

- ³ Ярков, А. А. Обоснование выделения географо-палеонтологических памятников природы Волгоградской области на базе палеогеографических реконструкций: автореф. дис. / А. А. Ярков. Волгоград, 2000. С. 1—22; Он же. Палеогеография конца палеозойской эры на территории Нижнего Поволжья // Вопросы краеведения. Волгоград, 1998. Вып. 4—5. С. 343—345; Он же. Глобальная экологическая катастрофа в конце мезозойской эры Волгоградского Поволжья // Межд. симпозиум. Науч. тр. Волгоград, 1999. Вып. 1. С. 56—59.
- ⁴ Бондарева, М. В. Фаунистические комплексы позднего мела Волгоградского правобережья с элементами палеоэкологии и тафономии / М. В. Бондарева, Г. Г. Пославская // Вопросы стратиграфии и палеонтологии. Саратов: СГУ, 1980. Вып. 5. С. 5—67; Соболевский, В. А. Донные сообщества и биогеография поздне меловых платформенных морей юго-запада СССР / В. А. Соболевский. М.: Наука, 1978. С. 1—185; Морозов, Н. С. Комплексное изучение опорных разрезов — один из эффективных способов дальнейшего познания верхнемеловых отложений Поволжья / Н. С. Морозов, Г. Г. Пославская // Вопросы стратиграфии и палеонтологии. 1980. Вып. 5. СГУ. С. 61; Савчинская, О. В. Условия существования поздне меловой фауны Донецкого бассейна / О. В. Савчинская. М.: Наука, 1982. С. 40—42.
- ⁵ Голлербах, М. М. Водоросли. Лишайники / М. М. Голлербах, А. А. Федоров и др. // Жизнь растений. М.: Просвещение, 1977. Т. 3. С. 192—250, 297—308.
- ⁶ Маслов, В. П. Ископаемые известковые водоросли СССР / В. П. Маслов. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 300 с.
- ⁷ Несов, Л. А., Ярков А. А. Новые птицы мела-палеогена... С. 78—98; Они же. Гесперорнисы в России... С. 37—55.
- ⁸ Ярков, А. А. Обоснование выделения географо-палеонтологических памятников природы Волгоградской области на базе палеогеографических реконструкций: автореф. дис. канд. геогр. наук / А. А. Ярков. Волгоград, 2000. 22 с.
- ⁹ Маслов, В. П. Указ. соч.
- ¹⁰ Геккер, Р. Ф. Жизнь в девонском море / Р. Ф. Геккер. М.; Л.: АН СССР, 1935. С. 12—31.
- ¹¹ Там же. С. 28.
- ¹² Меннер, В. В. Современная палеонтология / В. В. Меннер, В. П. Макридин. М.: Недра, 1988. С. 400.
- ¹³ Там же. С. 410.
- ¹⁴ Архангельский, А. Д. Геологическое строение СССР / А. Д. Архангельский // Научно-техническое издательство М.; Л., 1932. С. 119—185.
- ¹⁵ Морозов, Н. С. Верхнемеловые отложения между-речья Дона и Северного Донца и южной части Волго-Донского водораздела / Н. С. Морозов. Саратов: СГУ, 1962. 168 с.; Курлаев В. И. Геологический возраст и строение камышинской свиты Волгоградского Поволжья / В. И. Курлаев, С. А. Мороз // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Саратов: СГУ, 1980. С. 102—114; Милановский, Е. В. Очерки геологии Среднего и нижнего Поволжья / Е. В. Милановский. М.; Л.: Гостоптехиздат, 1940. С. 211; Невеская, Л. А. Биония поздне меловых морей востока Прикаспийской впадины / Л. А. Невеская. М.: Наука, 1985. С. 1—223.
- ¹⁶ Кашлев, В. М. Об эоценовых отложениях к югу от поселка Луговая Пролейка в Волгоградском Заволжье / В. М. Кашлев // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Саратов: СГУ, 1966. Вып. 3. С. 37.
- ¹⁷ Савчинская, О. В. Условия существования поздне меловой фауны Донецкого бассейна / О. В. Савчинская. М.: Наука, 1982. С. 40—42.
- ¹⁸ Там же. С. 41.
- ¹⁹ Несов, Л. А. Не морские позвоночные мелового периода Северной Евразии / Л. А. Несов. СПб., 1997. С. 64—73.
- ²⁰ Ярков, А. А. Мутовки для фольбортеллы / А. А. Ярков // Ожившие драконы. Волгоград: Волгоградское науч. изд-во, 2005. С. 350—357, 397.
- ²¹ Геккер, Р. Ф. Указ. соч.
- ²² Вологдин, А. Г. Земля и жизнь / А. Г. Вологдин. М.: Недра, 1976. С. 176.
- ²³ Ярков, А. А. Указ. соч.
- ²⁴ Там же. С. 354.
- ²⁵ Давиташвили, Л. А. Курс палеонтологии / Л. А. Давиташвили. М.: Наука, 1949. С. 620—633.
- ²⁶ Голлербах, М. М. Указ. соч.
- ²⁷ Геккер, Р. Ф. Указ. соч. С. 27.
- ²⁸ Ярков, А. А. Палеогеография конца палеозойской эры на территории Нижнего Поволжья / А. А. Ярков // Вопросы краеведения. Волгоград, 1998. Вып. 4—5. С. 343—345.
- ²⁹ Ярков, А. А. Мутовки для фольбортеллы... С. 350—357.
- ³⁰ Меннер, В. В. Указ. соч. С. 400—415.
- ³¹ Коробков, И. А. Палеонтологические описания / И. А. Коробков. Л.: Недра, 1978. 203 с.
- ³² Ярков, А. А. Мутовки для фольбортеллы...
- ³³ Фентон, К. Л. Каменная книга / К. Л. Фентон, М. А. Фентон. М.: Наука, 1997. С. 171—173.

ОПЫТ ИСКУССТВЕННОГО РАЗВЕДЕНИЯ ПЕСТРОГО ТОЛСТОЛОБИКА, ВЫРОСШЕГО В РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В. В. Залепухин

В рыбном хозяйстве СССР и Российской Федерации накоплен значительный опыт выращивания производителей растительноядных рыб в прудах, водоёмах-охладителях, тепловодных хозяйствах и др¹. Имеются положительные результаты получения потомства от производителей из естественных водоёмов в условиях прудовых хозяйств и воспроизводственных комплексов, в соответствии с общепринятой биотехникой заводского разведения растительноядных рыб². Такие работы проведены, в частности, на краснодарских, днепровских и молдавских водохранилищах³,

в Днестре и в придунайских озерах⁴. Актуальность публикации в нынешнее время подчеркивается тем обстоятельством, что в промысловых уловах на Волге и Цимлянском водохранилище все чаще попадаются особи пестрого толстолобика с признаками половозрелости.

В середине 1980-х гг. в Астраханской области (VI зона рыбоводства) проведены аналогичные экспериментальные исследования по отлову производителей растительноядных рыб, выросших в Волге, и получению от них личинок и молоди в условиях заводского воспроизводства. Этим эк-

спериментам предшествовало детальное изучение экологических особенностей трех видов растительноядных рыб, акклиматизированных в низовьях Волги, которое позволило Ю. Б. Белоцерковскому⁵ прийти к следующим основным выводам:

1) в новом ареале растительноядные рыбы нашли хорошие условия для соматического роста, но условия естественного размножения не стали для них приемлемыми;

2) в водоемах Волго-Ахтубинской поймы к естественному нересту оказалась способной незначительная часть популяции белого амура, что подтверждается выловом скатывающихся личинок⁶; для белого толстолобика подобная возможность осталась недоказанной, хотя гистологический анализ оогенеза данного вида позволяет говорить о нормальном ходе развития яйцеклеток;

3) из-за слабого развития зоопланктона в естественных водоемах Нижнего Поволжья пестрый толстолобик перешел на вынужденное питание детритом и фитопланктоном, что обусловило нарушения оогенеза и массовую резорбцию желтковых ооцитов на IV стадии зрелости гонад (СЗГ).

Ю. Б. Белоцерковский⁷ пришел к весьма важному заключению: «Консервативность видовых особенностей генеративного обмена и несовпадение условий среды для эффективного воспроизводства не позволяют рассчитывать на полноценную акклиматизацию и быстрое увеличение численности фитофагов за счет естественного воспроизводства». Однако вопрос о возможности использования половозрелых рыб для искусственного разведения заслуживал понятного внимания, так как оставался нереализованным важный резерв пополнения маточных стад прудовых хозяйств.

В мае 1984 г. на зимовальной Машкиной яме (близ села Замьяны, в 80 км вверх по течению р. Волги от Астрахани) отловлено более 850 производителей и неполовозрелых рыб трех видов растительноядных рыб в возрасте 6—9 лет. Отмечено, что многие рыбы из тоневых уловов сильно травмированы осетровыми рыбами (особенно белый толстолобик), быстро поражались сапролегнией и погибали⁸. Производители были в прорези транспортированы в Башмаковский инкубационный цех Астраханской области, где в течение ряда лет использовались в биотехническом процессе при нашем непосредственном участии.

Биологические характеристики рыб на начальных этапах работ и итоги экспериментов 1984 г. и 1985 г. описаны Ю. Б. Белоцерковским в отчетах Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (КаспНИРХ). В данной статье излагаются ранее не опубликованные результаты наших экспериментальных работ в 1986 г.,

в которых сотрудники КаспНИРХа участия уже не принимали. Основной целью работы было сопоставление «прудовых» и «речных» самок пестрого толстолобика по морфометрическим, репродуктивным, гематологическим и биохимическим параметрам в условиях искусственного воспроизводства.

Материал и методика исследований

Экспериментальная часть исследований выполнена на базе Башмаковского инкубационного цеха Астраханской области в 1984—1986 гг. Биологический анализ самок пестрого толстолобика и основных репродуктивных показателей проведен по общепринятым в ихтиологии методам. Икра каждой самки осеменялась спермой 3—5 самцов, имеющей оценку в 4 и 5 баллов по шкале Персова, и инкубировалась в отдельных аппаратах в соответствии с биотехникой заводского воспроизводства растительноядных рыб⁹. Гидрохимические показатели в период инкубации не выходили за рамки предельно допустимых величин для прудовых рыбоводных хозяйств.

В процессе анализа весь массив данных по разнокачественной икре был разделен на три группы, фазы и подфазы оогенеза указаны по В. Г. Кривцову и др.¹⁰, А. П. Макеевой и Н. Г. Емельяновой¹¹.

«Недозрелая икра» (I группа) соответствует подфазам E_1 — E_3 — незавершенной IV СЗГ. Икра выделяется из тела самок с большим количеством полостной жидкости, упругая на ощупь. Оплодотворяемость низкая, не более 50%, дробление неравномерное. Подавляющее большинство эмбрионов погибает еще до начала движения зародышей внутри оболочки, до вылупления доживают единичные особи.

«Зрелая икра» (II группа) соответствует подфазам E_3 и F IV СЗГ. Икра с высокой оплодотворяемостью 70—95%, высоким процентом нормально развивающихся эмбрионов (НРЭ) 80—90% и процентом выхода, превышающим нормативную величину в 50%. Дробление синхронное и равномерное, уродливых эмбрионов мало.

«Постовулярно перезрелая икра» (III группа) представляет икру, передержанную в полости тела самок после овуляции. Соответствует подфазам E_3 и F IV СЗГ. Характеризуется большими и заметно набухшими икринками, легко деформируемыми при нажатии. В общей массе икринок встречаются уже побелевшие. Дробление асинхронное, бластомеры разной формы, часто отрываются от бластодиска. Процент оплодотворения может быть и низким, и высоким, но из-за множества уродливо развивающихся эмбрионов процент выхода незначителен (5—10%).

Гематологический анализ у 34 «речных» и 34 «прудовых» самок проведен по традиционным методикам (6 наиболее часто встречающихся показателей), с применением прижизненного взятия крови.

Общий биохимический состав икры (воды, сухого остатка, минеральных веществ) определен традиционными весовыми методиками. Общий белок в икре определяли по биуретовой реакции¹², общие липиды — по Фолчу, их фракционный состав — методом тонкослойной хроматографии на пластинках «Silufol»¹³. Количество гликогена определялось по методике М. И. Прохоровой и З. Н. Тупиковой¹⁴ с антроновым реактивом. Количественное определение микроэлементов (меди, цинка, кобальта, никеля и марганца) проведено на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Hitachi» модели AAS 180—50, на том же приборе в режиме пламенной фотометрии определено содержание натрия и калия.

Собранный материал обработан статистически с использованием стандартного пакета программ Microsoft Excel на персональных компьютерах разных типов. Достоверность коэффициентов корреляции r_{xy} (при $n = 29$) оценивалась как $P < 0,05$, если $r_{xy} > 0,37$ и $P < 0,01$, если $r_{xy} > 0,45$.

Основные результаты

Эксперименты 1984 г. в целом следует признать неудачными, поскольку большинство рыб, доставленных в инкубационный цех, несмотря на большую массу (6—20 кг), оказались неполовозрелыми и на гипофизарные инъекции не реагировали. Вскрытие самок ПТ в середине июня 1984 г. показало наличие небольших количеств мелкой икры в III — незавершенной IV стадии зрелости гонад и резорбирующихся ооцитов на разных этапах дегенерации. В конце июля 1984 г. все рыбы были высажены на нагул. От единственной созревшей самки белого амура (возраст 9+, масса 11 кг при длине 104 см), проинъецированной по обычной схеме¹⁵, было получено 1360 г доброкачественной икры, из которой после искусственного осеменения и инкубации получены внешне нормальные личинки.

Опыты 1985 г. также трудно назвать удачными. Из-за того, что в период нагула в предыдущем сезоне самки ПТ не набрали нормативного прироста (они содержались при завышенных плотностях посадки), в инкубации 1985 г. они участия не принимали. Ю. Б. Белоцерковский¹⁶ отмечал, что восстановление функций яичников и нормального хода оогенеза у не отметавших икру самок ПТ происходит в течение не одного, а двух сезонов. Аналогичную картину на придунайских озерах наблюдали В. А. Устюгов и др.¹⁷. Однако в

1985 г. нам удалось рассадить самок ПТ в летне-маточные пруды Башмаковского цеха с хорошо развитой естественной кормовой базой при соблюдении нормативных плотностей посадки (40—50 шт./га) уже в конце июня, максимально удлинив тем самым период нагула.

Почти двухлетнее содержание «речного» пёстро-го толстолобика в прудовых условиях привело к достаточно неожиданному результату: в 1986 г. маточное стадо при весенней бонитировке отчётливо разделилось по срокам созревания и готовности к нересту — на рано созревающих «речных» рыб и поздно созревающих «прудовых». Как известно, в прудовом рыбоводстве ведётся специальная селекционная работа с растительной рыбами по срокам созревания в нерестовом сезоне¹⁸, причём раннее получение личинок растительной рыбы благоприятно сказывается на результатах выращивания сеголетков в поликультуре и рыбопродуктивности прудов¹⁹.

В 1986 г. инкубация карпа по температурным условиям была проведена с 20 по 28 мая, а уже 6 июня были получены личинки пёстро-го толстолобика. С «речными» самками было проведено 4 тура (5, 11, 12, 14 июня), средняя масса икры, полученная от одной самки, составила 1140 г; рабочая плодовитость колебалась от 208 тыс. до 1518 тыс. икринок при нормативе 500 тыс. штук. «Прудовые» самки пёстро-го толстолобика из пользовательного стада цеха созрели только через 20 дней — первый тур с ними был проведён лишь 25 июня 1986 г., что соответствует обычным срокам инкубации пёстро-го толстолобика. От 31 самки получено 19,72 кг икры — в среднем 636 г на одну рыбу, средняя рабочая плодовитость была чуть ниже нормативного показателя — около 480 тыс. штук.

Рыбоводно-биологическая характеристика. Предварительный анализ показал, что «речным» рыбам свойствен более высокий темп роста: в одном и том же возрасте они имеют большую массу, длину и высоту тела в сравнении с «прудовыми». Сходная картина наблюдается и при разделении всего массива данных по группам разноразмерной икры (табл. 1).

Сравнение экстерьерных показателей самок с высококачественной икрой показывает (табл. 1), что «речные» самки достигли размеров и массы тела «прудовых» гораздо раньше, а в одном и том же возрасте имеют среднюю массу тела почти на 20% больше при той же длине и высоте тела. «Прудовые» и «речные» самки с недозрелой, зрелой и перезрелой икрой достоверно различаются по коэффициенту упитанности ($P < 0,05$).

Как и следовало ожидать, интенсивный рост сказался и на репродуктивных характеристиках. Среднее количество полученной высокока-

Таблица 1

Рыбоводно-биологическая характеристика «прудовых» и «речных» самок пестрого толстолобика (1986 г.)

Параметр	Недозрелая икра		Зрелая икра		Перезрелая икра	
	самки		самки		самки	
	прудовые	речные	прудовые	речные	прудовые	речные
Возраст	7,33±0,75 (6+ - 8+)	8,75±1,48 (7+ - 11+)	8,71±1,56 (7+ - 12+)	8,94±1,54 (6+ - 13+)	9,29±1,28 (8+ - 11+)	9,14 ± 1,88 (7+ - 12+)
Р, кг	9,67 ± 0,47	12,75 ± 0,83	10,23 ± 1,00	12,61 ± 2,24	10,86 ± 0,83	11,00 ± 2,39
L, см	100,2 ± 3,53	102,0 ± 5,34	102,5 ± 4,64	102,4 ± 5,48	105,1 ± 5,08	104,4 ± 5,90
l, см	89,01 ± 3,74	91,50 ± 3,35	90,00 ± 4,13	90,67 ± 5,33	92,86 ± 3,87	92,60 ± 5,63
H, см	24,02 ± 1,29	25,75 ± 0,43	24,59 ± 0,91	25,72 ± 1,97	25,00 ± 1,19	26,57 ± 2,32
l / H	3,71 ± 0,11	3,56±0,17	3,66 ± 0,14	3,54 ± 0,22	3,72 ± 0,16	3,50 ± 0,20
K _{ви.}	1,37 ± 0,11	1,67±0,13	1,41 ± 0,11	1,72 ± 0,16	1,36 ± 0,11	1,63 ± 0,16
n	6	4	17	18	6	7

Таблица 2

Репродуктивные характеристики и результаты инкубации икры «прудовых» и «речных» самок пестрого толстолобика

Основные показатели	Недозрелая икра		Зрелая икра		Перезрелая икра	
	прудовые	речные	прудовые	речные	прудовые	речные
Количество отданной икры, г	255	555	790	1311	540	1343
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	167	354	514	826	350	851
Относительная рабочая плодовитость, тыс. / кг массы	17,70	29,40	50,98	66,79	33,74	64,49
Масса икринки, мг	1,51 ± 0,03	1,56 ± 0,03	1,54 ± 0,02	1,57 ± 0,03	1,55 ± 0,03	1,59 ± 0,01
Диаметр икринки, мм	1,55 ± 0,09	1,66 ± 0,10	1,76 ± 0,09	1,77 ± 0,09	1,78 ± 0,09	1,78 ± 0,07
Вариабильность C _в диаметра овулировавш. икры	6,72	7,50	6,12	6,10	6,90	5,49
Плотность икринок	0,78 ± 0,12	0,67 ± 0,13	0,52 ± 0,08	0,57 ± 0,10	0,48 ± 0,09	0,53 ± 0,09
Диаметр набухшей икры, мм	4,15 ± 0,45	4,28 ± 0,29	4,83 ± 0,30	4,98 ± 0,24	4,22 ± 0,62	4,91 ± 0,39
Вариабильность C _в диаметра набухшей икры	13,08	4,67	5,58	2,90	9,40	4,06
Процент оплодотворения	51,1	54,0	82,8	89,0	71,4	81,9
Процент нормально развивающихся эмбрионов (НРЭ)	10,67	30,50	85,4	88,6	34,4	29,6
Процент выхода предличинки	1,67	7,75	55,1	70,2	8,4	13,6
Длина предличинки на выклеве, мм	6,39 ± 0,19	6,74 ± 0,41	6,70 ± 0,17	6,82 ± 0,21	6,62 ± 0,13	6,68 ± 0,13
Вариабильность C _в длины предличинки	6,62	5,10	2,99	2,62	4,19	3,51
n (число особей)	6	4	17	18	6	7

чественной икры у «прудовых» самок составило 790 г, а у «речных» 1311 г; рабочая плодовитость соответственно 514 и 826 тыс. штук икринок (табл. 2). Такое же положение отмечено у самок с незрелой и перезрелой икрой, где превосходство «речных» рыб отмечено более чем двукратной величиной. Исследователи, работавшие с производителями растительноядных рыб, выросшими в естественных водоемах и использованными для искусственного воспроизводства, также отмечали их высокую абсолютную плодовитость, превосходящую нормативные значения в 2—3 раза²⁰. Различия по массе и диаметру овулировавших икринок оказались статистически недостоверными во всех группах, разница заметна лишь у незрелой икры.

Важнейшие рыбоводные характеристики в процессе инкубации икры у «речных» рыб были несколько выше, чем у «прудовых»: средний процент оплодотворения соответственно 89,0 и 82,8; процент нормально развивающихся эмбрионов (НРЭ) 88,6 и 85,5; процент выхода вылупляющихся предличинки 70,2 и 55,1. Несколько выше у «речных» самок была и длина личинок при вылуплении, что можно отметить у всех групп икры, но статистические различия не доказаны ($P > 0,5$).

Определенный интерес представляет сопоставление репродуктивных и размерно-весовых показателей «речных» самок пестрого толстолобика в наших условиях с рыбоводно-биологическими параметрами отселекционированной поро-

ды ПТ-58, которые приведены в «Каталоге пород и кроссов одомашненных форм рыб России и СНГ»²¹. В табл. 3 для «речных» рыб показаны не только средние значения, но и диапазон колебаний (в скобках).

Таблица 3

Сравнение породы ПТ-58 и «речных» самок пестрого толстолобика

Показатель	ПТ-58	«Речные» самки
Возраст самок	6+	8+ (7+÷13+)
Средняя масса самок, г	6500	12650 (9000÷20000)
Количество самок, отдавших икру, %	80—85	78
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	1200	826(266 ÷ 1518)
Относительная рабочая плодовитость, тыс. шт./кг массы	90	59 (30 ÷ 108)
Количество икринок в 1 г	900—1000	645(610 ÷ 660)
Диаметр овулировавших икринок, мм	1,49±0,03	1,76 ± 0,10
Процент оплодотворения	80—85	89,0(71 ÷ 97)
Процент выхода	нет данных	70,2(60 ÷ 84)
Длина личинок, мм	8,02±0,02	6,56 ÷ 0,11

В рыбоводном стандарте для ПТ-58 не указан возраст личинок — скорее всего, речь идет о деловых личинках, уже перешедших на смешанное питание (этап В). Для наших условий указана длина выклюнувшихся предличинок (этап А), чем и может быть объяснена разница. В то же время вызывает удивление величина количества овулировавших икринок в 1 грамме для ПТ-58 — известно, что среди трех видов растительноядных рыб пестрый толстолобик имеет самую крупную икру, и в одном грамме у него содержится 600—650 икринок²².

Как и следовало ожидать, и у «прудовых», и у «речных» самок пестрого толстолобика сохраняются высокодостоверные корреляции между размерно-весовыми признаками и возрастом самок: значения коэффициентов корреляции r_{xy} превышают +0,45 ($P < 0,01$). У «прудовых» рыб отмечены близкие к достоверным значения r_{xy} между возрастом самок, с одной стороны, и коэффициентами упитанности и высокоспинности — с другой (+0,28 — +0,36). У «речных» такие зависимости слабы и недостоверны. Среди репродуктивных характеристик в обеих группах с возрастом достоверно коррелирует масса овулировавших икринок: +0,63 у «прудовых» рыб и +0,52 у «речных», а у «прудовых» также и диаметр ($r_{xy} = +0,42$ при $P < 0,01$).

В 1986 г. подтвердилось существование достоверных корреляций рабочей плодовитости с показателями эмбрионального развития — диаметром набухшей икры и рыбоводными показателями инкубации (табл. 4), что мы уже отмечали в предшествующие годы²³.

Таблица 4

Корреляции (r_{xy}) рабочей плодовитости у пестрого толстолобика в сезоне 1986 г.

Сопоставляемые показатели	«Прудовые»	«Речные»
Рабочая плодовитость — масса овулировавших икринок	+0,06	+0,09
— диаметр овулировавших икринок	-0,44	-0,16
— плотность овулировавших икринок	+0,26	+0,14
— диаметр набухшей икры	+0,55	+0,44
— процент оплодотворения	+0,50	+0,35
— процент нормально развивающихся эмбрионов	+0,66	+0,29
— процент выхода	+0,64	+0,32
— длина вылупляющихся предличинок	+0,19	+0,49
n	29	29

Взаимозависимости рабочей плодовитости с рыбоводными показателями в ходе инкубации у «речных» самок ПТ слабее, чем у «прудовых», и находятся на пороге достоверности ($P < 0,05$). Это можно объяснить следующим: при исходной разнокачественности ооцитов в яичнике и при столь высокой плодовитости сложнее добиться устойчиво высокой оплодотворяемости икры. Тем не менее очевидно, что большая рабочая плодовитость «речных» самок с учетом лучших показателей инкубации (табл. 2) позволяет значительно превысить нормативный показатель выхода личинок — 250 тыс. шт. на 1 самку.

Гематологическая характеристика «прудовых» и «речных» рыб. В доступной нам литературе мы не встретили сравнительного анализа гематологических характеристик производителей, выращенных в различных экологических условиях, подобных нашим. Можно констатировать, что основные количественные параметры крови сопоставимы с данными различных авторов, полученных для прудовых и тепловодных хозяйств²⁴, т.е. наши данные укладываются в диапазон «нормы» для пестрого толстолобика и близки к ее верхней границе.

Сравнивая гематологические характеристики «прудовых» и «речных» самок, находящихся в сходном физиологическом состоянии, можно прийти к заключению о более интенсивном обмене веществ в организме «речных» самок. Это может быть связано с большей массой таких рыб и с тем, что достигнуты они при более низких температурах воды на 20 дней раньше. Различия между «прудовыми» и «речными» рыбами не всегда достоверны, но общая тенденция между отдельными группами в процессе созревания и перезревания прослеживается достаточно четко (табл. 5), о чем свидетельствуют показатели гемоглобина, общего белка и коллоидустойчивости сывороточных белков (КСБ).

Таблица 5

Гематологическая характеристика «прудовых» и «речных» самок пестрого толстолобика в условиях заводского разведения

Показатель	Фоновые (28 мая)		Группа I		Группа II		Группа III	
	самки		самки		самки		самки	
	прудовые	речные	прудовые	речные	прудовые	речные	прудовые	речные
Гемоглобин, г%	10,86 ± 1,18	9,80 ± 0,64	9,12 ± 0,57	9,90 ± 0,74	9,96 ± 0,78	10,62 ± 0,76	8,54 ± 1,24	9,13 ± 0,91
Эритроциты, млн / мм ³	1,80 ± 0,21	1,70 ± 0,12	1,64 ± 0,07	1,66 ± 0,04	1,70 ± 0,08	1,71 ± 0,09	1,60 ± 0,07	1,62 ± 0,07
Лейкоциты, тыс. шт. / мм ³	16,20 ± 0,84	16,46 ± 0,70	15,47 ± 0,93	16,60 ± 0,37	16,05 ± 0,99	17,13 ± 0,54	16,90 ± 0,58	16,44 ± 0,57
СОЭ, мм / час	4,26 ± 0,40	4,04 ± 0,28	3,83 ± 0,37	3,75 ± 0,43	4,23 ± 0,55	4,22 ± 0,53	4,71 ± 0,70	4,86 ± 0,64
Общий белок, г%	6,22 ± 0,46	5,38 ± 0,32	5,45 ± 0,80	5,28 ± 0,30	5,27 ± 0,33	5,19 ± 0,45	5,94 ± 0,28	5,57 ± 0,55
КСБ, % CaCl ₂	0,060 ± 0,008	0,042 ± 0,006	0,062 ± 0,004	0,058 ± 0,008	0,049 ± 0,009	0,038 ± 0,005	0,053 ± 0,007	0,043 ± 0,005
n	5	5	6	4	17	18	6	7

Полученные данные в целом подтверждают закономерности, полученные сотрудниками Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (АзНИИРХ) на различных видах рыб для преднерестового и нерестового периодов²⁵. Значения гематологических показателей у «речных» рыб 28 мая (фоновая группа) свидетельствуют о том, что они находятся в состоянии, близком к нерестовому — все они статистически не отличаются от самок в период получения половых продуктов ($P > 0,5$). Сравнение таких же показателей для «прудовых» самок показывает совершенно иную картину: фоновое содержание гемоглобина и общего белка за 25 дней до наступления нерестового состояния гораздо выше, чем в период овуляции, что может свидетельствовать об активном протекании завершающих стадий вителлогенеза. У изучаемого вида по величине КСБ можно достаточно четко различать рыб в состоянии, близком к овуляции и далеко от нее ($P < 0,05$).

Следствием достаточно высокой лабильности гематологических показателей послужило, на наш взгляд, отсутствие сколько-нибудь заметных и достоверных зависимостей с биологическими характеристиками самок: с помощью линейных корреляций нам не удалось выявить связей параметров крови с возрастом самок или меристическими признаками. Исключение составляют показатели общего белка и КСБ у «прудовых» рыб и гемоглобина у «речных». Это приводит нас к ранее высказанному предположению, что в предовуляционный и овуляционный периоды динамика репродуктивных и гематологических показателей сильнее зависит от физиологического состояния производителей, чем от их возрастных особенностей²⁶.

Среди коэффициентов корреляций, относящихся к параметрам крови, выделим достоверные и общие: с ростом рабочей плодовитости снижается коллоидоустойчивость сывороточных

белков — у обеих изучаемых групп r_{xy} составляет 0,34. Гораздо больше достоверных зависимостей выявлено между гематологическими параметрами и рыбоводными показателями развивающейся икры (табл. 6).

Таблица 6

Взаимосвязи (r_{xy}) гематологических характеристик с рыбоводными показателями развивающейся икры ПТ

Рыбоводные показатели / гематологические	«прудовые»	«речные»
Процент оплодотворения	- гемоглобин	+0,29
	- эритроциты	+0,35
	- лейкоциты	0,00
	- СОЭ	+0,18
	- общий белок	+0,16
	- КСБ	-0,38
Процент нормально развивающихся эмбрионов	- гемоглобин	+0,37
	- эритроциты	+0,48
	- лейкоциты	+0,01
	- СОЭ	-0,01
	- общий белок	-0,30
	- КСБ	-0,38
Процент выхода	- гемоглобин	+0,39
	- эритроциты	+0,56
	- лейкоциты	-0,06
	- СОЭ	-0,02
	- общий белок	-0,28
	- КСБ	-0,46
Длина предличинки при вылуплении	- гемоглобин	+0,09
	- эритроциты	+0,15
	- лейкоциты	+0,15
	- СОЭ	0,00
	- общий белок	+0,22
	- КСБ	-0,31
Диаметр набухшей икры	- гемоглобин	+0,12
	- эритроциты	+0,23
	- лейкоциты	+0,04
	- СОЭ	-0,09
	- общий белок	-0,07
	- КСБ	-0,36

Достоверность ряда коэффициентов корреляции подчеркивает важное значение физиологического состояния рыб в предовуляционный период. У «речных» рыб в большинстве случаев зависимости рыбоводных показателей от гематологических более сильны, что, видимо, указывает на интенсивно протекающие процессы оогенеза. Улучшение всех рыбоводных показателей согласуется со снижением КСБ, и такие корреляции также лучше проявляются у «речных» рыб. Однако со степенью набухания икры показатели крови связаны недостаточно убедительно — линейные коэффициенты в большинстве случаев слабы и недостоверны ($P > 0,1$). Это вполне понятно, если вспомнить, что набухание икры при прочих равных условиях определяется и минеральным составом водной среды. Кроме того, у «речных» самок с лучшими результатами инкубации связан не максимум, а минимум уровня общего белка в сыворотке крови — это вполне закономерно, если учесть, что наибольшее его количество свойственно высококачественной зрелой икре.

Биохимический состав разнокачественной икры. Сравнительные исследования физиолого-биохимических аспектов жизнедеятельности растительноядных рыб, выросших в разных экологических условиях (прудовых либо водохранилищных), носят единый характер, и большинство таких работ проведено украинскими исследователями. Так, Р. И. Гош²⁷ показала, что «водохранилищные» самки превосходят «прудовых» по интенсивности дыхания яйцеклеток, а также по содержанию основных метаболитов аэробного и анаэробного гликолиза (пирувата, малата, изоцитрата). Из этого факта можно сделать вывод о более высокой интенсивности обменных процессов рыб, выросших в природных условиях. Другие исследователи²⁸ пришли к выводу, что состав свободных аминокислот и некоторых других метаболитов в желтке икры пестрого толстолобика, отловленных в водохранилище весной и осенью, существенно отличается от аналогичных характеристик «прудовых» рыб, что связывается с адаптацией рыб к условиям

рыбоводного хозяйства. Ю. Д. Коновалов²⁹ пришел к заключению, что белки в овулировавшей икре БТ и ПТ «водохранилищной» заготовки более быстро и рационально расходуются на различные метаболические процессы; из икры, богатой белками, выживает больше нормальных эмбрионов; с содержанием белка коррелирует плодовитость самок.

Нами проанализированы биохимические характеристики разнокачественной икры пестрого толстолобика по трем группам показателей: общему биохимическому составу, фракционному составу липидов и микроэлементному составу (табл. 7—9).

Анализ биохимического состава разнокачественной икры показывает наличие тех же тенденций, показанных нами ранее³⁰:

а) от незрелой к перезрелой икре растет обводненность и снижается уровень сухого вещества;

б) для высококачественной икры свойственен максимум белка и наибольшее соотношение белка и липидов;

в) максимальное количество минеральных веществ отмечено в незрелой икре; по мере созревания и перезревания их концентрация в икре уменьшается;

г) по содержанию липидов и гликогена все три группы различаются слабо. Однако необходимо отметить, что «речные» самки ПТ накапливают в икре больше белка, чем «прудовые», причем при постовулярном перезревании уровень протеина у них сокращается в меньшей степени — различия становятся достоверными ($P < 0,05$), что согласуется с приведенными выше данными Ю. Д. Коновалова³¹.

«Речные» самки отличаются от «прудовых» и по ряду липидных показателей (табл. 8). По абсолютному содержанию липидов (в расчете на 1000 икринок) у них больше фосфолипидов и триацилглицеринов ($P < 0,05$) — важнейших структурных и энергетических компонентов, но гораздо меньше моно- и диацилглицеринов ($P < 0,05$), которые могут появляться в икре при интенсивном распаде первых. У «речных» самок

Таблица 7
Общий биохимический состав разнокачественной икры «прудовых» и «речных» самок пестрого толстолобика

Показатель	«незрелая» икра		«зрелая» икра		«перезрелая» икра	
	пруд	река	пруд	река	пруд	река
Вода, %	69,38 ± 0,32	69,78 ± 0,28	70,41 ± 0,55	70,27 ± 0,33	71,93 ± 0,95	70,96 ± 0,54
Сухое вещество, %	30,62 ± 0,32	30,22 ± 0,28	29,59 ± 0,55	29,73 ± 0,33	28,07 ± 0,95	29,04 ± 0,54
Белок, % сырой массы	18,44 ± 0,59	19,19 ± 0,42	20,73 ± 0,71	21,58 ± 0,73	18,39 ± 0,83	19,93 ± 0,63
Жир, % сырой массы	4,51 ± 0,23	4,35 ± 0,41	4,74 ± 0,22	4,75 ± 0,32	4,59 ± 0,26	4,70 ± 0,46
Минеральные вещества, % сырой массы	7,55 ± 0,65	6,68 ± 0,53	4,15 ± 0,97	3,40 ± 0,76	5,08 ± 1,09	4,34 ± 0,73
Отношение «белок / жир»	4,10 ± 0,30	4,45 ± 0,47	4,38 ± 0,20	4,57 ± 0,35	4,03 ± 0,40	4,29 ± 0,57
Гликоген, % сырой массы	0,20 ± 0,03	0,18 ± 0,03	0,23 ± 0,02	0,24 ± 0,03	0,21 ± 0,02	0,23 ± 0,04
n (число особей)	6	4	17	18	7	7

Таблица 8

**Фракционный состав липидов в разнокачественной икре пестрого толстолобика,
выросшего в различных экологических условиях**

Фракции липидов	Ед. изм.	«недозрелая» икра		«зрелая» икра		«перезрелая» икра	
		пруд	река	пруд	река	пруд	река
Фосфоглицериды	А	23,11 ± 2,03	26,83 ± 1,12	22,19 ± 0,91	21,06 ± 2,57	17,77 ± 0,80	19,86 ± 1,75
	Б	1,08 ± 0,09	1,17 ± 0,12	1,05 ± 0,07	1,00 ± 0,15	0,82 ± 0,07	0,93 ± 0,10
	В	16,34 ± 1,65	18,26 ± 2,02	16,20 ± 0,98	16,72 ± 2,41	12,64 ± 1,14	14,81 ± 1,51
Свободный холестерол	А	7,71 ± 1,20	5,75 ± 1,03	9,10 ± 0,71	7,86 ± 0,61	7,76 ± 1,20	8,36 ± 0,48
	Б	0,36 ± 0,07	0,25 ± 0,05	0,43 ± 0,03	0,37 ± 0,04	0,36 ± 0,07	0,39 ± 0,05
	В	5,48 ± 1,09	3,95 ± 0,84	6,63 ± 0,48	5,84 ± 0,66	5,53 ± 1,08	6,25 ± 0,79
Неэстерифицированные жирные кислоты (НЭЖК)	А	10,30 ± 0,96	9,74 ± 0,74	11,15 ± 1,36	11,58 ± 1,23	12,39 ± 1,16	11,70 ± 1,59
	Б	0,48 ± 0,03	0,42 ± 0,03	0,53 ± 0,08	0,55 ± 0,07	0,57 ± 0,07	0,55 ± 0,08
	В	7,27 ± 0,45	6,61 ± 0,60	8,17 ± 1,18	8,62 ± 1,05	8,87 ± 1,20	8,72 ± 1,33
Триацилглицерины	А	20,46 ± 1,01	22,09 ± 1,65	20,99 ± 0,98	26,75 ± 1,77	19,87 ± 1,34	24,83 ± 1,22
	Б	0,96 ± 0,06	0,96 ± 0,11	0,99 ± 0,06	1,27 ± 0,11	0,91 ± 0,05	1,12 ± 0,12
	В	14,49 ± 1,20	15,03 ± 1,70	15,31 ± 0,93	19,88 ± 1,80	14,04 ± 0,67	18,56 ± 1,95
Моно- и диацилглицерины	А	24,54 ± 1,44	16,24 ± 1,13	23,56 ± 0,93	18,57 ± 1,80	25,08 ± 1,61	20,89 ± 3,22
	Б	1,14 ± 0,09	0,71 ± 0,11	1,11 ± 0,07	0,88 ± 0,10	1,15 ± 0,09	0,94 ± 0,11
	В	17,35 ± 1,34	11,10 ± 1,67	17,12 ± 1,00	13,82 ± 1,59	17,84 ± 1,62	14,97 ± 1,69
Эфиры холестерина	А	10,86 ± 0,67	11,44 ± 0,99	11,14 ± 1,03	11,05 ± 1,52	14,79 ± 1,48	11,29 ± 1,24
	Б	0,51 ± 0,03	0,49 ± 0,03	0,53 ± 0,05	0,52 ± 0,08	0,68 ± 0,08	0,53 ± 0,10
	В	7,68 ± 0,50	7,70 ± 0,64	8,14 ± 0,79	8,22 ± 1,28	10,51 ± 1,21	8,49 ± 1,51
Углеводороды, воска, эфиры стерин	А	3,03 ± 1,71	7,90 ± 1,62	2,22 ± 1,54	2,81 ± 1,53	2,90 ± 0,82	3,82 ± 1,83
	Б	0,14 ± 0,08	0,34 ± 0,08	0,11 ± 0,07	0,18 ± 0,10	0,13 ± 0,03	0,16 ± 0,07
	В	2,12 ± 1,17	5,40 ± 1,26	2,03 ± 1,35	2,78 ± 1,45	2,03 ± 0,50	2,78 ± 0,57
Общий холестерин	Б	0,87 ± 0,08	0,72 ± 0,08	0,96 ± 0,09	0,89 ± 0,09	1,04 ± 0,13	0,93 ± 0,14
Коэффициент Дьерди	В	0,81 ± 0,10	0,68 ± 0,04	0,92 ± 0,09	0,91 ± 0,14	1,27 ± 0,11	0,99 ± 0,10
п		6	4	17	18	6	7

Примечание. А — в % от общего содержания липидов; Б — в % сырой массы; В — в мг на 1000 икринок.

Таблица 9

Элементарный состав разнокачественной икры «прудовых» и «речных» самок пестрого толстолобика

Элементы и варианты расчета		«недозрелая» икра		«зрелая» икра		«перезрелая» икра	
		пруд	река	пруд	река	пруд	река
Na,	мг% сырой массы	38,30 ± 6,71	46,57 ± 4,57	39,82 ± 6,14	47,69 ± 6,12	47,90 ± 3,51	54,56 ± 4,75
	мг/кг сухого вещества	119,6 ± 22,3	140,8 ± 14,67	117,6 ± 17,9	141,87 ± 18,9	134,3 ± 9,0	158,6 ± 14,9
K	мг% сырой массы	414,2 ± 61,1	473,7 ± 20,7	405,6 ± 54,0	429,0 ± 37,0	383,1 ± 22,0	479,3 ± 43,9
	мг/кг сухого вещества	1300 ± 162	1232 ± 64	1199 ± 162	1275 ± 116	1075 ± 75	1391 ± 120
Zn	мг% сырой массы	14,28 ± 1,34	19,05 ± 1,66	16,09 ± 1,25	19,82 ± 1,01	16,57 ± 2,47	20,59 ± 0,80
	мг/кг сухого вещества	44,13 ± 3,76	57,62 ± 5,38	47,57 ± 3,44	58,91 ± 3,01	46,43 ± 6,53	59,83 ± 3,08
Mn	мг% сырой массы	5,73 ± 0,35	6,01 ± 0,38	5,21 ± 0,61	5,69 ± 0,64	5,21 ± 0,41	5,12 ± 0,49
	мг/кг сухого вещества	17,73 ± 1,42	18,17 ± 1,17	15,40 ± 1,78	16,91 ± 1,87	14,61 ± 1,24	14,84 ± 1,39
Cu	мг% сырой массы	1,22 ± 0,12	1,33 ± 0,11	1,42 ± 0,14	1,68 ± 0,23	1,35 ± 0,10	1,53 ± 0,19
	мг/кг сухого вещества	3,77 ± 0,30	4,01 ± 0,36	4,20 ± 0,43	5,01 ± 0,69	3,79 ± 0,35	4,45 ± 0,58
Co	мг% сырой массы	0,21 ± 0,03	0,26 ± 0,05	0,23 ± 0,03	0,23 ± 0,03	0,23 ± 0,02	0,24 ± 0,02
	мг/кг сухого вещества	0,66 ± 0,08	0,79 ± 0,14	0,69 ± 0,08	0,68 ± 0,09	0,66 ± 0,07	0,71 ± 0,07
Ni	мг% сырой массы	0,31 ± 0,08	0,27 ± 0,05	0,30 ± 0,05	0,25 ± 0,05	0,35 ± 0,08	0,33 ± 0,03
	мг/кг сухого вещества	0,97 ± 0,23	0,81 ± 0,14	0,89 ± 0,16	0,73 ± 0,14	0,97 ± 0,24	0,95 ± 0,07
Соотношение Na / K		0,090 ± 0,007	0,098 ± 0,007	0,098 ± 0,010	0,111 ± 0,008	0,125 ± 0,007	0,114 ± 0,012
п (число особей)		6	4	17	18	6	7

Таблица 10

**Корреляции (r_{xy}) рабочей плодовитости самок пестрого толстолобика
с биохимическим составом овулировавшей икры**

Показатель	«прудовые»	«речные»
Рабочая плодовитость — вода*	+0,16	+0,01
— сухое вещество*	-0,16	+0,12
— белок*	+0,47	+0,32
— жир*	+0,49	-0,06
— минеральные вещества*	-0,55	-0,34
— «белок / жир»	+0,07	+0,19
— гликоген*	+0,21	+0,27
— фосфолипиды**	+0,18	+0,26
— свободный холестерол**	+0,42	+0,29
— НЭЖК**	+0,24	-0,03
— триацилглицерин**	+0,22	+0,14
— моно- и диацилглицерин**	-0,12	+0,03
— эфиры холестерина**	+0,06	-0,18
— углеводороды и эфиры стероидов**	+0,20	+0,05
— общий холестерин**	+0,32	+0,02
— коэффициент Дьерди	+0,04	+0,16

Примечание. * — в расчете на сырую массу; ** — в мг на 1000 икринок.

меньше и общего холестерина (в расчете на сырую массу), что происходит прежде всего за счет свободного холестерина.

Тенденция в изменении количественного уровня фосфолипидов (в % от общих липидов) в недозрелой, зрелой и перезрелой икре согласуется с показанной нами ранее для карповых рыб³² — эта доля сокращается. Однако абсолютное содержание фосфолипидов (в расчете на 1000 икринок) достоверно различается уже в недозрелой икре. Это может означать, что на завершающих этапах оогенеза данная фракция липидов, выполняющая прежде всего структурные функции, накапливается в первую очередь, и ее сокращение существенно лишь при постовулярном перезревании. Подобно общему белку, можно указать на относительно небольшое уменьшение количества фосфолипидов при постовулярном перезревании (в расчете на сырую массу) у «речных» самок всего на 7% при 22% у «прудовых». Как отмечалось и для других видов карповых рыб³³, постовулярное перезревание икры сопровождается ростом доли НЭЖК и снижением (в % от общего количества липидов) свободного холестерина. Сходные данные получены В. Н. Жукинским и сотр.³⁴ при изучении тарани и леща, нерестящихся в природных условиях. Наконец, от недозрелой к перезрелой икре растут значения коэффициента Дьерди, отражающего степень проницаемости биомембран яйцеклеток, и следует констатировать, что у «речных» самок его значения меньше, чем у «прудовых» — в недозрелой и в постовулярно перезревшей икре различия становятся достовер-

ными ($P < 0,05$), а в высококачественной — практически одинаковыми.

Как видно из табл. 9, «речные» рыбы накапливают в разнокачественной икре несколько больше натрия, калия, цинка, меди, но статистически достоверными являются различия только по цинку ($P < 0,05$), колебания кобальта и никеля незначительны. Соотношение натрия/калий растет в ряду: недозрелая икра, зрелая, перезрелая; но наиболее резкий скачок связан с постовулярным перезреванием у «прудовых» самок. Такое явление может быть связано с ростом обводненности икры, когда начинается интенсивное проникновение натрия в яйцеклетку при одновременной потере калия.

В соответствии с принятой нами схемой исследований мы рассчитали значения линейных коэффициентов корреляции различных биохимических показателей с оплодотворяемостью икры и другими характеристиками эмбрионального развития. Выяснилось, что многие закономерности, описанные нами ранее³⁵, подтвердились и для двух сравниваемых групп — «прудовых» и «речных» рыб. Во-первых:

а) на протяжении всего эмбрионального развития сохраняются высокостойкие зависимости от уровня протеина и меди в овулировавшей икре в обоих массивах данных — и у «прудовых», и у «речных» рыб;

б) у «прудовых» рыб сохраняются сильные положительные корреляции рыбоданных показателей с абсолютным содержанием свободного холестерина (в расчете на 1000 икринок); у «речных» рыб такая связь достоверна только для оп-

лодотворяемости ($r_{xy} = +0,60$) и в дальнейшем по ходу эмбрионального развития ослабевает, влияя лишь на длину вылупляющихся предличинкок ($r_{xy} = +0,33$).

Во-вторых, и у «прудовых», и у «речных» рыб выявлены достоверные корреляции между показателями инкубации и количеством гликогена в овулировавшей икре — при анализе статистических данных (табл. 7) такая зависимость не проявляется. Подобные корреляции для карпа и белого амура в условиях искусственного воспроизводства отмечала ранее Т. П. Даниленко³⁶.

В-третьих, выявлен ряд новых корреляций между биохимическим составом овулировавшей икры и характеристиками эмбриогенеза:

а) с ростом соотношения белок/жир показатели инкубации улучшаются ($0,01 < P < 0,05$); такая же тенденция наблюдается для триацилглицеринов, но корреляции достоверны не всегда;

б) с увеличением обводненности и количества минеральных веществ оплодотворяемость, процент НРЭ и процент выхода понижаются, о чем свидетельствуют достоверные коэффициенты корреляции: r_{xy} составляют от $-0,30$ до $-0,74$.

В-четвертых, несмотря на полтора года пребывания в прудовом хозяйстве, «речные» рыбы, по всей видимости, сохранили некоторые специфические особенности обмена веществ, отразившиеся на биохимическом составе овулировавшей икры в сезоне 1986 г. Иные корреляции, чем у «прудовых» самок, отмечены для свободных жирных кислот (НЭЖК) и эфиров холестерина, а также для ряда микроэлементов — натрия, калия, кобальта и никеля. Можно предположить, что такие различия объясняются не только особенностями физиологического состояния, но и незавершившейся адаптацией к различному минеральному составу водной среды в Волге и в прудах Башмаковского цеха. Мы уже отмечали, что повышенное содержание никеля в овулировавшей икре сазана, завезенного из естественных водоемов, связано отрицательными корреляциями с характеристиками эмбрионального развития³⁷ — такие зависимости достоверны у «речных» самок пестрого толстолобика, а у «прудовых» не достигают порога достоверности.

В-пятых, в ходе эмбрионального развития икры «прудовых» самок проявляются достоверные корреляции между процентом НРЭ и процентом выхода — с одной стороны, и количеством общих липидов (жира) в овулировавшей икре — с другой, что указывает на повышение роли липидов для нормального развития эмбрионов. Это, однако, справедливо не для всех компонентов липидов — корреляции между содержанием эфиров холестерина (важного энергетического компонента) в овулировавшей икре и показателями инкубации могут быть и отрица-

тельными, и далеко не всегда достоверными: коэффициенты корреляции r_{xy} колеблются от $+0,07$ до $-0,44$.

Учитывая важное значение рабочей плодовитости для оценки качества производителей, мы попытались проанализировать линейные корреляции данного показателя репродуктивного потенциала рыб с биохимическим составом овулировавшей икры (табл. 10). Такие связи лучше заметны у «прудовых» самок и далеко не всегда достоверны ($P < 0,05$, если $r_{xy} > 0,37$ при $n = 29$).

Обсуждение результатов и основные выводы

В практике рыбоводства, помимо использования собственных маточных стад, в прудовых хозяйствах достаточно часто возникает необходимость завоза производителей с естественных водоемов для искусственного воспроизводства. Это диктуется как научными, так и производственными обстоятельствами. Во-первых, для обогащения генетического фонда пресноводных, полупроходных и проходных рыб, в том числе содержащихся и разводимых в условиях аквакультуры, целесообразно проводить гибридизацию диких особей с одомашненными высокопродуктивными формами⁴², что не является редкостью в селекционно-племенной работе с рыбами. Во-вторых, отлов «диких» рыб в естественных водоемах может определяться форс-мажорными обстоятельствами: массовой гибелью племенного поголовья; острой нехваткой площадей для содержания ремонтно-маточных стад в прудовых хозяйствах; наложением ветеринарного карантина, исключающего возможность использования племенных производителей.

Нам удалось провести сравнительный анализ самок пестрого толстолобика, выросших в различных экологических условиях Нижней Волги (в прудах и в естественных водоемах), для заводского разведения в течение одного вегетационного сезона и в одном рыбоводном хозяйстве. Совокупность полученных результатов позволяет говорить о принципиальной возможности использования «диких» производителей, отловленных в естественных водоемах, для пополнения маточных стад прудовых хозяйств и для искусственного воспроизводства. В практике рыбоводства обычной схемой формирования и эксплуатации пользовательных маточных стад является двухлинейное разведение неродственных породных групп. Возможный путь использования производителей из естественных водоемов — формирование одной из таких линий. При этом преимущества «речных» производителей пестрого толстолобика для искусственного воспроизводства выражаются:

а) в ранних сроках готовности к нерестовой кампании;

б) в значительно большей рабочей плодовитости самок;

в) в лучших показателях инкубации;

г) в динамике биохимического состава оплодотворившей икры.

Следует ожидать, что интенсивный обмен веществ, обусловленный благоприятными условиями нагула в природных условиях, положительно скажется на темпе роста и жизнестойкости рыбопосадочного материала для прудовых хозяйств. Молодь растительноядных рыб искусственного происхождения, т. е. получаемая в заводских условиях и выпускаемая в естественные водоемы, в процессе реализации индивидуальной генетической программы приобретает в природных условиях ряд ценных хозяйственных признаков (высокий темп роста, плодовитость и др.). Немаловажно и то обстоятельство, что в современных условиях имеется уникальный шанс расширения генофонда искусственно разводимых видов за счет половозрелых особей из естественных водоемов. Именно это и делает привлекательным пополнение «речными» производителями маточных стад воспроизводственных комплексов и прудовых рыбоводных хозяйств — в том числе и в Волгоградской области. О целесообразности подобной работы свидетельствует опыт создания маточных стад на осетровых рыборазводных заводах Волго-Каспийского бассейна.

Однако обязательным условием рациональной эксплуатации маточного поголовья и сохранения внутривидового разнообразия является использование для искусственного воспроизводства генетически чистого материала — необходима тщательная выбраковка гибридов первого поколения между белым и пестрым толстолобиком, которыми засорены многие ремонтно-маточные стада рыбхозов и чье потомство обладает пониженной жизнестойкостью. Не исключено попадание таких гибридов и в природные водоемы. Поэтому главной проблемой является введение в биотехнический процесс методик, позволяющих четко определять видовую принадлежность производителей — возникает, следовательно, необходимость организации эколого-генетического мониторинга³⁸.

Совокупность полученных нами данных демонстрирует, что эндогенная разнокачественность «прудовых» и «речных» самок пестрого толстолобика характеризуется как общими, так и специфическими особенностями, связанными с интенсивностью обмена веществ и физиологическим состоянием рыб. В то же время анализ биохимического состава половых продуктов, полученных после эндогенного стимулирования, и корреляций с рабочей плодовитостью и показателями развивающейся икры, важен для понимания взаимосвязей между качеством производителей и получаемого потомства.

ЛИТЕРАТУРА

¹ Виноградов, В. К. Руководство по биотехнике разведения и выращивания растительноядных рыб / В. К. Виноградов, Л. В. Ерохина, Д. А. Панов и др. М.: ВНИИПРХ 1975. 100 с.; Он же. Рекомендации по выращиванию производителей и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб в прудах с управляемым температурным режимом. М.: ВНИИПРХ 1986. 12 с.

² Виноградов, В. К. Руководство по биотехнике...

³ Вовк, П. С. О возможности использования производителей растительноядных рыб из низовьев Днестра для их искусственного разведения / П. С. Вовк, А. Я. Петров // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тез. докл. 11-го совещания. М., 1988. С. 206—207; Дуварова, А. С. К вопросу сравнительной характеристики растительноядных рыб из водохранилищ и рыбхозов Северного Кавказа / А. С. Дуварова, Л. В. Вдовичок, Г. И. Карнаухов // Биологические основы и производственный опыт рыбохозяйственного и мелиоративного использования дальневосточных растительноядных рыб. Тез. докл. X Всесоюзного совещания по проблемам освоения растительноядных рыб. М., 1984. С. 41—42; Калинин, Р. А. Пути повышения производства рыбопосадочного материала растительноядных рыб в Молдавии / Р. А. Калинин, С. В. Стороженко, А. М. Зеленин, О. И. Крепис // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тез. докл. 11-го совещания. М., 1988. С. 31—32.

⁴ Бодареу, Н. Н. Гаметогенез толстолобиков в Днестре и перспективы их искусственного воспроизводства / Н. Н. Бодареу, Н. И. Фулга // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тез. докл. 11-го совещания. С. 25—26; Устюгов, А. Ф. Характеристика производителей растительноядных рыб, выращенных в придунайских озерах / А. Ф. Устюгов,

Л. С. Михайлина, Т. А. Краснова // Биологические основы и производственный опыт рыбохозяйственного и мелиоративного использования дальневосточных растительноядных рыб. Тез. докл. X Всесоюзного совещания по проблемам освоения растительноядных рыб. М., 1984. С. 109—110.

⁵ Белоцерковский, Ю. Б. Биология и экология акклиматизируемых в низовьях р. Волги дальневосточных растительноядных рыб и пути их рыбохозяйственного освоения: автореф. дисс. канд. биол. наук / Ю. Б. Белоцерковский. М.: ВНИРО, 1984а. 22 с.

⁶ Мартино, К. В. Естественное размножение белого амура в водоемах Нижней Волги / К. В. Мартино // Гидробиологический журнал, 1974. № 1. С. 91—93; Медная, Л. И. Наблюдения за скатом ранневозрастной молоди растительноядных рыб в протоке Кигач (верхняя часть дельты р. Волги) / Л. И. Медная, О. А. Фомичев // Биологические ресурсы Каспийского моря. Тез. докл. Первой международной конференции. Астрахань, 1992. С. 275—278.

⁷ Белоцерковский, Ю. Б. Указ. соч.

⁸ Белоцерковский, Ю. Б. Результаты экспериментов по использованию производителей растительноядных рыб из естественных водоемов низовьев Волги / Ю. Б. Белоцерковский // Тез. докл. Всесоюзной конференции молодых ученых «Методы интенсификации прудового рыбоводства». М., 1984б. С. 116—117.

⁹ Виноградов, В. К. Руководство по биотехнике...

¹⁰ Кривцов, В. Г. Созревание и нерест растительноядных рыб в водоемах различных широт / В. Г. Кривцов, А. М. Багров, В. Г. Чертихин // Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации. Сб. науч. тр. ВНИИПРХа. 1988. Вып. 54. С. 73—80.

¹¹ *Макеева, А. П.* Периодизация оогенеза у карповых рыб / А. П. Макеева, Н. Г. Емельянова // Вопросы ихтиологии. 1989. Т. 29, вып. 6. С. 931—943.

¹² Биохимические методы исследования в клинике (справочник) / под ред. А. А. Покровского. М.: Медицина. 1969. 651 с.

¹³ *Макеева, А. П.* Указ. соч.

¹⁴ *Прохорова, М. И.* Большой практикум по углеводному и липидному обмену / М. И. Прохорова, З. Н. Тупикова. Л.: Изд-во ЛГУ. 1965. С. 34—36.

¹⁵ *Виноградов, В. К.* Руководство по биотехнике...

¹⁶ *Белоцерковский, Ю. Б.* Биология и экология...

¹⁷ *Устюгов, А. Ф.* Указ. соч.

¹⁸ *Катасонов, В. Я.* Селекция и племенное дело в рыбодоводстве / В. Я. Катасонов, Н. Б. Черфас. М.: Агропромиздат. 1986. 183 с.; *Кирпичников, В. С.* Генетика и селекция рыб / В. С. Кирпичников. Л.: Наука, 1987. 520 с.; *Кормилин, В. В.* Некоторые итоги селекции белого толстолобика в Казахстане / В. В. Кормилин // Селекция рыб. М.: Агропромиздат. 1989. С. 76—85.

¹⁹ *Кормилин, В. В.* Указ. соч.

²⁰ *Бодареу, Н. Н.* Указ. соч.; *Коновалов, Ю. Д.* Содержание суммарного белка, альбуминов и глобулинов в икре «водохранилищных» и «прудовых» самок белого и пестрого толстолобика в сопоставлении с ее рыбоводно-биологическими показателями / Ю. Д. Коновалов // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тез. докл. 11-го совещания. М., 1988. С. 163—165.

²¹ Каталог пород и кроссов одомашненных форм рыб России и СНГ. М., 2001. 206 с.

²² *Виноградов, В. К.* Руководство по биотехнике...

²³ *Залепухин, В. В.* Биологическая и физиолого-биохимическая разнокачественность самок и икры карповых рыб в условиях заводского воспроизводства: автореф. дис. канд. биол. наук / В. В. Залепухин. М.: ВНПО по рыбодоводству, 1985а. 25 с.

²⁴ *Костылев, В. А.* Некоторые гематологические показатели растительноядных рыб, выращенных в прудах с управляемым температурным режимом / В. А. Костылев, В. В. Лиманский // Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации. Сб. науч. тр. ВНИИПРХа. М., 1988. Вып. 54. С. 91—98; *Кудрявцев, А. А.* Гематология животных и рыб / А. А. Кудрявцев, Л. А. Кудрявцева, Т. И. Привольнев. М.: Колос. 1969. 320 с.; *Самилкин, Н. С.* Динамика микроэлементов (железа, меди, марганца и цинка) в организме некоторых растительноядных рыб в онтогенезе: автореф. дис. канд. биол. наук / Н. С. Самилкин. Петрозаводск: Петрозаводский гос. ун. 1975. 22 с.; *Шестеренко, А. Е.* Гематологические показатели производителей растительноядных рыб при выращивании их в садках на теплых водах Змиевской ГРЭС / А. Е. Шестеренко, Г. Н. Яновская // Биологические основы и производственный опыт рыбохозяйственного и мелиоративного использования дальневосточных растительноядных рыб. Тез. докл. X Всесоюзного совещания по проблемам освоения растительноядных рыб. М., 1984. С. 111—113.

²⁵ *Баденко, Л. В.* Физиолого-биохимическая характеристика производителей рыба и шемаи при содержании их в рыбоводных хозяйствах лиманного типа / Л. В. Баденко, Л. Я. Андросюк // Вопросы ихтиологии. 1970. Т. 10. № 4. С. 666—676; *Баденко, Л. В.* О влиянии физиологического состояния самок севрюги на качество икры и потомство / Л. В. Баденко, Л. Ф. Голованенко, С. Д. Груданова // Осетровые СССР и их воспроизводство. Труды ЦНИОРХа. 1972. Т. 4. С. 191—200; *Дорошева, Н. Г.* Физиолого-биохимическая характеристика самок осетра *Acipenser Guldenstadti Brandt* и севрюги *A. stellatus Pallas* (Acipenseridae), отловленных в Таганрогском заливе в период весенней миграции / Н. Г. Дорошева // Вопросы ихтиологии. 1983. Т. 23,

вып. 2. С. 302—306; *Ложичевская, Т. В.* Функциональное состояние русского осетра в Азовском бассейне / Т. В. Ложичевская, Г. Г. Корниенко, Н. Г. Дорошева, Л. П. Ружинская, Л. И. Ковальчук // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Сб. науч. тр. АЗНИИРХа. Ростов н/Д., 1998. С. 273—279.

²⁶ *Залепухин, В. В.* Гематологический анализ в оценке производителей карповых рыб / В. В. Залепухин // Стрежень. Научный ежегодник. Волгоград, 2004, вып. 4. С. 79—85.

²⁷ *Гош, Р. И.* Физиолого-биохимические критерии репродуктивной ценности растительноядных рыб разной экологии / Р. И. Гош // VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб. Петрозаводск, 1992. Т. С. 73—74.

²⁸ *Ким, Е. Д.* Пул свободных аминокислот в овулировавшей икре прудовых и водохранилищных самок пестрого толстолоба / Е. Д. Ким // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тез. докл. 11-го совещания. М., 1988. С. 157—158; *Ким, Е. Д.* Свободные аминокислоты и их метаболизм в желтке яиц пестрого толстолоба, выросшего в прудовых и водохранилищных условиях / Е. Д. Ким, Т. П. Панова // Экологическая физиология и биохимия рыб. Тез. докл. VII Всесоюзной конференции. Ярославль, 1989. Т. 1. С. 183—185.

²⁹ *Коновалов, Ю. Д.* Содержание суммарного белка, альбуминов и глобулинов в икре «водохранилищных» и «прудовых» самок белого и пестрого толстолобика в сопоставлении с ее рыбоводно-биологическими показателями / Ю. Д. Коновалов // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тез. докл. 11-го совещания. М., 1988. С. 163—165.

³⁰ *Залепухин, В. В.* Биологическая и физиолого-биохимическая...

³¹ *Коновалов, Ю. Д.* Указ. соч.

³² *Залепухин, В. В.* Биологическая и физиолого-биохимическая...

³³ *Залепухин, В. В.* О биохимическом механизме перезревания и резорбции икры карповых рыб после гипофизарных инъекций / В. В. Залепухин // Репродуктивная физиология рыб. Тез. докл. Всесоюзного совещания. Минск, 1991. С. 32.

³⁴ *Жукинский, В. Н.* Перезревание и резорбция зрелых яйцеклеток и физиолого-биохимическое проявление их у тарани и леща / В. Н. Жукинский, Р. И. Гош, Ю. Д. Коновалов, Е. Д. Ким, Е. И. Ковтун // Разнокачественность онтогенеза у рыб. Киев: Наукова думка, 1981. С. 85—126.

³⁵ *Залепухин, В. В.* Биологическая и физиолого-биохимическая...; *Он же.* Некоторые биохимические изменения при перезревании и резорбции икры пестрого толстолобика [*Aristichthys nobilis* (Rich.)] в условиях заводского воспроизводства // Биологические науки. № 2. 1985б. С. 33—37.

³⁶ *Даниленко, Т. П.* Влияние уровня накопления гликогена в овулировавшей икре на выживаемость эмбрионов карпа / Т. П. Даниленко // Биология промысловых рыб и беспозвоночных на ранних стадиях развития. Тез. докл. Всес. конф. Мурманск, 1974. С. 65—66; *Он же.* Уровень содержания гликогена в овулировавшей икре, эмбрионах и личинках белого амура // V Всес. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб. Севастополь, 1982. Ч. 3. С. 29—31.

³⁷ *Залепухин, В. В.* Некоторые данные о биологической роли никеля в раннем онтогенезе рыб / В. В. Залепухин // Эколого-экономические проблемы Нижней Волги. Материалы круглого стола. ВолГУ, 2001. С. 19—25.

³⁸ *Илясов, Ю. И.* Эколого-генетический мониторинг доместики и процессов искусственного воспроизводства растительноядных рыб и новых объектов промышленного рыбоводства / Ю. И. Илясов // Рыбохозяйственное освоение растительноядных рыб. Тез. докл. 11-го совещания. М., 1988. С. 5—7.