

Светлой памяти
Леонарды Владимировны Игумновой
посвящается

УДК 639.371.2:639.3.04:639.3.03

К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ САМОК РУССКОГО ОСЕТРА *ACIPENSER GUELLENSTAEDTII* ВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ПО ИХ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВУ ПОТОМСТВА В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ

В.Д. Крылова

ВНИРО, Москва, maricul@vniro.ru

ON THE ASSESSMENT OF QUALITY OF WILD RUSSIAN STURGEON FEMALES *ACIPENSER GUELLENSTAEDTII* FROM THE VOLGA POPULATION BY PRODUCTIVITY AND QUALITY OF THEIR PROGENY IN EARLY ONTOGENESIS

V.D. Krylova

VNIRO, Moscow, maricul@vniro.ru

Осетровые рыбы представляют собой ценнейшие генетические ресурсы отечественной и мировой ихтиофауны, промысловые запасы и численность которых в настоящее время повсеместно подорваны [Ходоревская, Рубан, Павлов, 2007]. Серьезную озабоченность вызывает также высокая генетическая изменчивость волжских осетровых в природных популяциях с низкими характеристиками качества производителей заводского происхождения [Рябова и др., 2008]. В связи с этим, актуальное значение приобретают исследования, направленные на сохранение, поддержание и восстановление численности осетровых путем научно-обоснованного управления биотехнологией искусственного разведения, воспроизводства, выращивания и формирования на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) продуктивных маточных стад, приспособленных к содержанию и репродукции в неволе. Возрастает роль мониторинговых исследований по формированию и эксплуатации маточных стад, которые в настоящее время создаются на ОРЗ двумя путями [Бурцев, Николаев, 1999; Сафронов, 2003]:

- путем одомашнивания (доместикации) природных производителей;
- из оплодотворенной икры, полученной на ОРЗ от природных производителей, и дальнейшего выращивания из неё зрелых самок и самцов в условиях ОРЗ, так называемый цикл «от икры до икры».

Однако в последние годы резко снизилась эффективность работы ОРЗ Волго-Каспийского бассейна ввиду снижения качества производителей (самок

и самцов), отлавливаемых из нерестовой части волжской популяции, и увеличилась доля самок и самцов, дающих недоброкачественную икру и сперму, непригодные для рыбоводных целей и целей искусственного воспроизводства. В связи с этим, особенно остро встал вопрос разработки критериев оценки качества зрелых самок русского осетра по рыбоводно-биологическим показателям их продуктивности и качеству потомства в раннем онтогенезе. Методический подход и принципы формирования таких стад подробно изложены в статье [Сафронов, Крылова, 2004].

Цель работы — изучить результаты прижизненного получения икры от диких самок русского осетра волжской популяции, отловленных в июле—августе 1999 г. и в мае 2000 г. по рыбоводно-биологическим показателям их продуктивности на Волгоградском ОРЗ в 2000 г.

Задача заключалась в селекционно-племенной оценке качества природных самок по продуктивности и качеству потомства в раннем онтогенезе.

Материал и методы

Работа проведена с 13 мая по 5 июня 2000 г. на Волгоградском ОРЗ ФГУ «Нижеволжскрыбвода». Раствором сурфагона было проинъецировано 46 самок и 45 самцов русского осетра, из которых созрели 28 самок (63 %) и 13 самцов (30 %) [Крылова, Козовкова, 2005]. Следует отметить низкий потенциал репродуктивных самцов русского осетра в этом году. От числа проинъецированных самцов по партиям созрели от 10 до 30 %. Из 28 экз. самок 27 шт. были самки озимой расы и одна самка — яровой биологической расы, пойманной в конце мая на тоне «Булгаково» в низовье Волги. Ввиду отсутствия на заводе зрелых самцов яровой расы, ее икра была оплодотворена спермой трех самцов озимого осетра. Овулировавшая икра была сравнительно крупная, диаметром $3,6 \times 3,1$ мм, средней массой 19,2 мг, бежевого цвета, в черной «шапочке»: анимальный полюс был сильно пигментирован, далее светлое кольцо разделяло анимальный и вегетативный полюса.

Качество зрелых самок русского осетра и потомства оценивали по рыбоводно-биологическим показателям, представленным в табл. 1. Для рыбоводно-биологической оценки качества самок русского осетра и качества потомства были изучены: длина (L , L_1 , L_2) и масса самок (W), упитанность рыб (K_F), масса икры ($W(\text{egg})$), рабочая (Q_p) и относительная (Q_o) плодовитость, количество икринок в 1 г (q), генеративный индекс ($Q, \%$), продуктивность самки по икре ($Q(\text{egg})$), масса 1 ооцита ($P(\text{egg})$), диаметр ооцита ($d(\text{egg})$), процент оплодотворения икры ($f, \%$), количество оплодотворенной икры (Q_f), количество морфологических аномалий в развитии эмбрионов на стадиях 32–35, выход личинок на выклеве ($S, \%$), длина (L_0) и масса (W_0) личинок на выклеве.

Перечень рыбоводно-биологических показателей и их условные обозначения разработаны в лаборатории марикультуры ВНИРО, обсуждены и одобрены Методическим советом в августе 1999 г. Он вошел в информационно-аналитический блок «Аквакультура» информационно-статистической программы ИСП «Осетр-2000» [Богерук, Крылова, 2002; Богерук, Крылова, Шубин, 2003; Крылова, Николаев, Шубин, 2005].

Все количественные показатели по каждой самке и выборке в целом ($n = 28$ шт.) обработаны современными методами статистического анализа по программе «Осетр-2000» [Крылова, Николаев, Шубин, 2005], а также методом отклонений и сравнительного анализа индивидуальных показателей самок от средней выборки [Марти, 1964; Соколов, Кашин, 1965, Сафронов, Крылова, 2004].

**Рыбоводно-биологические показатели качества самок русского осетра
и потомства в раннем онтогенезе**

Таблица 1

Условные обозначения	Название показателя	Единицы измерения
W	Масса (вес) рыбы	кг
L	Общая (зоологическая) длина тела	см
l_1	Длина тела до конца средних лучей «С» (хвостового плавника)	см
l_2	Длина тела до основания средних лучей «С»	см
K_F	Коэффициент упитанности по Фультону	%
W(egg)	Масса икры	кг
Qp	Количество икры	тыс. шт.
Qo	Количество икры на кг массы самки	тыс. шт/кг
q	Количество икринок в 1 г	шт/г
Q,%	Количество икры от общей массы тела	%
Q(egg)	Количество икры (в граммах) на 1 кг самки	г/кг
P(egg)	Масса 1 ооцита	мг
d(egg)	Диаметр 1 ооцита	мм
f,%	Процент оплодотворения	%
Qf	Количество оплодотворенной икры	тыс. шт.
Uc	Количество морфологических аномалий у эмбрионов (ст. 32–35)	%
U10	Количество морфологических аномалий у личинок на выклеве	%
U15	Количество морфологических аномалий у личинок (ст. 45)	%
S0	Выживание эмбрионов	тыс. шт.
S,%	Выход личинок на выклеве	%
Q1	Количество личинок на 1 самку	%
L0	Длина личинки на выклеве	мм
L15	Длина личинки в возрасте 15 сут	мм
W0	Масса личинки на выклеве	мг
W15	Масса личинки в возрасте 15 сут	мг

Примечания: Qp — рабочая плодовитость; Qo — относительная плодовитость; Q,% — генеративный индекс; Q(egg) — продуктивность самки по икре, репродуктивный индекс.

В работе приведены основные статистические параметры: $\bar{\chi}$ — средняя выборки; $\pm S_{\bar{\chi}}$ — ошибка средней, min—max — колебания значений показателей; S — стандартное отклонение (S оценка σ); C,% — коэффициент вариации (изменчивости); $r \pm m_r$ — корреляция с длиной (L), массой (W) и упитанностью (K_F) рыб; μ — границы доверительных интервалов средних значений признаков по первому и третьему уровню значимости (95 и 99,9 %) [Снедекор, 1961].

Результаты и обсуждение

Рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра представлены в табл. 2. Как видно из табл. 2, икра от 28 самок была получена шестью

**Рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра
(Волгоградский ОРЗ, 2000 г.)**

№/№	Дата получения икры	Метка	Размерно-весовые показатели		Количество икры					кг/кг	Оплодотворение, %	Количество оплодотворенной икры, тыс. шт.	Выход личинок, %
			Масса W, кг	Длина L ₁₋₂ , см	кг	шт./г	тыс. шт.	тыс. шт./кг	%				
<i>Первая партия</i>													
1	14.05	1 sl	16,3	137–122	3,3	46	151,8	9,3	20,2	0,2	95,0	144,2	
2	14.05	2 sl	19,8	145–130	2,6	43	111,8	5,6	13,1	0,13	94,6	105,8	
3	14.05	3 sl	23,7	135–115	5,2	52	270,4	11,4	21,9	0,21	83,0	224,4	
4	14.05	4 sl	15,3	140–118	2,8	43	120,4	7,8	18,3	0,18	77,7	93,6	
5 (n=5)	14.05	5 sl	22,3	139–124	5,0	55	275,0	12,3	22,4	0,22	89,6	246,4	
Сред.			19,5	139–122	3,8	48	185,9	9,3	19,2	0,18	88,0	162,9	87,2
<i>Вторая партия</i>													
6	16.05	6 sl	15,3	132–117	2,4	44	105,6	6,9	15,7	0,15	85,4	90,2	
7	16.05	7 sl	17,6	137–122	3,1	44	136,4	7,8	17,6	0,17	82,5	112,5	
8	16.05	8 sl	23,2	144–137	3,7	39	144,3	6,2	15,95	0,16	16,1	Списано	
9 (n=4)	16.05	9 sl	40,7	143–128	8,3	44	365,2	9,0	20,4	0,2	71,1	259,5	
Сред.			24,2	139–126	4,4	43	187,9	7,5	17,4	0,2	63,8	121,4	82,2
<i>Третья партия</i>													
10	19.05	04154	12,7	134–115	2,4	48	115,2	9,1	18,9	0,18	29,0	Списано	
11	19.05	04117	14,7	130–110	4,2	52	218,4	14,8	28,6	0,28	91,5	199,8	
12	19.05	04112	18,4	131–122	4,0	45	180,0	9,8	21,7	0,21	87,3	157,1	
13	19.05	04142	14,3	132–120	2,8	44	123,2	8,6	19,6	0,19	72,8	89,7	
14	19.05	04197	14,9	126–116	3,5	51	178,5	12,0	23,5	0,23	79,7	142,3	
15	19.05	04166	14,8	125–115	3,3	43	141,9	9,6	22,3	0,22	74,1	105,1	
16	19.05	04175	11,9	106–94	1,5	46	69,0	5,8	12,6	0,12	52,0	35,9	
17 (n=8)	19.05	04124	13,7	130–112	3,2	44	140,8	10,3	23,4	0,23	75,6	106,4	
Сред.			14,4	127–113	3,1	47	145,8	10,0	21,3	0,19	70,3	140,9	71,7
<i>Четвертая партия</i>													
18	24.05	04113	11,1	129–112	1,7	50	85,0	7,7	15,3	0,15	84,7	72,0	
19	24.05	04184	14,3	125–110	3,3	50	165,0	11,5	23,1	0,23	91,8	151,5	
20	24.05	04101	14,0	130–119	3,2	52	166,4	11,9	22,9	0,22	90,9	151,3	
21	24.05	04176	14,8	123–117	1,8	51	91,8	6,2	12,2	0,12	85,9	78,9	
22	24.05	04122	13,6	128–110	2,8	56	156,8	11,5	20,6	0,2	62,6	98,1	
23 (n=6)	24.05	04145	20,2	132–122	4,2	46	193,2	9,6	20,8	0,2	90,0	173,8	
Сред.			14,7	128–115	2,8	51	143,0	9,7	19,2	0,18	84,3	120,9	74,4
<i>Пятая партия</i>													
24	25.05	04134	11,7	122–100	2,1	45	94,5	8,1	11,95	0,18	66,4	62,7	
25	25.05	04148	9,8	110–99	2,3	50	115,0	11,7	23,47	0,23	67,4	77,5	
26	25.05	04158	21,2	143–127	5,6	36	201,6	9,5	26,4	0,26	74,4	150,0	

№ п/п	Дата получения икры	Метка	Размерно- весовые показатели		Количество икры					кг/кг	Оплодотворение, %	Количество оплодотворенной икры, тыс. шт.	Выход личнок, %
			Вес W, кг	Длина L ₁₋₂ , см	кг	шт/г	тыс. шт.	тыс. шт/кг	%				
27 (n=4)	25.05	04144	18,1	106–101	4,2	59	247,8	13,7	23,2	0,23	61,7	152,9	
Сред.			15,2	120–107	3,6	48	164,7	10,7	22,8	0,23	67,5	110,8	83,5

Шестая партия

28 (n=1)	29.05	04140	16,4	128–110	3,4	45	153,0	9,3	20,7	0,2	93,2	142,6	94,7
----------	-------	-------	------	---------	-----	----	-------	-----	------	-----	------	-------	------

партиями с перерывом в один–пять дней. Масса самок колебалась от 9,8 кг до 40,7 кг, а абсолютная длина тела (L, см) от 106 до 145 см. Все рыбоводно-биологические показатели самок отражают их индивидуальные характеристики. Икра двух самок из 2-ой и 3-ей партий была снята с производства из-за низкого процента оплодотворения.

Все самки были помечены индивидуальными пластиковыми метками, прикрепленными проволокой к основанию спинного плавника. Однако практика эксплуатации меток показала их ненадежность и потери.

Содержание производителей и инкубация икры в аппаратах «Осетр» проходила в сходных экологических условиях с гидрохимическими показателями, характерными для слабощелочной волжской воды. Чем выше поднималась температура воды, тем короче была продолжительность зародышевого развития.

Средние рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра по партиям получения икры показаны в табл. 3.

Как видно из табл. 3, влияние отдельных самок с низкими рыбоводными показателями (табл. 2), снизили средние показатели по партиям получения икры.

Распределения самок осетра по длине тела (L, см), массе (W, кг) и упитанности (K_F) представлены на рис. 1, 2, 3. Как видно из рис. 1, 2, 3, показатели экстерьера самки ярового осетра находятся в пределах границ распределения самок озимого осетра.

Средние рыбоводно-биологические показатели самок русского осетра по партиям получения икры [ВОРЗ, 2000 г.]

Таблица 3

№ партии	Количество самок, шт.	Дата получения икры	Размерно-весовые показатели		Количество икры					Оплодотворение, %	Количество оплодотворенной икры, тыс. шт.	Выход личинок	
			W, кг	L ₁₋₂ , см	кг	%	шт/г	тыс. шт.	тыс. шт/кг			%	Дата выклева
1	5	14.05	19,5	139–122	3,8	19,2	48	185,9	9,3	88,0	162,9	87,2	22.05–23.05
2	4	15.05	24,2	139–126	4,4	17,4	43	187,9	7,5	63,8	154,1	82,2	23.05–24.05
3	8	19.05	14,4	127–113	3,1	21,3	47	145,8	10,0	70,3	104,5	71,7	25.05
4	6	24.05	14,7	128–115	2,8	19,2	51	143,0	9,7	84,3	120,9	74,4	29.05
5	4	25.05	15,2	120–107	3,6	22,8	48	164,7	10,7	67,5	110,8	83,5	31.05
6	1	29.05	16,4	128–110	3,4	20,7	45	153,0	9,3	93,2	142,6	94,7	03.06

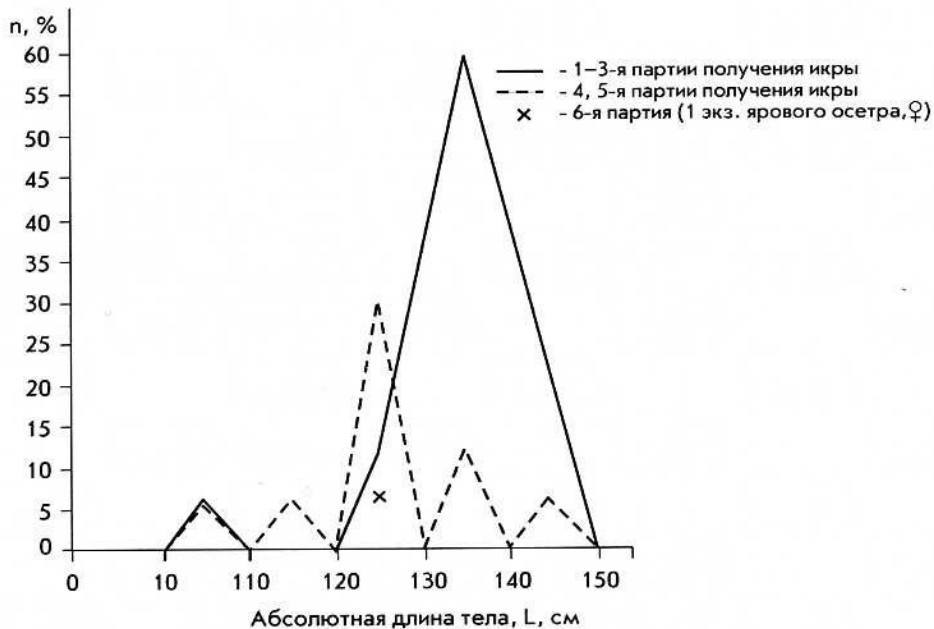


Рис. 1. Распределение самок русского осетра по абсолютной длине тела

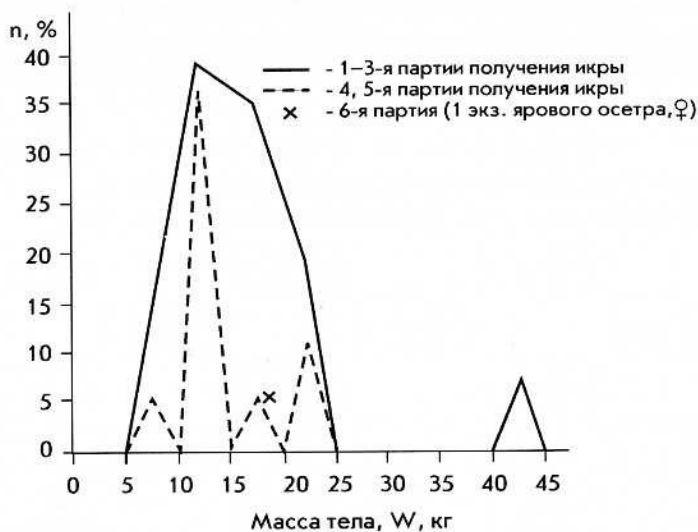


Рис. 2. Распределение самок русского осетра по массе, W, кг ($n = 28$)

1. Размерно-весовая характеристика самок русского осетра. Размерно-весовые показатели и статистические параметры длины, массы и упитанности представлены в табл. 4.

Средняя длина тела самок (L, см) составляет 130,07 см с колебаниями длины по отдельным самкам от 106 до 145 см (табл. 4). Изменчивость (С, %) длины тела составляет 7,8 %, что отражает однородность выборки по этому показателю [Рокицкий, 1967]. Нерестовую часть волжской популяции составляли самки средней массой (W, кг) 17 кг ($16,96 \pm 1,12$) с колебаниями веса по отдельным самкам от 9,8 до 40,7 кг и упитанностью (K_F) 1,08 с колебаниями от 0,8 до 1,9.

Высокая изменчивость самок наблюдается по массе тела (34,68 %) и упитанности (25,9 %). Отмечается зависимость массы тела от длины ($0,54 \pm 0,17$) и упитанности ($0,6 \pm 1,6$). Значения границ доверительных интервалов по перво-

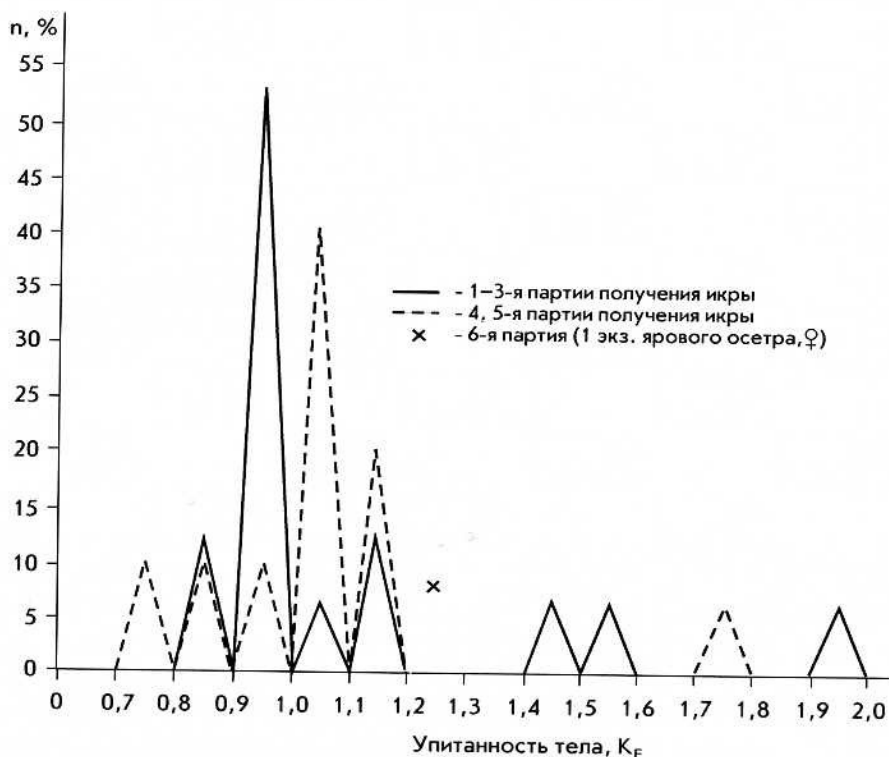


Рис. 3. Распределение самок русского осетра по упитанности, K_F ($n = 28$)

Основные размерно-весовые показатели экстерьера самок русского осетра (ВОРЗ, 2000 г.)

Таблица 4

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Колебания		S	C, %	$r_W \pm m_r$	$r_F \pm m_r$	μ (95 %)
		min	max					
L, см	$130,07 \pm 1,94$	106,0–145,0		10,24	7,87	$0,54 \pm 0,17$	$0,23 \pm 0,19$	126,1–134,04
W, кг	$16,96 \pm 1,12$	9,8–40,7		5,91	34,86	–	$0,6 \pm 0,16$	14,67–19,25
K_F	$1,08 \pm 0,05$	0,8–1,9		0,28	25,9	$0,6 \pm 0,16$	–	0,97–1,19

му уровню значимости ($P = 95 \%$) представляют интерес для сравнения с данными последующих созреваний самок, изучения темпа прироста массы и с характеристиками других популяций.

Таким образом, показатели длины, массы и упитанности отражают размерно-весовую структуру и экстерьер самок, использованных в рыбоводных целях в 2000 г. на Волгоградском ОРЗ. Визуально по внешнему виду все самки были здоровы, покровы тела чистыми, без эктопаразитов, травм и потертостей.

2. Оценка продуктивности самок русского осетра по икре. Оценка продуктивности самок русского осетра по икре ($Q(\text{egg})$, г/кг) проведена нами по всему стаду ($n = 28$ шт.) (табл. 5).

Как видно из табл. 5, по результатам анализа выборки, средняя величина продуктивности самок по икре составляет 198,9 г/кг, т.е. можно признать, что на 1 кг массы зрелой самки русского осетра в среднем можно получить 200 г икры, с колебаниями от 120 до 286 г/кг веса. При этом, показатели стандартного отклонения (S) и коэффициента вариации (C, %) высокие, что говорит

Основные показатели продуктивности самок по икре

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Колебания		S	C, %	$r_L \pm m_r$	$r_W \pm m_r$	$H_{95-99-99,5}^{\%}$
		min	max					
K_F	1,08±0,05	0,8	1,9	0,28	25,9	-0,23±0,19	0,60±0,1	0,97-1,19 0,94-1,23 0,89-1,28
Q(egg), г/кг	198,9±8,1	120,0	286,0	42,69	21,46	0,02±0,2	0,11±0,19	182,4-215,5 176,6-221,3 169,2-228,7

Примечания: K_F – упитанность по Фульгону; $r_L \pm m_r$ – корреляция с длиной тела; $r_W \pm m_r$ – с массой рыб.

о высокой индивидуальной (генетической) изменчивости самок из природной популяции по этому признаку. Кроме того, отмечается отсутствие корреляционных связей этого показателя с длиной и массой тела.

Таким образом, анализ результатов исследования (см. табл. 3, рис. 4) говорит о том, что продуктивность самок по икре (г/кг) является прекрасным исходным генетическим показателем для селекции и отбора самок русского осетра в маточные стада разного целевого назначения, а сам показатель может служить тест-показателем или одним из критериев отбора самок по их продуктивности. Границы доверительных интервалов средних значений по трем уровням значимости являются ценными исходными показателями для сравнения с результатами последующих созреваний самок и выборками из других популяций.

3. Оценка самок русского осетра по плодовитости. Как видно из табл. 6, высокая индивидуальная изменчивость самок наблюдается по массе тела (34,75 %), упитанности (25,55 %), по весу икры (40,87 %), рабочей (41,13 %) и относительной (32,41 %) плодовитости, по количеству икры от общей массы тела (Q, %), который нами принят (как в животноводстве) за генеративный индекс самок (21,48 %), по оплодотворяемости икры (27,78 %) и количеству оплодотворенной икры (48,63 %).

Корреляционные связи между плодовитостью самок и длиной тела низки, тесная связь наблюдается между массой самок с массой икры и с рабочей плодовитостью; средняя корреляционная зависимость есть между массой и упитанностью рыб и количеством оплодотворенной икры. С упитанностью самок коррелирует показатель рабочей плодовитости, масса икры и количество оплодотворенной икры.

Как видно из табл. 6, значение границ доверительного интервала средней (μ) по первому уровню значимости ($p = 95\%$) отражают характеристики показателей продуктивности самок всей выборки. Они могут быть использованы для сравнительного анализа с выборками других популяций и с характеристиками самок при их последующих созреваниях.

На рис. 4 показано распределение самок русского осетра по трем показателям продуктивности (Q_0 ; $Q, \%$; $Q(\text{egg})$) методом отклонения индивидуальных значений каждой самки от средней выборки, или популяционной средней.

Как видно из рис. 4, по основным показателям продуктивности – 39,3 % самок русского осетра составляют высокопродуктивные самки, чьи показатели выше 10 % отклонения от средней выборки со знаком «+», 32,1 % – это продуктивные самки, чьи показатели продуктивности попадают в диапазон $\pm 10\%$, и 28,6 % – малопродуктивные самки, чьи показатели по продуктивности ниже 10 %, со знаком «-».

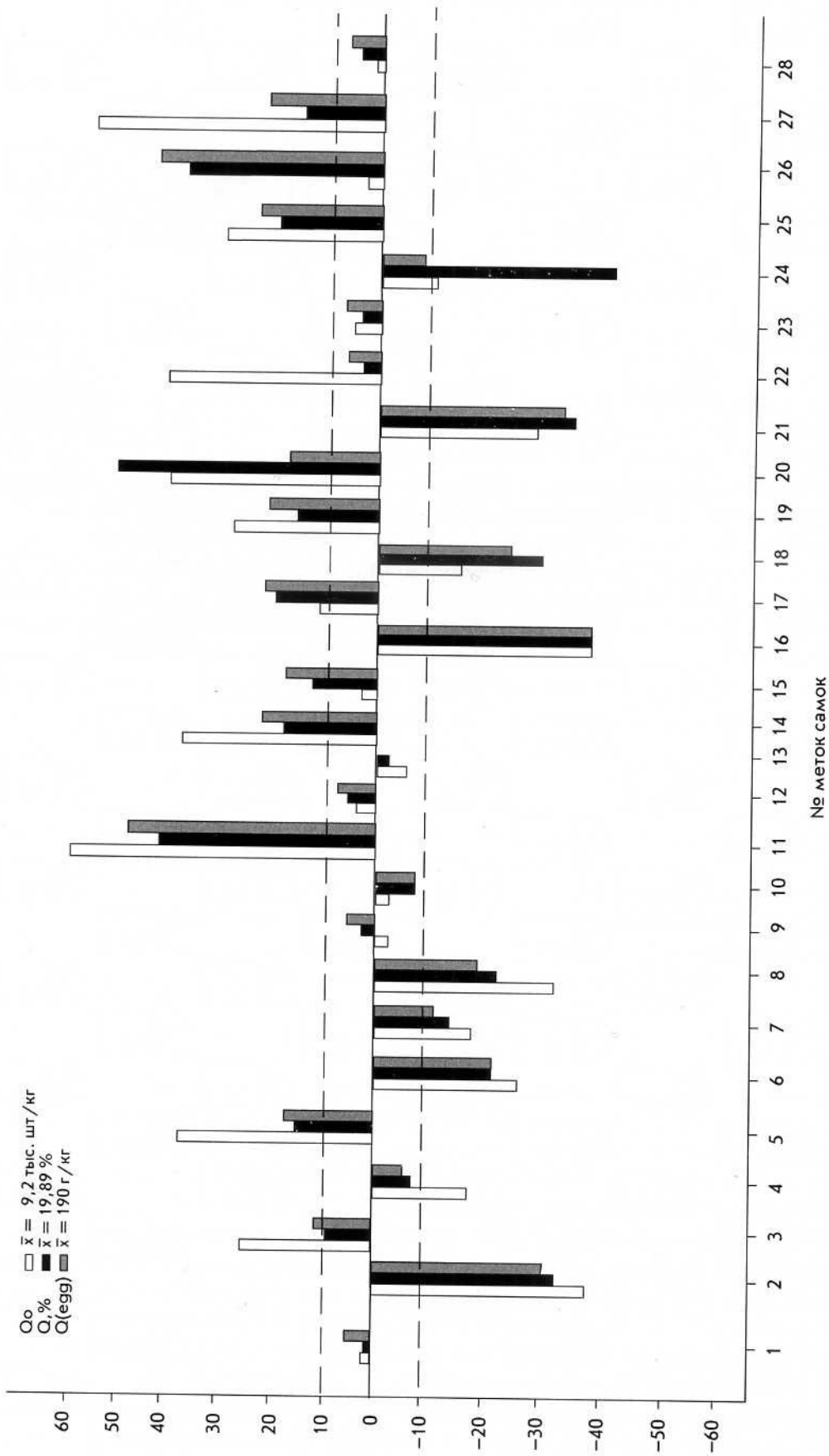


Рис. 4. Рыбоводно-биологические показатели самок озимого (n = 27 экз.) и ярового (n = 1 экз.) русского осетра (% отклонений от средней выборки (n = 28 экз.) или популяционной средней) ВОРЗ, 2000 г.

Характеристика всех самок русского осетра волжской популяции по плодовитости

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{x} \pm S_x$	Колебания min-max	S	C, %	$r_L \pm m_r$	$r_W \pm m_r$	$r_F \pm m_r$	μ (95 %)
L, см	130,07±1,94	106,00–145,00	10,24	7,87	—	0,55±0,16	-0,23±0,19	126,10–134,04
l ₂ , см	89,10±0,65	81,97–95,28	3,45	3,87	0,13±0,19	0,20±0,19	0,01±0,20	87,77–90,44
W, кг	16,99±11,16	9,80–40,70	5,90	34,75	0,55±0,16	—	0,61±0,16	14,71–19,28
K _F	1,08±0,28	0,79–1,94	0,28	25,55	-0,23±0,19	0,61±0,16	—	0,28–1,19
W(egg), кг	3,43±0,26	1,50–8,30	1,40	40,87	0,43±0,18	0,89±0,09	0,62±0,15	2,88–3,97
q, шт/кг	47,25±0,97	36,00–59,00	5,15	10,89	-0,49±0,17	-0,21±0,19	0,24±0,19	45,26–49,24
Q ₀ , тыс. шт/кг	9,20±0,56	5,60–14,80	2,98	32,41	-0,17±0,19	-0,02±0,20	0,13±0,19	8,05–10,36
Q _p , тыс. шт/кг	161,36±12,5	69,00–365,20	66,37	41,13	0,27±0,19	0,80±0,12	0,69±0,14	135,64–187,07
Q, %	19,89±0,81	11,95–28,60	4,27	21,48	0,02±0,20	0,11±0,19	0,13±0,19	18,23–21,54
f, %	75,93±3,56	16,10–95,00	18,81	24,78	0,11±0,19	-0,01±0,20	-0,06±0,20	68,64–83,22
Q _f , тыс. шт	124,31±11,4	23,20–259,50	60,45	48,63	0,27±0,19	0,63±0,15	0,53±0,17	100,89–147,73

4. Оценка самок русского осетра по качеству половых продуктов, выживанию зародышей и размерно-весовым показателям личинок на выклев. Исследованы рыбоводно-биологические показатели самок, характеризующие качество их половых продуктов, зародышей и личинок на выклев.

Оценка по качеству половых продуктов. На живом материале проанализированы зрелые ооциты от 10 самок (IV–V партий получения икры) по 10–15 икринок от каждой самки. Результаты статистической обработки данных приведены в табл. 7.

Как видно из табл. 7, выборка по размеру небольшая ($n = 10$ экз.), но самки в нее попали методом случайного отбора и представляют две последние партии икры от озимого осетра, содержащегося в преднерестовом состоянии на приплотинном садковом комплексе. Выборка однородна по длине тела самок, что подтверждается коэффициентами изменчивости ($C, \%$) L , см (8,54 %) и l_2 , см (4,67 %) [Рокицкий, 1967].

Основные показатели и статистические параметры самок озимого осетра ($n = 10$) и их зрелых ооцитов

Таблица 7

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Колебания		S	C, %	$r_L \pm m_r$	$r_W \pm m_r$	$\mu(95 \%, 99,9 \%)$
		min	max					
L, см	124,80±3,37	106,0	143,0	10,65	8,54	—	0,42±0,32	117,19–132,41
l_2 , см	85,95±1,32			4,18	4,67	-0,27±0,34	0,45±0,32	86,60–92,58
W, кг	14,88±1,20	9,80	21,20	3,82	25,70	0,42±0,32	—	12,14–17,61
K_F	1,07±0,08	0,80	1,80	0,27	25,01	-0,58±0,29	0,38±0,33	0,88–1,26
P(egg)	19,02±0,71	16,10	24,00	2,23	11,74	0,42±0,32	0,53±0,30	17,42–20,62
d(cgg)	3,12±0,06	2,90	3,40	0,18	5,81	0,30±0,34	0,36±0,33	2,99±3,25
d(cgg)	3,48±0,09	3,10	3,90	0,29	8,22	0,22±0,35	0,45±0,32	3,28–3,68

Стандартное отклонение или разброс данных (S) низкий и отражает также однородность биологического материала. Поэтому рассмотрение параметров для оценки самок по качеству половых продуктов, с нашей точки зрения, правомерно.

Ооциты озимого осетра имеют среднюю массу 19,02±0,71 мг с колебаниями в потомствах разных самок от 16 до 24 мг. Изменчивость этого показателя по самкам (11,74 %) при низкой зависимости от длины тела и средней зависимости от массы может быть селективным тест-показателем. Диаметр зрелых ооцитов отражает естественный разброс данных (C, % 5,81 и 8,22) и однородность самок по этому показателю.

Оценка самок по выживанию зародышей и размерно-весовым показателям личинок на выклев. Наблюдения за ходом зародышевого развития потомств 18 самок озимого осетра (III–IV–V партии) проведены на живом материале. Пробы икры по 100–150 шт. в чашке Петри в 2-кратной повторности брались на 35 стадии эмбрионального развития и под биноклем просматривались на предмет выявления количества морфологических аномалий (Ue) и нормально развивающихся эмбрионов. Длину (L_0) и массу (W_0) личинок определяли на выклев прижизненно. Результаты статистической обработки данных приведены в табл. 8.

Основные показатели и статистические параметры зародышей
и личинок русского осетра (на выклеве)

Показатель	Статистические параметры							
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	Колебания		S	C, %	$r_L \pm m_r$	$r_W \pm m_r$	$\mu = 95 \%$
		min	max					
L, см	125,67±2,28	106,0	143,0	9,68	7,70	—	0,40±0,2	120,85–130,48
W, кг	14,68±0,72	9,80	21,20	3,05	20,81	0,40±0,23	—	13,16–16,20
K _F	1,04±0,06	0,80	1,80	0,24	23,38	-0,69±0,18	0,23±0,2	0,92–1,16
W ₀	17,83±0,42	15,0	20,30	1,79	10,05	0,34±0,24	0,09±0,2	16,94–18,72
L ₀	11,54±0,11	10,50	12,0	0,47	4,08	0,44±0,22	0,27±0,2	11,30–11,77
U _c	5,81±1,25	0,00	21,30	5,29	41,11	-0,18±0,25	-0,31±0,2	3,17–8,44
S, %	89,14±4,89	78,70	100,0	7,76	19,13	-0,28±0,23	-0,34±0,2	78,81–99,46

Как видно из табл. 8, рыбоводно-биологические показатели самок по развивающейся икре и личинкам на выклеве отражают высокую разнокачественность самок озимого осетра по массе (20,81 %), упитанности (23,38 %), по количеству морфологических аномалий (41,11 %) и нормально развивающихся зародышей на стадии 35 (19,13 %); отмечается слабая корреляция этих показателей с длиной и массой рыб.

Таким образом, морфобиологические особенности данной генерации самок русского осетра могут служить хорошим индикатором их биологических различий и могут быть использованы при оценке жизнеспособности популяции в целом.

Проблеме сохранения осетровых России в современный период придают в настоящее время серьезное внимание, считая основным источником формирования и поддержания запасов заводское воспроизводство [Баранникова, Никоноров, Белоусов, 2000]. Для этого рыбоводные заводы Нижней Волги должны быть готовы, по мнению авторов, к «поддержанию генетической гетерогенности формируемых популяций и их экологической структуры», к проведению мониторинга: учету, слежению и сохранению заготавливаемых для рыбоводных целей производителей осетровых рыб, мигрирующих в Волгу в разные сроки, при разном состоянии половых желез и относящихся к различным биологическим группам.

Анализ оценки качества природных производителей — самок русского осетра волжской популяции, отловленных в 1999–2000 гг. для рыбоводных целей, показал, что работа Волгоградского ОРЗ строится практически полностью на озимой биологической расе. Для ВОРЗ нерестовой кампании 2000 г. было заготовлено 91 экз. зрелых производителей, из них 98 % озимого и только 2 % ярового осетра. Из этого количества производителей икра была получена от 60 % проинъецированных самок и сперма от 30 % проинъецированных самцов. Поскольку на завод не было завезено ни одного самца ярового хода, икру самки яровой расы оплодотворили смесью спермы трех самцов озимого осетра.

Такое положение на ОРЗ не ново. Из года в год не хватает самцов яровой расы, отчего в настоящее время на осетровых рыбоводных заводах при искусственном оплодотворении икры сохранить чистоту биологических рас русского осетра не представляется возможным. К настоящему времени практически у производителей русского осетра заводского происхождения потеряна экологическая структура вида и чистота биологических рас. Вызывает тревогу низкий

репродуктивный потенциал самцов озимого осетра. Из шести проинъецированных самцов для второй партии сперму отдал только один самец, другой самец был взят из первой партии. Подобная ситуация повторилась в 2001 г.

Проведенные в 2000 г. исследования по оценке качества природных производителей (самок) русского осетра по продуктивности, качеству половых продуктов и жизнеспособности потомства в эмбриогенезе с использованием компьютерной программы «Осетр» и метод сравнительного анализа индивидуальных показателей по каждой самке как отклонение (%) от средней выборки по стаду ($n = 28$) позволил всех самок русского осетра по продуктивности разделить на 3 группы:

1. Высокопродуктивные самки, чьи показатели продуктивности выше 10 % отклонения от средней выборки со знаком «+»;

2. Продуктивные самки, чьи показатели продуктивности составляют ± 10 % от средней выборки;

3. Малопродуктивные самки, чьи показатели по продуктивности как отклонение от средней по стаду или популяционной средней были ниже 10 % со знаком «-».

Таким образом, 70 % самок русского осетра весенней нерестовой компании 2000 г. составили пополнение продуктивного ядра маточного стада, формируемого на Волгоградском ОРЗ с 1997 г. и только 30 % самок из природной популяции отнесены нами к малопродуктивным. Если по результатам повторного созревания, они будут повторены, то с нашей точки зрения, малопродуктивные самки должны быть переданы товарным рыбоводным хозяйствам для производства деликатесной продукции — мяса (осетрины) и пищевой черной икры.

Метод отклонений (%) индивидуальных показателей самок русского осетра по продуктивности от средней по выборке, наряду с анализом и оценкой статистических параметров позволяет выявить тест-показатели отбора самок в маточные стада по их племенной ценности, к которым можно отнести:

- рабочую плодовитость — Q_p , тыс. шт.;
- относительную плодовитость — Q_o , тыс. шт./кг;
- генеративный индекс — Q , %;
- продуктивность самок по икре — $Q(\text{egg})$, г/кг;
- оплодотворяемость икры — f , %;
- выживаемость эмбрионов на ст. 35 — S , %;
- массу 1 ооцита — $P(\text{egg})$, мг;
- массу личинок на выклеве — W_0 , мг.

Более детальное изучение характера распределений, отклонений от средней и значений статистических показателей самок осетра волжской популяции по продуктивности, качеству половых продуктов и жизнеспособности потомства в эмбриогенезе, их корреляции, и величины регрессии с показателями экстерьера самок позволит определить четкие критерии отбора самок по продуктивности в маточные стада разного целевого назначения: для искусственного воспроизводства и для производства мясной и икорной продукции.

Для более полной оценки качества природных самок русского осетра по продуктивности целесообразно, на наш взгляд, провести дальнейшие исследования по экспериментальному выращиванию опытной партии потомства от разных самок до стадии сеголетка в бассейнах ВОРЗа для получения сравнительных характеристик по темпу роста, приросту массы, здоровью и жизнеспособности на разных этапах выращивания (от личинок до сеголеток) с целью объективной оценки качества самок по рыбоводно-биологическим показателям потомств при выращивании в сходных условиях среды.

Использование в работе компьютерной программы «Осетр-2000» и усовершенствование методики работы со зрелыми производителями с обязательной

оценкой и анализом рыбоводного качества зрелых самок позволит в перспективе значительно повысить эффективность пастбищного осетрового хозяйства России, а также сохранить и восстановить древнейшую реликтовую группу ныне живущих хрящекостных рыб, как осетровые.

Следует однако заметить, что при отсутствии финансирования работ по изучению возрастной структуры самок осетра, индивидуальная оценка качества зрелых самок была проведена нами без учета возраста пойманных рыб. Вместе с тем, этот этап работы чрезвычайно важен в биотехнологии искусственного разведения, поскольку известно, что все характеристики рыб подвержены, главным образом, возрастной изменчивости и целиком зависят от генотипа самок, возраста рыб, факторов окружающей среды и качества кормов.

На многих российских и зарубежных осетровых хозяйствах (фермах) уже созданы достаточно крупные маточные стада разных видов и разных возрастов осетровых рыб, но достоинство таких стад, на наш взгляд, должно состоять не в их количестве, а в качественной характеристике показателей племенной ценности каждого производителя, закрепленных их генотипом. Например, накопленный нами опыт в результате многолетних селекционно-генетических исследований с формируемыми племенными стадами бестера — межвидового гибрида между белугой и стерлядью — на протяжении четырех поколений позволил создать три продуктивные породы бестера — «Бурцевская», «Аксайская», «Внировская», занесенные в Государственный реестр селекционных достижений в 2000 г. как первые породы в осетроводстве [Бурцев и др., 2002], характеризующиеся своими породными рыбоводно-биологическими показателями, закрепленными их генотипами.

Заключение

Для повышения эффективности работы осетровых рыбоводных заводов Нижней Волги целесообразно следующее:

- ежегодно осенью проводить бонитировку производителей как отловленных из природных популяций, так и из собственного маточного стада, с использованием экспресс-метода щуповых проб для оценки стадии зрелости самок и самцов. Это позволит к нерестовой весенней кампании своевременно отобрать зрелых самок и самцов на IV стадии зрелости, сэкономить деньги на приобретение гормональных препаратов, а также сэкономить трудозатраты при работе с производителями, что исключит диагноз «не ответили на инъекцию». От грамотно проведенной осенней бонитировки зависит прогноз получения икры в весеннюю нерестовую кампанию. Важным этапом в работе со зрелыми самками осетровых является определение их готовности к нересту. Широко используются два теста для экспресс-диагностики степени зрелости самок: штучная масса зрелой икринки и показатель поляризации ядра [Игумнова, Крылова, 2005]. Для самок русского осетра, готовых к нересту, штучная масса зрелой яйцеклетки составляет (16,0) 17–24 мг. При этом определение штучной массы икринки является более простым в использовании. Для каждого вида осетровых своя индивидуальная штучная масса зрелого ооцита. Общим для всех осетровых является показатель поляризации ядра (ПП). Он, как правило, составляет 0,07 или 7 %, если 8–9 %, то рыбу надо выдержать при нерестовой температуре еще в течение 3–4-х суток для перехода гонад в IV завершённую стадию зрелости.

- ежегодно по результатам получения икры проводить оценку качества самок осетровых рыб (русского осетра, белуги, стерляди) методом анализа статистических параметров и методом отклонения от средней выборки, что исключит формирование стад из малопродуктивных особей, позволит дать оценку

качества зрелых самок по их рыбоводно-биологическим характеристикам, показателям продуктивности, качеству половых продуктов и жизнеспособности потомства, выявить наследственно обусловленные (генотипические) признаки как тест-показатели отбора лучших самок в племенное стадо;

- формировать на каждом ОРЗ компьютерный банк данных по генетическим паспортам каждого производителя маточного стада и каталог племенных производителей отдельно по самкам и самцам.

Определенные нами показатели, отражающие рыбоводно-биологические характеристики самок, рекомендуется использовать для усовершенствования методики формирования продуктивных маточных стад, управления прогнозированием получения икры и повышения эффективности работ ОРЗ по выпуску жизнестойкой молоди для пополнения численности осетровых в Волго-Каспийском бассейне, как ценных водных биологических ресурсов. Данный методический подход в равной степени относится и к оценке самок, выращенных от икры природных производителей, а также самок повторно созревших на ОРЗ.

Выводы

1. Выявлена высокая индивидуальная биологическая разнокачественность самок русского осетра из природной волжской популяции, отбираемых в маточные стада, по показателям экстерьера, качеству половых продуктов, продуктивности и жизнеспособности потомства в эмбриогенезе.

2. Продуктивность самок озимого и ярового осетра определяется такими показателями, как плодовитость рабочая (Q_p) и относительная (Q_o), показатель генеративного индекса ($Q, \%$), индекс продуктивности самок по икре ($Q(\text{egg}), \text{г/кг}$), процент оплодотворения икры ($f, \%$), выход (выживаемость) личинок на выклеве ($S, \%$), масса 1 ооцита ($P(\text{egg}), \text{мг}$) и масса личинок на выклеве ($W_0, \text{мг}$).

3. Анализ статистических параметров рыбоводно-биологических показателей выявил высокую индивидуальную изменчивость самок по массе тела (34,75 %), упитанности (25,55 %), весу икры (40,87 %), относительной (32,41 %) и рабочей плодовитости (41,13 %), по генеративному индексу (21,48 %), индексу продуктивности самок по икре (22,17%), проценту оплодотворения икры (24,75%) и количеству оплодотворенной икры (48,63 %), что является ценным исходным материалом для селекции (отбора) продуктивных самок в маточное стадо и составления каталога племенных производителей (самок и самцов) русского осетра на Волгоградском осетровом рыбоводном заводе (ВОРЗ).

4. Оценка самок по продуктивности методом отклонений (%) от средней выборки по стаду ($n = 28$ шт.) позволила разделить всех самок по их племенной ценности на 3 группы:

- высокопродуктивных (39,3 %);
- продуктивных (32,1 %);
- малопродуктивных самок (28,6 %).

5. Индивидуальное и серийное мечение самок и самцов, проводимое на Волгоградском ОРЗ с 1997 г., позволяет проводить мониторинг за качеством производителей при их последующих созреваниях и качеством их потомства, а также прогнозировать выпуск жизнестойкой молоди крупных размеров для пастбищной аквакультуры.

6. Формирование электронного (компьютерного) банка данных по стаду производителей русского осетра, получению и инкубации икры и оценка качества зрелых производителей на каждом ОРЗ позволит сформировать структуру высокопродуктивных разновозрастных производителей и определить оптимальные размеры стада и его пополнения по паспортным данным производителя.

7. По результатам оценки качества самок русского осетра волжской популяции не выявлено различий по характеристикам рыбоводно-биологических показателей между самками озимого и ярового хода.

ЛИТЕРАТУРА

Баранникова И.А., Никоноров С.И., Белоусов А.Н. 2000. Проблема сохранения осетровых России в современный период // Осетровые на рубеже XXI века. Международная конференция. Тезисы докладов. Астрахань. — С. 7–8.

Богерук А.К., Крылова В.Д. 2002. Методы оценки качества производителей осетровых рыб с помощью компьютерной программы «Осетр-2» // Генетика, селекция и воспроизводство. Доклады Первой Всероссийской конференции по генетике, селекции и воспроизводству рыб. — СПб. — С. 71–72.

Богерук А.К., Крылова В.Д., Шубин Ю.А. 2003. Программный комплекс по оценке статистических параметров. Породы и одомашненные формы рыб России // Международный симпозиум «Холодноводная аквакультура; старт в XXI век». Материалы симпозиума, СПб. — С. 224–225.

Бурцев И.А., Николаев А.И. 1999. Методы формирования и эксплуатации маточных стад осетровых в условиях ОРЗ для целей воспроизводства и пастбищной марикультуры // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Материалы докладов 2-го Международного симпозиума. — Адлер. — С. 20–21.

Бурцев И.А., Николаев А.И., Крылова В.Д., Филиппова О.П., Сафронов А.С. 2002. Первые породы осетровых рыб, созданные на основе межродового гибрида белуги со стерлядью — бестера // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. Материалы Международной научно-практической конференции (п. Рыбное, 3–6 сентября 2002 г.). — М.: Изд-во ВНИРО. — С. 146–250.

Игумнова Л.В., Крылова В.Д. 2005. Методы экспресс-диагностики степени зрелости гонад у самок русского осетра // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Сб. научных трудов ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Т. 3. — М. — С. 177–181.

Крылова В.Д., Козовкова Н.А. 2005. Применение методов гормональной стимуляции производителей осетровых рыб в аквакультуре // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Сборник научных трудов ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева. — М. — С. 169–177.

Крылова В.Д., Николаев А.И., Шубин Ю.А. 2005. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2005612201 «Информационно-статистическая программа Осетр-2000». Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 26 августа 2005 г. Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам ФСИС СПТ.

Марти Ю.Ю. 1964. Использование метода отклонения при оценке пополнения запасов осетровых. Тр. ВНИРО. Т. 54. № 2. — М. — С. 42–54.

Рокицкий П.Ф. 1967. Биологическая статистика. Минск. Высшая школа. — 326 с.

Рябова Г.Д., Климонов В.О., Шишанова Е.И. 2008. Генетическая изменчивость в природных популяциях и доместичированных стадах осетровых рыб России. Атлас аллозимов. — М.: Россельхозакадемия. — 94 с.

Сафронов А.С. 2003. Оценка качества производителей осетровых рыб на примере бестера, русского, сибирского осетров и гибрида между ними как объектов разведения и селекции в аквакультуре. // Автореферат. канд. диссерт. — М.: ВНИРО. — 24 с.

Сафронов А.С., Крылова В.Д. 2004. О методическом подходе и принципах формирования продуктивных маточных стад осетровых рыб в аквакультуре // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докладов четвертой Международной научно-практической конференции, Астрахань. — С. 74–80.

Соколов Л.И., Кашин С.М. 1965. Сравнительный анализ некоторых морфобиологических показателей у популяции сибирского осетра в различных водоемах // Вестник МГУ. Серия биологии и почвоведения. № 3. М. — С. 13–18.

Снедекор Дж. У. 1961. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии. — М.: Сельхозгиз. — 301 с.

Ходоревская Р.П., Рубан Г.И., Павлов Д.С. 2007. Поведение, миграции, распределение и запасы осетровых рыб Волго-Каспийского бассейна. — М.: Товарищество научных изданий КМК. — 241 с.