

Нгуен Вьет Тьюй, А. А. Корчунов

**ИССЛЕДОВАНИЕ
РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
МОЛОДИ РУССКОГО ОСЕТРА
(*ACIPENSER GUELLENSTAEDTII* BRANDT, 1833),
ВЫРАЩЕННОЙ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ**

Исследовалось влияние плотности посадки на абсолютные и относительные темпы роста, показатели выживаемости, массу (в конце эксперимента) русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833). Исследования проводились в научно-исследовательском институте № 3 на научно-исследовательской станции Тэйnguен по изучению холодостойких видов рыб (Вьетнам, провинция Ламдонг). Испытания, с целью определения плотности посадки, подходящей для выращивания русского осетра на этапе роста от мальков массой 3–4 г до молоди массой 20–25 г, проводились в трех вариантах – 200, 400 и 600 особей/м². Установлено, что при плотности посадки 200 особей/м² абсолютные темпы роста рыб были выше, чем при плотности посадки 400 и 600 особей/м². Относительные темпы роста и масса рыб по окончании эксперимента при плотности посадки 200 особей/м² также были выше, чем при плотности посадки 600 особей/м². Однако статистически значимых различий по этим показателям у рыб с плотностью посадки 400 особей/м² и рыб с плотностью посадки 200 и 600 особей/м² не было. Показатели выживаемости у рыб с плотностью посадки 200 и 400 особей/м² были выше, чем у рыб из бассейна с плотностью посадки 600 особей/м². Очевидно, что плотность посадки русского осетра на этапе перехода от мальков к молоди должна составлять менее 400 особей/м², чтобы гарантировать темпы роста, уровень выживаемости, а также обеспечить максимальное использование площадей водоемов.

Ключевые слова: русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii*, молодь, мальки, плотность посадки, темпы роста, выживаемость.

Введение

Русский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) относится к хрящекостным рыбам, имеет очень высокую экономическую ценность. Цены на икру русского осетра на мировом рынке очень высоки (1000–5000 долл./кг), тогда как его мясо стоит лишь около 20 долл./кг [1]. Однако из-за массового вылова, а также перегораживания рек в результате возведения плотин и строительства гидроэлектростанций в естественных ареалах обитания осетра поголовье осетровых рыб в целом и русского осетра в частности на протяжении последних лет сильно сократилось [2, 3]. Естественной средой обитания русского осетра являются районы с умеренным климатом, особенно такие холодные регионы, как Россия. Однако русский осетр обладает способностью очень хорошо адаптироваться к различным факторам среды, например к температуре от 2 до 30 °C [4, 5]. В то же время осетр относится к эвригалинным видам рыб, поэтому он может жить как в пресной, так и в солоноватой и соленой воде [6, 7]. Именно поэтому русский осетр был завезен для разведения во многие страны Европы, Америки и Азии, в том числе и во Вьетнам [1, 6].

Русский осетр, завезенный во Вьетнам в 2005 г., быстро адаптировался к условиям холодных пресных водоемов районов Тэйбак (северо-западная часть Вьетнама) и Тэйnguен (плато на юго-западе Центрального Вьетнама) [5]. За последние несколько лет выращивание холодостойких рыб во Вьетнаме, а именно двух видов – осетра и радужной форели (в основном осетра), получило исключительно активное развитие как по масштабам используемых площадей, так и по объему производимой продукции. В настоящее время во Вьетнаме насчитывается около 100 хозяйств по выращиванию холодостойких рыб в 22 провинциях и городах. За 6 лет, с 2007 по 2013 г., объемы выращивания осетра увеличились почти в 15 раз, с 75 до 1123 т, средний темп роста составил более 68,7 % в год [8]. Развитие отрасли разведения осетровых рыб позволило Вьетнаму войти в десятку стран – крупнейших производителей осетров в мире [5]. Развитие холодостойкого рыбоводства имеет огромное значение для социально-экономического развития горных районов, дает возможность максимально эффективно использовать холодные водоемы, которые не подходят для разведения традиционных видов тропических пресноводных рыб, для выращивания таких экономически ценных видов, как осетр и радужная форель. Выращивание холодостойких видов рыб на экспорт является одним из основных направлений развития аквакультуры, утвержденным Правительством Вьетнама на 2011–2020 гг. [9].

Однако производство осетров в настоящее время сталкивается с большими трудностями, связанными с тем, что обеспечение мальками во многом зависит от поставок оплодотворенной икры, импортируемой из таких стран, как Германия, Венгрия, Украина и Китай. Корм для рыбы производится внутри страны, однако его качество пока не гарантировано, продажная цена высока. Поскольку разведение осетра во Вьетнаме осуществляется в новых условиях, процесс до конца еще не отработан. Последствиями этого являются пассивность, рост рисков и затрат при реализации производственного процесса. Именно это ограничивало и продолжает ограничивать развитие производства осетра в целом и разведение русского осетра в частности во Вьетнаме.

Результаты выращивания мальков, в том числе мальков русского осетра, зависят от таких факторов, как качество мальков, корма, условия среды обитания, плотность посадки, оборудование для выращивания и пр. [10–14]. Плотность посадки является одним из важных факторов, влияющих на экономическую и техническую эффективность выращивания рыб. Увеличение плотности посадки дает возможность максимально использовать площадь выращивания, повысить экономическую эффективность, но одновременно приводит и к увеличению рисков, таких как сокращение темпов роста, уменьшение показателей выживаемости, снижение устойчивости к болезням, особенно при высокой плотности посадки [13, 15–19]. Исследования по плотности посадки мальков русского осетра еще очень ограничены, особенно в условиях Вьетнама. Следует отметить, что различия в природных условиях вьетнамского района Тэйнгуен и районов естественного обитания русского осетра являются серьезным препятствием для применения результатов исследований по разведению и выращиванию русского осетра к условиям Вьетнама [1].

Целью нашего исследования явилось определение подходящей плотности посадки, способствующей повышению темпов роста, показателей выживаемости и эффективности разведения молоди русского осетра от мальков (3–4 г/особь) до молоди (25 г/особь) в условиях провинции Ламдонг и провинций в районе плато Тэйнгуен.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на Научно-исследовательской станции Тэйнгуен по изучению холодостойких видов рыб, принадлежащей Научно-исследовательскому институту аквакультуры № 3 (провинция Ламдонг), с июля по октябрь 2011 г. Объектом исследований служил русский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833).

Рыба, участвовавшая в эксперименте, вылупилась из оплодотворенной икры, импортированной из Венгрии. По достижении мальками размеров 3–4 г/особь их разместили в экспериментальные бассейны. Все мальки, переданные для эксперимента, были здоровыми, подвижными, одинаковыми по размеру, яркого естественного окраса, без каких-либо внешних деформаций, не заражены болезнями.

Изучение влияния плотности посадки на рост и выживаемость рыб проводилось на этапе перехода от мальков (3–4 г/особь) к молоди (20–25 г/особь) в трех вариантах: 200, 400 и 600 особей/м². Время разведения на каждом этапе составило 4 недели. Все тесты проводились в трех повторностях в одно и то же время.

Рыба была помещена в композитный бассейн круглой формы площадью 3 м² и высотой 0,6 м, уровень воды составлял 0,2–0,3 м. Бассейн постоянно снабжался проточной водой в объеме 10–15 л/мин. Вода подавалась из ручья через систему пластиковых труб, проходя фильтрацию перед подачей в бассейн через слой мелкопористой пенорезины. Вся система бассейна была установлена в крытом помещении с целью стабилизации влияния факторов окружающей среды (рис. 1).

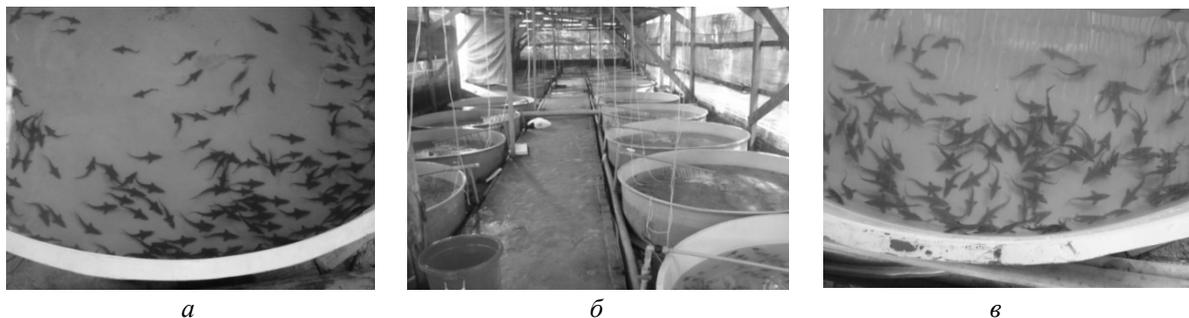


Рис. 1. Организация эксперимента: а – рыба, участвующая в эксперименте; б – бассейны, в которых проводился эксперимент; в – рыба в конце эксперимента

Для кормления использовался корм для осетров французской марки *Skretting* с высоким содержанием белка (более 50 %), размер гранул – от 1,5–2,5 мм (в зависимости от периода вскармливания). Кормление проводилось в пропорции 5–7 % объема тела, объем подаваемого корма регулировался в зависимости от размеров рыб, возможности поесть корм, состояния здоровья рыб и изменений факторов окружающей среды в процессе разведения. Кормление проводилось 8 раз в сутки.

Такие факторы природной среды, как температура воды, содержание растворенного кислорода (измерялось 1 раз в сутки), рН, содержание NH_3 и H_2S (измерения проводились 1 раз в неделю) регулярно проверялись приборами (термометры, тест-комплекты для анализа на содержание кислорода, рН, NH_3 и H_2S) и поддерживались в диапазоне, подходящем для роста и развития рыб. Ежедневно проводилась санитарно-гигиеническая уборка бассейна, чистка сифоном, удалялись остатки корма, отходы и умершая рыба, чтобы предупредить появление возбудителей болезней.

Регулярно определялись абсолютные и относительные темпы роста рыбы (1 раз в неделю) путем случайного выбора 30 особей в каждом бассейне. Количество рыбы устанавливалось с помощью электронных весов, имеющих уровень точности 0,01 г. Показатели выживаемости рыбы определялись подсчетом общего количества рыбы на момент завершения эксперимента и деления этого числа на первоначальное количество.

Абсолютные и относительные темпы роста (AGR, г/особь/день, и RGR, %) вычислялись по следующим формулам:

$$AGR = \frac{W_2 - W_1}{t_2 - t_1},$$

$$RGR = \frac{W_2 - W_1}{W_1} 100 \%,$$

где W_1 , W_2 – масса рыбы, г, на момент времени t_1 , t_2 ; t_1 , t_2 – предыдущее и последующее время взвешивания рыбы (день).

Показатели выживаемости определялись как отношение количества рыбы на конец эксперимента к начальному количеству рыбы, умноженное на 100 %.

Данные обрабатывались с помощью программы SPSS 16.0. Использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и тест Дункана для сравнения статистически значимых различий ($p < 0,05$) по абсолютному, относительному темпам роста и показателям выживаемости рыбы между разными этапами эксперимента. Все данные изложены как среднее значение \pm стандартная погрешность (SE).

Результаты исследований

На протяжении всего эксперимента такие факторы среды, как температура воды ($16,4 \pm 1,2$ °C), содержание растворенного кислорода ($7,1 \pm 0,5$ мг O_2 /л), рН (6,8–7,3), содержание NH_3 ($< 0,15$ мг/л) и H_2S ($< 0,02$ мг/л) поддерживались в диапазоне, пригодном для роста, развития и выживаемости русского осетра на этапе выращивания молоди. Бассейны были расположены в крытом помещении, было налажено постоянное снабжение проточной водой, поэтому качество среды было пригодным и стабильным на протяжении всего процесса выращивания.

Результаты исследования показывают, что плотность посадки влияет на абсолютные темпы роста русского осетра на этапе перехода от мальков (3–4 г/особь) к молоди (20–25 г/особь). Была выявлена общая тенденция – при меньшей плотности наблюдались более высокие значения абсолютных темпов роста. Через 4 недели выращивания рыбы, находившиеся в бассейне с плотностью посадки 200 особей/м², продемонстрировали самые высокие абсолютные темпы роста – $1,82 \pm 0,1$ г/особь/день. Следующие по значению показатели были у рыб, выращивавшихся при плотности посадки 400 особей/м² – $1,57 \pm 0,04$ г/особь/день. Самые низкие показатели были у рыб в бассейне с плотностью посадки 600 особей/м² (рис. 2) – $1,25 \pm 0,03$ г/особь/день ($p < 0,05$)

Аналогичным образом плотность посадки влияет на показатели относительного темпа роста. У рыб, выращивавшихся в бассейне при плотности посадки 200 особей/м², относительные темпы роста ($48,52 \pm 4,41$ %) были выше, чем у рыб с плотностью посадки 600 особей/м²

($37,71 \pm 1,59 \%$) ($p < 0,05$). Однако не было статистически значимых различий (рис. 3) между относительными темпами роста рыб, выращивавшихся в бассейне с плотностью посадки 400 особей/м² ($44,76 \pm 2,27 \%$) по сравнению с этим показателем у рыб из бассейнов с плотностью посадки 200 особей/м² и 600 особей/м² ($p < 0,05$).

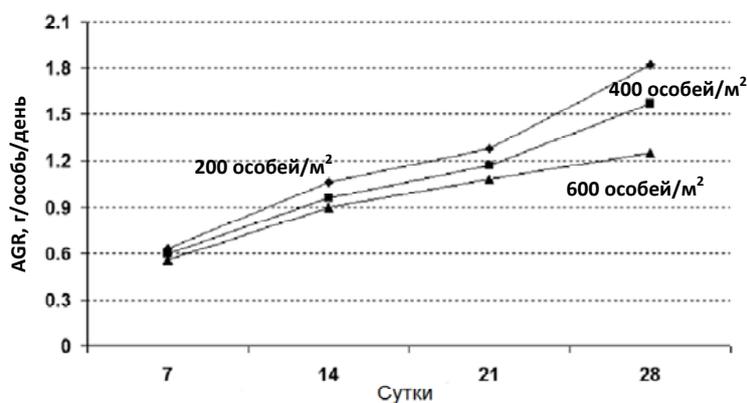


Рис. 2. Влияние плотности посадки на абсолютные темпы роста

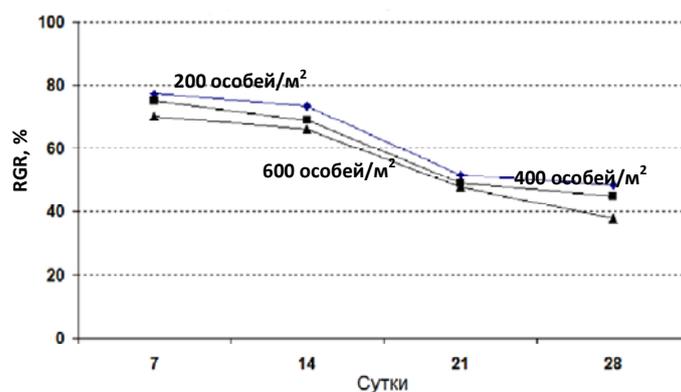


Рис. 3. Влияние плотности посадки на относительные темпы роста

Масса рыбы в конце эксперимента, так же как относительный темп роста, тесно связана с плотностью посадки. Данный показатель у рыб, выращивавшихся в бассейне с плотностью посадки 200 особей/м² ($27,98 \pm 1,36$ г/особь), был выше, чем у рыб, содержавшихся в бассейне с плотностью посадки 600 особей/м² ($22,92 \pm 1,27$ г/особь, $p < 0,05$). Однако значительных различий по сравнению с рыбами, выращивавшимися при плотности посадки 400 особей/м² ($25,47 \pm 1,53$ г/особь, $p < 0,05$) не было. Значимых различий в массе рыбы в конце эксперимента (рис. 4) не было и в бассейнах с плотностью посадки 400 и 600 особей/м² ($p < 0,05$).

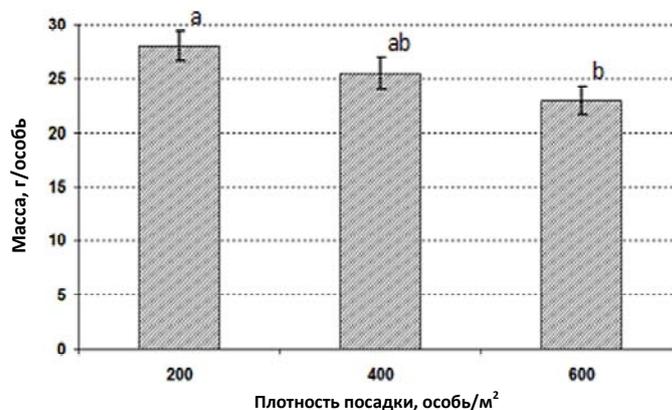


Рис. 4. Влияние плотности посадки на массу русского осетра в конце эксперимента. Здесь и далее буквы над барами диаграммы отражают статистически значимые различия ($p < 0,05$)

Плотность посадки рыб значительно влияет и на выживаемость русского осетра на этапе перехода от мальков к молоди. Уровень выживаемости рыб, выращивавшихся в бассейне с плотностью посадки 200 особей/м² ($88,17 \pm 3,77\%$) и 400 особей/м² ($85,50 \pm 3,12\%$), был выше, чем в бассейне с плотностью посадки 600 особей/м² ($74,53 \pm 2,37\%$, $p < 0,05$). Тем не менее значительных различий между показателями у рыб из бассейна с плотностью посадки 200 и 400 особей/м² ($p < 0,05$) не наблюдалось (рис. 5).

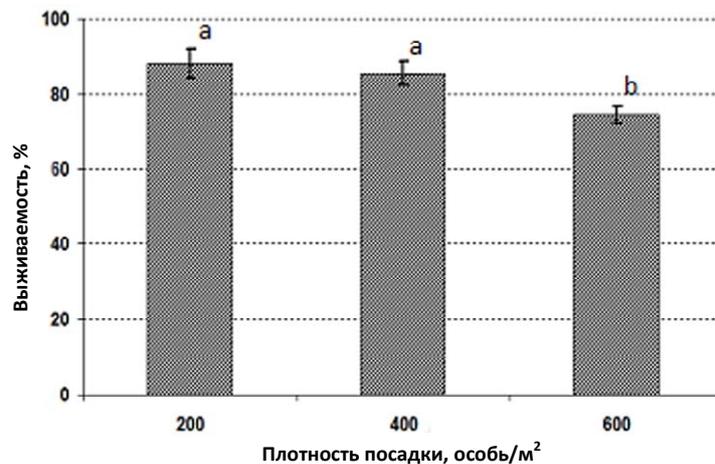


Рис. 5. Влияние плотности посадки на выживаемость русского осетра

Увеличение плотности посадки определенного вида рыб на единицу площади или объема является одним из ключевых моментов, необходимых для повышения эффективности всей отрасли аквакультуры [13, 18, 20]. Максимальная плотность посадки рыб позволяет повысить объем производимой продукции, однако при этом возникает множество проблем, таких как проектирование системы разведения, разработка режима питания, контроль за факторами природной среды, лечение и профилактика заболеваний [21–23]. Негативное воздействие увеличения плотности посадки проявляется в неадекватном поведении рыб, сказывается на их здоровье и физиологической активности, загрязняется окружающая среда, и, как следствие, рыбы испытывают стресс, заболевают, замедляется их рост и увеличивается смертность [16, 24, 25].

В настоящем исследовании на этапе перехода от мальков к молоди абсолютные и относительные темпы роста, а также масса рыб по окончании эксперимента у русского осетра, который выращивался при плотности посадки 200 особей/м², были выше, чем у осетров, содержавшихся при плотности посадки 600 особей/м². Этот результат совпадает с результатами исследований некоторых видов осетровых рыб, в которых отмечалось, что повышение плотности посадки снижает темпы роста рыбы [11, 15, 16, 19]. Причинами могут быть конкуренция за корм, тесное жизненное пространство, стресс, который испытывали рыбы, низкое содержание растворенного кислорода, снижение качества воды. При выращивании осетра *Acipenser schrenckii* с плотностью посадки 0,3; 0,75 и 1,78 кг/м² [19] или 0,322; 0,665; 1,347 и 2,469 кг/м² [15] отмечалось, что увеличение плотности посадки снижает темпы роста рыбы, эффективность использования корма, приводит к уменьшению содержания некоторых видов гормонов роста. Однако P. Zhuang et al. [15] заметили, что коэффициент конверсии корма и биомасса рыб возрастают с увеличением плотности посадки. X. Shi et al. [16], исследовавшие те же виды рыб, показали, что плотность посадки (0,525, 1,171 и 2,138 кг/м²) влияет на темпы роста рыбы, демонстрируя общую тенденцию – чем выше плотность посадки, тем ниже темпы роста. Кроме того, повышение плотности посадки снижает способность рыб к усвоению корма и долю прикорма, поедаемого рыбами. О подобной тенденции у осетров на этапе подрощенных мальков (8,7 см), которые выращивались с плотностью посадки 120, 240, 360, 480 и 600 особей/м², сообщали Yang D. G. et al. [18]. Наблюдения, проводившиеся в процессе выращивания, и сравнение с результатами других исследований также показывают, что осетра или радужную форель в провинции Ламдонг или других районах плоскогорья Вьетнама в целом трудно выращивать с высокой плотностью посадки (более 3000 особей/м² на этапе личинок, более 600 особей/м² на этапе мальков) из-за разницы в высоте с другими районами разведения [26]. В провинции Ламдонг

низкие значения температуры обусловлены ее положением на высоте более 1500 м над уровнем моря. Следует отметить – чем больше высота над уровнем моря, тем ниже атмосферное давление, что приводит к снижению возможности растворения кислорода в воде. Более того, именно кислород является фактором, ограничивающим рыбопродуктивность водоемов, особенно в отношении видов рыб, предпочитающих проточную воду. Вследствие этого плотность посадки 400 особей/м² является наиболее подходящей для выращивания русского осетра на этапе перехода от мальков (3–4 г/особь) к молоди (20–25 г/особь).

Плотность посадки сильно влияет и на выживаемость рыб [22, 27]. В настоящем исследовании при выращивании русского осетра с плотностью посадки 200 и 400 особей/м² показатели выживаемости были выше, чем при плотности 600 особей/м². Этот результат аналогичен выводам D. Memis et al. [28] и D. G. Yang et al. [18] в отношении видов *A. schrenckii* и *A. gueldenstaedtii*. Во многих исследованиях отмечается, что разведение рыбы с высокой плотностью повышает конкуренцию за корм, жизненное пространство, вызывает загрязнение окружающей среды, стресс и заболевания у рыб [19, 25] и, как следствие, приводит к уменьшению выживаемости в процессе разведения [15, 18].

Заключение

Таким образом, по результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- плотность посадки рыб влияет на темпы роста русского осетра на этапе перехода от мальков (3–4 г/особь) к молоди (20–25 г/особь). Рыбы, выращиваемые при плотности посадки 200 особей/м² демонстрировали абсолютные темпы роста (1,82 г/особь/день) выше, чем при плотности посадки 400 особей/м² (1,57 г/особь/день) и 600 особей/м² (1,25 г/особь/день);
- у рыб, выращиваемых в бассейне с плотностью посадки 200 особей/м², относительные темпы роста и масса рыб по окончании эксперимента (48,52; 27,98 г/особь соответственно) были выше, чем у рыб из бассейна с плотностью посадки 600 особей/м² (37,71; 22,92 г/особь соответственно). Однако не было значительных различий по этим показателям у рыб из бассейна с плотностью посадки 400 особей/м² (44,76 %; 25,47 г/особь) по сравнению с другими опытными бассейнами;
- у рыб, выращивавшихся в бассейне с плотностью посадки 200 и 400 особей/м², показатели выживаемости (88,17 и 85,5 % соответственно) были выше, чем у рыб из бассейна с плотностью посадки 600 особей/м² (74,53 %);
- необходимо проводить более глубокие исследования с целью оценки влияния плотности посадки на показатели выращивания русского осетра, такие как эффективность использования корма, стрессоустойчивость, физиологические и биохимические показатели и пр., чтобы оптимизировать эффективность разведения русского осетра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нгуен Куок Ан. Доклад о состоянии исследований, технологиях выращивания осетра, лосося, габиотиса в мире. Анализ и выбор технологий, пригодных для использования в условиях Вьетнама. Нячанг – Кханьхоа: Науч.-исслед. ин-т аквакультуры, 2008. № 3. С. 23.
2. Ruban G. I., Rosenthal H. K. The Siberian Sturgeon *Acipenser baerii* Brandt. Species structure and Ecology. World Sturgeon Conservation Society. Special Publication Series. Special Publication No 1. Norderstedt. Germany, 2005. 203 p.
3. Chebanov M. S., Rosenthal H., Gessner J., Van Anrooy R., Doukakis P., Pourkazemi M., Williot P. Sturgeon hatchery practices and management for release. Guidelines FAO Fisheries and Aquaculture Technical. Paper No. 570. Ankara, FAO. 2011. 110 p.
4. Doroshov S. I., Muir J. F., Roberts R. Biology and culture of sturgeon. Acipenseriformes. In: Recent advances in aquaculture. Westview Press, 1985. No. 2, pp. 251–274.
5. Чан Динь Луан. Современное состояние производства мальков и разведения осетров во Вьетнаме // Торговля и морепродукты. 2012. № 154. С. 35.
6. FAO. Cultured aquatic species information programme. Cultured Aquaculture Species – Siberian Sturgeon. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2006. URL: fao.org/fishery/culturespecies/Acipenser_baerii.
7. Chen X. H. Biological characteristics and current situation of resource of species of Acipenseriformes. Ocean Publishing House, Beijing. 2007 (in Chinese).
8. Доклад о состоянии производства холодостойких рыб за прошедшее время и способах обеспечения устойчивого развития // Сб. материалов конф. о развитии отрасли разведения холодостойких рыб. Далаг, 2015. С. 11.
9. Решение об утверждении Плана развития холодостойкого рыболовства до 2020, перспективы до

- 2030 г. Ханой: М-во сел. хоз-ва и развития деревни. Главное управление аквакультуры, 2015. С. 7.
10. Hung S. P. O., Lutes P. V., Shqueir A. A., Conte F. S. Effects of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) // *Aquaculture*. 1993. 115. P. 297–303.
 11. Ronayi A. Effects of stocking density and feeding frequencies on growth, feed utilization and size structure in juvenile Siberian sturgeon. *Halaszat*. 1997. 2. P. 91–96.
 12. Koksal G., Rad F., Kindir M. Growth performance and feed conversion efficiency of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) juvenile reared in concrete raceways // *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 2000. 24. P. 435–442.
 13. Vasilean I., Cristea V., Sfetcu L. Influence of stocking density and water parameters on growth of juvenile beluga sturgeon (*Huso huso*, Linnaeus, 1758). *Lucrarile Stiintifice ale USAMV Iasi, Seria: Zootehnie*. 2009. P. 666–671.
 14. Lorena D., Marilena M., Victor C., Dumitru M. Effect of formulated diet versus live food on growth and survival of Russian sturgeon (*Acipenser guldenstaedti*) larvae starting exogenous feeding // *Bulletin UASVM. Animal Science and Biotechnologies*. 2011. Vol. 68, no. 1–2.
 15. Zhuang P., Li D., Wang M., Zhang Z., Zhang L., Zhang T. Effect of stocking density on growth of juvenile *Acipenser schrenckii* // *Journal of Applied Ecology*. 2002. No. 13 (6). P. 735–738.
 16. Shi X., Li D., Zhuang P., Zhang X., Nie F. Effects of rearing density on juvenile *Acipenser schrenckii* digestibility, feeding rate and growth // *Journal of Applied Ecology*. 2006. No. 17 (8). P. 1517–1520.
 17. Yan T. The study on physiological and biochemical responds of *Acipenser schrenckii* to the stresses of ambient salinity, pH and capture. Master thesis of Science. East China Normal University. 2007. 96 p.
 18. Yang D. G., Zhu Y. J., Luo I. P., Zhao J. H., Chen J. W. Effect of stocking density on growth performance of juvenile Amur Sturgeon (*Acipenser schrenckii*) // *Journal of Applied Ichthyology*. 2011. No. 27 (2). P. 541–544.
 19. Li D., Liu J., Xie C. Effect of stocking density on growth and serum concentrations of thyroid hormones and cortisol in Amur sturgeon, *Acipenser schrenckii* // *Fish Physiology and Biochemistry*. 2012. No. 38 (2). P. 511–520.
 20. Oprea D., Oprea L. Research concerning feeding of Russian sturgeon fry (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833), reared in a superintensive system // *Scientific works, UASVMB*. 2008. Series A. Vol. LI. P. 1034–1040.
 21. Boujard T., Labbe L., Auperin B. Feeding behavior, energy expenditure & growth of rainbow trout in relation to stocking density and food accessibility // *Aquaculture Research*. 2002. No. 33 (15). P. 1233–1242.
 22. North B. P., Turnbull J. F., Ellis T., Porter M. J., Miguard H., Bron J., Bromage N. R. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // *Aquaculture*. 2006. No. 5. P. 466–479.
 23. Docan A., Dediu L., Cristea V. Effect of feeding with different dietary protein level on hematological indices of juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baeri* reared under recirculating systems condition // *AACL Bioflux*. 2011. No. 4 (2). P. 180–186.
 24. Jorgensen E. H., Christiansen J. S., Jobling M. Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) // *Aquaculture*. 1993. 110. P. 191–204.
 25. Rasmussen R. S., Larsen F. H., Jensen S. Fin condition and growth among rainbow trout reared at different sizes, densities and feeding frequencies in high temperature recirculated water // *Aquaculture International*. 2007. No. 15. P. 97–107.
 26. Нгуен Вьет Тхюи, Чан Ван Зунг. Влияние плотности разведения на рост и процент выживаемости русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) на этапе перехода от личинок к малькам // *Наука и морские технологии*. 2014. Сб. 14. № 1. С. 75–80 (на вьетнам.).
 27. Holm C. J., Refstie T., Bo S. The Effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // *Aquaculture*. 1990. No. 89. P. 225–232.
 28. Memis D., Ercan E., Celikkale M. S., Timur M., Zarkua Z. Growth and survival rate of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) larvae from fertilized eggs to artificial feeding // *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 2009. No. 9. P. 47–52.

Статья поступила в редакцию 12.05.2016

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Нгуен Вьет Тхюи – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; аспирант кафедры аквакультуры и водных биоресурсов; thuy0032000@yahoo.com.

Корчунов Александр Александрович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. биол. наук; младший научный сотрудник научно-исследовательской части; korchunov84@yandex.ru.



Nguyen Viet Thuy, A. A. Korchunov

**STUDY OF HATCHERIES – BIOLOGICAL INDICES
OF RUSSIAN STURGEON FRY
(*ACIPENSER GUELLENSTAEDTII* BRANDT, 1833),
GROWN AT DIFFERENT DENSITIES OF STOCKING**

Abstract. The effect of stocking density on the absolute and relative growth rates, survival rates, the mass (at the end of the experiment) of the Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) is examined. The studies were conducted at the research institute N 3 on the research station Teynguen for studying cold-resistant species of fish (Vietnam, Lam Dong Province). The tests to determine the stocking density, suitable for the cultivation of Russian sturgeon in the growth stage of the juveniles weighing 3–4 g to fry weighing 20–25 g, were carried out in 3 versions – 200, 400 and 600 individuals/m². It is found that when the density of stocking was 200 birds/m² the absolute fish growth rate was higher than the density of stocking 400 and 600 birds/m². The relative growth rate and weight of the fish at the end of the experiment with stocking density of 200 individuals/m² were also higher than in the stocking density of 600 individuals/m². However, there were no statistically significant differences in these exponents of fish with stocking density of 400 individuals/m² and fish with stocking density of 200 and 600 individuals/m². The survival rates of fish with the stocking density of 200 and 400 individuals/m² were higher than in fish from the reservoir with the stocking density of 600 individuals/m². It is obvious, that the density of stocking of Russian sturgeon in transition from fry to juveniles should be less than 400 individuals/m² to ensure the growth rate, survival rate, and to provide maximum utilization of the reservoirs.

Key words: Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*, fingerling, juvenile, stocking density, growth rate, survival rate.

REFERENCES

1. Nguyen Kuok An. *Doklad o sostoianii issledovaniia, tekhnologiiakh vyrashchivaniia osetra, lososia, galiotisa v mire. Analiz i vybor tekhnologii, prigodnykh dlia ispol'zovaniia v usloviakh V'etnama* [Report on the state of the studies, technologies of breeding sturgeon, salmon, abalone in the world]. Nha Trang – Khanh Hoa, Nauchno-issledovatel'skii institut akvakul'tury, 2008. No. 3. 23 p.
2. Ruban G. I., Rosenthal H. K. *The Siberian Sturgeon Acipenser baerii Brandt. Species structure and Ecology*. World Sturgeon Conservation Society. Special Publication Series. Special Publication No 1. Norderstedt. Germany, 2005. 203 p.
3. Chebanov M. S., Rosenthal H., Gessner J., Van Anrooy R., Doukakis P., Pourkazemi M., Williot P. *Sturgeon hatchery practices and management for release. Guidelines FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No 570*. Ankara, FAO, 2011. 110 p.
4. Doroshov S. I. Muir J. F., Roberts R. Biology and culture of sturgeon. Acipenseriformes. In: *Recent advances in aquaculture*. Westview Press, 1985, no. 2, pp. 251–274.
5. Chan Din' Luan. *Sovremennoe sostoianie proizvodstva mal'kov i razvedeniia osetrov vo V'etname* [Present state of production of fry and breeding sturgeon in Vietnam]. *Torgovlia i moreprodukty*, 2012, no. 154. 35 p.
6. *FAO. Cultured aquatic species information programme. Cultured Aquaculture Species – Siberian Sturgeon*. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, 2006. Available at: fao.org/fishery/culturespecies/Acipenser_baerii.
7. Chen X. H. *Biological characteristics and current situation of resource of species of Acipenseriformes*. Ocean Publishing House, Beijing, 2007 (in Chinese).
8. *Doklad o sostoianii proizvodstva kholodostoikikh ryb za proshedshee vremia i sposobakh obespecheniia ustoichivogo razvitiia* [Report on the state of production of cold-resistant fishes for the last time and ways of ensuring stable development]. *Sbornik materialov konferentsii o razvitiu otrasli razvedeniia kholodostoikikh ryb. Ministerstvo sel'skogo khoziaistva i razvitiia derevni*. Glavnoe upravlenie akvakul'tury Dalat, 2015. 11 p.
9. *Reshenie ob utverzhenii Plana razvitiia kholodostoikogo rybolovstva do 2020, perspektivy do 2030 g.* [Decision on adoption of the Plan for development of cold-resistant fishery up to 2020, perspectives up to 2030]. *Ministerstvo sel'skogo khoziaistva i razvitiia derevni. Glavnoe upravlenie akvakul'tury. Khanoi*, 2015. 7 p.
10. Hung S. P. O., Lutes P. V., Shqueir A. A., Conte F. S. Effects of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*). *Aquaculture*, 1993, 115, pp. 297–303.
11. Ronayi A. *Effects of stocking density and feeding frequencies on growth, feed utilization and size structure in juvenile Siberian sturgeon*. *Halaszat*, 1997, 2, pp. 91–96.
12. Koksai G., Rad F., Kindir M. Growth performance and feed conversion efficiency of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) juvenile reared in concrete raceways. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 2000, 24, pp. 435–442.

13. Vasilean I., Cristea V., Sfetcu L. Influence of stocking density and water parameters on growth of juvenile beluga sturgeon (*Huso huso*, Linnaeus, 1758). *Lucrarile Stiintifice ale USAMV Iasi, Seria: Zootehnie*, 2009. P. 666–671.
14. Lorena D., Marilena M., Victor C., Dumitru M. Effect of formulated diet versus live food on growth and survival of Russian sturgeon (*Acipenser guldenstaedti*) larvae starting exogenous feeding. *Bulletin UASVM. Animal Science and Biotechnologies*, 2011, vol. 68, no. 1–2.
15. Zhuang P., Li D., Wang M., Zhang Z., Zhang L., Zhang T. Effect of stocking density on growth of juvenile *Acipenser schrenckii*. *Journal of Applied Ecology*, 2002, no. 13 (6), pp. 735–738.
16. Shi X., Li D., Zhuang P., Zhang X., Nie F. Effects of rearing density on juvenile *Acipenser schrenckii* digestibility, feeding rate and growth. *Journal of applied ecology*, 2006, no. 17 (8), pp. 1517–1520.
17. Yan T. *The study on physiological and biochemical responds of Acipenser schrenckii to the stresses of ambient salinity, pH and capture*. Master thesis of Science. East China Normal University. 2007. 96 p.
18. Yang D. G., Zhu Y. J., Luo I. P., Zhao J. H., Chen J. W. Effect of stocking density on growth performance of juvenile Amur Sturgeon (*Acipenser schrenckii*). *Journal of Applied Ichthyology*, 2011, no. 27 (2), pp. 541–544.
19. Li D., Liu J., Xie C. Effect of stocking density on growth and serum concentrations of thyroid hormones and cortisol in Amur sturgeon, *Acipenser schrencki*. *Fish Physiology and Biochemistry*, 2012, no. 38 (2), pp. 511–520.
20. Oprea D., Oprea L. Research concerning feeding of Russian sturgeon fry (*Acipenser guldenstaedti* Brandt, 1833), reared in a superintensive system. *Scientific works, UASVMB, 2008. Series A*, vol. LI, pp. 1034–1040.
21. Boujard T., Labbe L., Auperin B. Feeding behavior, energy expenditure & growth of rainbow trout in relation to stocking density and food accessibility. *Aquaculture Research*, 2002, no. 33 (15), pp. 1233–1242.
22. North B. P., Turnbull J. F., Ellis T., Porter M. J., Miguad H., Bron J., Bromage N. R. The impact of stocking density on the welfare of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 2006, no. 5, pp. 466–479.
23. Docan A., Dediu L., Cristea V. Effect of feeding with different dietary protein level on hematological indices of juvenile Siberian sturgeon, *Acipenser baeri* reared under recirculating systems condition. *AAFL Bioflux*, 2011, no. 4 (2), pp. 180–186.
24. Jorgensen E. H., Christiansen J. S., Jobling M. Effects of stocking density on food intake, growth performance and oxygen consumption in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Aquaculture*, 1993, 110, pp. 191–204.
25. Rasmussen R. S., Larsen F. H., Jensen S. Fin condition and growth among rainbow trout reared at different sizes, densities and feeding frequencies in high temperature recirculated water. *Aquaculture International*, 2007, no. 15, pp. 97–107.
26. Nguen V'et Tkhiui, Chan Van Zung. Vliianie plotnosti razvedeniia na rost i protsent vyzhivaemosti russkogo osetra (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) na etape perekhoda ot lichinok k mal'kam [Effect of the density of breeding on the growth and percentage of survival of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) at the stage of transition from larvae to fry]. *Nauka i morskii tekhnologii*, 2014, Sbornik 14, no. 1, pp. 75–80 (in Vietnam.).
27. Holm C. J., Refstie T., Bo S. The Effect of fish density and feeding regimes on individual growth rate and mortality in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 1990, no. 89, pp. 225–232.
28. Memis D., Ercan E., Celikkale M. S., Timur M., Zarkua Z. Growth and survival rate of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) larvae from fertilized eggs to artificial feeding. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2009, no. 9, pp. 47–52.

The article submitted to the editors 12.05.2016

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Nguyen Viet Thuy – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Postgraduate Student of the Department of Aquaculture and Water Bioresources; thuy0032000@yahoo.com.

Korchunov Alexander Aleksandrovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Biology; Junior Researcher of NIS; korchunov84@yandex.ru.

