

УДК 597.442–113.4+597.442–153

## РОСТ И ПИТАНИЕ МОЛОДИ СТЕРЛЯДИ *Acipenser ruthenus* L. (Acipenseridae) В ПРУДУ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ В БАССЕЙНАХ

© 2013 г. Ю. В. Герасимов, О. Л. Васюра

*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н,  
e-mail: gu@ibiw.yaroslavl.ru*

Поступила в редакцию 26.12.2011 г.

Показано, что уровень информационной обогащенности среды, в которой выращивается молодь рыб на ранних стадиях онтогенеза, – один из определяющих факторов, способствующих развитию у нее важнейших адаптивных форм поведения. Для передержанной в заводских бассейнах молоди характерны минимальные индексы наполнения, отсутствие прироста массы и размеров тела, а также спектр питания, сильно отличающийся от такового в естественных условиях. В питании этой группы преобладали организмы эпибентоса, которых рыбы могли обнаружить с помощью вкусовых и тактильных рецепторов, в то время как доля беспозвоночных инфавны, для поиска которых необходимы обоняние и электрорецепция, была минимальной. 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.

*Ключевые слова:* искусственное воспроизводство, стерлядь, заводское содержание, прудовое содержание, сроки выпуска, рост, питание.

DOI: 10.7868/S0320965213030078

### ВВЕДЕНИЕ

При искусственном воспроизводстве рыб с целью пополнения диких популяций наблюдается 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 бассейнах рыбоводных заводов молодь подвергается “одомашниванию”, в результате снижается ее выживаемость в естественных водоемах [18]. Механизм этого явления заключается в том, что характер развития и уровень функциональной активности центральной нервной системы (ЦНС) в значительной мере определяются факторами внешней среды, действующими на организм на ранних стадиях онтогенеза. Отсутствие стимулов, вызывающих формирование необходимых навыков, приводит к существенному снижению двигательной и ориентировочно-исследовательской активности и ухудшает способности выпускаемых молодых особей животных к обучению сложным навыкам [2, 5], что относится и к рыбам [7, 12, 13, 22, 28]. На примере осетровых рыб показано [6, 12, 13, 22], что у молоди, ранний онто-

генез которой проходил в экологически более сложных условиях (в естественных водоемах – по сравнению с прудами, в прудах – по сравнению с бассейнами), более высокий уровень развития ЦНС. Чем раньше и на более длительный срок животные помещаются в те или иные условия, тем сильнее влияние этих условий на развитие функциональных параметров ЦНС. Даже наличие течения в бассейне позволяет снизить уровень негативного воздействия на развитие молоди сенсорной обедненности среды [22]. Особи, постоянно содержащиеся в потоке, обладают впоследствии лучшими способностями к выработке и сохранению условно-рефлекторных навыков, характеризуются повышенным содержанием и синтезом РНК в клетках нервной ткани [22].

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 ее выживаемости после выпуска.

При искусственном воспроизводстве осетровых рыб данная проблема решается с помощью пересадки подросшей молоди из бассейнов в пруды, где она выдерживается до выпуска в естественный водоем. Наличие в прудах ограниченной видимости, относительно сложного рельефа дна, перепадов освещенности, температуры, газового режима, наряду с разнообразием и неравномерностью распределения кормовых организмов, создают 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 оптимальной длительности содержания молоди в бассейнах перед выпуском в естественный водоем.

Цель работы – сравнительный анализ темпа роста и питания молоди стерляди, которую до выпуска в пруд разное время содержали в заводских бассейнах.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперимент проводили в 2010 г. на Чернозаводском рыбноводном заводе (Ярославская обл.), где выращивают молодь стерляди *Acipenser ruthenus* L. с целью ее искусственного воспроизводства. Молодь выпускают в речную часть Горьковского водохранилища в сентябре–октябре. Технология выращивания предусматривает пересадку молоди стерляди, перешедшей на внешнее питание, в установку с замкнутым типом водоснабжения (УЗВ) [6]. Ее использование позволяет в наиболее короткие сроки получить подрощенную молодь [16] с последующей пересадкой в адаптационные пруды, из которых она после трехмесячного содержания выпускается в естественную среду.

Массовый выклев молоди произошел 19 мая, после чего молодь поместили в стандартные пластиковые бассейны ИЦА – 17Н (2000 × 2000 × 700 мм) с рабочим объемом 2 м<sup>3</sup>. Начальная плотность содержания молоди 12 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Молодь выращивали при температуре 23°C. После перехода на внешнее питание ее кормили артемией. Через 3 сут начали добавлять стартовый корм Aller Futura “0”, постепенно доводя его долю до 50% задаваемой суточной нормы. Этой смесью молодь кормили в течение 30 сут. В первые сутки корм задавали каждый час, затем – каждые 2 ч, в дальнейшем каждые 4 ч. Перед пересадкой в пруды молодь перевели на корм фирмы BioMar INICIO Plus G с периодичностью кормления 6 ч. Объем задаваемого корма устанавливали в соответствии с рекомендациями производителя. При раздаче корма осуществляли визуальный контроль за его потреблением. Выращивание про-

должалось до 24 июня (до средней массы особи 0.5 г), после чего молодь выпустили в пруды.

Для проведения эксперимента в двух бассейнах оставлено 1000 особей (900 особей для проведения эксперимента и 100 – на случай отхода). Их продолжали содержать при температуре 23°C и кормить кормом фирмы BioMar INICIO Plus G с периодичностью кормления каждые 6 ч. Первую группу особей (300 экз., группа В1) выпустили в пруд площадью 2500 м<sup>2</sup> (50 × 50 м) 10 июля. Вторую группу (300 экз., В2) пометили подрезанием первой половины лучей анального плавника и выпустили в этот же пруд 10 августа. Третью группу особей (300 экз., В3) пометили подрезанием второй половины лучей анального плавника и выпустили 10 сентября. При контрольных обловах по этим меткам определяли время выпуска в пруд каждой пойманной особи. С момента выпуска первой группы в пруду 1 раз в месяц отбирали пробы планктона и бентоса. У молоди стерляди, отловленной мальковой волокушей, исследовали содержимое желудочно-кишечного тракта, измеряли длину и массу тела. Рыб содержали в пруду до спуска воды (6 октября), у отловленной молоди измерили длину и массу и проанализировали содержимое желудочно-кишечных трактов.

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

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Молодь первого выпуска в конце периода прудового содержания превосходила молодь второго и третьего выпусков по массе (В1 > В2,  $p < 0.001$ ; В1 > В3,  $p < 0.05$ ) и длине тела (В1 > В2,  $p < 0.001$ ; В1 > В3,  $p < 0.05$ ) (рис. 1). Особи второго и третьего выпусков не имели достоверных различий ни по массе ( $p = 0.19$ ), ни по длине тела ( $p = 0.21$ ).

Динамика размеров и массы тела в течение периода прудового выращивания у молоди первого выпуска описана сложной кривой, поскольку ее выпуск в пруд пришелся на аномально теплый июль. Средняя температура воды в прудах составила 26°C, в самые жаркие дни вода прогревалась до 30°C. В это же время в бассейнах температура оставалась близкой к 24°C, так как вода в них поступала из реки с глубины 4 м. Линейный рост молоди в пруду был достоверно ниже, чем у молоди в бассейнах (в пруду В1 –  $13.3 \pm 0.2$  см, в бассейне В2 и В3 –  $15.1 \pm 0.7$  см,  $p < 0.05$ ), масса молоди в пруду также была ниже, но различия были недостоверны (рис. 2).

В августе после окончания жаркого периода у особей первого выпуска наблюдалось увеличение приростов длины и массы. К началу сентября особи превосходили молодь из бассейнов в сред-

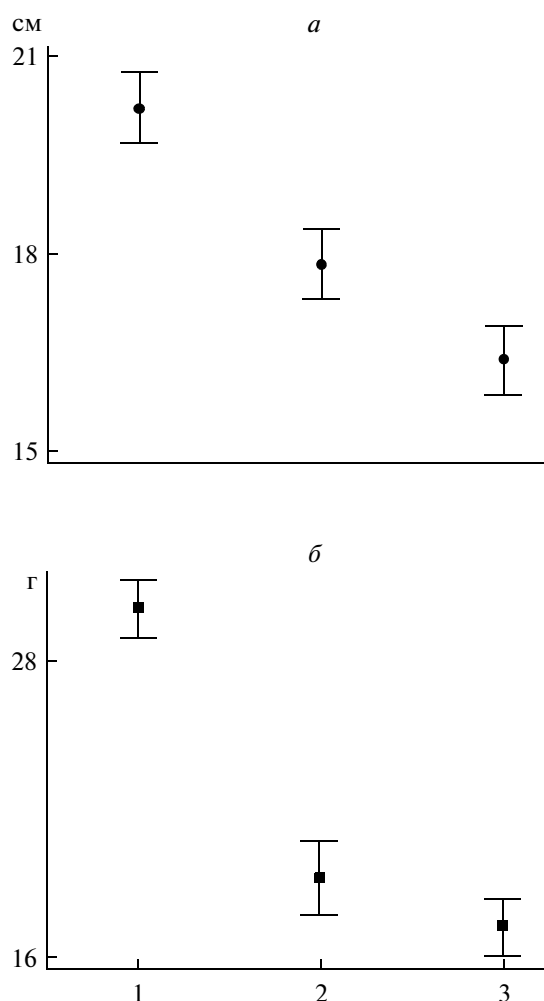


Рис. 1. Длина (а) и масса (б) молоди стерляди разных сроков выпуска к концу периода прудового выращивания: 1–3 – номера выпусков.

нем на 8 г по массе ( $p < 0.05$ ) и на 20 мм – по длине ( $p < 0.05$ ).

Когда состоялся второй выпуск, температура воды в пруду не превышала 23°C. В начале сентября разница между этой молодью и молодью, оставшейся в бассейнах, по длине была недостоверной (в пруду В2 –  $16.9 \pm 4.7$  см, в бассейнах

В3 –  $16.1 \pm 1.2$  см,  $p = 0.37$ ), различия по массе фактически отсутствовали (рис. 2).

При третьем выпуске из бассейнов в пруд выпущена оставшаяся молодь, поэтому приросты оценивали относительно массы и длины, зафиксированных при ее выпуске. К 6 октября у молоди третьего выпуска достоверного прироста длины не отмечено, наблюдали тенденцию к снижению индивидуальной массы с  $18.0 \pm 3.5$  г до  $16.4 \pm 2.3$  г ( $p = 0.43$ ) (рис. 2).

Окончательная плотность посадки (после выпуска третьей группы) составила 0.36 экз./м<sup>2</sup>, что ниже рекомендуемой плотности посадки осетровых в пруды при питании только естественной пищей [33]. Контроль за состоянием кормовой базы в экспериментальном пруду показал отсутствие связи между динамикой обилия основных кормовых организмов и увеличением численности молоди в пруду ( $r = 0.08$ ,  $p = 0.75$ ). Следовательно, снижение темпа роста стерляди третьего и второго выпусков не связано с увеличением плотности посадки рыб в экспериментальном пруду.

Качественный состав беспозвоночных, которых молодь стерляди разных сроков выпуска использовала в пищу, был сходным. Основу питания составляли личинки хирономид и поденок. Часто отмечались в питании личинки комаров *Chaoborus* sp., водяные клопы сем. Corixidae, личинки стрекоз, нематоды и планктонные организмы.

Содержимое желудочно-кишечного тракта у молоди стерляди разных сроков выпуска в конце периода прудового содержания различалось в количественном отношении. Индекс наполнения у молоди первого и второго выпусков был достоверно выше, чем у молоди третьего выпуска. Максимальные частные индексы наполнения у молоди первого выпуска отмечены для личинок хирономид и личинок поденок (см. таблицу). Для остальных организмов, среди которых доминировали клопы сем. Corixidae ( $3.0 \pm 1.9^{0/000}$ ), этот индекс составлял  $>3.25^{0/000}$ . У молоди второго и третьего выпусков частный индекс для личинок хирономид был в  $>2$  раза ниже, чем у молоди первого выпуска, а для водяных клопов

Общий и частные индексы наполнения желудочно-кишечных трактов у молоди стерляди разных выпусков к концу периода прудового выращивания

Группа молоди	Индекс наполнения, <sup>0/000</sup>	Частные индексы наполнения, <sup>0/000</sup>				
		Личинки		Нематоды	<i>Chaoborus</i> sp.	Клопы сем. Corixidae
		хирономид	поденок			
В1	$43.1 \pm 15.2$	$22.2 \pm 8.8$	$17.5 \pm 7.1$	$0.25 \pm 0.090$	$0.1 \pm 0.02$	$3.0 \pm 1.9$
В2	$40.7 \pm 10.4$	$10.5 \pm 4.9$	$18.8 \pm 6.3$	$0.02 \pm 0.011$	$0.3 \pm 0.07$	$11.1 \pm 3.8$
В3	$23.9 \pm 6.8$	$7.2 \pm 3.1$	$9.9 \pm 6.1$	$0.02 \pm 0.004$	$0.5 \pm 0.05$	$6.2 \pm 1.7$

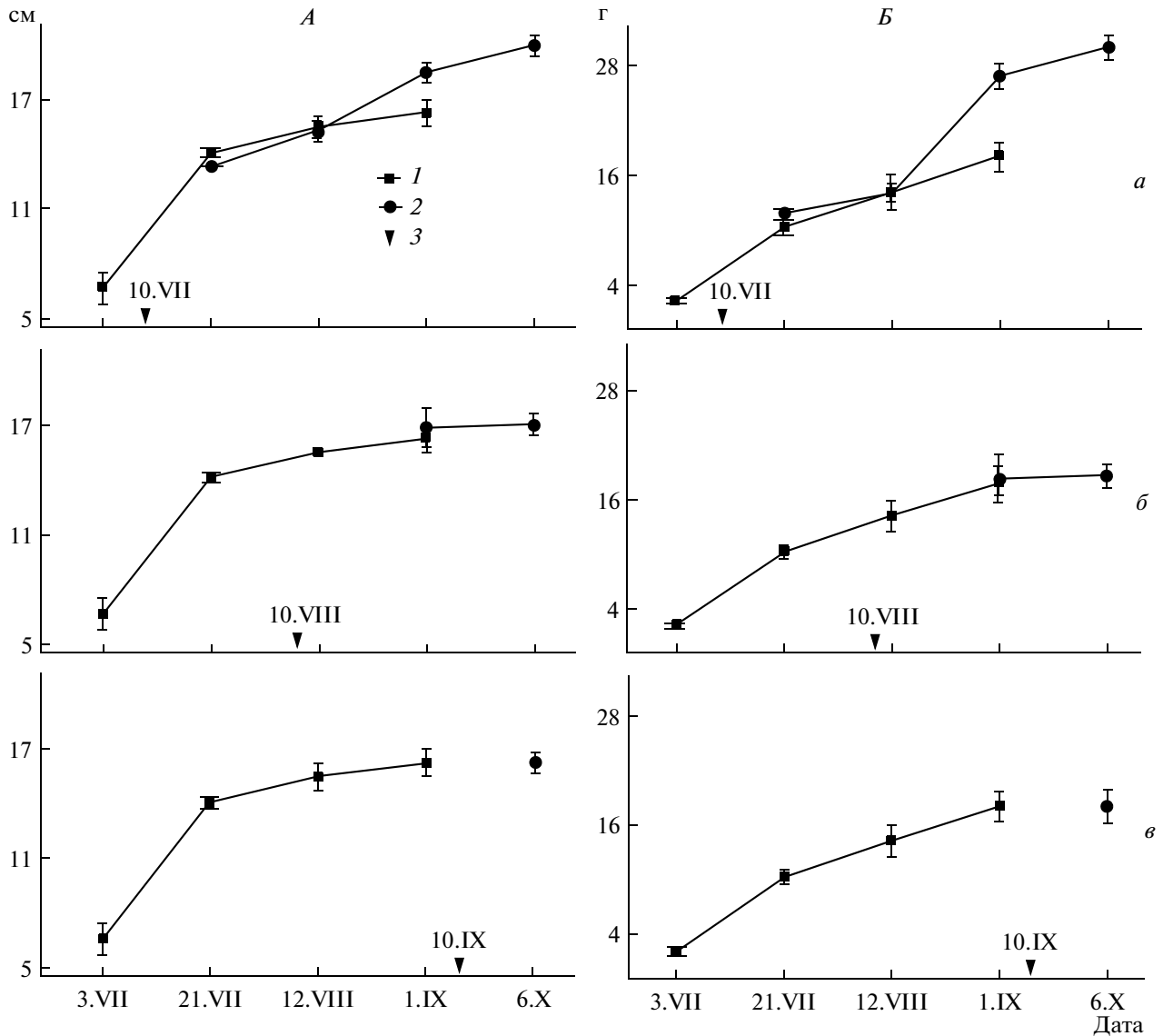


Рис. 2. Динамика длины (А) и массы (Б) тела молоди стерляди в бассейне (1) и пруду (2) при разных сроках выпуска: а – через 1 мес после выклева, б – через 2 мес, в – через 3 мес; 3 – дата выпуска каждой группы.

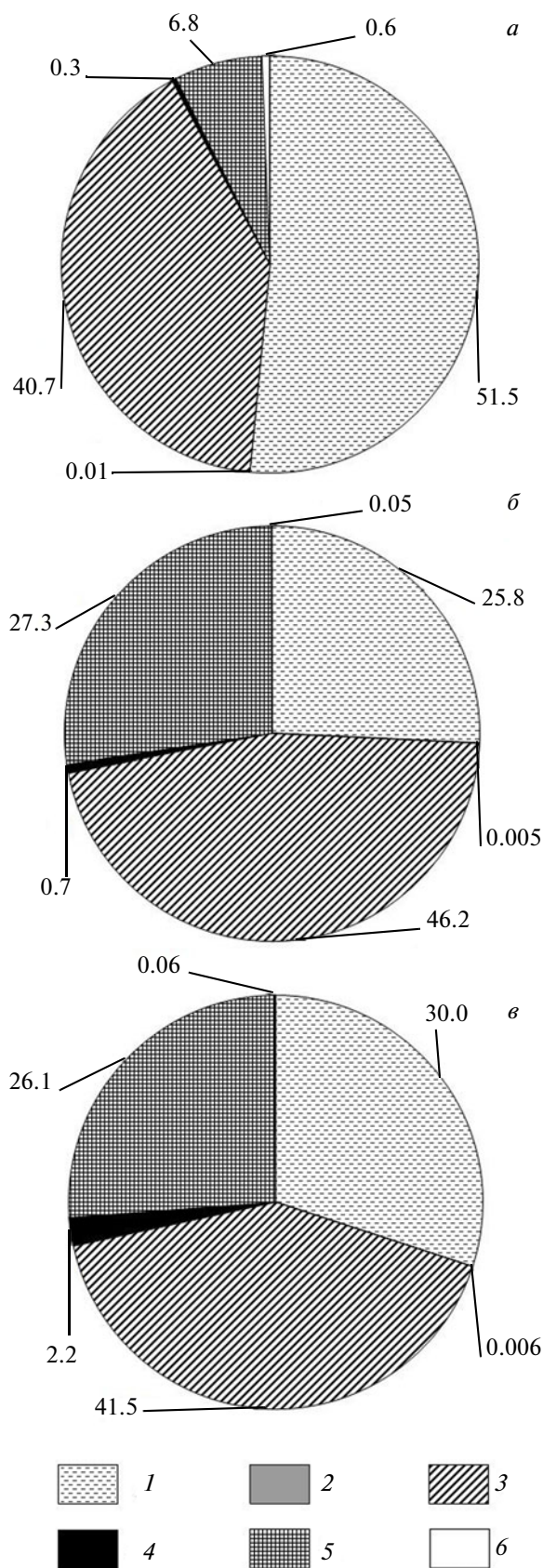
сем. Corixidae – в 2–4 раза выше. Кроме того, существенные различия наблюдались и в частных индексах для нематод: при незначительных абсолютных значениях этого показателя у молоди первого выпуска он был на порядок выше, чем у молоди второго и третьего. Частные индексы для планктонных организмов у особей указанных групп были очень низкие и достоверно не различались.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В июле, когда выпустили первую группу молоди, средняя температура воды в пруду была очень высокая (26°C). Это не привело к гибели молоди стерляди, но, по-видимому, стало причиной за-

медления ее роста. В дальнейшем при понижении температуры рост восстановился и оказался выше, чем у особей второго и третьего выпусков, которые в это время находились в оптимальных температурных условиях в бассейнах рыбоводного завода. В экспериментальных прудах Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства в 1948 г. температура в прудах поднималась до 30°C, при этом стерлядь также выжила без отхода и к концу лета показала относительно высокие приросты [30].

При определении температурного оптимума в термоградиентной установке [27] молодь стерляди в течение всего эксперимента активно посещала отсеки с температурой от 16 до 30°C, но избираемая температура составила  $23.6 \pm 0.2^\circ\text{C}$ . По другим



наблюдениям [10], оптимальная температура питания стерляди находится в диапазоне 11.2–21.7°C. Следовательно, молодь стерляди может пережить повышение температуры до 30°C, но температуры, при которых она эффективно питается, значительно ниже этого значения.

Если бы не экстремально высокие температуры, которые держались фактически весь июль, разница в длине и массе особей первого выпуска по сравнению с особями второго и третьего выпусков была еще более существенной. Такое сравнение не вполне корректно, поскольку отставание в росте особей, длительное время находившихся в заводских бассейнах, могло быть результатом условий их содержания в бассейнах. Наиболее показателен период совместного прудового содержания молоди всех выпусков, длившийся с начала сентября до начала октября. Только у молоди первого выпуска за это время зарегистрированы достоверные приросты длины (18 мм) и массы (4 г) тела. Особи второго выпуска имели низкие и статистически недостоверные приросты (9 мм и 0.9 г соответственно), а у особей третьего выпуска при отсутствии прироста длины наблюдалось снижение массы (–1.5 г). Поскольку молодь всех выпусков в течение этого периода находилась в одном и том же пруду, различия в приростах, по-видимому, обусловлены качеством самой молоди, и в первую очередь ее способностью эффективно добывать корм в прудовых условиях.

Высокие индексы наполнения желудочно-кишечных трактов отмечены у молоди первого и второго выпусков, низкие – у молоди третьего. Однако по соотношению отдельных групп кормовых организмов содержимое желудочно-кишечных трактов молоди первого выпуска значительно отличалось от остальных. В ее питании доминировали личинки хирономид (рис. 3), несколько меньше была доля личинок поденок. Остальные организмы составляли крайне незначительную часть содержимого. У молоди второго и третьего выпусков личинки хирономид составляли <1/3 содержимого. Доминировали личинки поденок, треть содержимого состояла из клопов сем. Corixidae и личинок комаров *Chaoborus* sp.

Полученные результаты показывают, что пища молоди первого выпуска на 52.2% состояла из организмов инфауны, обитающих в толще донного субстрата, тогда как у рыб второго и третьего вы-

←  
**Рис. 3.** Доля (%) организмов в содержимом желудочно-кишечных трактов молоди стерляди разных сроков выпуска к концу периода прудового выращивания: 1 – личинки хирономид, 2 – планктон, 3 – личинки поденок, 4 – личинки *Chaoborus* sp., 5 – водяные клопы сем. Corixidae, 6 – нематоды. Остальные обозначения, как на рис. 2.

пусков доля этих организмов не превышала 30%, доминировали беспозвоночные эпибентоса, обитающие на поверхности дна. На преимущественное питание стерляди первого выпуска инфауной указывает и существенно большее содержание в их желудочно-кишечных трактах нематод (см. таблицу).

В естественных условиях молодь стерляди с момента перехода на активное питание начинает потреблять бентосные организмы, в основном личинок хирономид [9]. В Волгоградском водохранилище на долю бентоса в питании стерляди приходится 80% массы пищевого комка, >20% которого составляют личинки хирономид. Из 44 видов этих личинок, отмеченных в бентосе водохранилища, в пище стерляди встречались 26 видов, в основном пелофильные формы [10]. По данным работы [11], в р. Свияга основным компонентом питания стерляди были личинки и куколки хирономид (61%). В других районах ареала этого вида представители отр. Diptera и, в частности, хирономиды, также составляют основу питания сеголетков в течение нагульного сезона [3, 4, 20, 23, 26, 29].

Только снижение биомассы бентоса, например в результате массового вылета хирономид, сопровождается сменой доминирующих групп организмов в питании молоди стерляди [4, 23, 26, 29]. Но даже при наличии выраженного преобладания определенного кормового объекта спектр питания стерляди достаточно широк [10, 11, 17, 20, 23, 29, 32]. В Волгоградском водохранилище, несмотря на значительное доминирование хирономид, видовой состав пищи стерляди насчитывал 69 различных кормовых объектов. Самыми многочисленными были личинки ручейников, затем олигохеты, личинки стрекоз, веснянок, поленок и других насекомых. Кроме того, встречались моллюски, среди которых наиболее обычны дрейссена (*Dreissena polymorpha* Pallas) и различные виды сфериид [10]. В р. Свияга у молоди стерляди, помимо личинок хирономид, встречались личинки других насекомых, а также пиявки, олигохеты и моллюски [11]. В р. Сура пища стерляди массой от 600 до 3.5 тыс. г на 90.2–100% по массе состояла из личинок и куколок хирономид. Кроме них, встречались мелкие сферииды, ручейники, двукрылые [20]. В р. Северная Двина питание стерляди почти полностью (на 99.4%) состояло из личинок насекомых – двукрылых Diptera (71.0%), ручейников Trichoptera (21.6%) и поленок Ephemeroptera (6.8%). Среди двукрылых доминировали личинки хирономид Chironomidae (70.7%). Личинки симуллиид Simuliidae (0.2%) и мокрецов Heleidae (0.1%) были единичны [23].

Следовательно, спектр питания молоди первого выпуска в большей степени, чем у второй и третьей групп, соответствовал спектру питания ди-

кой стерляди в естественных условиях, т.е. широкий спектр пищевых организмов с выраженным доминированием личинок хирономид.

Сходная ситуация описана и для молоди семги (*Salmo salar* L.) [35]. При сравнении питания дикой и заводской молоди оказалось, что у заводских рыб в пищевом комке доминировали личинки ручейников с домиками, куколки и имаго различных насекомых, которые для дикой молоди случайные или второстепенные объекты питания. Кроме того, у заводской молоди наблюдался высокий процент содержания непищевых частиц. Дикая молодь предпочитает питаться “легкими” беспозвоночными, которые сносятся по течению, т.е. дрейфом. Она способна удовлетворить свои пищевые потребности, схватывая пищевые частицы в сложных гидродинамических условиях в присутствии конкурентов и хищников. У заводских рыб подобные навыки недостаточно развиты, к тому же они чаще, чем дикие особи, путают съедобные и несъедобные частицы дрейфа. В результате заводская молодь вынуждена использовать нетипичный для дикой молоди лососевых способ питания – собирать не свойственные ей кормовые организмы со дна или с камней. Это приводит к тому, что изначально более упитанная заводская молодь семги уже за первые 40 сут после выпуска в реку теряет до 50% полостного жира [1, 19, 34].

Спектр питания молоди второго и третьего сроков выпуска в наименьшей степени соответствовал естественному спектру питания стерляди. Кроме того, у молоди второго выпуска приросты были минимальными, у третьего – масса тела снижалась. По данным Р.Ю. Касимова [12], длительное содержание молоди в бассейнах не позволяет получить молодь с достаточно развитыми навыками для эффективного функционирования в естественной среде. По его мнению, у дикой молоди севрюги в быстро текущей и мутной речной воде быстрее вырабатываются условные рефлексы на химические раздражители, а у заводской молоди, до выпуска содержащейся в прозрачной воде бассейнов, – на зрительные. Поскольку в естественной среде основная функциональная нагрузка при добывании пищи ложится на обонятельный анализатор, то заводская молодь значительно проигрывает дикой в эффективности добывания пищи.

Снижение эффективности пищевого поведения заводской молоди стерляди, по-видимому, действительно связано с непропорциональной информационной нагрузкой на рецепторы в заводских условиях. В ходе поиска пищи животное отыскивает те ключевые раздражители, точнее, их комбинации (т.е. пусковые ситуации), которые приводят его к нахождению и потреблению кормовой частицы [31]. В заводских условиях далеко

не на все ключевые раздражители вырабатываются адекватные поведенческие реакции, необходимые при последующем поиске пищи в естественной среде.

У осетровых рыб обоняние играет роль ведущего дистантного органа чувств, с помощью которого они получают информацию о присутствии кормовых объектов и мест их локализации в водоеме [24]. 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 [15]. 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 [15]. Способность к дифференцированному восприятию различных вкусовых химических стимулов возникает у молоди осетровых рыб в первые несколько суток после перехода к активному питанию [14]. 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 [8]. О возможной роли органов электрорецепции в поведении личинок осетровых рыб свидетельствует раннее появление у них многочисленных ампулярных рецепторов [21].

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 условиях постоянной циркуляции воды в бассейнах, когда запах корма быстро распространяется по всему бассейну, невелика. Фактически бесполезны и органы электрорецепции, предназначенные для восприятия чрезвычайно слабых электрических полей природного происхождения [25]. В естественных условиях они позволяют осетровым находить добычу — беспозвоночных, которые эти поля генерируют будучи живыми. Кроме того, в условиях завода на эти высокочувствительные рецепторы, вероятно, могут действовать сильные электрические поля многочисленных электроприборов, что также не способствует выработке полезных в естественных водоемах условных рефлексов на слабые электрические раздражители.

Формирование 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 [15]. Следовательно, при более длительном развитии молоди в условиях сенсорной депривации у нее закрепляются неадекватные поведенческие навыки на эти раздражители.

Отсутствие или недоразвитие поведенческих навыков поиска пищи с использованием обоняния и электрорецепции значительно снижает эффективность поискового поведения заводской молоди стерляди. Особенно негативно это должно отразиться на поиске организмов инфавны, которые, находясь в толще субстрата, плохо регистрируются вкусовыми и тем более тактильными рецепторами. Это подтверждает проведенный эксперимент: для молоди самого позднего выпуска характерны минимальные индексы наполнения, отсутствие прироста массы и размеров тела, а также спектр питания, сильно отличающийся от такового в естественных условиях. В питании этой группы преобладали организмы эпибентоса, которых рыбы могли обнаружить с помощью вкусовых и тактильных рецепторов, в то время как доля беспозвоночных инфавны, для поиска которых необходимы обоняние и электрорецепция, была минимальной.

**Выводы.** Уровень информационной обогащенности среды, в которой выращивается молодь рыб на ранних стадиях онтогенеза, — один из определяющих факторов, способствующих развитию у нее 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бакштанский Э.Л., Задорина В.М., Лоенко А.А.* Характеристика ската и особенности заводской и дикой молоди семги в р. Лувеньге // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Матер. семинара. Петрозаводск, 1981. С. 147–150.
2. *Бизольд Д.* Закономерности ранних этапов развития мозга // Роль сенсорного притока в созревании функций мозга. М.: Наука, 1987. С. 5–10.
3. *Болдина И.К.* О питании стерляди в Горьковском водохранилище // Тр. Ин-та биологии водохранилищ. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. Вып. 4(7). С. 272–280.
4. *Болдина И.К.* Некоторые особенности биологии стерляди в Куйбышевском водохранилище // Биология рыб Волжских водохранилищ. М.; Л.: Наука, 1966. С. 119–130.
5. *Волохов А.А., Шимко И.А.* Функциональное и структурное развитие мозга в условиях обогащен-



- ной внешней среды // Развивающийся мозг и среда. М.: Наука, 1980. С. 9–38.
6. Герасимов Ю.В., Васюра Л.Е., Стрельникова А.П. Современное состояние стад стерляди в водоемах Верхней Волги и перспективы их искусственного воспроизводства // Состояние популяции стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. М.: Федерал. агентство по рыболовству, 2004. С. 59–74.
  7. Герасимов Ю.В., Столбунов И.А. Влияние условий среды разной обогатненности в раннем онтогенезе на пищевое и оборонительное поведение молоди леща *Abramis brama* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. 2007. Т. 47. № 2. С. 253–261.
  8. Драгомиров Н.И. Основные черты возрастных изменений в поведении личинок осетровых рыб // Докл. АН СССР. 1953. Т. 93. № 4. С. 725–728.
  9. Желтенкова М.В. Питание осетровых рыб южных морей // Тр. Всерос. НИИ рыб. хоз-ва и океаногр. 1964. Т. 54. С. 9–48.
  10. Загора Л.П. Питание стерляди Волгоградского водохранилища и использование ею кормовой базы водоема: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: Гос. НИИ озер и реч. рыб. хоз-ва, 1974. С. 9–11.
  11. Капкаева Р.З., Хайбуллина Д.А. Питание стерляди в условиях зарегулированного стока р. Волги // Осетровое хозяйство водоемов СССР. Астрахань: КаспНИИ рыб. хоз-ва, 1989. Ч. 1. С. 130–131.
  12. Касимов Р.Ю. Сравнительная характеристика поведения заводской и дикой молоди осетровых в раннем онтогенезе. Баку: Элм, 1980. 135 с.
  13. Касимов Р.Ю., Обухов Д.К., Рустамов Э.К. Особенности постэмбрионального формирования конечного мозга и условнорефлекторных реакций у осетровых рыб // Вопр. ихтиологии. 1986. Т. 26. № 3. С. 427–434.
  14. Касумян А.О., Кажлаев А.Л. Поведенческая реакция молоди осетровых рыб на естественные химические пищевые сигналы // Хемочувствительность и хемокоммуникация рыб. М.: Наука, 1989. С. 167–174.
  15. Касумян А.О., Кажлаев А.А. Формирование поисковой поведенческой реакции и обонятельной чувствительности к пищевым химическим сигналам в онтогенезе осетровых рыб (Acipenseridae) // Вопр. ихтиологии. 1993. Т. 33. № 2. С. 271–280.
  16. Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М., 1999. 62 с.
  17. Лукин А.В. Основные черты экологии осетровых в Средней Волге // Тр. о-ва естествоиспыт. при Казан. ун-те. 1947. Т. 57. Вып. 3–4. Ч. 1. С. 45–104.
  18. Мильштейн В.В. Осетроводство. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1982. 152 с.
  19. Митанс А.Р. Поведение, питание и рост заводской молоди после выпуска в реку // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. Рига, 1970. Вып. 7. С. 108–111.
  20. Ненашев Г.А., Блинов Ю.В., Клевакин А.А., Минин А.Е. Состояние запасов и перспективы восстановления численности стерляди в Чебоксарском водохранилище // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. М.: Федерал. агентство по рыболовству, 2004. С. 193–201.
  21. Никольская М.П. Развитие системы ампулярных рецепторов у осетрообразных рыб (Chondrostei, Acipenseriformes) и ее функциональное значение // Сигнализация и поведение рыб. Апатиты: Изд-во Кольск. фил. АН СССР, 1985. С. 46–56.
  22. Никоноров С.И., Витвицкая Л.В. Эколого-генетические проблемы искусственного воспроизводства осетровых и лососевых рыб. М.: Наука, 1993. 254 с.
  23. Новоселов А.П. Стерлядь бассейна реки Северная Двина // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. М.: Федерал. агентство по рыболовству, 2004. С. 160–173.
  24. Павлов Д.С., Сбикин Ю.Н., Попова И.К. Роль органов чувств при питании молоди осетровых рыб // Зоол. журн. 1970. Т. 49. Вып. 6. С. 872–880.
  25. Протасов В.Р., Бондарчук А.И., Ольшанский В.М. Введение в электроэкологию. М.: Наука, 1982. 336 с.
  26. Рождественская А.Д. Выращивание стерляди в прудах // Некоторые вопросы осетрового хозяйства Каспийского бассейна. М.: Центр. НИИ осетр. хоз-ва, 1966. С. 40–41.
  27. Смирнов А.К. Избираемая температура молоди стерляди *Acipenser ruthenus* L. // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Матер. XXVIII Междунар. конф. Петрозаводск: Карельск. науч. центр РАН, 2009. С. 142–145.
  28. Смирнова Е.С., Герасимов Ю.В. Влияние условий среды в период раннего онтогенеза на формирование оборонительного поведения у молоди плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) // Вопр. ихтиологии. 2010. Т. 50. № 1. С. 130–140.
  29. Стрельникова А.П. Питание молоди стерляди *Acipenser ruthenus* (Acipenseridae) в среднем течении реки Дунай // Вопр. ихтиологии. 2012. Т. 52. № 1. С. 1–6.
  30. Суховерхов Ф.М., Королева В.М., Писаренкова А.С. Особенности выращивания и зимнего содержания стерляди в прудах // Избр. тр. Всерос. НИИ пресновод. рыб. хоз-ва. 2002. Кн. 1. Т. 1, 2. С. 41–48.
  31. Фабри К.Э. Основы зоопсихологии. М.: Изд-во МГУ, 1976. 287 с.
  32. Фомин Г.П. Питание молоди стерляди в прудах // Тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1983. Вып. 208. С. 89–95.
  33. Черфас Б.И. Рыбоводство в естественных водоемах. М.: Пищепромиздат, 1956. 458 с.
  34. Шустов Ю.А., Щуров И.Л., Смирнов Ю.А. О сроках адаптации заводской молоди семги к речным условиям // Вопр. ихтиологии. 1980. Т. 20. Вып. 4 (123). С. 758–761.
  35. Orlov A.V., Gerasimov Yu.V., Lapshin O.M. The feeding behaviour of cultured and wild Atlantic salmon, *Salmo salar* (L.), in the Louvenga River, Kola Peninsula, Russia // ICES J. Mar. Sci. 2006. V. 63. P. 1297–1303.



## **Growth and Feeding of Young Sterlet Sturgeon *Acipenser ruthenus* L. (Acipenseridae) in Pond at Different Duration of Their Preliminary Keeping in Basins**

**Yu. V. Gerasimov, O. L. Vasyura**

*Institute for Biology of Inland Waters RAS, 152742 Borok, Russia*

It is shown that the level of information richness of the environment where the fish are reared at the early stages of ontogenesis is one of the key-factors facilitating the development of the most important adaptive behavior patterns. Fish kept in the plastic tanks for a long period had minimum indices of stomach fullness, absence of weight and linear growth as well as the ration differed strongly from the natural one. Epibenthos organisms which are found when fish use tactile and gustatory receptors prevailed in the ration, while ratio of the infauna invertebrates which are found using olfactory sensors and electroreception was minimum. It is shown that prolonged development of fish in conditions of sensory deprivation leads to fixation of inadequate behavioral traits which complicates the process of conditionally-reflective switching when such fish enter the natural environment.

*Keywords:* artificial reproduction, sterlet, fish farming, pond culture, release terms, growth, feeding