, рабочая плодовитость увеличилась с 37,4 до 55,1%, а относительная с 26,8 до 43,7%. Корреляционный анализ показал появление с возрастом слабой отрицательной связи между относительной плодовитостью и большинством масса-размерных признаков, в остальном сохранение общих тенденций во взаимосвязи с усилением положительной корреляции.

Ключевые слова: палия; самки; масса-размерные признаки; показатели; созревание; корреляция.

Авторы:

Беренев Ю. Е. – e-mail: yberenev@list.ru; Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины; 196084, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5.

Введение. Ладожская палия — это озерная форма арктического гольца. Считается, что за время развития в условиях пресных озер, она приобрела некоторые отличия от изначальной формы, например, цвет или размер головы, однако эти изменения не слишком значительны. Тем не менее, обитающую палию в озерах Карелии и Кольского полуострова принято относить к подвиду *S. alpinus* (L.) с названием вида — *Salvelinus alpinus lepechini* (Gmelin) [1].

Палия является ценным промысловым объектом. В начале прошлого века промысловый и потребительский лов достигал 300 т (порядка 100 т вылавливалось в Ладожском озере). В результате бесконтрольного вылова палии во время нереста к началу 60-х годов ее численность и, соответственно, уловы резко сократились. Введение

запрета на вылов палии в период нереста на основных нерестилищах не привело к положительным результатам [2].

Первые документированные попытки искусственного разведения арктического гольца были предприняты в конце XIX века в Норвегии и почти одновременно — в России. Коммерческое выращивание в объемах 12–24 т стартовало в 1980-х гг. в Канаде [3, 4]

Ярким подтверждением увеличения численности палии является то, что ее стали массово ловить рыбаки-любители не только на «основных» нерестилищах, но и в остальной части акватории озера. Стабилизация численности и повышение запасов палии позволили с 1996 года организовать сетной любительский лов этого вида по лицензиям [5].

В настоящее время в России разведение гольцов, а именно палии, ограничивается целями компенсации ущерба, нанесенного водным биоресурсам в результате хозяйственной деятельности. А само разведение, выращивание и содержание проходит на базе хозяйства с замкнутой системой водоснабжения в пос. Ропша Ленинградской области.

Благодаря пластичности гольцов, в том числе адаптации к низким температурам, палия по-прежнему вызывает интерес как перспективный объект аквакультуры Карелии и Кольского полуострова. Гольцы являются наиболее холодолюбивыми представителями семейства лососевых. Однако их выращивание сопровождается рядом трудностей: по сравнению с близкими родами морфогенез сильно растянут, а половое созревание может происходить в разном возрасте [4].

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 учетом спе-

цифики условий их содержания.

Цель исследований — провести сравнительную характеристику самок, созревших впервые в возрасте 4 и 5 лет, по основным масса-размерным и репродуктивным признакам.

Из поставленной цели вытекают следующие задачи: 1) рассчитать и сравнить морфометрические показатели зрелых самок палии в возрасте 4 и 5 лет; 2) оценить корреляционные связи между признаками.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились на базе федерального селекционно-генетического центра рыбоводства (ФСГЦР) в Ропше (Ленинградская обл.)

Объектом исследования служили самки ладожской палии (*Salvelinus alpinus* L.) III поколения селекции, достигшие половой зрелости в 4 ($n=50$) и 5-годовалом ($n=45$) возрасте. Индивидуальную оценку самок второго поколения заводского разведения проводили в два этапа: во время первого нереста в возрасте пяти лет (2019 г.) и в следующем нерестовом сезоне в возрасте шести лет (2020 г.). Исходное маточное стадо заложено в 1999 г. Из икры палии, отловленной в Ладожском оз. на естественных нерестилищах. Выращивание рыб проводят в закрытом помещении в проточных бассейнах с ключевым водоснабжением. Температура воды зимой — 4.5°C,

Таблица 1. Показатели четырехгодовиков палии.

Показатели	lim (min-max)	$M \pm m$	Cv, %
<i>Масса-размерные признаки</i>			
Масса тела, г	910-2965	1869,3 $\pm$ 57,5*	21,9
Длина тела (по Смиту), см	45-65	54,1 $\pm$ 0,54	7,2
Длина тела (от конца рыла до конца чешуйчатого покрова), см	42-57	50,2 $\pm$ 0,45	6,4
Длина головы, см	8,2-11,5	9,6 $\pm$ 0,09	6,8
Высота тела, см	8,4-14,2	11,7 $\pm$ 0,17	10,1
Толщина тела, см	4,1-8,2	5,9 $\pm$ 0,1	12,4
<i>Репродуктивные признаки</i>			
Масса одной икринки, мг	67-94	80,6 $\pm$ 0,98*	8,7
Рабочая плодовитость	938-6734	3000,8 $\pm$ 157,3	37,4
Относительная плодовитость	696-2719	1821,4 $\pm$ 68,3	26,8
<i>Индексы</i>			
Упитанности	1,17-2,2	1,45 $\pm$ 0,02	11,9
Толщины	8,46-15,1	10,9 $\pm$ 0,14	9,4
Головы	14,46-22,46	17,8 $\pm$ 0,15	5,9
Прогонистости	3,9-6,12	4,65 $\pm$ 0,05	8,3
Репродуктивности	4,7-57,1	15,47 $\pm$ 0,99	45,7

Примечание: различие по данному показателю статистически достоверно ($p \leq 0,05$)

летом — 6.0-14.0°C [6]. Для обеспечения нормального развития и высокой интенсивности роста использовали гранулированные корма фирмы «БиоМар». Палию кормили согласно нормативам, в которых указаны температура воды, кратность раздачи корма и его биохимический состав, наиболее благоприятствующий росту рыб определенного возраста [6]. При созревании производителей проводят бонитировку и постоянный контроль состояния рыб. Измерения проводились по схеме, принятой для лососевых рыб по традиционной методике [7]. При измерении тела и сборе половых продуктов использовали в качестве анестетика гвоздичное масло. Анестезирование проводили путем помещения рыб в водный раствор гвоздичного масла концентрацией 0,15-0,2 мл/л на 2-3 минуты [8].

Основная цель бонитировки промышленного стада — это распределение рыб на группы по готовности к нересту и потенциальной плодовитости. Порядок проведения бонитировки, набор учитываемых признаков и методы их оценки в основном однотипны и не зависят от породной и даже видовой принадлежности рыб.

Для проведения бонитировочных работ было использовано следующее оборудование: сачки для вылова рыб, носилки, весы с точностью взвешивания не менее 10 г для индивидуального взве-

шивания и бонитировочную доску с мерным угольником. При организации бонитировки подготавливают также необходимые средства для проведения мечения рыб, а также их профилактической и лечебной обработки. Бонитировка самок и самцов по экстерьерным признакам включает ряд показателей [9]: массу рыб; длину тела от конца рыла до конца чешуйного покрова — L; длину тела по Смиту — от конца рыла до конца развилки на хвостовом плавнике — Sm; длину головы от конца рыла до конца жаберной крышки — С; наибольшую высоту тела — Н; наибольшую толщину тела — В. Данные линейных промеров использовались для расчёта индексов телосложения — индекс толщины тела, индекс длины головы, индекс прогонистости и коэффициент упитанности по Фультону. Также был проведен корреляционный анализ с целью выявления взаимосвязей признаков между собой.

Биометрическая обработка данных проведена по общепринятым в биологии методам. Статистическая обработка проведена с определением минимального (Min) и максимального (Max) значений массива и расчетом среднего значения (M), ошибки средней (m), коэффициента вариации (Cv). Различия между показателями оценивались с использованием t-критерия Стьюдента, достоверными считались различия показателей при $p \leq 0,05$.

Таблица 2. Показатели пятигодовиков палии.

Показатели	lim (min-max)	M±m	Cv, %
<i>Масса-размерные признаки</i>			
Масса тела, г	1155-3765	2156,6±96,53*	30
Длина тела (по Смит), см	49-66	56,02±0,67	8
Длина тела (от конца рыла до конца чешуйчатого покрова), см	45-61	51,73±0,63	8,1
Длина головы, см	8,5-11,6	9,84±0,12	8,3
Высота тела, см	8,5-14,7	11,28±0,2	11,8
Толщина тела, см	4,7-8	6,11±0,13	13,8
<i>Репродуктивные признаки</i>			
Масса одной икринки, мг	68-109	92,1±1,45*	8,6
Рабочая плодовитость	831-6554	3190±306	44,9
Относительная плодовитость	642-2973	1712±123	31,3
<i>Индексы</i>			
Упитанности	1,18-1,92	1,52±0,02	11,5
Толщины	8,95-13,05	10,87±0,13	8
Головы	16,36-19,49	17,58±0,1	3,7
Прогонистости	4,07-5,88	4,9±0,05	7
Репродуктивности	5,8-22,22	13,6±0,72	34,4

Примечание: различие по данному показателю статистически достоверно ($p \leq 0,05$)

Результаты и обсуждение. Наблюдение за изменением данных признаков является важной частью селекционно-племенной деятельности, поскольку ухудшение показателей может указывать на появление биотехнических проблем при выращивании рыб, причем еще на стадии инкубации. Полученные данные представлены в таблицах 1 и 2.

У четырехгодовалой палии можно наблюдать высокую по показателю, но стандартную для рыбных хозяйств вариабельность по массе тела. В селекционной работе данный признак важен, но не значит, что стоит выбраковать тех, что с низким весом, и оставить самых крупных.

Отбор быстрорастущих особей нежелателен, поскольку у них часто наблюдаются отклонения от нормального функционирования половых желез, а наследуемость темпов роста низка [9]. Также не стоит оставлять без внимания тот факт, что группы особей, превосходящих других по длине и весу, формируются за счет конкуренции особей за пищу и поэтому их темпы роста могут быть мало связаны. Наблюдается высокая вариабельность репродуктивных признаков из чего следует повышение индекса репродуктивности.

Кратность между лимитами массы тела с возрастом не изменилась и составляет 3,2. По остальным критериям наблюдается тенденция к уменьшению вариабельности.

Наблюдается статистически значимое увеличение средней массы одной икринки при условии, что средние значения других репродуктивных признаков отличий не имеют. Показатель массы икринки тесно связан с количеством питательных веществ в желточном мешке и, соответственно, с размерами будущих личинок, что в свою очередь влияет на сроки перехода личинок к активному питанию и их выживаемость. Как у четырех-, так и у пятигодовалых вариабельность по данному признаку на низком уровне, что может говорить о повышенной жизнеспособности икры [6]. При этом вариабельность рабочей плодовитости и относительной плодовитости у пятигодовалых выше, чем у четырехгодовалых. Так, рабочая плодовитость увеличилась с 37,4 до 44,9 %, а относительная с 26,8 до 31,3 %.

В работе по изучению самок палии второго поколения Павлисовым А. А. были получены схожие данные по индексам толщины, головы и прогонистости [8]. Статистически незначимые отличия по показателям индексов тела, а также коэффициента упитанности как у самок III поколения, так и у II [8] могут свидетельствовать о наличии определенных видовых стандартов по массе и форме тела.

Кроме того, были изучены корреляционные связи исследуемых параметров. В таблицах 3, 4 можно увидеть, что основной массив корреля-

Таблица 3. Корреляция масса-размерных и репродуктивных показателей созревших четырехгодовалых самок.

Показатели	Масса рыбы РТ в г	Длина тела по Смигу L, см	Длина тела чеш. покрова, Ит	Длина головы	Высота тела Нт в см	Толщина тела Вт	Масса икры в г	Масса одной икринки в мг	Рабочая плодовитость	Относительная плодовитость
Масса рыбы РТ в г	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Длина тела по Смигу L, см	0,700	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Длина тела чеш. покрова, Ит	0,858	0,794	1	-	-	-	-	-	-	-
Длина головы	0,571	0,617	0,776	1	-	-	-	-	-	-
Высота тела Нт в см	0,876	0,641	0,798	0,520	1	-	-	-	-	-
Толщина тела Вт	0,844	0,638	0,735	0,466	0,810	1	-	-	-	-
Масса икры в г	0,691	0,341	0,694	0,508	0,700	0,504	1	-	-	-
Масса одной икринки в мг	0,253	0,303	0,266	0,04	0,368	0,269	0,095	1	-	-
Рабочая плодовитость	0,766	0,528	0,669	0,332	0,780	0,617	0,759	0,090	1	-
Относительная плодовитость	0,256	0,197	0,239	0,042	0,415	0,197	0,522	-0,077	0,793	1

ционных связей схож между самками палии как 4, так и 5 лет.

Данные таблицы 3 указывают на наличие положительной корреляции между всеми масса-размерными признаками, будь то масса рыбы и длина тела, высота, толщина или длина чешуйчатого покрова.

Корреляционный анализ ($p \leq 0,05$) (табл. 3) выявил высокую связь между рабочей плодовитостью и массой тела ($r = 0,76$), а также между всеми линейными признаками: рабочая плодовитость — длина тела от конца рыла до конца чешуйчатого покрова ($r = 0,67$), рабочая плодовитость — толщина тела ($r = 0,61$), рабочая плодовитость — высота тела ($r = 0,78$). Между относительной плодовитостью и высотой тела связь умеренная ($r = 0,44$). С остальными признаками связь либо низкая, либо ее нет. Кроме того, положительная корреляция имеется и у репродуктивных признаков с масса-размерными.

Если обратить внимание на корреляционные связи между репродуктивными признаками с масса-размерными, то можно увидеть, как происходит уменьшение корреляции вплоть до ее отсутствия. Корреляционный анализ показал появление слабой отрицательной связи между относительной плодовитостью и большинством масса-размерных признаков: относительная плодовитость — длина тела от конца рыла до конца

чешуйчатого покрова ($r = -0,19$), относительная плодовитость — длина головы ($r = -0,25$), относительная плодовитость — длина тела по Смиуту ($r = -0,25$). С высотой тела корреляция ослабла и снизилась до ($r = 0,24$). В остальном сохраняются общие тенденции во взаимосвязи параметров как и у четырехгодовиков с усилением положительной корреляции.

Закключение. При введении объекта в аквакультуру ведущим фактором является скорость роста рыб. Средняя масса тела четырехгодовиков и пятигодовиков была $1869,3 \pm 57,5$ г и $2156,6 \pm 96,53$ г, соответственно, что существенно меньше, чем у радужной форели такого же возраста. Это определяется оптимальными температурами выращивания, которые для палии существенно ниже.

В тоже время, при низкой температуре воды палия не уступает радужной форели по скорости роста. Существенная вариабельность по массе тела дает возможность ведения селекции по этому признаку. При создании пород для товарного рыбоводства можно применять методы семейной селекции, при которой возможно снижения генетического разнообразия, что недопустимо при выпуске молоди в естественные водоемы. Успех селекции при этом будет определяться существенно большей долей генотипической варианты, чем при массовом отборе.

Таблица 4. Корреляция масса-размерных и репродуктивных показателей созревших пятигодовалых самок палии.

Показатели	Масса рыбы РТ в г	Длина тела по Смиуту L, см	Длина тела чеш. покрова, Iг	Длина головы	Высота тела Нт в см	Толщина тела Вт	Масса икры в г	Масса одной икринки в мг	Рабочая плодовитость	Относительная плодовитость
Масса рыбы РТ в г	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Длина тела по Смиуту L, см	0,916	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Длина тела чеш. покрова, Iг	0,938	0,972	1	-	-	-	-	-	-	-
Длина головы	0,805	0,896	0,852	1	-	-	-	-	-	-
Высота тела Нт в см	0,939	0,797	0,837	0,693	1	-	-	-	-	-
Толщина тела Вт	0,961	0,862	0,878	0,761	0,926	1	-	-	-	-
Масса икры в г	0,642	0,453	0,513	0,434	0,773	0,624	1	-	-	-
Масса одной икринки в мг	0,010	0,143	0,064	0,057	-0,071	-0,004	0,076	1	-	-
Рабочая плодовитость	0,573	0,322	0,393	0,319	0,752	0,581	0,932	-0,065	1	-
Относительная плодовитость	-0,032	-0,254	-0,195	-0,255	0,242	0,022	0,653	-0,152	0,837	1

Автор статьи выражает благодарность сотрудникам ФСГЦР филиала ФГБУ "Главрыбвод" В. М. Голоду и Н. И. Шиндавиной за помощь в сборе материала и подготовке публикации.

Литература

1. Сытюгина К. С. Генеративные процессы гольца озёрного Кольского полуострова / К. С. Сытюгина // Наука и образование сегодня. — 2018. — Т. 5. — № 28. — С. 14-15.
2. Михайленко В. Г. Состояние и перспективы естественного и искусственного воспроизводства палии Ладожского озера / В. Г. Михайленко, А. Г. Леонов, М. А. Дятлов // Мат. II межд. науч. конф. «Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб». — СПб, 2013. — С. 260-262
3. Есин Е. В. Гольцы рода *Salvelinus* азиатской части Северной Пацифики: происхождение, эволюция и современное разнообразие / Е. В. Есин, Г. Н. Маркевич // Петропавловск-Камчатский. — 2017. — 187 с.
4. Кудерский Л. А. Американская палия в ручьях Ленинградской области / Л. А. Кудерский // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. — 1984. — Вып. 220. — С. 97-117.
5. Федеральное агентство по рыболовству: сайт. — URL: <https://fish.gov.ru/otrasl-v-tsifrakh/2017/06/15/v-leningradskoj-oblasti-vpervye-chipirovali-paliyu/> (дата обращения: 14.03.2023).
6. Никандров В. Я. Научно-методические подходы и опыт разведения арктических гольцов на примере заводского выращивания ладожской палии *Salvelinus lepechini* (Gmelin 1788). / В. Я. Никандров, Н. И. Шиндавина, В. М. Голод, А. А. Лукин // Рыбное хозяйство. — 2021. — № 6. — С. 104-113.
7. Правдин И. Ф. Изучение возраста и роста рыб: Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин // Пищевая промышленность. — М, 1966. — С. 347.
8. Павлисов А. А. Рыбоводно-биологическая оценка самок заводского стада ладожской палии (*Salvelinus alpinus complex*) / А. А. Павлисов // Мат. межд. науч. конф. «Рыбохозяйственные водоемы России. Фундаментальные и прикладные исследования». — 2014. — С. 1290-1296.
9. Голод В. М. Селекционно-племенная работа с радужной форелью / В. М. Голод, В. Я. Никандров, Е. Г. Терентьева, Н. И. Шиндавина. — СПб, 1995. — 29 с.

Berenev Yu.

Comparative characteristics of female Ladoga palia (*Salvelinus Alpinus* L.), grown in the conditions of fish farming in the Leningrad region by size, weight and reproductive characteristics

Abstract.

Purpose: to conduct a comparative characterization of females matured for the first time at the age of 4 and 5 years according to the main mass-dimensional and reproductive characteristics.

Materials and methods. Experimental studies were carried on the basis of the Federal Fish Breeding Genetic Center (FSGTSR). The object of the study was female Ladoga char (*Salvelinus alpinus* L.) of the III generation, which reached puberty at 4- (n=50) and 5-year-olds. (n=45) age. Females of the second generation of factory breeding were individually assessed in two stages: during the first spawning at the age of five years (2019) and in the next spawning season at the age of six years (2020). When measuring the body and collecting genital products, clove oil was used as an anesthetic. Anesthesia was performed by placing the fish in an aqueous solution of clove oil at a concentration of 0,15–0,2 ml/l for 2–3 minutes.

Results. When evaluating mature females at the age of 4 and 5 years, it was found that with a statistically significant increase in body weight of five-year-olds from 1869.3 ± 57.5 to 2156.6 ± 96.53, the multiplicity between

the body weight limits did not change with age and is 3,2. For other criteria, there is a tendency to decrease in variability. A statistically significant increase in the average weight of one egg is observed, provided that the average values of other reproductive traits do not differ. At the same time, the variability of these signs in five-year-olds is higher than in four-year-olds. So the working fertility increased from 37,4 to 55,1 %, and relative from 26,8 to 43,7 %. Correlation analysis showed the appearance of a weak negative relationship with age between relative fecundity and most of the weight-size traits, otherwise the general trends were preserved in conjunction with an increase in positive correlation.

Key words: *palia*; females; mass-dimensional characteristics; indicators; maturation; correlation.

Authors:

Berenev Yu. – e-mail: yberenev@list.ru; St. Petersburg State University of Veterinary Medicine; 196084, Russia, St. Petersburg, Chernihiv str., 5.

References

1. Sytyugina K. S. Generative processes of the lifting of the Ozerny Kola Peninsula / K. S. Sytyugin // Science and Education Today. – 2018. – Vol. 5 – № 28. – P. 14-15.
2. Mikhailenko V. G. The state and prospects of the natural and artificial reproduction of Pali Ladoga Lake / V. G. Mikhailenko, A. G. Leonov, M. A. Dyatlov // Mat. II member. scientific. Conf. "Reproduction of natural populations of valuable species of fish.". – St. Petersburg, 2013. – P. 260-262
3. Esin E.V. Goltsi of the genus *Salvelinus* Asian part of the northern pacifika: origin, evolution and modern diversity / E. V. Esin, G. N. Markevich // Petropavlovsk-Kamchatsky. – 2017. – 187 p.
4. Kudersky L. A. American Pali in streams of the Leningrad region / L. A. Kudersky // Sat. scientific. tr. gosNIORH. – 1984. – Issue. 220. – P. 97-117.
5. Federal Fisheries Agency: Site. -URL: <https://fish.gov.ru/otrasl-v-tsifrakh/2017/06/15/v-Lengradskoj-oblasti-vpervye-chipirovali-paliyu/> (Application date: 14.03.2023).
6. Nikandrov V. Ya. Scientific and methodological approaches and the experience of breeding Arctic Goltsi on the example of the factory cultivation of the Ladoga Pali *Salvelinus Lepechini* (Gmelin 1788). / V. Ya. Nikandrov, N. I. Shindavin, V. M. Hurd, A. A. Lukin // Fish. – 2021. – № 6. – P. 104-113.
7. Pravdin I. F. Study of the age and growth of fish: a guide to the study of fish / I. F. Pravdin // Food Industry. – M, 1966. – P. 347.
8. Pavlisov A. A. Fish-breeding assessment of females of the factory herd of Ladoga Pali (*Salvelinus alpinus complex*) / A. A. Pavlisov // Mat. Mez. scientific. Conf. "Fishery reservoirs of Russia. Fundamental and applied research". – 2014. – P. 1290-1296.
9. The hunger of V. M. breeding and tribe work with rainbow trout / V. M. Holod, V. Ya. Nikandrov, E. G. Terentyeva, N. I. Shindavin. - St. Petersburg, 1995. – 29 p.