

УДК 639.3.034.2

ЗАВИСИМОСТЬ КАЧЕСТВА ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ И ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА ОТ РЫБОВОДНО-ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РОДИТЕЛЬСКИХ ОСОБЕЙ СТЕРЛЯДИ**Н. В. БАРУЛИН***УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки. Республика Беларусь, 213407***А. В. ВОЛЫНЕЦ***Конаковский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства» «Конаковский завод по осетроводству»,
г. Конаково, Россия, 171280**(Поступила в редакцию 11.04.2019)*

В настоящее время осетровые рыбы находятся на грани полного вымирания и исчезновения по причине ухудшения экологических условий, антропогенного воздействия и интенсивного браконьерства. В связи с этим воспроизводство осетровых рыб в искусственных условиях является единственной альтернативой для удовлетворения в посадочном материале как для зарыбления естественных водоемов, так и для использования в условиях товарной аквакультуры. Современная технология воспроизводства рыб включает в себя отлов диких производителей или работу с маточным стадом, сформированным и выращиваемым в аквакультурных условиях [8].

Однако, напряженные технологические условия индустриального рыбоводства, включающие использование искусственного кормления, высокие плотности посадки, низкую численность производителей, высокие концентрации нитратов, привели к снижению качества получаемого посадочного материала. В этой связи важным технологическим моментом является селекционная работа с маточным стадом в целях эффективного отбора для целей воспроизводства, что должно повысить качество получаемого посадочного материала [1, 3, 4, 8].

В результате проведенных исследований нами выявлены зависимости качества получаемых половых продуктов (икры) и посадочного материала стерляди от рыбоводно-ихтиологических (размерно-весовых) и биохимических показателей родительских особей. При положительной корреляционной связи размерно-весовых и биохимических показателей с репродуктивными показателями одновременно наблюдалась отрицательная корреляционная связь с выходом предличинок из инкубационного аппарата. При увеличении рабочей плодовитости и выхода икры от ихтиомассы наблюдалась снижение выхода предличинок из инкубационного аппарата. На основании полученных результатов можно сделать вывод о необходимости ведения двух направлений селекции в племенной работе осетровых: первого, направленного на повышение выхода икры сырца и отборе наиболее крупных особей с развитыми внешними размерно-весовыми признаками и второго, направленного на повышение качества и выживаемости посадочного материала и отборе средних по размерно-весовым показателям производителей.

Ключевые слова: *стерлядь, половые продукты, посадочный материал, родительские особи.*

Currently, sturgeon fish are on the verge of extinction due to deteriorating environmental conditions, anthropogenic impact and intensive poaching. In this regard, the reproduction of sturgeon in artificial conditions is the only alternative for satisfaction in planting material for both natural water bodies stocking and for use in commercial aquaculture conditions. The modern technology of fish reproduction includes capturing wild producers or working with broodstock formed and grown in aquaculture conditions.

However, the intense technological conditions of industrial fish farming, including the use of artificial feeding, high planting densities, low number of producers, high concentrations of nitrates, led to a decrease in the quality of the planting material obtained. In this regard, an important technological point is the breeding work with broodstock for the purpose of effective selection for reproduction purposes, which should improve the quality of the planting material obtained.

As a result of the research, we identified the dependencies of the quality of obtained sex products (eggs) and the planting material of the sterlet on the fish-ichthyological (size-weight) and biochemical parameters of the parent individuals. With a positive correlation of size-weight and biochemical parameters with reproductive indicators, a negative correlation was simultaneously observed with the emergence of prelarvae from the incubation apparatus. With an increase in the working fecundity and output of caviar from ichthyomass, there was a decrease in the yield of prelarvae from the incubation apparatus. Based on the obtained results, it can be concluded that it is necessary to maintain two breeding directions in sturgeon breeding work: the first, aimed at increasing the yield of raw caviar and selecting the largest individuals with developed external size-weight characteristics, and the second, aimed at improving the quality and survival of planting material and selection of average producers according to size-weight indicators.

Key words: *sterlet, sex products, planting material, parental individuals.*

Введение

Под качеством рыбопосадочного материала, прежде всего, понимают выживаемость, жизнестойкость, темп роста и другие рыбоводно-ихтиологические параметры. На качество посадочного материала влияет физиологическое состояние и полноценность родителей (производителей) рыб. Одним из простых (экспресс) методов оценки качества производителей является оценка качества получаемого посадочного материала, а также размерно-ихтиологические промеры потомства и родительских особей.

Стерлядь является одним из наиболее популярных объектов осетроводства [8, 1, 9]. Заводское воспроизводство осетровых – одно из самых сложных направлений в области аквакультуры, поскольку требует о рыбоводов ручного управления нерестовых условий, оказывающих непосредственное воздействие на физиологические процессы размножения. К сожалению, не всегда удается обеспечить конкурирование с природными условиями. В связи с этим, технология воспроизводства этих рыб нуждается в постоянном совершенствовании [8]. Кроме того, следует отметить, что осетровые рыбы получили широкое распространение как объект научных исследований не только в области аквакультуры и ихтиологии, но в области эмбриологии, физиологии и физики [2, 5, 6, 10].

Цель работы – заключалась в анализе качества получаемых половых продуктов (икры) и посадочного материала от стерляди и установлении их зависимостей от рыбоводно-ихтиологических и биохимических параметров родительских особей.

Основная часть

Исследования выполнялись в 2017–2018 году на базе филиала Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) «Конаковский завод по осетроводству» (Тверская обл., Россия). В качестве объекта исследований использовали половозрелых самок стерляди 2009–2011 годов рождения, которые содержались при следующих условиях: с марта по октябрь в бетонных бассейнах площадью 30 м², при прямоточном водоснабжении с температурным режимом 15–23 °С, плотностью посадки 15–20 кг/м² и регулярном кормлении комбикормами Sorpens caviar с суточным рационом 0,7 % от ихтиомассы с прикормом в виде кильки; с ноября, после проведения бонитировки, отобранные зрелые производители находились в установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) в течение 60 дней, в которой осуществлялась зимовка с температурным режимом 5–6 °С; для проведения нереста производители переносились в другую УЗВ, в которой осуществлялся плавный вывод на нерестовую температуру (14 °С) с последующим преднерестовым выдерживанием в течение 2-х недель; после нереста производители возвращались в бетонные бассейны на прямоточное водоснабжение.

При проведении осенней бонитировки производителей осуществляли регистрацию следующих ихтиологических промеров согласно методике, описанной И. Ф. Правдиным [7]: масса рыбы, кг (M); общая длина тела, см (ab); длина тела до конца средних лучей С, см (ac); длина тела до корней средних лучей С, см (ad); длина туловища, см (od); длина хвостового стебля, см (fd); наибольшая высота тела, см (gh); наименьшая высота тела, см (ik); высота головы у затылка, см (lm); длина головы, см (ao); длина рыла, см (an); диаметр глаз, см (nr); ширина рта, см (b); заглазничный отдел головы, см (po); ширина рыла у основания средних усиков, см (SRc); расстояние от конца рыла до линии, проходящей через середину основания средних усиков, см (rc); расстояние от конца рыла до хрящевого свода рта, см (l); длина основания D, см (qs); наибольшая высота D, см (tu); длина основания A, см (yu1); наибольшая высота A, см (ej); длина P, см (vx); длина V, см (zz1); пектоцентрально-вентральное расстояние (расстояние между P и V), см (vz); вентральное расстояние (расстояние между V и A), см (zy); антедорсальное расстояние, см (aq); антевентральное расстояние, см (az); антеанальное расстояние, см (ay).

Для стимулирования овуляции и спермиации использовали суспензию ацетонированного гипофиза в два этапа (предварительная + разрешающая инъекции). Икру и сперму у производителей получали прижизненно. Оплодотворяемость икры определяли на стадии 4-х бластомеров.

Перед выводом самок из диапаузы на нерестовую температуру были отобраны пробы сыворотки крови производителей до (1) и после (2) нереста по 4 показателям: гемоглобин, гематокрит, глюкоза и общий белок, а также был определен коэффициент поляризации.

Для оценки качества получаемых половых продуктов и посадочного материала регистрировались следующие параметры: рабочую плодовитость (масса полученной икры в кг), выход икры от ихтиомассы (%), оплодотворение икры (%), выживаемость (выход) предличинок из

инкубационного аппарата (%), выживаемость (выход) личинок при переходе на внешнее питание (%).

Для статистической обработки использовали статистическую программу R с пакетами RCommander, corrplot и др. [11].

Результаты исследования качества получаемых половых продуктов и посадочного материала самок стерляди представлены в таблице 1. Средние значения рабочей плодовитости самок стерляди составили 308 г, выхода икры от ихтиомассы – 12,2 %, процента оплодотворения икры – 64,7, выхода (выживаемости) предличинок из инкубационного аппарата – 59,15 %, выхода (выживаемости) личинок при переходе на внешнее питание – 47,06 %.

Среднее значение массы самок стерляди составило 2,57 кг (с колебаниями от 2,2 до 3,1 кг) (табл. 2), общей длины тела – 70,55 см (66,3–74,9 см), длины тела до конца средних лучей С – 60,68 см (52,4–66,6 см), длины тела до корней средних лучей С – 56,8 см (48,7–62,6 см), длины туловища – 64,03 см (45,7–90,0 см), длины хвостового стебля – 6,96 см (6,3–7,9 см), наибольшей высоты тела – 12,3 см (11,5–13,6 см), наименьшей высоты тела – 2,89 см (2,4–3,5 см), высоты головы у затылка – 7,16 см (5,9–7,8 см), длины головы – 13,42 см (11,9–14,6 см), длины рыла – 6,32 см (5,4–7,3 см), диаметра глаза – 1,01 см (0,8–1,2 см), ширины рта – 3,22 см (2,9–3,8 см), заглазничного отдела головы – 6,34 см (5,8–7,0 см), ширины рыла у основания средних усиков – 2,46 см (2,0–3,1 см), расстояния от конца рыла до линии, проходящей через середину основания средних усиков – 2,51 см (1,7–2,2 см), расстояния от конца рыла до хрящевого свода рта – 5,8 см (4,9–6,6 см), длины основания D – 10,33 см (9,4–11,4 см), наибольшей высоты D – 6,15 см (5,5–7,0 см), длины основания A – 5,17 см (4,5–5,7 см), наибольшей высоты A – 8,39 см (7,8–8,9 см), длины P – 9,71 см (9,1–10,4 см), длины V – 5,81 см (5,4–6,7 см), пектоцентрального расстояния – 25,21 см (24,0–26,3 см), вентрального расстояния – 16,03 см (14,9–17,8 см), антедорсального расстояния – 47,19 см (45,2–49,6 см), антевентрального расстояния – 45,87 см (40,3–64,5 см), антеанального расстояния – 51,78 см (49,8–53,4 см).

Таблица 1. Результаты исследования качества получаемых половых продуктов и посадочного материала самок стерляди

Метка	Рабочая плодовитость, кг	Выход икры, %	Оплодотворение икры, %	Выход предличинок, %	Выход личинок, %
2860	340	14	66	56,1	20,5
5337	396	17	58	56,2	52,9
7532	178	8	69	66,1	39,4
5328	272	12	62	64,4	68,4
7538	339	11	72	58,4	44,7
7221	411	16	63	55,9	47,7
6634	224	9	55	55,4	45,3
7539	336	14	72	56,7	46,8
5421	208	8	69	63,1	66,3
5338	376	13	61	59,2	38,6

Для установления зависимостей качества получаемых половых продуктов и посадочного материала от рыбоводно-ихтиологических и биохимических параметров родительских особей мы использовали корреляционный тест (тип Пирсона) с расчетом коэффициентов корреляции. В наших исследованиях мы принимали следующую силу корреляционной связи: очень слабая – от 0 до $\pm 0,299$; слабая – от $\pm 0,3$ до $\pm 0,499$; средняя – от $\pm 0,5$ до $\pm 0,699$; высокая – от $\pm 0,7$ до $\pm 0,899$; очень высокая – от $\pm 0,9$ до ± 1 . Результаты корреляционного теста в виде мультикорреляционной матрицы представлены на рис. 1.

В результате корреляционного теста мы установили, что рабочая плодовитость самок (плодовитость) имела очень высокую силу положительных корреляционных связей с выходом икры от ихтиомассы, высокую силу положительных корреляционных связей с концентрацией белка в сыворотке крови до нереста (белок 1), среднюю силу корреляционных связей с концентрацией белка в сыворотке крови после нереста (белок 2), заглазничным отделом головы, наибольшей высотой тела. Следует отметить отрицательную среднюю силу корреляционных связей между рабочей плодовитостью самок и выходом предличинок из инкубационного аппарата. С остальными рыбоводно-ихтиологическими показателями рабочая плодовитость самок имела слабую или очень слабую положительную и отрицательную силу корреляционной связи.

В результате корреляционного теста мы установили, что выход икры от ихтиомассы самок имел очень высокую силу положительных корреляционных связей с рабочей плодовитостью самок, высокую силу положительных корреляционных связей с концентрацией белка в сыворотке крови до нереста (белок 1), среднюю силу положительных корреляционных связей с концентрацией белка и глюкозы в сыворотке крови после нереста (белок 2 и глюкоза 2), размером заглазничного отдела головы. Следует отметить отрицательную среднюю силу корреляционных

связей между выходом икры от ихтиомассы самок и выходом предличинок из инкубационного аппарата. С остальными рыбоводно-ихтиологическими показателями рабочая плодовитость самок имела слабую или очень слабую положительную и отрицательную силу корреляционной связи.

В результате корреляционного теста мы установили, что процент оплодотворения икры имел среднюю силу положительных корреляционных связей с наибольшей высотой А. С остальными рыбоводно-ихтиологическими показателями процент оплодотворения икры имел слабую или очень слабую положительную и отрицательную силу корреляционной связи.

Таблица 2. Ихтиологические промеры самок стерляди во время осенней бонитировки

Показатели	Номер рыбы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Метка	2860	5337	7532	5328	7538	7221	6634	7539	5421	5338
М	2,5	2,3	2,2	2,2	3,1	3	2,5	2,4	2,7	2,8
ab	71	71,4	69,4	66,3	74,3	74,9	70,6	66,8	71,1	69,7
ac	65,4	61,3	63	53,8	59,8	66,6	62,4	58,9	52,4	63,2
ad	62,1	59,3	60,1	49,7	56,8	62,6	57,8	53,2	48,7	57,7
od	47	50,3	46,2	45,7	51,6	75,5	73,5	87	90	73,5
fd	7,2	7,9	6,4	6,9	7,2	6,8	6,6	6,3	7,3	7
gh	13	11,9	11,5	11,8	13,6	12,4	11,7	12,9	11,7	12,5
ik	3,5	2,4	2,9	2,8	3	3,1	2,7	2,5	2,9	3,1
lm	7,2	5,9	7,2	6,6	7,6	7,7	7,8	6,5	7,3	7,8
ao	12,4	13,5	11,9	13,7	14	14,6	14	13,3	13,6	13,2
an	5,4	6,2	5,4	5,5	6,8	6,6	6,3	7,1	7,3	6,6
np	1,2	1	1	0,9	0,8	1	1,2	0,9	1,1	1
б	3,8	3,2	2,9	3,4	3,3	3,4	3	3,1	3,2	2,9
po	5,8	7	5,9	6,2	6,8	6,7	6,3	6,5	6,1	6,1
SR _c	2,5	3,1	2	2	2,3	2,2	2,6	3	2,5	2,4
r _c	2,2	2,8	1,7	2,4	2,7	2	3,3	3,2	2,2	2,6
l	5,2	4,9	5,6	6,1	5,7	6,6	6,1	6,1	5,8	5,9
qs	9,6	10,2	9,4	9,9	11,4	10,2	9,9	11	10,5	11,2
tu	5,5	6,9	5,8	6,2	5,6	5,8	5,8	7	6,2	6,7
yy ₁	5,1	4,6	5	5,2	5,7	5,4	5,1	4,5	5,6	5,5
vx	8,4	8,2	8,5	8,1	8,8	7,8	8,4	8,9	8,6	8,2
zz ₁	9,1	9,4	9,8	9,8	9,9	10,4	10,2	9,4	9,6	9,5
vz	6,7	5,6	5,8	5,7	5,9	6	5,8	5,4	5,7	5,5
zy	26,3	24,6	24	25,3	25,7	25,4	24,9	24,2	26,1	25,6
aq	17,8	16,9	14,9	15,3	15,2	15,5	15,4	15,6	17,2	16,5
az	49,2	47,4	45,3	48,1	45,2	45,3	49,3	49,6	46,6	45,9
ay	43,6	43,5	41,9	40,3	41,1	46,2	47,1	47	43,5	64,5

двух направлений селекции в племенной работе осетровых: первого, направленного на повышение выхода икры сырца и отборе наиболее крупных особей с развитыми внешними размерно-весовыми признаками и второго, направленного на повышение качества и выживаемости посадочного материала и отборе средних по размерно-весовым показателям производителей.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Конаковского завода по осетроводству: А. В. Мищенко, Н. А. Козовкову, Н. Н. Краснову за помощь в организации проведения исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барулин, Н. В. Системный подход к технологии регулирования воспроизводства объектов аквакультуры в рыбоводных промышленных комплексах / Н. В. Барулин // *Вестні Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. (Серія аграрных навук)*. – Мінск, 2015. – 3. – С. 107–111.

2. Барулин, Н. В. Лазерное излучение как важный элемент технологии аквакультуры / Н. В. Барулин, М. В. Шалак, В. Ю. Плавский // *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2008. – № 3. – С. 82–85.

3. Барулин, Н. В. Рекомендации по воспроизводству осетровых рыб в рыбоводных промышленных комплексах с применением инновационных методов [Текст] / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский, К. Л. Шумский, Л. О. Атрошенко, Е. Г. Новикова, С. В. Роговцов, М. С. Лиман. – Горки: БГСХА, 2016. – 203 с.

4. Барулин, Н. В. Стратегия развития осетроводства в Республике Беларусь / Н. В. Барулин // *Вестні Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серія аграрных навук*. – 2017. – № 2. – С. 82–90.

5. Плавский, В. Ю. Влияние модуляции низкоинтенсивного лазерного излучения на его биологическую активность / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский // *Лазерная медицина*. 2009. – Т. 13. – № 1. – С. 4–10.

6. Плавский, В. Ю. Фотофизические процессы, определяющие биологическую активность оптического излучения низкой интенсивности / В. Ю. Плавский, Н. В. Барулин // *Биомедицинская радиоэлектроника*. – 2009. – №6. – С. 23–40.

7. Правдин, И. Ф. Руководство по изучению рыб [текст] / И. Ф. Правдин. – М.: Пищевая промышл. – 1966. – 375 с.

8. Chebanov, M., Galich, E. (2018). Echography for Siberian Sturgeon (*Acipenser baerii*) Brood Stock Management. In: Williot, P., Nonnotte, G., Chebanov, M. (eds). *The Siberian Sturgeon (Acipenser baerii, Brandt, 1869). Volume 2 – Farming*. Springer, Cham, 529–567.

9. Kostousov, V. G. Development of industrial fish culture in Belarus // V. G. Kostousov, N.V. Barulin. – p. 44 – 48 // *Handbook: Recirculation technologies in indoor and outdoor systems*; Edited by: Peter Lengyel [et al.]. – Szarvas, Hungar: Research Institute for Fisheries, Aquaculture and Irrigation, 2013. – 92 p.

10. Plavskii, V. Y. Fish Embryos as Model for Research of Biological Activity Mechanisms of Low Intensity Laser Radiation / V.Y. Plavskii, N.V. Barulin. – P. 1 – 47 // *Advances in Laser and Optics Research*. – Vol. 4; Editors: William T. Arkin – New York, USA: Nova Science Publishers, Inc., 2010. – Vol. 4. – 264 p.

11. R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. – 2017. – URL <https://www.R-project.org/>.