

На правах рукописи

Дулина Анна Сергеевна

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ  
ЖАБРОНОГА STREPTOSERPHALUS TORVICORNIS (WAGA, 1842)  
И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ  
В ПРУДАХ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ**

Специальность 03.00.16. – «Экология»  
(биологические науки)

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидат биологических наук



Астрахань – 2005

Работа выполнена в Астраханском государственном университете

**Научный руководитель:** доктор биологических наук  
Владимир Прокофьевич Иванов

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор  
Александр Николаевич Неваленый  
доктор биологических наук, профессор  
Аркадий Федорович Сокольский

**Ведущая организация:** ФГУ «Севкаспрыбвод»

Защита диссертации состоится 29 декабря 2005 г. в «12» часов на заседании диссертационного совета Д 212.009.02 при Астраханском государственном университете по адресу: 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, ауд. 17.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Астраханского государственного университета

Автореферат разослан «23» ноября 2005 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
кандидат биологических наук, доцент  М. И. Пироговский

2006-У  
29471

2261567

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Почти полувековой опыт выращивания молоди на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) дельты Волги свидетельствует о том, что кормовая база прудов довольно напряженная. Через 30 – 45 дней выращивания молодь почти полностью истребляет кормовые ресурсы, и темп роста ее снижается. Поиски путей повышения продуктивности прудов и расширения ассортимента кормовых организмов ведутся давно. Именно с этой целью в 1969 году в пруды нескольких ОРЗ был вселен жаброногий рачок *Streptocephalus torvicornis* (WAGA, 1842) (Мильштейн, 1972), не встречающийся в естественных водоемах дельты Волги (Сокольский и др., 2005). Однако изучение результатов его акклиматизации и роли в питании молоди осетровых в последующие годы не проводилось. Это обусловило необходимость изучения биологии жабронога стрептоцефалюса в новых для него экологических условиях, а также возможности активного расселения этого рачка во все пруды ОРЗ дельты Волги в качестве ценного корма осетровых и других видов рыб.

**Цель работы** - изучение биологии жабронога *Streptocephalus torvicornis* в экологических условиях ОРЗ дельты Волги и определение перспективы его использования для повышения продуктивности прудов и решения задачи увеличения индивидуальной массы выращиваемой молоди.

**Задачи исследования:** 1. изучить характер развития *Streptocephalus torvicornis*, вселенного в пруды дельты Волги (на примере Кизанского осетрового рыбоводного завода); 2. выяснить значение жабронога стрептоцефалюса в питании молоди осетровых рыб; 3. установить влияние некоторых факторов среды на развитие стрептоцефалюса (температуры, солености, кислорода); 4. проанализировать и дополнить биологические и технологические методы биотехники разведения данного вида в рыбоводных прудах и в искусственных условиях.



**Научная новизна.** Впервые подробно изучен жизненный цикл *St. torvicornis* в прудах дельты Волги, показано, как изменяются длина и масса тела рачка, определены сроки его полового созревания, особенности размножения, а также численность и биомасса за время развития в рыбоводных прудах. Установлено, какую долю занимает жаброног в пище молоди осетровых рыб (на примере белуги и осетра). В ходе экспериментов выявлено влияние основных факторов среды на рост и созревание стрептоцефалюса.

**Практическая значимость.** В ходе проведенных исследований установлены некоторые особенности биологии и развития *St. torvicornis*, необходимые для направленного массового развития этого жабронога в прудах рыбоводных заводов на протяжении всего вегетационного периода в качестве корма для молоди осетровых рыб.

В работе проанализированы и обобщены сведения о наиболее эффективных способах разведения этого рачка в лабораторных условиях, а также в прудах и бассейнах рыбозаводов. Предлагаются рекомендации по вселению жабронога во все пруды осетровых рыбоводных заводов дельты Волги, что позволит повысить их продуктивность и расширить спектр кормовых организмов для молоди белуги, осетра, севрюги.

**Предмет защиты:** 1) эколого-биологические особенности развития стрептоцефалюса в прудах дельты Волги; 2) роль жабронога в питании молоди осетровых; 3) требования рачка к основным экологическим факторам.

**Апробация работы.** Основные положения диссертации доложены на итоговой научной конференции АГУ 2003 г., на VI Международной научной конференции «Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря» (Астрахань, 2003).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 7 работ.

**Структура и объем работы.** Диссертация изложена на 135 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, 7 глав, заключения, основных выводов, практических рекомендаций, приложений. Список лите-

ратуры содержит 130 источников. Работа иллюстрирована 27 рисунками и 20 таблицами.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### *Общая часть*

#### **Введение**

Одним из ведущих направлений современного рыбоводства является осетроводство. В последние десятилетия оно стало основным источником формирования стада каспийских осетровых (Иванов, 2000). Важной составной частью производства ценной белковой продукции становится товарное осетроводство (Васильева, 2000).

Ключевой проблемой при разведении ценных объектов аквакультуры является получение жизнестойкой молодежи, успех выращивания которой зависит от обеспечения хозяйств полноценными кормами. Наиболее полноценен и охотно потребляется рыбой всех возрастов живой корм, который служит поставщиком всех биологически активных веществ. Однако видовой ассортимент кормовых животных невелик, возможности культивирования ограничены, а их питательная ценность для молодежи каждого вида рыб неодинакова, поэтому важным является поиск новых ценных кормовых организмов.

В связи с этим, объектом наших исследований стал жаброног стрептоцефалос, вселенный в пруды некоторых рыбоводных заводов дельты Волги, но не получивший должного изучения в новых экологических условиях.

#### **Глава 1. Изучение биологии *Streptocephalus torvicornis*, его жизненного цикла и использование в рыбоводстве**

*Streptocephalus torvicornis* – представитель отряда голых жаброногих рачков (*Branchiopoda Anostraca*), относящийся к классу Ракообразных (*Crustacea*), типу Членистоногих (*Arthropoda*) (Иванов и др., 1985).

Еще в первой половине XX века В. И. Жадин указывал, что жаброногие – это обитатели внутренних временных водоемов, и в морях они не встречаются (Жадин, 1949). Уже тогда отмечались их необычные эколого-биологические особенности: небольшие размеры тела, короткий жизненный цикл, высокая репродуктивная способность, а также наличие плотной яичной оболочки, позволяющей переносить высыхание и промерзание (Жадин, Герд, 1961).

Стрептоцефалос на территории России впервые был обнаружен в период с 1949 - 1950 г.г. сотрудниками кафедры гидробиологии МГУ в лесозащитной полосе Камышин-Волгоград (Скадовский, 1953 б). Обилие этих животных натолкнуло на мысль о возможности использования их в качестве корма для рыб. Предпринятая в связи с этим в 1950 году попытка посадки мальков осетра в один из прудов Камышинского района, в котором развивалось значительное количество стрептоцефалосов, имела положительный результат (Скадовский, 1953 а).

Изучение питания молоди белуги в прудах Волгоградского осетрового завода показало, что наиболее ценным кормом для нее служит *St. torvicornis* (Служевская, 1975). То же можно сказать и о молоди осетра (Новикова, 1968).

В 1969 г. жаброног был вселен в некоторые пруды осетровых заводов дельты Волги (Мишельштейн, 1972), но результаты интродукции не изучались. По опросным сведениям он натурализовался в прудах Кизанского ОРЗ. Отмечено нахождение его на Лебяжьем ОРЗ (Мамедов, Козола, 1996). Опыт по интродукции этого рачка проведен также в прудах Нарвского рыбободного завода (Служевская, 1977). Однако широких масштабов культивирование *St. torvicornis* не получило.

В настоящее время методы культивирования в искусственных условиях, биология и другие вопросы наиболее полно разработаны для другого вида голых жаброногов – *Artemia salina*. Но артемия – это галофит, и ее

использование в пресноводной аквакультуре сопряжено с рядом трудностей. *Streptocephalus torvicornis* как пресноводный объект представляет большой интерес в качестве перспективного кормового компонента для молоди осетровых, причем, не только на личиночном этапе развития, но и для более взрослой молоди.

## **Глава 2. Экологическая характеристика рыбоводных водоемов дельты Волги**

В районе дельты Волги находится множество естественных и искусственных водоемов, временных и постоянных. К естественным водоемам относят ильмени, из искусственных наибольший интерес в аспекте нашей работы представляют рыбоводные пруды.

В дельте Волги функционируют 7 осетровых рыбоводных заводов, выпускающих около 50 млн. шт. молоди осетровых рыб.

Климатические особенности дельты Волги (большая продолжительность теплого периода, высокие температуры и хорошая прогреваемость воды в летнее время) и гидрохимический режим рыбоводных прудов (опресненность воды и достаточно высокое содержание растворенного кислорода) создают благоприятные условия для массового расселения жабронога стрептоцефалоса в водоемах рыбоводных хозяйств.

## **Глава 3. Материал и методы работы**

Исследовательская работа в прудах осетрового рыбозавода, осуществлялась в двух направлениях: 1. наблюдения за темпами роста и развитием *Streptocephalus torvicornis*, а также определение динамики его биомассы в прудах в течение рыбоводного периода; 2. изучение роли *Streptocephalus torvicornis* в питании молоди белуги и осетра.

Наблюдения за темпом роста, развитием данного рачка и другими особенностями его биологии проводились согласно методическим рекомендациям Вехова Н. В. (1989), Жадина В. И. (1960), а также опираясь на методическое пособие Котова А. А. и Боголюбова А. С. (1997).

Материал собирался в мае – июле 2004 и 2005 г. г. на прудах Кизанского ОРЗ. Сбор проб зоопланктона осуществляли методом процеживания, используя малую сеть Апштейна.

В прудах № 1, 2, 3 были взяты и обработаны 24 пробы в рыбоводный сезон 2004 года и 32 пробы – в 2005 году. В прудах № 13, 14, 15 взяли и обработали 21 пробу в 2004 году и 45 проб – в 2005 году.

Контрольные обловы молоди осетровых проводились один раз в 5 – 7 дней в прудах № 1, 2, 3 и 13, 14, 15 Кизанского ОРЗ. Исследовали по 5 экземпляров рыб из каждого пруда за один облов. Лов молоди производился малогабаритным мальковым тралом куринского типа. Мальки фиксировались 4% - ым формалином в стеклянной посуде и доставлялись в лабораторию для исследования питания.

Обработка материалов по питанию молоди велась количественно - весовым методом по методикам А. А. Шорыгина (1952), и Е.В. Боруцкого (1974), а также «Методическому пособию по сбору и обработке гидробиологических проб и материала по питанию молоди в прудах осетроводных заводов» (1988).

Для характеристики питания было проанализировано 42 экземпляра молоди белуги и 60 экземпляров молоди осетра в рыбоводный сезон 2004 года и 41 особь белуги и 60 особей осетра – в рыбоводный сезон 2005 года.

Эксперименты по выяснению влияния абиотических факторов на рост и развитие жабронога *St. torvicornis* проводились в лабораторных условиях. Материалом для экспериментов послужили яйца стрептоцефалоса, собранные в пене с поверхности воды только что залитого пруда на Кизанском ОРЗ. Яйца были тщательно высушены, очищены от крупного мусора и хранились в течение 8 месяцев.

Данные о темпах развития стрептоцефалоса и скорости продуцирования им яиц при разных отклонениях температуры, кислорода и солености получали путем ежедневных наблюдений.

По окончании наблюдений рачков фиксировали в 4 - % - м растворе формалина, после чего измеряли и взвешивали на торсионных весах типа ВТ до 500 мг.

Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики, определяя при этом достоверность разности выборочных средних с помощью критерия Стьюдента (Козак, 1995; Лакин, 1990).

#### *Результаты исследований и их обсуждение*

### **Глава 4. Развитие рачка стрептоцефалюса в условиях рыбоводных прудов дельты Волги (на примере Кизанского ОРЗ)**

Наблюдения за жизненным циклом стрептоцефалюса проводились в прудах раннего залития (с 5 мая, № 13, 14, 15) и позднего залития (с 10 мая, № 1, 2, 3). В первой группе прудов температура воды в первую неделю с момента заполнения прогревалась от 13 до 17,2°C в 2004 году, и от 11,8 до 19,9°C – в 2005 году. Температурный интервал в первую неделю функционирования прудов № 1, 2, 3 составил 18 – 20°C в 2004 году, и 18,8 – 18,5°C – в 2005 году.

В выростных прудах с *ранними сроками залития* массовый выклев науплиусов стрептоцефалюса из яиц наблюдался уже на следующие сутки после начала залития прудов при температуре воды 13°C. Если вода в прудах не прогревалась до такой температуры, то инкубация яиц немного растягивалась, и первых выклюнувшихся рачков отмечали только на 4 – е сутки с момента залития прудов. Выклев науплиев стрептоцефалюса был растянут почти на 10 суток, в связи с чем на протяжении первой половины срока функционирования прудов возрастной состав популяции стрептоцефалюса был представлен одновременно тремя жизненными формами: науплиальной, ювенильной и взрослой неполовозрелой. Половозрелой стадии рачки стрептоцефалюса достигали в 14 – 16 – дневном возрасте, имея при этом среднюю длину тела  $12,0 \pm 0,3$  мм и массу тела  $20,4 \pm 2,5$  мг. На момент сбрасывания воды из прудов, который соответствовал 39 – 41 – днев-

ному возрасту рачков, они достигали  $15,9 \pm 0,9$  мм в длину и имели массу тела  $35,2 \pm 5,3$  мг. Среднее количество яиц, выметываемых одной самкой стрептоцефалюса, увеличивалось с возрастом рачков (табл.1).

Таблица 1

Динамика длины и массы тела половозрелых стрептоцефалюсов и количество яиц в яйцевых мешках самок в прудах № 13, 14, 15

Возраст рачков, сутки	Среднее значение длины тела, мм	Среднее значение массы тела, мг	Среднее количество яиц в одной кладке, шт.
14 – 16	$12,0 \pm 0,3$	$20,4 \pm 2,5$	$17 \pm 2$
17 – 19	$12,1 \pm 0,5$	$20,6 \pm 1,3$	$20 \pm 2$
21 – 23	$13,5 \pm 0,2$	$20,8 \pm 2,8$	$21 \pm 2$
24 – 26	$14,1 \pm 0,1$	$23,9 \pm 1,2$	$24 \pm 3$
28 – 30	$13,5 \pm 0,6$	$24,7 \pm 0,7$	$31 \pm 3$
31 – 34	$16,4 \pm 0,7$	$23,4 \pm 2,3$	$30 \pm 2$
36 – 38	$15,5 \pm 0,6$	$28,2 \pm 2,8$	$34 \pm 3$
39 – 41	$15,9 \pm 0,9$	$35,2 \pm 5,3$	$41 \pm 3$

В прудах более поздних сроков заливки первые науплии стрептоцефалюса были зафиксированы уже на следующие сутки, когда температура воды превышала  $18^{\circ}\text{C}$ . Также как и в первой группе прудов, выклев был растянут более чем на 10 дней. Тем не менее, быстрый прогрев воды, связанный не только с повышением температуры воздуха, но и с постепенным характером заполнения прудов водой, сказался на продолжительности метаморфоза, который был завершен на 5 – 6 суток раньше, чем в прудах № 13, 14, 15. В связи с этим, по окончании первой недели функционирования выростников № 1, 2, 3 возрастной состав популяции стрептоцефалюса был представлен науплиальными и ювенильными особями. На исходе второй недели со дня начала заливки прудов появились половозрелые самки с заполненными яйцевыми мешками. Длина их тела составляла  $12,2 \pm 0,3$  мм, а масса –  $19,0 \pm 1,0$  мг. Таким образом, в выростниках, которые заполняли водой позже, репродуктивный период у жабронога наступил на 3 – е суток раньше. Однако возрастной состав популяции стрептоцефалюса был по-

прежнему неоднороден: помимо половозрелых рачков, в прудах присутствовали взрослые неполовозрелые особи, а также ювенильные формы. Между длиной и массой тела рачков, только что достигших половозрелости, и более зрелыми особями, значительных различий не было. Это объясняется непродолжительным периодом функционирования этих прудов. Рачки развивались в них до 30 – дневного возраста, достигнув длины тела  $14,3 \pm 0,8$  мм и массы тела –  $20,0 \pm 1,3$  мг. Продуктивные свойства жабронога тоже не достигли высоких показателей (табл. 2).

Таблица 2

Динамика длины и массы тела половозрелых стрептоцефалюсов и количество яиц в яйцевых мешках самок в прудах № 1, 2, 3

Возраст рачков, дни	Среднее значение длины тела, мм	Среднее значение массы тела, мг	Среднее количество яиц в одной кладке, шт.
11 – 13	$12,2 \pm 0,3$	$19,0 \pm 1,0$	$20 \pm 2$
14 – 16	$13,0 \pm 0,5$	$17,5 \pm 0,9$	$15 \pm 3$
17 – 19	$13,0 \pm 0,5$	$19,5 \pm 1,5$	$22 \pm 3$
20 – 22	$13,6 \pm 0,3$	$20,5 \pm 1,1$	$23 \pm 2$
24 – 26	$13,0 \pm 0,6$	$16,6 \pm 1,8$	$14 \pm 3$
27 – 29	$14,3 \pm 0,8$	$20,0 \pm 1,3$	$24 \pm 2$

Одновременно с наблюдениями за развитием стрептоцефалюса в прудах рыбоводного завода мы проводили наблюдения за жизненным циклом *St. torvicornis*, темпами его роста и развития в лабораторных условиях.

Результаты лабораторных исследований в целом соответствовали данным, полученным в ходе наблюдений за жаброногом в условиях, приближенных к естественным (в прудах ОРЗ). Вместе с тем, они дали возможность более детально проследить за процессом роста и созревания, а также определить количество кладок яиц, совершаемых одной самкой.

Динамика численности *St. torvicornis* в двух группах выростных прудов имела некоторые общие закономерности. После того, как в прудах начинался массовый выклев науплиусов стрептоцефалюса, численность данного жабронога нарастала на протяжении 10 – 11 суток. Ее значения в этот

период колебались от  $690 \pm 270$  до  $1020 \pm 475$  экз/м<sup>3</sup> воды. В последующий период численность стрептоцефалюса снижалась и к моменту спуска прудов (29-41 суток) составляла от  $158 \pm 28$  до  $279 \pm 104$  экз/м<sup>3</sup> воды.

*Биомасса жабронога* в прудах начинала нарастать постепенно и достигала самого высокого значения к концу первой – второй десятидневки ( $5,9 \pm 3,0$  г/м<sup>3</sup> - в прудах № 13, 14, 15 и  $15,1 \pm 6,4$  г/м<sup>3</sup> - в прудах № 1, 2, 3). После этого наблюдался спад биомассы рачка *St. torvicornis* до 2 – 4 г/м<sup>3</sup>. И, если отмечался некоторый подъем биомассы этого вида к концу его жизненного цикла до  $5,5 \pm 1,4$  г/м<sup>3</sup> (например, в прудах № 13, 14, 15), то это было связано с высокой массой тела рачка в 39 – 41 – дневном возрасте (табл. 1).

Данные, полученные в ходе изучения некоторых особенностей биологии *St. torvicornis* в прудах рыбоводных заводов (появление первых науплий в прудах, выявленные особенности развития и размножения рачка, его плодовитость, численность и биомасса), позволят регулировать время и сроки залития выростных прудов водой, а также добиться достаточно высокой биомассы этого рачка на протяжении всего вегетационного периода.

## **Глава 5. Роль стрептоцефалюса в питании молоди осетровых рыб**

Исследования проводились на Кизанском ОРЗ в рыбоводные сезоны 2004 и 2005 г.г.

Состав пищи молоди осетровых был представлен тремя группами организмов: 1. Голые жаброноги – *Anostraca* (*Streptocephalus torvicornis*), 2. Ветвистоусые рачки – *Cladocera* (*Daphnia magna* и *D. longispina*), 3. Личинки насекомых – *Chironomidae*.

Организмы, содержание которых в пищевом комке не превышало 10%, отнесли к категории “прочие”. К этой группе принадлежат: *Copepoda* – *Cyclops strenuus*, *Phyllopora* – *Leptostestheria*.

*Ранняя молодь белуги* (*Huso huso*) начинала активно потреблять рачка стрептоцефалюса сразу после зарыбления прудов. При первом контрольном облове (25 мая в 2004 году и 27 мая в 2005 году) у белуги в 20 – 22 – днев-

ном возрасте этот рачок составлял 36,7 – 49,1% от общего содержания пищи в пищевом комке. Интенсивность потребления стрептоцефалоса молодью белуги увеличивалась с возрастом рыбы, достигая 89,5 – 89,7% в пищевом комке к 32 – 33 – дневному возрасту. Те рыбы, у которых стрептоцефалос составлял больше половины от всего пищевого комка, имели высокие индексы наполнения, по сравнению с мальками, у которых в желудках преобладали хирономиды и дафнии. Это благоприятно сказывалось на темпе роста мальков: средняя длина молоди белуги за время подращивания в выростных прудах увеличилась почти в два раза (от 32,2 – 36,7 мм при первом контрольном облове до 66,7 – 89,7 мм – при последнем).

Что касается *молоди русского осетра* (*Acipenser gueldenstadtii* Br.), то при первом контрольном облове (4 июня в 2004 году и 1 июня в 2005 году) средний процент поедания ей стрептоцефалоса был почти в 2 раза меньше, чем у 20 – дневной белуги и составлял 25,4 – 39,9% от общего количества пищи в пищевом комке. В этот период, соответствовавший 25 – дневному возрасту, ранняя молодь осетра предпочитала свой традиционный корм – дафний и хирономид. Однако уже к 30 – 32 – дневному возрасту поедание стрептоцефалоса осетром резко возросло, достигая 52,4 – 66,8% в пищевом комке. При следующих контрольных обловах (15 – 16 июня и 21 – 22 июня) содержание жабронога от общего количества пищи в желудке немного понизилось, хотя и превышало 50%.

Средние значения длины тела молоди осетра, так же как и у белуги, увеличивались на протяжении рыбоводного сезона вдвое (от 28,8 – 36,8 мм при первом контрольном облове до 64,6 – 78,7 мм – при последнем).

Таким образом, жаброногий рачок стрептоцефалос являлся излюбленной пищей для молоди белуги и осетра, занимая более 50% в их пищевых комках. Молодь осетровых предпочитала данный вид корма, не смотря на значительную биомассу в прудах других кормовых организмов. При

этом средние значения длины тела и индексов наполнения желудков осетровых при бонитировочном учете были высокими.

Данные, полученные в ходе проведенных исследований, являются весомым аргументом для направленного формирования биомассы *Streptocephalus torvicornis* в качестве полноценного корма для осетровых рыб в прудах тех рыбозаводов, где он отсутствует. Особенно ценным является наличие этого рачка в прудах и в пищевых комках молоди осетровых с момента посадки ее в пруды и до конца выращивания.

#### **Глава 6. Влияние некоторых факторов среды на рост, развитие и продуктивность *Streptocephalus torvicornis***

При разведении стрептоцефалюса в лабораторных условиях или в прудах рыбоводного завода, необходимо создавать такие условия, в которых биомасса этого рачка была бы высокой и обеспечивала стабильность кормовой базы рыб разных видов. С этой целью мы провели эксперименты по влиянию на развитие стрептоцефалюса основных рыбоводных показателей: температуры воды, содержания кислорода и солености.

Влияние температуры. Наблюдения проводились в двух направлениях: изучение влияния температуры на рост, созревание и плодовитость стрептоцефала и изучение влияния температуры на развитие яиц рачка.

Самый короткий период существования рачков (4 суток) отмечался в температурном диапазоне 0 - 5°C. Немного дольше существовали рачки в температурном интервале 5 - 10°C (6 суток).

При наблюдении за стрептоцефалюсами в условиях, где температура колебалась в пределах от 10 до 20°C, первые мертвые рачки были отмечены на 4 – е сутки с момента начала опыта. Метаморфоз был очень затянут: рачки достигли ювенильной стадии только на 10 – 12 – е сутки. На протяжении всего времени наблюдений особи стрептоцефалюса были мало активны, часто их кишечники были пустыми, и репродуктивный период у них так и не наступил. Среднее значение длины тела у экспериментальных

рачков из этой группы оказались достоверно ниже, чем у стрептоцефалосов из контрольной группы (табл. 3).

Более интенсивные темпы роста и развития можно было наблюдать у рачков в температурном интервале 20 - 30°C (контроль). В 6 - 7 - и дневном возрасте они достигли ювенильной стадии. Спустя еще трое суток рачки приобрели все внешние признаки взрослых особей, за исключением размеров тела и наружных половых органов. Еще через двое суток у самцов были сформированы копулятивные органы, а у самок - яйцевые мешки в виде прозрачных капсул. Первые порции яиц в них появились через двое суток, то есть в 13 - 15 - ти дневном возрасте. За время опыта, который длился 35 суток, самки стрептоцефалюса успели отложить 7 - 8 порций яиц. Средние значения длины и массы тела, которых достигли контрольные рачки по окончании опыта, указаны в таблице 3.

Достаточно быстрый темп развития науплий *St. torvicornis* наблюдался при температуре воды от 30 до 35°C. Спустя трое суток, после того как рачков поместили в данные условия, у них был завершен метаморфоз. Через 10 - 12 суток у самок можно было наблюдать сформированные яйцевые мешки, хотя репродуктивный период еще не наступил. Первые порции яиц в мерсупиальных сумках самок появлялись на 13 - 15 - е сутки с момента выклева. Однако отмечалась большая смертность рачков, и из 16 науплий до половозрелости выжили только 7 особей. Кроме того, средняя длина жаброногов оказалась достоверно ниже, чем у контрольных рачков (табл. 3). Причем, возраст рачков на момент окончания опытов во всех температурных интервалах (10 - 20, 20 - 30°C и 30 - 35°C) был примерно одинаковый - 35 - 37 суток. Низкими были и репродуктивные показатели рачков: количество яиц в яйцевых мешках самок не превышало 8 штук.

Таблица 3

Влияние температуры на длину и массу экспериментальных рачков

Показатели	Температурные интервалы		
	10 - 20°C	20 - 30°C Контроль	30 - 35°C
Ср. длина тела, мм	9,9±0,8*	13,2±0,5	8,9±0,9*
Ср. масса тела, мг	6,0±0,4	20,6±2,4	4,7±0,5

Примечание: \* - разность достоверна при  $p < 0,001$ .

Средние значения массы тела рачков, которых содержали при температуре 10 - 20°C и 30 - 35°C, были значительно ниже, по сравнению со стрептоцефалосами из контрольной группы, однако эти различия оказались недостоверными.

Нормальное развитие яиц стрептоцефалоса протекало в температурном интервале от 10 до 30°C. Однако, оптимальная температура, которая соответствовала короткому периоду развития яиц рачка и массовому выклеву науплий, составляла от 15 до 25°C. При понижении температуры период развития яиц *St. torvicornis* увеличивался, а в температурном диапазоне 5 - 10°C выклева вообще не наблюдалось. При повышении температуры до 30 - 35°C период развития яиц не очень велик, однако наблюдался выклев только единичных особей (2 - 4 науплия).

Влияние солености. *Streptocephalus torvicornis* - это пресноводный рачок. Наши собственные исследования показали, что пороговые значения солености для разных этапов онтогенеза этого рачка различны.

Соленость 1‰ уже угнетающе действовала на *науплиусов стрептоцефалосов*. Выживаемость рачков, содержащихся в воде с такой соленостью, составила 56%, в то время как в пресной воде выживали все науплии. У особей, которые смогли приспособиться к данным условиям среды, темпы роста и развития находились в пределах нормы: метаморфоз завершился на 3 - 4 - е сутки; первые самки с заполненными яйцевыми мешками появились на 13 - 14 - е сутки с момента выклева. За период наблюдений,

который длился 52 суток, самками было сделано 10 – 11 кладок. По окончании опыта взрослые половозрелые рачки (55 – 56 суток) имели среднюю длину и массу тела  $15,4 \pm 0,2$  мм и  $45,0 \pm 3,8$  мг, соответственно. Критическое значение солености для науплиусов стрептоцефалюса составляло 2‰. Самый продолжительный период выживания рачков достигал шести суток. Соленость, равная 3‰, для науплиусов *St. torvicornis* оказалась летальной. Продолжительность жизни рачков составила от 1 часа до 3 – х суток.

Для стрептоцефалюсов ювенильной стадии, летальной оказалась также соленость 3‰. Первых мертвых рачков можно было наблюдать уже на следующие сутки, а общий период существования достигал 4 – х суток. Еще более губительно сказывалось на особях стрептоцефалюсов 4 и 5‰ солености: последние отошедшие рачки были зафиксированы через 8 часов 15 минут и 3 часа 45 минут, соответственно. Предельные нормы солености, которые способны выдерживать ювенильные особи стрептоцефалюса, составляли 1 и 2‰. При солености 1‰ репродуктивный период у жаброногов наступил на 25 – 26 сутки, а при солености 2‰ – на 27 – 28 сутки с начала наблюдений. Самки, содержащиеся в первом сосуде, отложили 8 – 10 кладок, а самки, которых наблюдали во втором сосуде, - 7 – 9 кладок. Опыт длился 33 суток. По окончании опыта у рачков были измерены длина и масса тела. Средние значения этих величин оказались достоверно ниже, чем у контрольных животных (табл. 4).

Таблица 4

Влияние солености на длину и массу рачков ювенильной стадии

Показатели	Средние значения длины тела рачков, мм	Средние значения массы тела рачков, мг
Соленость		
1‰	$16,0 \pm 0,3^*$	$32,0 \pm 1,5^*$
2‰	$15,4 \pm 0,6^*$	$31,1 \pm 1,7^*$
Отстоянная водопроводная вода (Контроль)	$17,1 \pm 0,2$	$36,4 \pm 1,2$

Примечание: \* - различия достоверны при  $p < 0,01$ .

Наблюдения за *взрослыми половозрелыми особями стрептоцефалюса* показали, что критической соленостью для рачков данного возраста является 5‰. При солености 4, 3, 2 и 1‰ все рачки оставались живы до окончания наблюдений (на протяжении 26 суток). В то же время по мере увеличения солености плодовитость рачков снижалась. Кроме того, размерно-весовые показатели рачков из всех четырех экспериментальных групп были достоверно меньше, чем у особей из контрольной группы.

Влияние содержания кислорода в воде. Отношение к кислородному режиму *St. torvicornis* также мало изучено. Науплий жабронога помещали в три емкости с различной концентрацией кислорода в воде.

В емкости, где поддерживался относительно стабильный кислородный режим (8,5 – 8,9 мг/л) с помощью компрессора, на 4 – 5 – е сутки наблюдений отмечалась гибель нескольких рачков. В то же время, если в аналогичных условиях содержали взрослых особей стрептоцефалюса, рачки чувствовали себя удовлетворительно: они были активны, самки продуцировали яйца. В емкости «2» (контроль), где содержание кислорода изменялось от 8,4 до 4,2 мг/л, рачки оставались живы на протяжении всего эксперимента, и их темп развития соответствовал нормальным показателям. Аналогичные показатели были получены при содержании стрептоцефалюсов в сосуде «3», где уровень кислорода постепенно понижался от 6,9 до 2,2 мг/л за время наблюдений.

Изучение отношения стрептоцефалюса к температуре воды показало, что наиболее короткий срок инкубации яиц, массовый выклев науплиев и наибольшие темпы роста и созревания рачка отмечались в температурном интервале 15 - 25°C. Эксперименты по выяснению влияния солености установили, что данный вид является исключительно пресноводным и плохо переносит даже небольшое повышение солености (в пределах 1 - 2‰). Исследования по требованию к содержанию кислорода показали, что стрептоцефалюс успешно развивается в водоемах с неустойчивым газовым ре-

жимом с широким диапазоном колебания (от 8,5 до 4 мг/л). Причем, этот рачок способен нормально выдерживать условия, когда концентрация кислорода в воде падает до 2,5 - 2 мг/л.

### **Глава 7. Биологические и технологические основы культивирования стрептоцефалюса в прудах ОРЗ и в лабораторных условиях**

Изучение литературных сведений и материалы наших исследований позволили уточнить технологию разведения жабронога и заготовки его яиц.

Для разведения стрептоцефалюсов в рыбоводных прудах с целью повышения естественной кормовой базы можно проводить интродукцию культуры в пруды, а также вносить сухие яйца непосредственно в водоем при его заполнение водой.

Стрептоцефалюсов можно разводить в цементных дафниевых бассейнах. Подкормку культуры производить дрожжами каждые 3 дня из расчета 20 г/ м<sup>3</sup>. Рачков – производителей содержат в бассейнах примерно в течение 2-х месяцев, до момента их гибели. За этот срок на дне бассейнов накапливается значительное количество яиц, из которых вылупление метануплиусов начинается только тогда, когда исчезнут взрослые рачки.

В небольших масштабах яйца этого рачка можно получать в чистом виде в лабораторных условиях. Для этого взрослых особей стрептоцефалюса необходимо содержать в воронковидных сосудах подобно тем, которые используются при культивировании артемии. Температура воды в емкостях с жаброногами должна поддерживаться в пределах 17 - 21°C. Оптимальный кислородный режим поддерживается компрессором для подачи воздуха с очень слабой продувкой. Кормить рачков необходимо регулярно. Взрослых стрептоцефалюсов можно кормить дрожжевыми клетками, но лучше смесью дрожжевых и водорослевых клеток.

Рекомендации, представленные в работе, позволят отладить технологический процесс по воспроизводству данного жабронога. Это создаст возможность получать яйца стрептоцефалюса круглый год или на протя-

жении всего вегетационного периода, что, в свою очередь, позволит обеспечить живым кормом ранних личинок, а также молодь аквариумных рыб в любое время и в необходимом количестве.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования показали, что вселенный в 1969 г. в пруды дельты Волги жаброногий рачок *Streptocephalus torvicornis* хорошо развивается в экологических условиях нашего региона. Он является важным кормовым объектом молоди осетровых в прудах дельты Волги.

Активное питание молоди белуги жаброногом начинается с момента посадки ее в пруды, а молоди осетра – с 30 – дневного возраста. Литературные сведения (Мамедов, Кокоза, 1996) и наши материалы свидетельствуют, что стрептоцефалос является не только излюбленным, но и калорийным кормовым объектом, во много раз превышая по индивидуальной биомассе дафний, циклопов. В пищевом комке молоди осетровых Кизанского ОРЗ *St. torvicornis* составляет до 50% и более в различные периоды.

Материалы нашего исследования свидетельствуют о целесообразности вселения стрептоцефалоса в рыбоводные пруды других ОРЗ дельты Волги. Его интродукция позволит значительно повысить продуктивность прудов и создаст возможность выращивания более качественной молоди осетровых рыб. Можно полагать, что этот вид ракообразных послужит также ценным кормовым объектом молоди других рыб в прудах, нересто-во-выростных хозяйствах и на нерестилищах дельты Волги. Вопрос об интродукции стрептоцефалоса в другие водоемы дельты Волги должен проводиться на основе биологического обоснования и быть согласован с соответствующими природоохранными органами.

Стрептоцефалос также перспективный объект для разведения в лабораторных условиях с целью кормления рыб при выращивании их в аквариумах и бассейнах.

## ВЫВОДЫ

1. Развитие жабронога *Streptocephalus torvicornis* в прудах дельты Волги начиналось с первых дней их залития. Первые науплии из яиц выклеивались уже на следующие сутки с момента залития прудов при температуре воды 13 - 18°C. При более низкой температуре первые рачки появлялись на 3 - 4 - е сутки. Продолжительность выклева составляла до 10 дней. Половозрелости стрептоцефалюс достигал в 11 - 14 - дневном возрасте (17 - 20 мая) при температуре воды 22 - 25°C. Длина тела жабронога в это время составляла 12,0 - 12,2 мм, а масса - 19,0 - 20,4 мг. В первых кладках самок отмечалось 17 - 20 яиц. К 39 - 41 - дневному возрасту (к моменту спуска воды из прудов) длина рачков достигала 14,3 - 15,9 мм, а масса - 20,0 - 35,2 мг, плодовитость - 24 - 41 яйцо. За период функционирования прудов самки успевали сделать 6 - 9 кладок яиц.

2. Наиболее высокая численность стрептоцефалюса наблюдалась в возрасте 8 - 11 суток и достигала 700 - 1000 экз/м³. В последующий период она снижалась и к моменту спуска прудов (29 - 41 сутки) составляла 150 - 270 экз/м³, что обусловлено интенсивным выеданием рачков подрастающей молодью осетровых рыб.

3. Биомасса жабронога колебалась в пределах 4 - 5,5 г/ м³ в прудах раннего залития и 10 - 15 г/ м³ в прудах позднего залития. К моменту спуска прудов она составляла 4 - 5,5 г/ м³. При значительном снижении численности биомасса *St. torvicornis* за счет роста индивидуальной массы продолжала оставаться сравнительно высокой на протяжении всего периода выращивания молоди.

4. Жаброног стрептоцефалюс занимал существенную долю в пище молоди белуги и осетра. Особенно активно этот рачок поедался белугой. Почти сразу же после перехода к экзогенному питанию в желудках ранней молоди белуги стрептоцефалюс составлял 36,7 - 49,1% в пищевом комке. У осетра, перешедшего к самостоятельному питанию, стрептоцефалюс за-

нимал всего лишь 25,4 – 39,9% от общего содержания пищи в пищевом комке. Однако, по мере роста рыбы, как у белуги, так и у осетра, содержание данного рачка в желудках увеличивалось и достигало 89,5 – 89,7% у 32 – 33 – дневных белужат и 52,4 – 66,8% - у 30 – 32 – дневных осетрат. Преобладание стрептоцефалюса в пище молоди осетровых обеспечивало им высокие показатели длины тела, превышающие стандарт (от 66,7 до 89,7 мм - у белуги, и от 64,6 до 78,7 мм - у осетра), и индексов наполнения желудков (454 - 639‰ и 279 - 454‰, соответственно) при выпуске в реку.

5. В ходе экспериментов по изучению влияния некоторых абиотических факторов на жизнедеятельность стрептоцефалюса было установлено, что наиболее короткий срок инкубации яиц, массовый выклев науплиев и наибольшие темпы роста и созревания рачка отмечались при температуре воды от 15 до 25°C. По отношению к содержанию кислорода в воде данный вид рачков оказался достаточно пластичным организмом и нормально жил и развивался при резких перепадах концентрации кислорода в воде (от 8,5 до 2 мг/л). Основным лимитирующим фактором развития жабронога являлась соленость: науплии погибали при 2‰, взрослые особи – при 5‰.

6. Проведенные исследования показали целесообразность интродукции *St. torvicornis* в пруды других ОРЗ дельты Волги. На основе выполненных ранее разработок и собственных материалов предлагаются биотехнологические рекомендации по культивированию жабронога в прудах и лабораторных условиях.

### **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

В целях интродукции *Streptocephalus torvicornis* в пруды ОРЗ дельты Волги рекомендуется:

1. Вселение жабронога производить чистой культурой в середине мая – начале июня в период наиболее интенсивного его развития в прудах Кизанского ОРЗ. Отлов рачков следует производить сачком или тралом.

Транспортировку осуществлять в молочных бидонах или каннах при плотности посадки не более 10 взрослых особей стрептоцефалуса на 1 л воды.

2. Интродукцию *St. torvicornis* перезимовавшими яйцами целесообразно осуществлять в апреле перед заливом прудов. Заготовку яиц осуществлять на Кизанском ОРЗ «сухим» способом, собирая по ложу прудов грунт с перезимовавшими яйцами этого рачка и помещая его в деревянные лотки для транспортировки в новые рыбоводные пруды.

3. Культивирование рачков в бассейнах рекомендуется осуществлять, помещая в них взрослых особей. Одновременно с внесением культуры стрептоцефалуса в бассейны вносят кормовые дрожжи в количестве 50 г/м<sup>3</sup>. После этого подкормку культуры дрожжами продолжать каждые 3 дня из расчета 20 г/м<sup>3</sup>.

4. Разведение жабронога в лабораторных условиях можно проводить в небольших емкостях (кристаллизаторах, 3 – литровых банках или аквариумах), помещая в них яйца или чистую культуру рачка. Оптимальный кислородный режим поддерживать с помощью компрессора со слабой продувкой. Кормить рачков необходимо регулярно. В качестве корма лучше всего использовать смесь дрожжевых и водорослевых клеток.

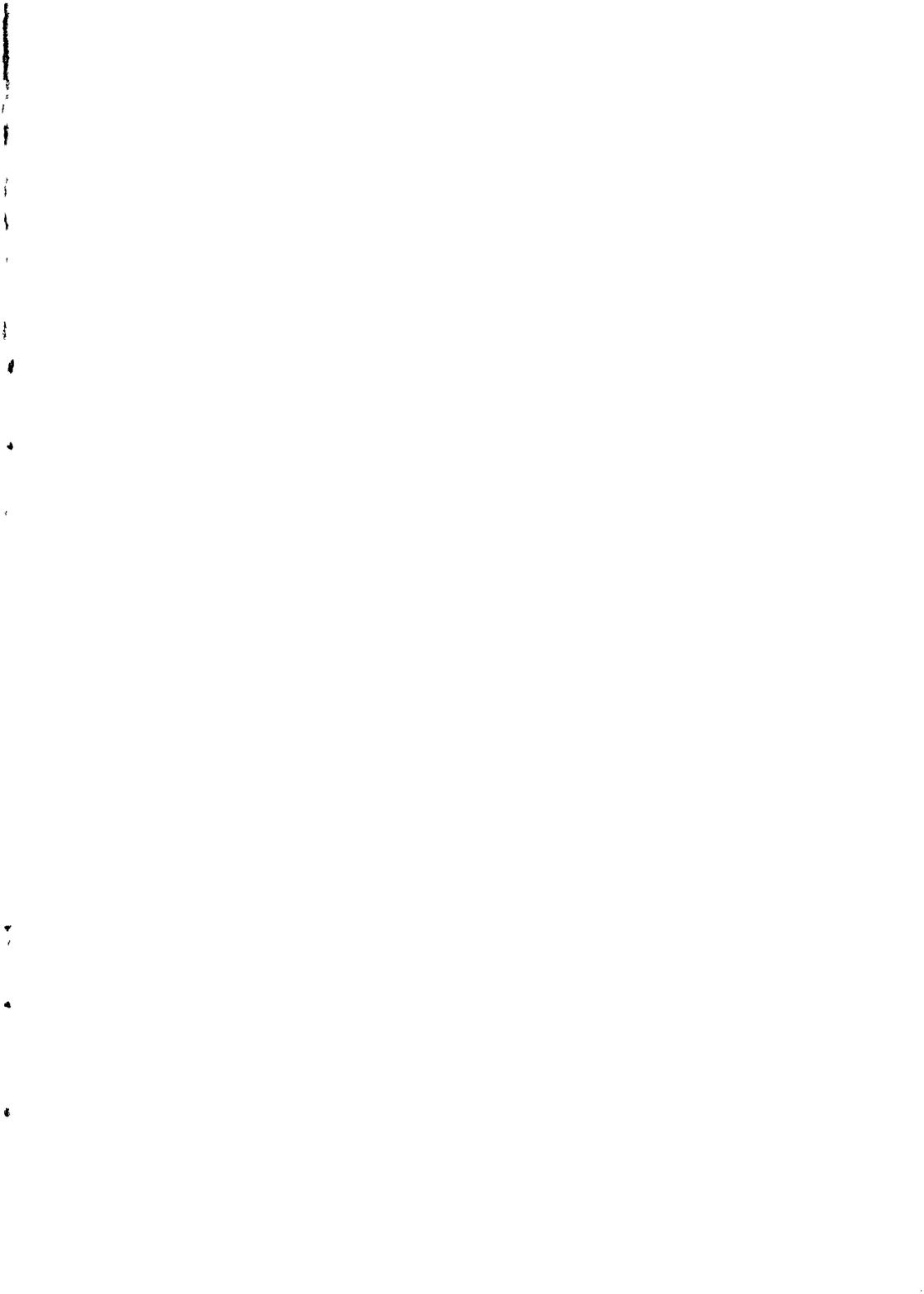
#### **РАБОТЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

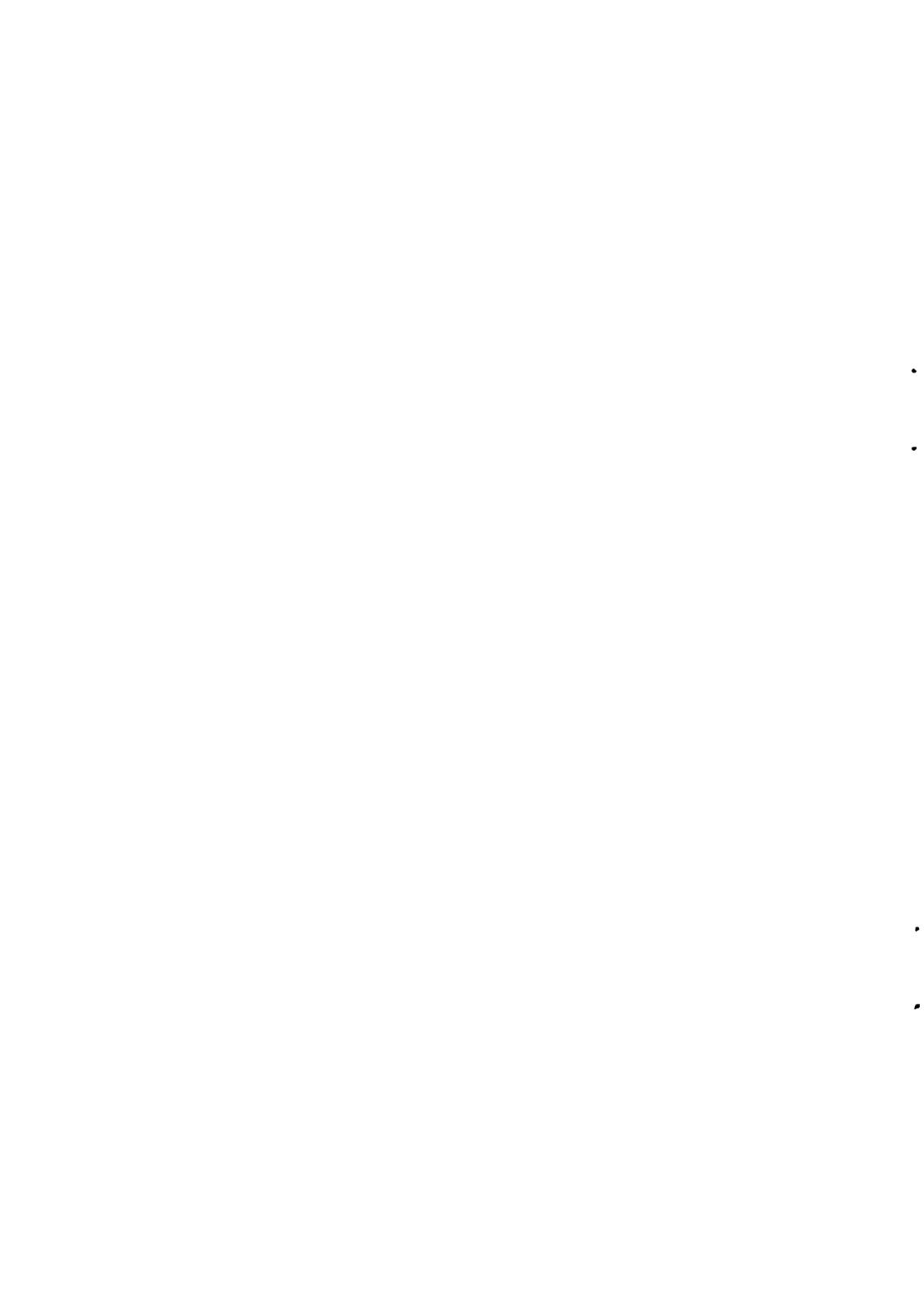
1. Дулина А. С. Стрептоцефалос (*Streptocephalus torvicornis*) – перспективный кормовой объект осетровых [Текст] /А. С. Дулина // Итоговая научная конференция АГУ (биология): 29 апреля 2003, г. Астрахань. – Астрахань: АГУ, 2003. – С. 45.
2. Дулина А. С. Влияние расположения яиц *Streptocephalus torvicornis* по ложу пруда на их сохранность и продолжительность развития [Текст] /А. С. Дулина // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря: Материалы VI Международной конференции. – Астрахань: Изд – во «Астраханский университет», 2003. – С. 189 – 191.

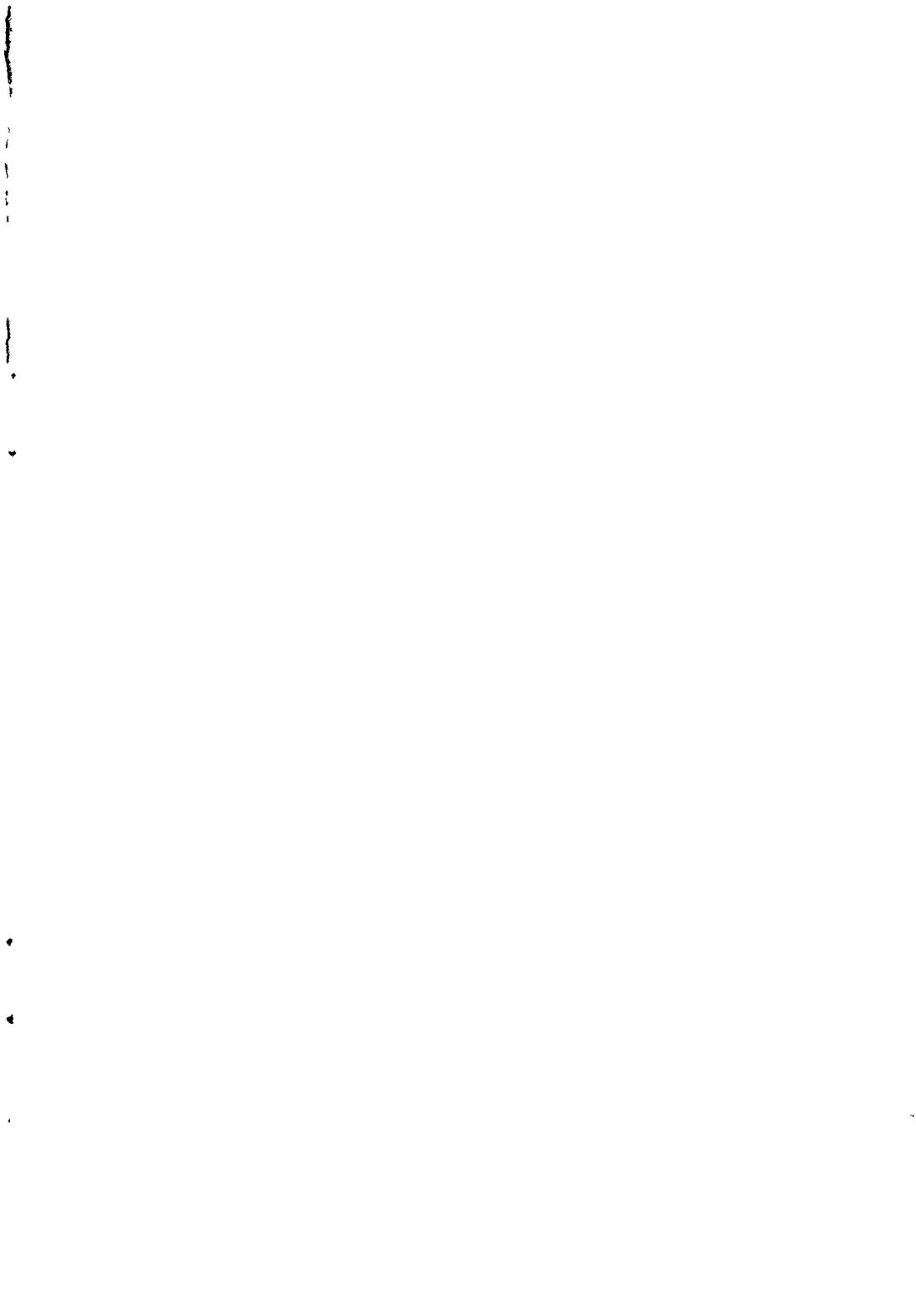
3. Дулина А. С. Особенности питания *Streptocephalus torvicornis* [Текст] /А. С. Дулина // Человек и животные: Материалы II Международной научно – практической конференции. – Астрахань: Изд – во «Астраханский университет», 2004. – С. 195 – 197.
4. Дулина А. С. Влияние условий питания на рост, развитие и продуктивность жаброногого рачка *Streptocephalus torvicornis* (WAGA) [Текст] /А. С. Дулина // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря: Материалы VII Международной конференции. – Астрахань: Изд – во «Астраханский университет», 2004. – С. 89 – 91.
5. Дулина А. С. Жаброног *Streptocephalus torvicornis* (WAGA,1842) – перспективный кормовой организм для осетровых рыб [Текст] /А. С. Дулина // Человек и животные: Материалы III Международной научно – практической конференции. – Астрахань: Изд – во «Астраханский университет», 2005. – С. 93 – 95.
6. Дулина А. С. К вопросу о перспективе использования жабронога *Streptocephalus torvicornis* в качестве ценного корма для молоди осетровых рыб при выращивании в прудах рыбоводных заводов [Текст] /А. С. Дулина // Биологические ресурсы: состояние, использование и охрана: Материалы Всероссийской научно – практической конференции. – Киров: Вятская ГСХА, 2005. – С. 83 – 85.
7. Дулина А. С. Роль жаброногого рачка стрептоцефалуса (*Streptocephalus torvicornis* (WAGA,1842)) в питании молоди осетровых рыб [Текст] /А. С. Дулина // Естественные науки. – Астрахань: Изд – во «Астраханский университет», 2005. - № 10. – С. 79 – 83.

Подписано в печать 18.11.2005  
Уч.-изд. л. 1,5 Усл. печ. л. 1,4  
Заказ № 811 Тираж 100 экз.

Оттравлено в Издательском доме «Астраханский университет»  
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20  
Тел. (8512) 54-01-89, 54-01-87, факс (8512) 25-17-18,  
E-mail: [asupress@yandex.ru](mailto:asupress@yandex.ru)







**№ 25 179**

РНБ Русский фонд

2006-4

29471