

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА МОЛОДИ РЫБЦА (*VIMBA VIMBA*) В АЗОВО-ДОНСКОМ РАЙОНЕ

Л. И. Зипельт, Е. В. Горбенко, А. А. Павлюк

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону
E-mail: gorbenko_e_v@azniirkh.ru*

Аннотация. Пополнение популяции рыба (*Vimba vimba natio carinata* (Pall.)) Азовского бассейна молодь осуществляется в т. ч. и за счет искусственного воспроизводства. В работе представлены результаты многолетних исследований по оценке искусственного воспроизводства молоди рыба в Азово-Донском районе. Дана оценка качества выпускаемой в естественный водоем молоди по морфометрическим показателям и показателям химического состава мышц. Определены критерии оценки качества по содержанию жира, белка, золы. Выявлена корреляционная зависимость между морфо-биологическими показателями и плодовитостью, выведены формулы для определения отдельных показателей, таких как вес гонад, расчетная рабочая плодовитость. Представлен объем пополнения водных биологических ресурсов молодь рыба за последние 7 лет (2015–2021).

Ключевые слова: рыба, производители, личинки, молодь, масса, промысловая длина, плодовитость, гонады, коэффициент зрелости, размерный состав ооцитов, вариационный ряд, жир, белок, влага

RESULTS OF ARTIFICIAL REPRODUCTION OF VIMBA BREAM (*VIMBA VIMBA*) JUVENILES IN THE AZOV SEA AND DON RIVER REGION

L. I. Zipel't, E. V. Gorbenko, A. A. Pavlyuk

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don
E-mail: gorbenko_e_v@azniirkh.ru*

Abstract. Recruitment to the vimba bream (*Vimba vimba natio carinata* (Pall.)) population with juveniles in the Azov Sea Basin occurs through both natural and artificial reproduction. This work presents the results of long-term studies aimed at the assessment of artificial reproduction and rearing the juveniles of vimba bream in the Azov Sea and Don River Region. The quality of the juveniles released into a natural water body has been assessed based on their morphometric characteristics and the chemical composition of their muscle tissue. The criteria for quality assessment based on the fat, protein, and ash content have been established. The correlation between morphobiological characteristics and fecundity has been identified; the equations for calculation of some parameters, such as weight of the gonads and estimated operational fecundity, have been derived. The recruitment to the stocks of aquatic biological resources with vimba bream juveniles for the last 7 years (2015–2021) is presented.

Keywords: vimba bream, breeders, larvae, juveniles, weight, fishing length, fecundity, gonadosomatic index, oocyte size composition, variational series, fat, protein, moisture

ВВЕДЕНИЕ

Запасы ценных видов рыб в Азовском море остаются на чрезвычайно низком уровне. В современных экологических условиях одним из источников пополнения запасов ценных промысловых рыб молодью является искусственное воспроизводство.

Искусственное воспроизводство молоди рыбца в Азовском бассейне ежегодно реализуется на рыбоводном предприятии ФГБУ «Аксайско-Донской рыбоводный завод». Заготовка производителей для искусственного воспроизводства рыбца осуществляется ежегодно. Основное количество производителей (80–95,0 %) предприятие заготавливает во время весеннего нерестового хода на ихтиологической площадке Кочетовского гидроузла, на тоневах участках Нижнего Дона — во время осеннего и весеннего нерестового хода. Результаты многолетних исследований показывают, что для сохранения генофонда популяции при искусственном разведении важно использовать в воспроизводственном процессе и производителей осеннего нерестового хода, несмотря на их меньшую численность в сравнении с весенними мигрантами [1].

В период 2015–2017 гг. количество ежегодно выпускаемой молоди рыбца в р. Дон составляло около 8,5 млн экз., в период 2018–2021 гг. объемы выпуска варьировали от 0,051 до 6,212 млн экз. Выпуск молоди в минимальном объеме (0,051 млн экз.) связан с нарушениями технологии заполнения водой выростных прудов, когда в пруды попала сорная рыба, приведя к потери выращиваемой молоди рыбца. Последние 2 года (2020–2021) объемы выпускаемой молоди рыбца снизились почти в 2 раза (до 4,8–4,63 млн экз.), что связано с началом работ по проведению реконструкции рыбоводного завода и соответственно сокращением части производственных площадей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материала осуществлялся на базе рыбоводного завода «Аксайско-Донской рыбоводный завод» Азово-Донского филиала ФГБУ «Главрыбвод». Искусственное разведение молоди рыбца осуществляется заводским методом с элементами экологического (без использования гипофизарных инъекций) [2]. Поскольку рыбец относится к порционно нерестующим рыбам, в отдельные годы из-за недостаточного количества производителей использовали получение также и второй порции икры [2]. Процесс инкубации и выдерживания личинок до стадии перехода на смешанное питание (заполнение плавательного пузыря воздухом) осуществлялся в аппаратах П.С. Ющенко. Выращивание молоди рыбца до средней массы 300 мг и выше проходило в течение 66–78 суток в монокультуре в выростных прудах площадью 4,0 га. Плотность посадки варьировала от 300 тыс. шт. до 500 тыс. шт./га [3].

Производители для воспроизводственных работ отбирались в разные периоды нерестового хода (осень, весна). Для оценки репродуктивного потенциала рыб определялись морфо-биологические показатели: масса, длина, коэффициент упитанности по Фультону, плодовитость по трем порциям икры, коэффициент зрелости, распределение ооцитов по порциям в вариационном ряду (%), расчетная рабочая плодовитость [4–6].

Функциональное состояние молоди рыбца, выпускаемой в естественный водоем, оценивалось по морфометрическим, морфо-биологическим показателям, исследовался химический состава мышц молоди следующих массовых групп: до 300 мг, 300–400 мг и выше 400 мг.

Химический состав мышц на содержание влаги, жира, золы определяли в соответствии с общепринятой методикой [7, 8]. Содержание влаги определяли высушиванием навески сырого вещества (мышц) при 105 °С, жира — по обезжиренному остатку в аппарате Сокслета (метод Ружковского), золу определяли методом сжигания сухого остатка в муфельной печи. Данные анализы позволяют приблизительно установить содержание белка вычислением разности между сухим веществом, содержанием жира и золы. При расчетах все величины выражались в процентах к сырому веществу.

Полученные результаты исследований обрабатывались статистически с применением программы «Excel».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты рыбоводно-биологического анализа производителей рыбаца представлены в табл. 1. Производители рыбаца в исследуемый период сохраняли репродуктивный потенциал на среднемноголетнем уровне. Следует отметить, что морфометрические показатели (масса, промысловая длина) производителей осеннего нерестового хода были выше, чем производителей весеннего хода, а коэффициент зрелости ниже. За период длительной резервации (зимовки) у осенних мигрантов происходит созревание гонад.

Среднемноголетние данные по распределению ооцитов у самок рыбаца в вариационном ряду в разные периоды миграционного хода представлены тремя вершинами (три порциями икры) (рис. 1).

Первая порция икры рыбаца в осенний период составляла 26,1 % (диаметр ооцитов от 0,9 до 1,2 мм), в весенний период — 36,2 % (диаметр ооцитов от 0,8 до 1,2 мм). Вторая порция ооцитов у самок рыбаца осеннего и весеннего миграционного хода самок рыбаца составляла 67,2 % (от 0,4 до 0,9 мм) и 54,0 % (от 0,4 до 0,8 мм), соответственно [9]. Зависимость веса гонад от массы самок рыбаца в преднерестовый период прямолинейна, распределение эмпирических точек определяется коэффициентом корреляции этих показателей, который равен $r=0,723699$ (рис. 2).

Определение веса гонад самок рыбаца в преднерестовый период проводили по формуле $y=0,1032x-4,7572$, затем определяли коэффициент зрелости. Промысловую длину самок рыбаца определяли по формуле $y=0,024x+17,989$ (рис. 3). Зависимость показала, что с увеличением промысловой длины самок увеличивается их масса. Коэффициент корреляции указанных показателей равен $r=0,876798$.

Зависимость плодовитости самок рыбаца от массы в преднерестовый период определяли по формуле $y=0,1718x+7,2114$. Как видно из рис. 4, с увеличением массы самок увеличивается плодовитость, коэффициент корреляции составляет $r=0,749674$.

Установленная прямолинейная зависимость по эмпирическим точкам таких показателей как вес гонад и масса самок, промысловая длина и масса самок, вес гонад и плодовитость позволяет теоретически рассчитать для различных массовых групп взрослых рыб и их промысловой длины массу гонад и плодовитость. Теоретическая расчетная плодовитость в зависимости от массы и длины самок представлена в табл. 2.

Таблица 1. Морфо-биологические показатели производителей рыбаца разных периодов заготовки

Показатели	Осенний период		Весенний период	
	Самки	Самцы	Самки	Самцы
Средняя масса, г	$333 \pm 10,26$ 271–393	$276,5 \pm 30,8$ 208–369	$297,0 \pm 19,5$ 230–444	$223,4 \pm 23,9$ 148–385
Промысловая длина, см	$25,6 \pm 0,27$ 23,6–27,0	$24,5 \pm 0,66$ 22,9–26,7	$24,9 \pm 0,35$ 23,8–27,3	$24,9 \pm 0,35$ 23,8–27,3
Коэффициент зрелости, %	$5,2 \pm 0,19$ 3,1–6,6	$1,75 \pm 0,23$ 0,81–2,4	$8,65 \pm 0,54$ 5,3–11,1	$4,6 \pm 0,3$ 3,0–6,4
Плодовитость по трем порциям икры, тыс. шт.	$65,2 \pm 2,9$ 47,3–85,6	–	$60,5 \pm 3,1$ 41,1–80,0	–
Коэффициент упитанности по Фультону, %	$2,00 \pm 0,02$ 1,8–2,1	$1,8 \pm 0,05$ 1,6–2,0	$1,9 \pm 0,04$ 1,7–2,2	$1,65 \pm 0,05$ 1,5–1,9
Содержание первой порции икры, %	26,1		36,2	
Расчетная рабочая плодовитость, тыс. шт.	17,0		21,9	

Примечание: Числитель — среднее значение, знаменатель — min, max

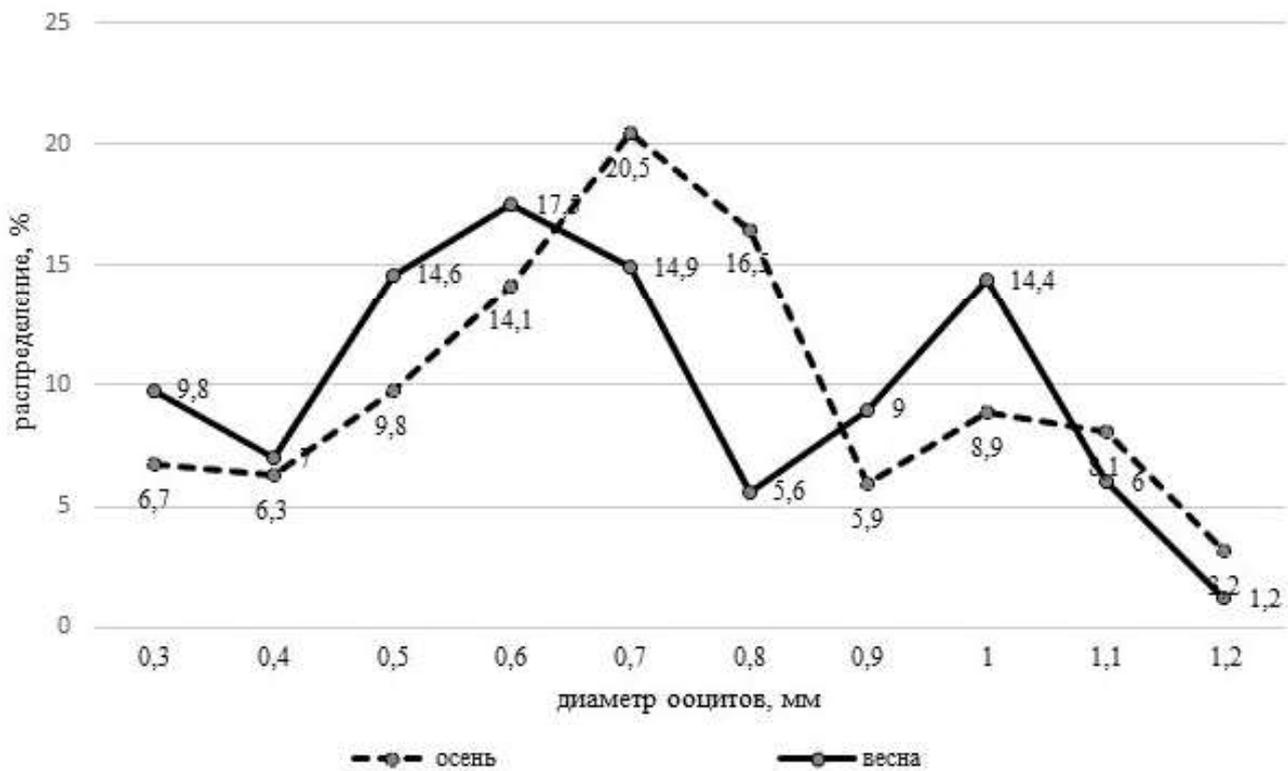


Рис. 1. Динамика распределения ооцитов у рыбаца разных периодов нерестовой миграции, %

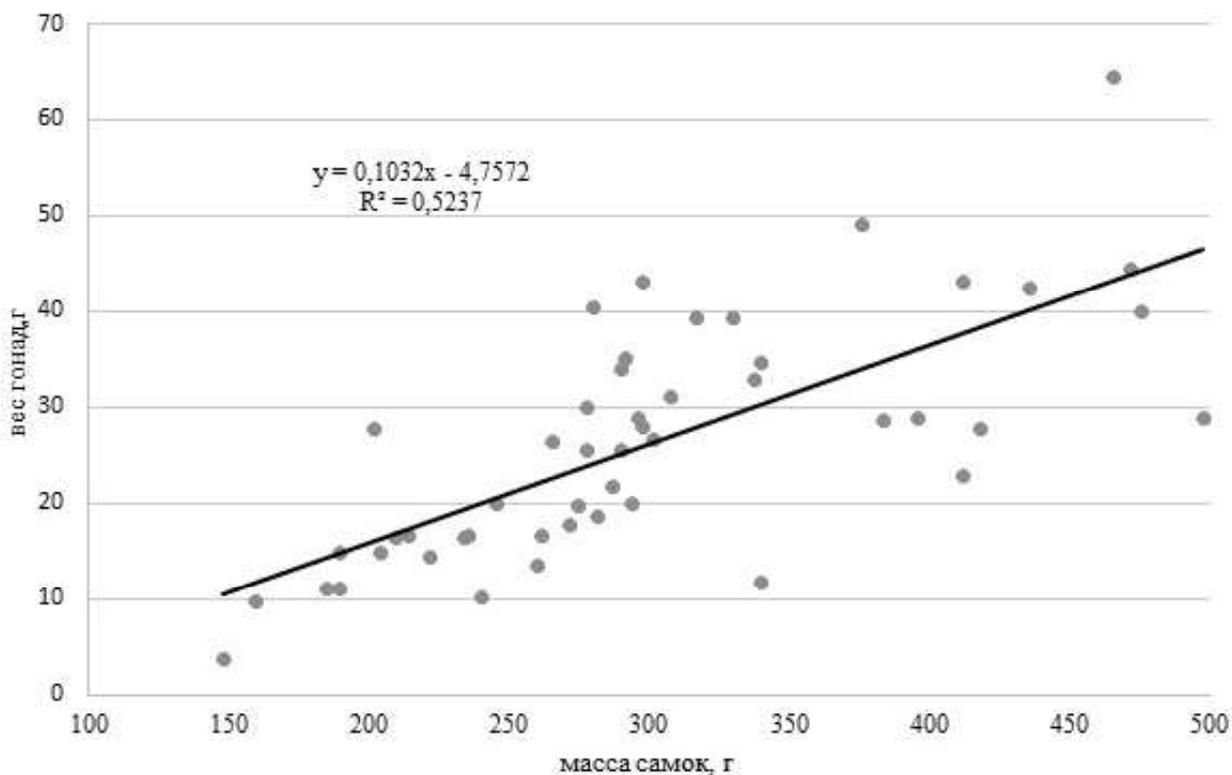


Рис. 2. Зависимость показателей веса гонад от массы самок

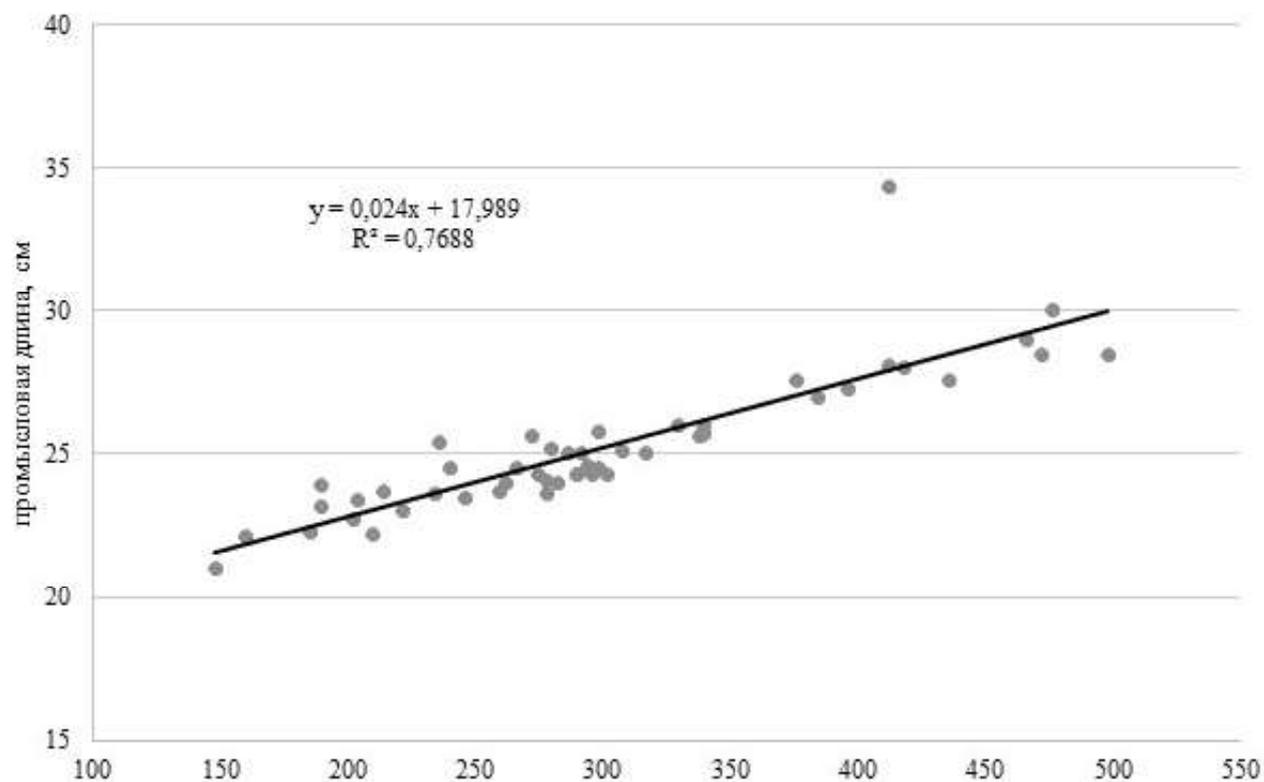


Рис. 3. Зависимость массы самок рыбца от промысловой длины

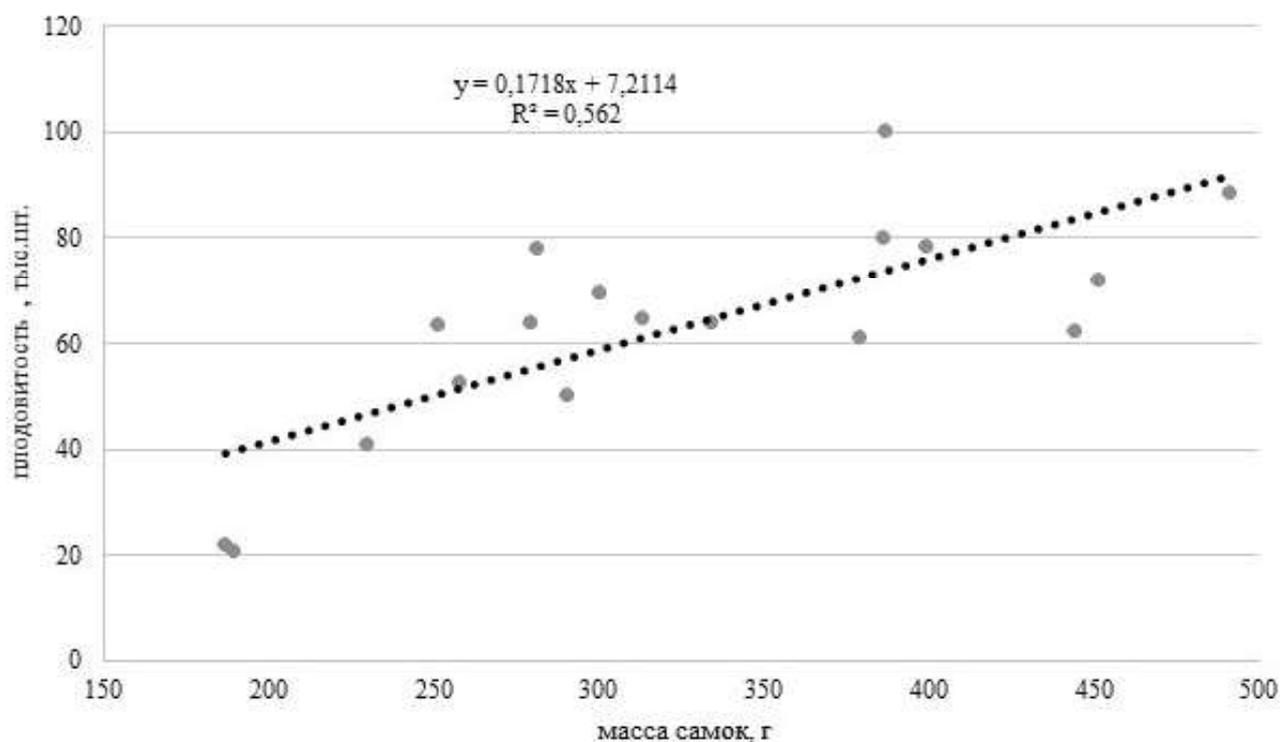


Рис. 4. Зависимость плодовитости самок рыбца от массы в преднерестовый период

Таблица 2. Расчетные морфо-биологические показатели самок рыба

Показатели	Размерная группа, г				
	200,0–250,0	300,0–330,0	350,0–380,0	400,0–450,0	500,0
Масса, г	200,0–250,0	300,0–330,0	350,0–380,0	400,0–450,0	500,0
Длина, см	22,8–24,0	25,2–25,9	26,4–27,1	27,6–28,8	30,0
Вес гонад, г	15,8–21,0	26,0–29,3	31,3–34,4	36,5–41,7	46,8
Плодовитость, тыс. шт.	41,5–50,2	58,7–63,9	67,3–72,5	75,9–84,5	93,1

При эколого-заводском методе в период созревания зрелые самки рыба выходят на течение в нерестовые канавки. По мере их выхода проходит отбор зрелых самок, от которых методом сцеживания получают икру и проводят ее оплодотворение. Инкубация икры осуществляется в аппаратах Ющенко, выживаемость эмбрионов за период инкубации составила 70,0 %, выживаемость личинок за период выдерживания в инкубационных аппаратах — 75,0–80,0 %, что соответствует биотехническим нормативам [10]. Выращивание личинок осуществлялось в прудах. Пруды к рыбоводному сезону были подготовлены в соответствии с ветеринарно-санитарными правилами и рыбоводными требованиями. В осенний период для формирования естественной кормовой базы по ложу прудов были внесены органические удобрения в виде навоза. В период выращивания молоди в пруды вносили гидролизные дрожжи в количестве 1 кг/га. Также поддерживали гидрохимические условия на благоприятном уровне за счет своевременного доливания воды до технологического уровня в прудах. За период выращивания температура воды в прудах составляла 19–24 °С, рН среды — 7,2–7,6, содержание органических веществ постепенно возрастало от 6,4 до 20,0 мг O₂/л, соотношение биогенных веществ азота к фосфору сохранялось на уровне 4:1. Биомасса зоопланктона в прудах в среднем составляла 1,6 (0,4–4,8) г/м³. Качественный состав зоопланктона был представлен следующими видами: кладоцеры — 57,9 %, копеподы — 38,7 %. Коловратки составляли в общей биомассе 3,3 %, личинки хирономид 0,1 %. На завершающем этапе выращивания молодь рыба потребляла ветвистоусых и веслоногих рачков.

На этапе выпуска проводилась оценка качества молоди рыба: определялись масса, длина, химический состав мышц на содержание влаги, жира, золы и белка. Распределение молоди рыба по массе на этапе выпуска из прудов представлено на рис. 5. Формирование в выростных прудах благоприятного кормового и гидрохимического режима способствовало тому, что за оптимальный срок выращивания (65–77 дней) молодь достигала массы более 300 мг. Группа молоди массой тела более 400 мг на этапе выпуска составила 46,0 % общей численности.

Среднегодовалые результаты распределения выпускаемой молоди рыба по морфо-биологическим показателям в вариационном ряду представлены в табл. 3.

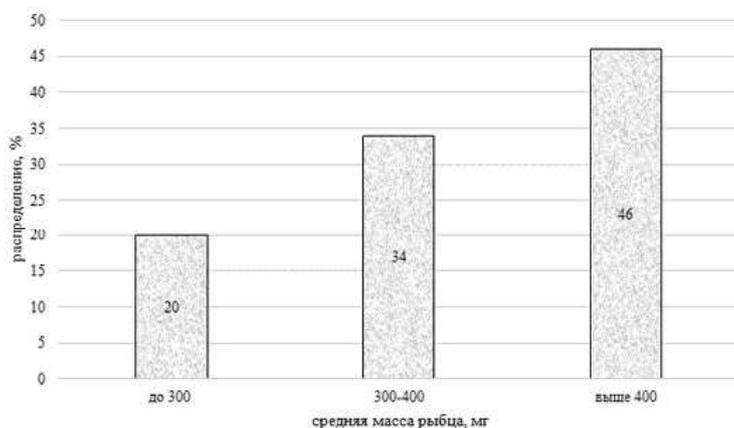


Рис. 5. Распределение молоди рыба по массе на этапе выпуска

Средняя масса выпускаемой в естественный водоем молоди в вариационном ряду составляла 375,0±11,1 мг при вариативности от 160,0 до 1070,0 мг, коэффициент упитанности по Фультону — 1,32±0,08(1,0–1,6) %. С увеличением массы молоди рыба от 160 мг до 1070 мг увеличивалась соответственно и длина от 22 до 43 мм. Прямая пропорциональная взаимосвязь между длиной и массой представлена в виде формулы $y=0,0238x+21,072$ ($r=0,958$) (рис. 6).

Химический состав мышц определялся для трех групп молоди: массой до 300, 300–400, 400 мг и выше (табл. 4).

Таблица 3. Морфо-биологические показатели молоди рыба на этапе выпуска из прудов

Показатели	Размерная группа, мг		
Средняя масса, мг	<u>246,0±5,29</u> 160,0–290,0	<u>353,6±3,3</u> 310–400,0	<u>528,0±14,86</u> 410,0–1070,0
Распределение по массе, %	20,0	34,0	46
Длина, мм	<u>26,9±0,27</u> 22,0–30,0	<u>30,03±0,16</u> 28,0–33,0	<u>33,2±0,51</u> 30,0–43,0
Коэффициент упитанности по Фультону, %	<u>1,26±0,01</u> 1,0–1,4	<u>1,3±0,01</u> 1,0–1,6	<u>1,4±0,01</u> 1,2–1,6

Примечание: Числитель — среднее значение, знаменатель — min, max

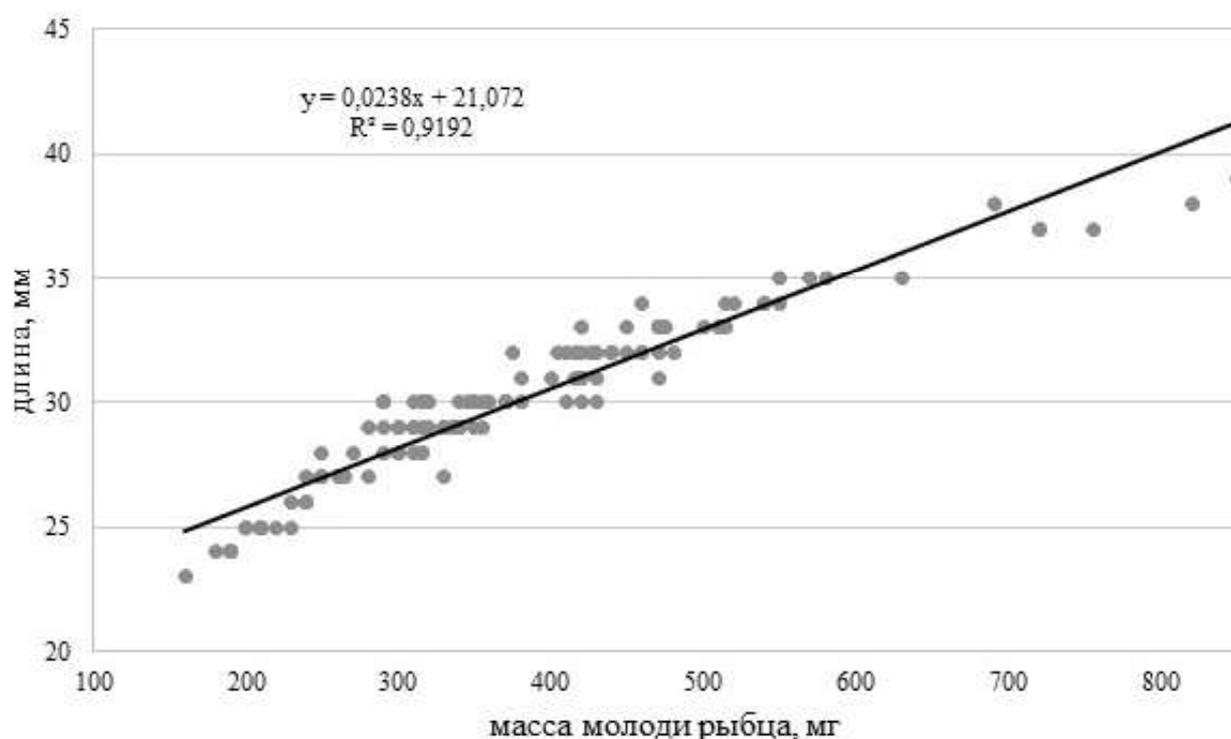


Рис. 6. Зависимость морфометрических показателей длины от массы молоди рыба

Таблица 4. Показатели химического состава мышц молоди рыба, % (в сыром веществе)

Массовая группа, мг	Значения, %			
	сухое вещество	жир	зола	белок
До 300	<u>21,2±0,12</u> 20,9–21,4	<u>0,47±0,034</u> 0,4–0,56	<u>1,74±0,04</u> 1,68–1,86	<u>19,0±0,15</u> 18,6–19,2
300–400	<u>21,2±0,2</u> 20,6–21,8	<u>0,57±0,076</u> 0,36–0,78	<u>1,66±0,03</u> 1,50–1,70	<u>19,0±0,23</u> 18,4–19,8
Выше 400	<u>22,6±0,18</u> 22,1–23,0	<u>0,82±0,02</u> 0,74–0,85	<u>1,64±0,11</u> 1,30–1,90	<u>20,2±0,17</u> 19,6–20,5

Примечание: Числитель — среднее значение, знаменатель — min, max

Полученные данные показывают, что с увеличением массы молоди увеличивается содержание жира и сухого вещества в среднем от 0,4 до 0,82 % и от 21,2 до 22,6 %, соответственно. Статистическая обработка полученных данных показывает, что для групп молоди массой до 300 и 300–400 мг достоверность различий по содержанию жира и белка невысокая ($p > 0,05$). Для молоди массой тела 400,0 мг и более достоверность оказалась выше ($p < 0,05$).

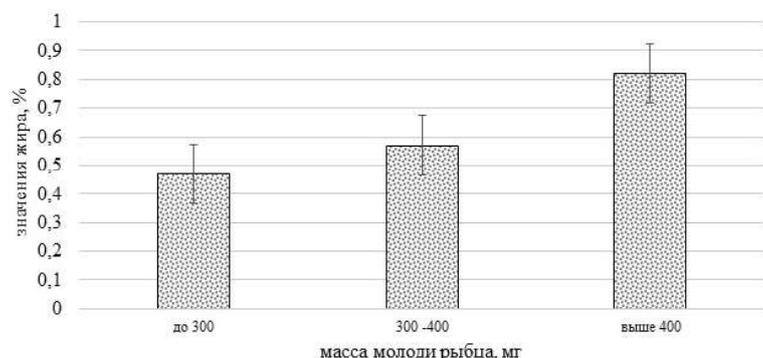


Рис. 7. Содержание жира в мышцах молоди рыба в зависимости от массы тела

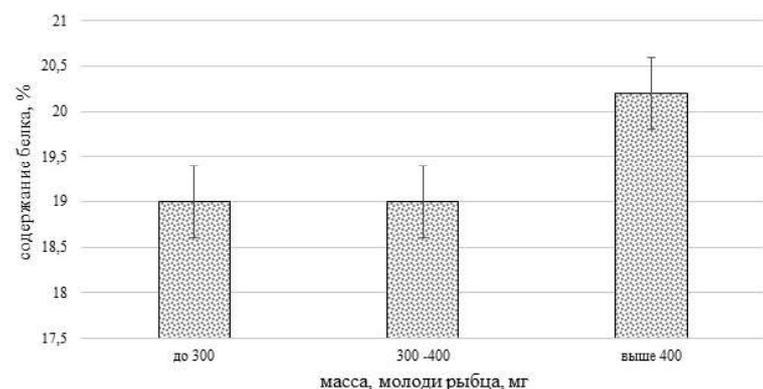


Рис. 8. Содержание белка в мышцах молоди рыба в зависимости от массы тела

достоверность оказалась выше ($p < 0,05$). Для молоди рыба массой тела 400 мг и более значения показателей жира и белка были выше, чем для молоди из двух других групп (рис. 7, 8).

Зависимость содержания жира от сухого вещества представлена на рис. 9. Коэффициент корреляции по полученным эмпирическим точкам равен $r = 0,790172$. Зависимость содержание жира и сухого вещества определяется по формуле $y = 0,1073x - 1,5775$. Определив содержание сухого вещества, можно рассчитать какую долю в процентном выражении может составить содержание жира.

Объемы выпускаемой молоди рыба за период 2015–2021 гг. представлены в табл. 5. За этот период для заводского воспроизводства молоди рыба были использованы в разные годы весенние и осенние мигранты общей численностью 26890 экз., количество выращенной и выпущенной в естественный водоем молоди составило 41,0 млн экз. В 2015 г., 2016 г. для воспроизводства рыба были использованы производители только весеннего нерестового хода. В 2016 г. в нерестовых работах участво-

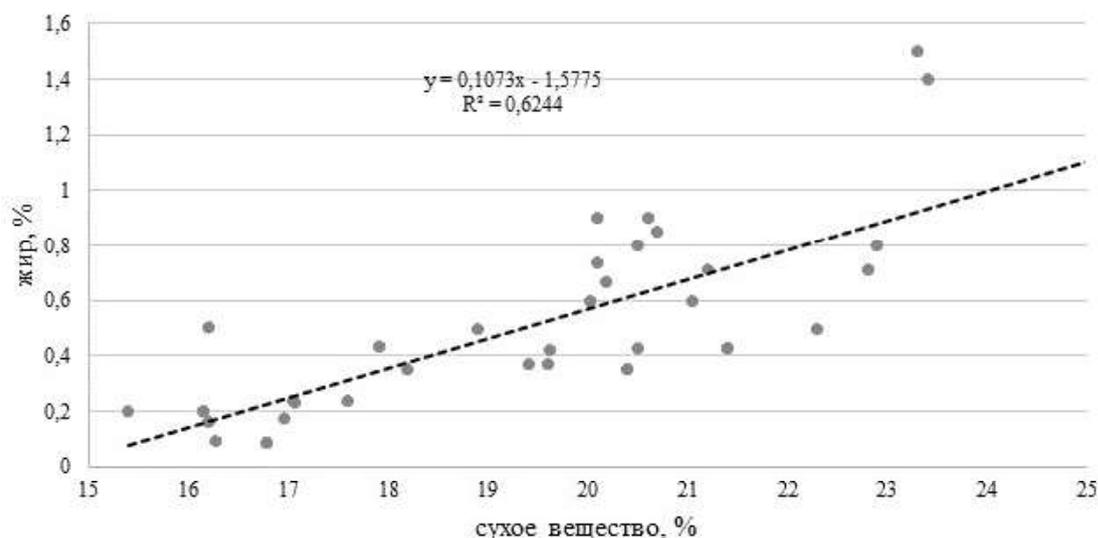


Рис. 9. Динамика взаимосвязи сухого вещества и жира

Таблица 5. Количество заготовленных производителей и объемы выпуска молоди в 2015–2021 гг.

Год	Рыбец	
	Количество производителей, экз.	Количество молоди, млн экз.
2015	4051	8,40
2016	2457	8,42
2017	6049	8,479
2018	3307	0,0506
2019	4994	6,212
2020	3008	4,808
2021	3030	4,63
Всего	26890	41,0

вало минимальное количество производителей, однако использование второй порции икры позволило предприятию выполнить план по объему выпуска молоди.

В 2020 и 2021 гг. из-за отсутствия зимовального водоема на базе рыбоводного завода провести длительную резервацию производителей осеннего хода не представилось возможным, и в рыбоводном процессе использовались только производители весеннего хода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты искусственного воспроизводства молоди рыба в Азово-Донском районе в период 2015–2021 гг. показали, что производители рыба продолжают сохранять хороший репродуктивный потенциал.

Установленная корреляционная зависимость отдельных показателей (морфо-биологических, морфометрических) самок рыба в преднерестовый период позволяет теоретически получать расчетную величину плодовитости самок в зависимости от массы тела.

Графическая зависимость по эмпирическим точкам отдельных морфо-биологических значений самок рыба в преднерестовый период позволяет теоретически получать расчетные величины отдельных показателей.

Молодь рыба массой тела выше 400 мг имеет более высокие показатели по химическому составу мышц (жир, белок), что позволяет прогнозировать более высокую ее выживаемость в естественном водоеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Переверзева Е.В., Карпенко Г.И. Оптимизация аквакультуры донского рыба // Рыбное хозяйство. 2005. № 4. С. 31–33
2. Карпенко Г.И., Переверзева Е.В., Корниенко Г.Г. Оптимизация промышленного разведения популяции рыба *Vimba vimba natio carinata* (Pall.) — ценного биологического ресурса Азовского бассейна. Ростов н/Д.: АЗНИИРХ, 2010. С. 228.
3. Карпенко Г.И., Шевцова Г.Н., Переверзева Е.В. Технологическая инструкция «Промышленное разведение рыба в рыбоводных хозяйствах комплексного назначения». Ростов н/Д., 2004. С. 48.
4. Алексеева Е.В. Созревание и резорбция яйцеклеток рыба // Вопросы ихтиологии. 1964. Т. 4. Вып. 2(31). С. 304–314.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. Учебное пособие для биол. спец. вузов, 4-е изд., перераб. и доп. М.: Высшая школа, 1990. С. 352.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. С. 376.
7. Инструкция по физиолого-биохимическим анализам рыбы. ВНИПРХ, 1980. 50 с.

8. Шульман Г.Е. Соотношение между содержанием жира и воды в теле рыб, и методика вычисления жирности рыб в полевых условиях // Труды АзЧерНИРО. 1961. Вып. 19. С. 36–44.
9. Карпенко Г.И. Переверзева Е..В., Головки Г.В. Зипельт Л.И. Ретроспективный анализ исследовательских работ по воспроизводству рыбца и шемаи. Ростов н/Д., 2017. С. 295.
10. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 30.01.2015 г. № 25 «Об утверждении Методики расчета объема добычи (вылова) водных биологических ресурсов, необходимого для обеспечения сохранения водных биологических ресурсов и обеспечения деятельности рыбоводных хозяйств, при осуществлении рыболовства в целях аквакультуры (рыбоводства)».