

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ПИТАНИЯ МОЛОДИ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS* (ACIPENSERIDAE) В ПРУДУ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЕЁ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ В БАСЕЙНАХ

Ю.В. Герасимов, О.Л. Васюра

Институт биологии внутренних вод имени И.Д. Папанина РАН,
Россия, 152172, Ярославская обл., Некоузский район, пос. Борок
E-mail: gu@ibiw.yaroslavl.ru

Молодь стерляди, полученная в результате искусственного нереста в 2010 и 2011 гг., содержалась в одинаковых заводских условиях в стандартных пластиковых бассейнах. Первая её партия была пересажена из бассейнов в пруд через месяц после выклева, вторая и третья – выпущены в тот же пруд через два и три месяца соответственно. Во время содержания в пруду периодически проводился отлов рыб, при этом измеряли их размер и массу и исследовали содержимое желудочно-кишечного тракта. Показано, что молодь, выпущенная в пруд через месяц после выклева, имела более высокий линейный и весовой рост, а также лучшие качественные и количественные показатели питания, чем та, которая была пересажена в более поздние сроки.

искусственное воспроизводство, стерлядь, заводское содержание, прудовое содержание, сроки выпуска, рост, питание

ВВЕДЕНИЕ

При искусственном воспроизводстве рыб с целью пополнения диких популяций важной проблемой является высокий уровень смертности молоди после ее выпуска в естественные условия. Один из факторов, ограничивающих выживание молоди, – недостаточное развитие поведенческих навыков, необходимых для добывания пищи и избегания хищников в условиях естественного водоема. Известно, что в бассейнах рыбоводных заводов молодь подвергается "одомашниванию", в результате чего и снижается ее выживаемость в естественных водоемах [1]. Механизм этого явления заключается в том, что характер развития и уровень функциональной активности центральной нервной системы (ЦНС) в значительной мере определяются факторами внешней среды, воздействующими на организм на ранних стадиях онтогенеза. Показано, что отсутствие стимулов, вызывающих формирование необходимых навыков, приводит к существенному снижению двигательной и ориентировочно-исследовательской активности и ухудшает способности выпускаемых молодых особей к приобретению сложных навыков [2-6]. На примере осетровых рыб показано [2-4; 7], что молодь, ранний онтогенез которой проходил в экологически более сложных условиях, характеризуется относительно высоким развитием ЦНС. Чем в более раннем возрасте и на более длительный срок животные помещаются в те или иные условия, тем большее влияние оказывают эти условия на развитие функциональных параметров ЦНС [4].

Следовательно, завершение морфологической дифференцировки и функционального созревания ЦНС у молоди рыб в экологически неполноценных искусственных условиях может привести не только к недоразвитию необходимых навыков, но и к формированию и закреплению неадекватных стереотипов поведения, т.е. передержка молоди в бассейнах может негативно сказаться на выживаемости ее после выпуска.

При искусственном воспроизводстве осетровых рыб данная проблема решалась и решается с помощью пересадки подросшей молоди из бассейнов в пруды, где она выдерживается до выпуска в естественный водоем. Наличие в прудах относительно сложного рельефа дна, перепадов освещенности, температуры, газового режима, наряду с видовым разнообразием и неравномерностью распределения кормовых организмов, создает условия, близкие к естественным. Все это формирует иную, чем в бассейнах, сенсорную нагрузку и способствует развитию соответствующих навыков.

Многолетний опыт искусственного воспроизводства осетровых рыб до сих пор не дал однозначного ответа относительно длительности содержания молоди в бассейнах перед выпуском в пруды или естественный водоем. Цель работы – сравнительный анализ темпа роста и питания молоди стерляди при разной длительности её предварительного содержания в бассейнах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Эксперимент проводился на Чернозаводском рыбоводном хозяйстве (Ярославская обл.), которое осуществляет выращивание молоди стерляди с целью ее искусственного воспроизводства. Технология выращивания предусматривает пересадку молоди стерляди, перешедшей на внешнее питание, в установку с замкнутым типом водоснабжения [7], использование которой позволяет в наиболее короткие сроки получить подращенную молодь [8], пересадить её в адаптационные пруды, из которых после трехмесячного содержания выпустить в естественную среду.

В годы проведения исследований (2010-2011) массовый выклев молоди проходил во второй половине мая, после чего она пересаживалась в стандартные пластиковые бассейны ИЦА – 17Н (2000 × 2000 × 700 мм) с рабочим объемом 2 м³. Начальная плотность её содержания составляла 12 тыс. шт./м³. Выращивание проходило при температуре 23 °С. После перехода на внешнее питание молодь кормили артемией. Через несколько дней добавляли стартовый корм Aller Futura “0”, постепенно доводя его долю до 50% задаваемой суточной нормы. Этой смесью молодь кормили в течение 30 сут. В первые дни корм задавали каждый час, затем – каждые два часа и в дальнейшем – каждые четыре часа. Перед пересадкой в пруды молодь переводили на корм фирмы «BioMar INICIO Plus G» и давали его каждые шесть часов. Объем задаваемого корма устанавливали в соответствии с рекомендациями производителя. При раздаче корма осуществлялся визуальный контроль за его потреблением. Выращивание продолжалось до 24 июня (до средней навески 0,5 г), после чего молодь выпускалась в пруды.

Для проведения эксперимента в двух бассейнах оставляли 1000 особей (900 особей для проведения эксперимента и 100 ремонтных особей на случай отхода). Их продолжали содержать при температуре 23 °С, давая корм фирмы «BioMar INICIO Plus G» каждые шесть часов. Первая группа этих особей

(300 шт.; группа В1) 10 июля была выпущена в пруд площадью 2500 м² (50 × 50 м). Вторую группу (300 шт.; В2) поместили подрезанием первой половины лучей анального плавника и выпустили в этот же пруд 10 августа, а третью группу особей (300 шт.; В3), также помеченных, но подрезанием второй половины лучей анального плавника, – 10 сентября. При контрольных обловах по этим меткам определяли время выпуска каждой пойманной особи в водоём. С момента выпуска первой группы в пруд раз в месяц отбирали пробы планктона, бентоса. Одновременно проводили контрольные обловы мальковой волокушей, измеряли длину и массу тела, исследовали содержимое желудочно-кишечного тракта. Содержание в прудах продолжалось до 6 октября.

Для оценки достоверности различий между показателями молоди разных выпусков использовался U-критерий Манна – Уитни.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Рост молоди. В 2010 г. молодь первого выпуска в конце периода прудового содержания превосходила молодь второго и третьего выпусков по массе ($B1 > B2$, $p < 0.001$; $B1 > B3$, $p < 0.05$) и длине тела ($B1 > B2$, $p < 0.001$; $B1 > B3$, $p < 0.05$) (рисунок). Особи второго и третьего выпусков не имели достоверных различий ни по массе ($p = 0.19$), ни по длине тела ($p = 0.21$). В 2011 г. молодь первого выпуска в конце периода прудового содержания превосходила молодь второго и третьего выпусков по массе ($B1 > B2$, $p < 0.05$; $B1 > B3$, $p < 0.001$) и длине тела ($B1 > B2$, $p < 0.05$; $B1 > B3$, $p < 0.001$) (рисунок).

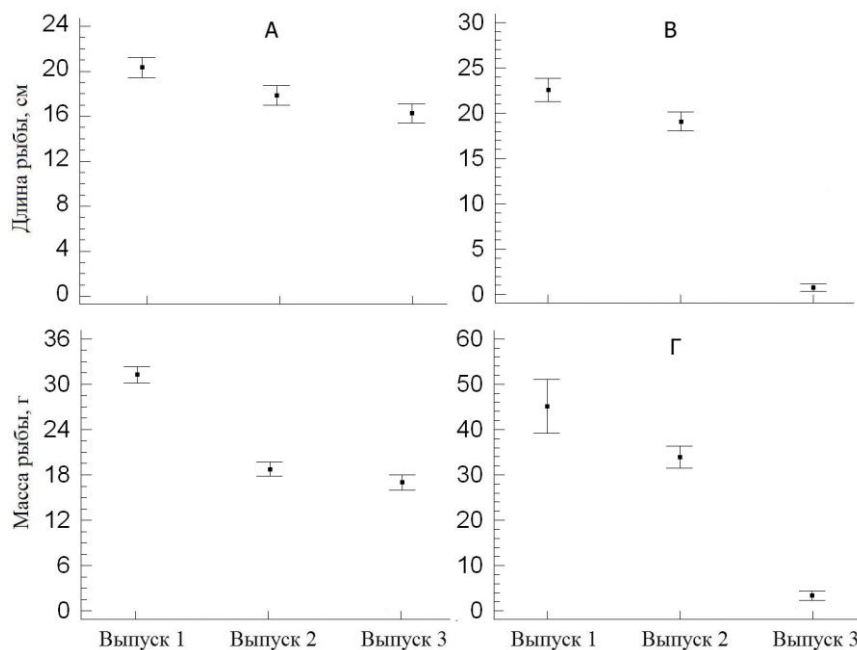


Рис. Длина (А-2010 и В-2011 г.) и масса (Б-2010 и Г-2011 г.) молоди стерляди разных сроков выпуска к концу периода прудового выращивания
 Fig. Length (А – 2010, В – 2011) and mass (Б – 2010, Г – 2011) of young sterlet at the end of pond rearing in three groups of fish differing in their release time

Окончательная плотность посадки (после выпуска третьей группы) в экспериментальном пруду составляла и в 2010, и в 2011 г. 3600 экз./га (0,36 экз./м²), что ниже рекомендуемой плотности посадки осетровых в пруды при питании только естественной пищей [9]. Контроль за состоянием кормовой базы в экспериментальном пруду показал отсутствие связи между динамикой обилия основных кормовых организмов и увеличением численности молоди в пруду ($r = 0.08$; $p = 0.75$). Поэтому снижение темпа роста стерляди третьего и, тем более, второго выпуска не является следствием увеличения плотности посадки рыб в экспериментальном пруду.

Питание. В 2010 и 2011 гг. вес содержимого в желудочно-кишечных трактах у молоди первого и второго выпусков был достоверно выше, чем у молоди третьего выпуска (таблица). У молоди первого и второго выпусков эти показатели были близки. В качественном отношении пищевые спектры стерляди разных сроков выпуска оказались сходными. Основу пищи составляли личинки хирономид и поденок, часто встречались личинки комаров *Chaoborus* sp., а в 2010 г. — водяные клопы сем. Corixidae, личинки стрекоз, нематоды и планктонные организмы. Но соотношение компонентов у молоди стерляди разных сроков выпуска в конце периода прудового содержания было разным. Основу питания молоди первого выпуска составляли личинки хирономид и поденок.

Таблица 1. Общий вес пищевого комка и состав пищи молоди стерляди
Table 1. Total mass of gut contents and composition of young sterlet

Группа молоди	Вес содержимого	Доля групп организмов, %				
		Личинки хирономид	Личинки поденок	Нематоды	Коретра <i>Chaoborus</i> sp.	Клопы сем. Corixidae
2010 г.						
B1	97.6 ± 19.2	51,5±8,2	40,7±5,3	0,6±0,11	0,3±0,09	6,8±1,8
B2	76.0 ± 18.2	25,8±6,4	46,2±7,1	0,05±0,03	0,7±0,1	27,3±4,9
B3	68.1 ± 22.2	30,0± 6,9	41,5±4,8	0,06±0,04	2,2±0,12	26,1±6,1
2011 г.						
B1	209.1 ± 168.2	45,9±4,7	51,5±5,5	-	2,5±0,6	-
B2	205.5 ± 73.4	36,6±3,8	57,3±5,8	-	5,1±0,1,3	-
B3	132.2 ± 30.9	12,7±4,1	86,3± 6,2	-	0,7±0,3	-

Доля остальных организмов, среди которых в 2010 г. доминировали клопы семейства Corixidae ($3.0 \pm 1.9^{0/000}$), была незначительной. У молоди второго и особенно третьего выпусков и 2010, и 2011 г. количество личинок хирономид было значительно ниже, чем у первой группы, но выше доля других организмов. Например, в 2010 г. содержание водяных клопов семейства Corixidae у особей второго и третьего выпусков было в 2-4 раза выше, чем первого. Планктонные организмы у особей указанных групп составляли сотые доли процента.

ОБСУЖДЕНИЕ

Поскольку молодь всех групп в течение этого периода находилась в одном и том же пруду, различия в приростах, очевидно, были обусловлены качеством

самой молоди, в первую очередь ее способностью эффективно добывать корм в прудовых условиях.

Полученные результаты показывают, что у молоди первого выпуска отмечено самое высокое наполнение желудочно-кишечных трактов, при этом пища её в основном состояла из организмов инфауны, обитающих в толще донного субстрата, тогда как у рыб второго и третьего выпусков доля этих организмов не превышала 30%, а доминировали беспозвоночные эпибентоса, живущие на поверхности дна. На преимущественное питание стерляди первого выпуска инфауной указывает и существенно большее содержание в их желудочно-кишечных трактах нематод.

В естественных условиях молодь стерляди с момента перехода на активное питание начинает потреблять бентосные организмы, в основном личинок хирономид [10-15]. Обычными организмами в составе пищи являются личинки ручейников, поденок, веснянок и других насекомых, реже встречаются олигохеты и моллюски [10-11; 13-15]. Следовательно, спектр питания молоди первого выпуска в большей степени, чем второго и третьего, соответствовал пище дикой стерляди в естественных условиях. Кроме того, у молоди второго выпуска приросты были минимальными, а третьего – масса тела имела тенденцию к снижению.

По данным Р.Ю. Касимова [2], длительное содержание молоди в бассейнах не позволяет получить рыб с достаточно развитыми навыками для эффективного функционирования в естественной среде. Установлено, что у осетровых обоняние играет роль ведущего дистантного органа чувств, с помощью которого они получают информацию о присутствии кормовых объектов и мест их локализации в водоеме [16]. Обонятельная чувствительность к пищевым химическим сигналам возникает в онтогенезе осетровых рыб сразу же после перехода молоди к полному экзогенному питанию, а дефинитивный уровень обонятельной чувствительности к пищевым запахам достигается в течение второго месяца жизни [17]. Однако несмотря на раннее возникновение обонятельной чувствительности, основная роль в поиске объектов питания у молоди осетровых рыб, находящейся на этапе смешанного питания или перехода к полному экзогенному питанию, принадлежит, по-видимому, тактильной и вкусовой чувствительности, а также электрорецепции [17]. Способность к дифференцированному восприятию различных вкусовых химических стимулов возникает у неё в первые дни после перехода к активному питанию [18]. На важное адаптивное значение не только вкусовой, но и тактильной чувствительности личинок осетровых рыб при поиске корма указывают относительно более крупные линейные размеры усиков у личинок, чем у мальков или взрослых рыб [19]. О возможной роли органов электрорецепции в поведении личинок осетровых рыб свидетельствует раннее появление у них многочисленных ампулярных рецепторов [20].

Из всех перечисленных рецепторов в заводских условиях эффективно участвуют в поиске пищи только тактильные и вкусовые. Роль обоняния как дистантного органа чувств при поиске корма в бассейнах с постоянной циркуляцией воды, где запах корма быстро распространяется, невелика. Практически бесполезны и органы электрорецепции, предназначенные для восприятия чрезвычайно слабых электрических полей природного происхождения [21]. В естественных условиях они позволяют осетровым находить добычу –

беспозвоночных, которые эти поля генерируют, но только в живом виде. Кроме того, в бассейнах завода на эти высокочувствительные рецепторы, вероятно, могут воздействовать сильные электрические поля многочисленных электроприборов (освещение, электромоторы и т.д.), что, очевидно, также не способствует выработке полезных в природе условных рефлексов на слабые электрические раздражители.

Развитие у молоди осетровых поведенческой реакции на пищевые химические раздражители происходит и завершается одновременно с формированием дефинитивного уровня обонятельной чувствительности к пищевым химическим сигналам, т.е. к началу второго месяца жизни [17]. Следовательно, при более длительном развитии молоди в условиях сенсорной депривации у нее закрепляются неадекватные поведенческие навыки на эти раздражители.

Очевидно, что отсутствие или недоразвитие поведенческих навыков поиска пищи с использованием обоняния и электрорецепции значительно снижает эффективность поискового поведения заводской молоди стерляди и особенно негативно должно отразиться на организмах инфауны, которые, находясь в толще субстрата, плохо регистрируются вкусовыми и, тем более, тактильными рецепторами. Это подтверждается тем, что в питании молоди самого позднего выпуска преобладали организмы эпибентоса, которых рыбы могли обнаружить с помощью вкусовых и тактильных рецепторов, в то время как доля беспозвоночных инфауны, для поиска которых необходимы обоняние и электрорецепция, была минимальной. В результате такой молоди свойственен спектр питания, который в наибольшей степени отличался от естественного. Кроме того, у неё отмечались минимальные индексы наполнения и как следствие отсутствие весового и линейного прироста к концу периода прудового содержания.

В 2012 г. в Угличском водохранилище на русловом участке против устья р. Нерль (глубина 12,5 м) донным тралом были отловлены 12 шт. двухлеток стерляди. Размер особей колебался от 18 до 22 см. По данным Верхневолжского отделения ГосНИОРХа (г. Конаково), в начале сентября 2011 г. в этом районе с Конаковского рыбозавода выпускалась молодь стерляди (общее количество 7000 шт., навеска 2,5 – 3,5 г). Большая часть выловленных рыб была отпущена, у пяти особей, сильно поврежденных в трале, было проанализировано содержимое желудочно-кишечного тракта. Основу их питания составляли планктонные ракообразные. При этом 93% от веса содержимого приходилось на *Leptodora kindti*, а остальное — на рачков из рода *Daphnia*. Индекс наполнения составлял всего 30⁰/₀₀₀. Для сравнения в р. Черная (приток Горьковского водохранилища) были отловлены двухлетки стерляди, выпущенные с Чернозаводского рыбозавода. Спектр их питания состоял в основном из личинок комаров семейства Chironomidae. Наиболее часто встречался *Chironomus sp. plumosus* (77,4% по весу содержимого). Другие личинки хирономид разных видов составляли 16% от веса содержимого. Ракообразные (представители отрядов Cladocera и Cyclopoida) — всего 2,4%.

Бентос на участке Угличского водохранилища, где была отловлена молодь стерляди, состоял в основном из личинок хирономид – *Chironomus sp. plumosus*. В пятисантиметровом поверхностном слое ила их численность составляла

450 шт./м², а биомасса — 7,4 г/м², сходные характеристики имел и бентос р. Черная (380 шт./м²; 7,0 г/м²). Тем не менее в питании стерляди, отловленной в Угличском водохранилище, бентосные организмы не были отмечены, а в р. Черная они составляли основу её питания.

Причина таких различий, очевидно, заключается в том, что на Конаковском заводе отсутствуют адаптационные пруды и молодь стерляди до момента выпуска содержится в бассейнах на искусственных кормах, а это не способствует приобретению соответствующих навыков питания, необходимых в естественной среде. О данном свидетельствует и то, что стерлядь, выпущенная с Конаковского завода в Угличское водохранилище с навеской 2,5 – 3,5 г, достигла веса 22-34 г только на второй год, тогда как стерлядь на Чернореченском заводе, выпускаемая в пруды в конце июня с навеской 0,47 – 1,57 г, питаясь в основном бентосными организмами (без подкормки искусственными кормами), весила более 20 г уже к концу сентября.

Таким образом, уровень информационной обогащенности среды, в которой выращивается молодь рыб на ранних стадиях онтогенеза, является одним из определяющих факторов, способствующих развитию у нее важнейших адаптивных форм поведения. Длительное развитие молоди в условиях сенсорной депривации приводит к закреплению у нее неадекватных поведенческих навыков, что затрудняет процесс условно-рефлекторного переключения при попадании такой молоди в естественную среду.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мильштейн, В.В. Осетроводство / В.В. Мильштейн. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 152 с.
2. Касимов, Р.Ю. Сравнительная характеристика поведения заводской и дикой молоди осетровых в раннем онтогенезе / Р.Ю. Касимов. - Баку: Элм, 1980. - 135 с.
3. Касимов, Р.Ю. Особенности постэмбрионального формирования конечного мозга и условно-рефлекторных реакций у осетровых рыб / Р.Ю. Касимов, Д.К. Обухов, Э.К. Рустамов // Вопросы ихтиологии. - 1986. - Т. 26. - № 3. - С. 427 - 434.
4. Никоноров, С.И. Эколого-генетические проблемы искусственного воспроизводства осетровых и лососевых рыб / С.И. Никоноров, Л.В. Витвицкая. - М.: Наука, 1993. - 254 с.
5. Герасимов, Ю.В. Влияние условий среды разной обогащенности в раннем онтогенезе на пищевое и оборонительное поведение молоди леща *Abramis brama* (Cyprinidae) / Ю.В. Герасимов, И.А. Столбунов // Вопросы ихтиологии. - 2007. - Т. 47. - № 2. - С. 253 - 261.
6. Смирнова, Е.С. Влияние условий среды в период раннего онтогенеза на формирование оборонительного поведения у молоди плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) / Е.С. Смирнова, Ю.В. Герасимов // Вопросы ихтиологии. - 2010. - Т. 50. - № 1. - С. 130 - 140.
7. Герасимов, Ю.В. Современное состояние стад стерляди в водоемах верхней Волги и перспективы их искусственного воспроизводства /

Ю.В. Герасимов, Л.Е. Васюра, А.П. Стрельникова // Состояние популяции стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. - М.: ФА по рыболовству, 2004. - С. 59 - 74.

8. Киселев, А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: автореф. дисс.... докт. биол. наук / А.Ю. Киселев. - М., 1999. - 62 с.

9. Черфас, Б.И. Рыбоводство в естественных водоемах / Б.И. Черфас. - М.: Пищепромиздат, 1956. - 458 с.

10. Загора, Л.П. Питание стерляди Волгоградского водохранилища и использование ею кормовой базы водоема: автореф. дисс.... канд. биол. наук / Л.П. Загора. - Л.: ГосНИОРХ, 1974. - С. 9 - 11.

11. Капкаева, Р.З. Питание стерляди в условиях зарегулированного стока р. Волги / Р.З. Капкаева, Д.А. Хайбуллина // Осетровое хозяйство водоемов СССР. – КаспНИРХ. – 1989. - Ч.1. - С.130 - 131.

12. Болдина, И.К. О питании стерляди в Горьковском водохранилище / И.К. Болдина // Труды Института биологии водохранилищ. - М.; Л.: Изд-во АН СССР. - 1961. - Вып. 4(7). - С. 272 – 280.

13. Состояние запасов и перспективы восстановления численности стерляди в Чебоксарском водохранилище / Г.А. Ненашев [и др.] // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. - М.: ФА по рыболовству. - 2004. - С. 193 - 201.

14. Новоселов, А.П. Стерлядь бассейна реки Северная Двина / А.П. Новоселов // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. - М.: ФА по рыболовству. - 2004. - С. 160 - 173.

15. Стрельникова, А.П. Питание молоди стерляди *Acipenser ruthenus* (*Acipenseridae*) в среднем течении реки Дунай / А.П. Стрельникова // Вопросы ихтиологии. – 2012. - № 1. – Т. 52. - С. 1 - 6.

16. Павлов, Д.С. Роль органов чувств при питании молоди осетровых рыб / Д.С. Павлов, Ю.Н. Сбикин, И.К. Попова // Зоологический журнал. - 1970. - Т. 49. - Вып. 6. - С. 872 - 880.

17. Касумян, А.О. Формирование поисковой поведенческой реакции и обонятельной чувствительности к пищевым химическим сигналам в онтогенезе осетровых рыб (*Acipenseridae*) / А.О. Касумян, А.А. Кажлаев // Вопросы ихтиологии. - 1993. - Т. 33. - № 2. - С. 271 - 280.

18. Касумян, А.О. Поведенческая реакция молоди осетровых рыб на естественные химические пищевые сигналы / А.О. Касумян, А.А. Кажлаев // Хемочувствительность и хемокоммуникация рыб. - М.: Наука. - 1989. - С. 167 - 174.

19. Драгомиров, Н.И. Основные черты возрастных изменений в поведении личинок осетровых рыб / Н.И. Драгомиров // Докл. АН СССР. - № 4. - 1953. - Т. 93. - С. 725 - 728.

20. Никольская, М.П. Развитие системы ампулярных рецепторов у осетрообразных рыб (*Chondrostei*, *Acipenseriformes*) и ее функциональное значение / М.П. Никольская // Сигнализация и поведение рыб. - Апатиты. - 1985. - С. 46 - 56.

21. Протасов, В.Р. Введение в электроэкологию / В.Р. Протасов, А.И. Бондарчук, В.М. Ольшанский. - М.: Наука. - 1882. - 336 с.

GROWTH AND FEEDING CHARACTERISTICS OF YOUNG STERLETS
ACIPENSER RUTHENUS (ACIPENSERIDAE) IN A POND DEPENDING ON THE
DURATION OF THEIR INITIAL TANK KEEPING

Yu.V. Gerasimov, O.L. Vasyura

The young sterlets obtained from artificial spawning in 2010 and 2011 were maintained under similar hatchery conditions in standard plastic tanks. Three groups of fry were transferred from the tanks into a pond in a month, two and three months after hatching, respectively. During the pond keeping, the fish were regularly sampled; their length, mass and gut content were analyzed. The fry released into the pond in a month after hatching displayed faster weight and linear growth, as well as better qualitative and quantitative feeding characteristics, compared to later released fry.

artificial reproduction, sterlet, hatchery keeping, pond keeping, release time, growth, feeding