

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК
Государственное научное учреждение
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА

Сборник научных трудов

**Научные основы
сельскохозяйственного рыбководства:
состояние и перспективы развития**



Москва - 2010

УДК 639.3
ББК 47.2

Рецензенты: д.с.-х.н., профессор Козин Р.Б., Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии (МГАВМиБ) им. К.И.Скрябина.
д.б.н., профессор Панов В.П., Российский государственный аграрный университет - Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева (РГАУ – МСХА им. К.А.Тимирязева)

Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. Сборник научных трудов. /ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства – Москва, 2010. – 452 с.

Редакционная коллегия: Серветник Г.Е., Новоженин Н.П., Шишанова Е.И., Шульгина Н.К.

Ответственный за выпуск: Серветник Г.Е.

Все статьи приведены в авторской редакции

ISBN

УДК: 639.3: 57.577

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДВУХЛЕТКОВ КАРПА РАЗНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

© 2010 Н.И.Маслова¹, А.Б.Петрушин¹, Г.И.Пронина¹, А.О.Ревякин²

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного
рыбоводства Россельхозакадемии

² Государственное учреждение научный центр биомедицинских технологий
Российской академии медицинских наук

Показана роль биохимических исследований при оценке селекционных групп карпа. Выявлен ряд отличий метаболизма двухлетков карпа разного происхождения (по гену чешуи). Полученные данные могут быть использованы для составления ориентировочных нормативов по обмену веществ при оценке генетически неоднородных карпов при длительной селекции.

Ключевые слова: биологическая оценка, карп, *Cyprinus carpio* L, метаболизм, биохимические индикаторы, рыбопродуктивность, селекция, чешуйчатый и разбросанный покров, индексы внутренних органов, активность ферментов

Маслова Неонила Ивановна, доктор биологических наук, заведующая лабораторией воспроизводства и селекции рыб. E-mail: LJB@flexuser.ru

Петрушин Александр Борисович, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель заведующего лабораторией воспроизводства и селекции рыб. E-mail: LJB@flexuser.ru

Пронина Галина Иозеповна – кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник лаборатории воспроизводства и селекции рыб. E-mail: LJB@flexuser.ru

Ревякин Артем Олегович – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией фармакомоделирования. E-mail: gidrobiont4@yandex.ru

Специфические условия среды определяют выбор карпов для выращивания по чешуйчатому покрову и происхождению. По мнению М.В.Переверзевой и др. [12] подбор перспективных групп карпа к определенным экологическим условиям может увеличить рыбопродуктивность прудов на 25-30% без дополнительных затрат.

Имеются сведения, что карпы с разбросанным чешуйчатым покровом в условиях прудов с повышенными температурами имеют преимущества перед чешуйчатыми [11].

Известно также, что между устойчивостью к краснухе и генетическими вариантами трансферринов и эстераз прослеживается отчетливая связь. Повышенной устойчивостью и выживаемостью обладают рыбы двух типов Tf: СС и АС [4].

Существенное значение имеет фенотип чешуйчатого покрова при наличии угрозы заражения филометроидозом. Биологические особенности паразита (период нахождения под чешуйками) делает карпов зеркальной группы желат-

тельными для разведения [1].

Известно также, что чешуйчатые карпы обладают высокой устойчивостью к неблагоприятным факторам экологии (недостаток кормов, высокая зарастаемость прудов), имея высокие поисковые способности.

Исходя из вышеизложенного, в рыбхозе «Ергенинский» формирование племенного стада строилось на двухлинейной основе, что позволяло решать комплекс проблем, в том числе использовать константные стада для получения эффекта гетерозиса при реципрокных скрещиваниях.

В сезон 2008 года, после 15-летнего перерыва (в силу экономических причин) лаборатория разведения возобновила работы в рыбхозе «Ергенинский» с целью определить состояние стада.

Всесторонняя оценка карпов, проведенная на первых двух поколениях позволила сформировать две племенные группы: чешуйчатые (украинские самки и местные самцы) и зеркальные (молдавские 3-го поколения, завезенные в 1981 году на стадии личинки).

Разведение «в себе» в течение двух поколений по методике, разработанной лабораторией позволило получить группы рыб со следующей генетической структурой (табл. 1).

Таблица 1. Генетическая структура племенных групп карпа F₂

Происхождение	Обследовано, штук	Фенотипы трансферринов					Гетерозиготы/ гомозиготы
		AA	CC	AC	AB	BC	
Зеркальные	24	25	25	25	12,5	12,5	50/50
Чешуйчатые	64	39,8	18,7	28	14	6,5	48,5/51,5
Фенотипы эстераз							
		FS	SS		FF		
Зеркальные	24	37,5	25		37,5		37,5/62,5
Чешуйчатые	64	56,9	36,9		6,2		56,9/43,1

Итак, по Tf группы отличались не только по наличию того или иного фенотипа (в % выражении), но имели разное соотношение гетерозигот и гомозигот. У зеркальной группы наблюдалась равновесная система, у чешуйчатых гетерозиготы преобладали над гомозиготами.

По фенотипам эстераз группы также сильно различались, у зеркальных гомозиготы преобладали над гетерозиготами, а у чешуйчатых – наоборот, гетерозиготы превышали гомозиготы.

За прошедшие годы племенные группы рыб разводились «в себе» несколько поколений, при промежуточном получении генераций, хотя по нашей рекомендации этого не следовало делать.

В результате нечеткой программы воспроизводства (отступление от рекомендуемого) наметились отклонения в чешуйчатом покрове, и, возможно,

определенной доли превышения умеренного инбридинга.

Высокий уровень Tf СС и АС давал право надеяться на более высокую устойчивость указанных рыб к наблюдаемой в хозяйствах Юга (в т.ч. в предыдущие годы в данном хозяйстве) краснухе.

В связи со сложившимися обстоятельствами в сезон этого года был выполнен большой объем работ по морфологии, физиологии и биохимии (в том числе на ООС по морфометрии).

Выращивание проверяемых двухлетков карпа проводилось в летне-маточном пруду площадью 0,8 га (200 штук годовиков карпа, 100 штук сома и 200 кг карасей, очевидно зашедших на стадии личинки через заградительные сетки). Дополнительного кормления не проводили, во второй половине сезона карпы находились на полуголодном режиме, что сказалось на их росте и физиологическом состоянии.

Рост и развитие двухлетков двух групп были неодинаковыми. По морфометрическим признакам и росту имели определенное преимущество чешуйчатые карпы, имевшие наиболее высокую приспособляемость к неблагоприятным условиям – высокая зарастаемость и отсутствие корма.

Разница в показателях прироста массы составила 65,4 г, относительная скорость роста у чешуйчатых карпов значительно превосходила зеркальных (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика относительной скорости роста у двухлетков разного происхождения. «Ергенинский». 2009 г.

Признаки	Чешуйчатые				Зеркальные			
	весна	осень	прирост	%	весна	осень	прирост	%
Масса тела, г	40,7	990	949,3	233,2	56,3	924	867,7	1544,7
Длина тела, см	11,3	34	22,7	200,8	11,6	33,0	21,4	1843,4
Обхват тела, см	9,9	29	19,1	192,9	11,5	27,8	16,3	141,7
Обхват тела, %	87,6	85,9	-	-	99,1	84,2	-	-
Индекс физического развития (г/см)	36,1	29,1	-	-	48,5	26,3	-	-

Рост шел как в длину, так и за счет наращивания мышечной массы. Относительное увеличение обхвата тела у чешуйчатых рыб составило 192,9%, у зеркальных только 141,7%. Индексы обхвата и физического развития были ниже, чем у сеголетков. Это объясняется в большей степени формированием экстерьера (по сути, это переходный период), чем другими причинами, хотя их тоже нельзя игнорировать.

Оценка карпов по комплексу признаков, предусмотренных методикой на ООС, отражает ранее отмеченную закономерность различий у карпов двух генотипов (табл. 3).

Таблица 3. Оценка экстерьера и морфологических показателей у двухлетков карпа. «Ергенинский». 2009 г.

Показатели	Чешуйчатые		Зеркальные	
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%
Масса тела, г	989,6±25,4	14,9	924,2±28,7	21,1
Длина тела, см	34,1±0,37	6,3	33,1±0,29	6,0
Длина кишечника, см	72,4±1,50	12,3	73,1±1,48	13,7
Индекс кишечника (1к/1)	2,1±0,04	12,5	2,2±0,05	14,2
Плавательный пузырь:				
длина передней камеры	7,1±0,09	7,7	6,9±0,06	6,3
длина задней камеры	5,1±0,11	12,8	3,9±0,11	18,9
дл.передн.кам./дл.задн.кам.	1,4±0,03	14,4	1,86±0,06	21,7
Кол-во тычинок на жаб дуге	22,9±0,25	6,4	23,2±0,23	6,7
Кол-во лучей в спинном плавнике	21,0±0,21	5,8	20,8±0,14	4,7
Кол-во лучей в анал. плавнике	6,0±0,03	2,9	6,0±0,02	2,5
Кол-во позвонков в осевом скелете	38,1±0,16	2,4	37,6±0,11	1,9
Кол-во позвонков в хвост. отделе	17,3±0,13	4,3	17,2±0,1	4,0

Следует отметить, что длина кишечника по отношению к длине тела мало отличима и находится в пределах 2,1-2,2 ед., но была ниже, чем у других пород в аналогичных климатических условиях (у алтайских зеркальных карпов он равен 2,6 ед., у ангелинских зеркальных и чешуйчатых – 2,4 ед., у ставропольских чешуйчатых – 2,6 ед.).

Индекс плавательного пузыря значительно отличался у двух групп, особенно по длине задней камеры (только у ставропольского карпа отмечена такая же особенность). Мы полагаем, что это является возможным отклонением в системе адаптации к условиям среды, а возможно и инбредной депрессией.

Все остальные признаки у обеих групп мало отличались.

Следует подчеркнуть, что по всем показателям коэффициент вариабельности находился на низком уровне и даже по массе тела укладывался в норматив для константных породных групп.

Морфометрическая оценка двухлетков позволила выявить особенности их пластического развития. Так, индекс прогонистости (1/Н) характерен для широкоспинных карпов. Этот период является (на наш взгляд) характерным переходным для пород (табл. 4).

Индекс физического развития, хвостового стебля, количество позвонков на 1см тушки свидетельствуют о схожести между испытуемыми рыбами, но отличаются от других пород (табл. 4).

Так, масса тела взятых для анализа рыб резко отличалась по породам, что отразилось на длине тела и длине тушки.

Показатели индекса физического развития (условно мясистой г/см) оказались низкими у парской, сарбоянской, любенской и достаточно высокими у ропшинской, татайской, черепетской, чувашской, анишской, селенской пород.

Также высокими они были у ергенинских рыб обеих породных групп.

Таблица 4. Морфометрическая оценка двухлетков карпа (зеркальных и чешуйчатых). «Ергенинский». 2009 г.

Признаки	Зеркальные		Чешуйчатые	
	M±m	Cv,%	M±m	Cv,%
Масса тела, г	925,9 ±33,9	15,8	982,1±30,8	12,9
Длина тела, см (L)	33,0±0,3	4,1	34,1±0,35	4,2
Длина головы, см (С)	9,6±0,05	2,6	9,46±0,11	5,2
Высота тела, см (Н)	11,5±0,2	7,5	12,1±0,15	5,2
Обхват тела, см (О)	27,8±0,39	6,2	29,0±0,32	4,6
Длина хвоста, см	5,5±0,09	7,5	5,74±0,08	5,9
Высота хвоста, см	4,6±0,01	9,5	4,62±0,05	4,9
Индекс прогонистости (1/Н)	2,9±0,05	6,9	2,8±0,03	4,8
Индекс головы, % (С)	29,1±0,34	5,1	27,8±0,33	4,9
Индекс обхвата, % (О)	84,2±0,87	4,5	85,9±0,85	4,1
Индекс физич. развития (г/см)	27,8±0,82	12,8	29,4±0,68	9,6
Индекс хвоста (L хвоста/высота хвоста)	1,19±0,02	8,3	1,24±0,01	4,0
Длина тушки, см	25,4±0,28	5,2	25,0±0,43	7,2
Кол-во позвонков на см тушки	1,6±0,02	4,9	1,55±0,03	7,3

Индекс головы в переходный период у всех пород оказался высоким. По количеству жаберных тычинок отмечены значительные различия. Наблюдается интересная закономерность - с увеличением индекса головы количество тычинок на жаберной дуге меньше, при уменьшении индекса головы - тычинок больше.

Количество позвонков на 1см тушки имеет свои особенности. Для одних характерно удлинение позвонков и тогда их количество на 1см тушки уменьшается, для других – их укорочение. Например, у селенской (Ставропольский край) - 1,28 позвонков на см тушки, у чувашской чешуйчатой – 1,49, у анишской зеркальной – 1,61, у ергенинских чешуйчатых – 1,55, у ергенинских зеркальных - 1,61, что в сравнении с другими весьма различимо. Так, у парских – 2,3 позвонка на см тушки, у ангелинских – 1,84-1,94, у сарбоянских – 1,96 позвонков на см тушки.

Индекс плавательного пузыря и хвостового стебля также различаются у разных пород, в том числе у проверяемых рыб зеркальной и чешуйчатой группы.

Совокупность сравниваемых признаков дает основание отнести формируемые племенные группы к селекционному статусу, хотя требуется дополнительная проверка по показателям роста и жизнеспособности в производственных условиях при двукратной проверке, как это требуется по положению о селекционных достижениях.

Сравнительная оценка относительной скорости роста у товарных двух-

летков по поколениям селекции показывает на высокий потенциал роста рыб двух групп (табл. 5).

Таблица 5. Характеристика относительной скорости роста двухлетков карпа разных поколений «Ергенинский»

Происхождение	Масса тела, г			Скорость роста, %	Примечание
	весна	осень	прирост		
Первое селекционное поколение (F ₁)					
Чешуйчатые	109,4	1080,0	970,6	970,6	плановый прирост
Зеркальные	87,4	1139,0	1051,6	1203,2	
Второе селекционное поколение (F ₂)					
Чешуйчатые	88,5	385,0	296,5	385,0	при выращивании двухлетков нарушен норматив (через сетку зашли караси)
Зеркальные	76,2	488,9	412,7	541,6	
Шестое селекционное поколение (F ₆)					
Чешуйчатые	40,7	982,1	941,3	2312,7	при выращивании сеголетков и двухлетков нарушен норматив (зашли караси)
Зеркальные	56,3	926,0	869,7	1544,7	

Морфологическая оценка позволяет выявить реакцию внутренних органов на условия среды, особенно кормления, то есть потенциал их адаптивной системы (табл. 6).

Таблица 6. Морфологическая оценка двухлетков карпа (зеркальных и чешуйчатых). «Ергенинский». 2009 г.

Признаки	Чешуйчатые		Зеркальные	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Масса тела, г	993,8±45,3	13,7	908,6±51,3	16,9
Селезенка, г	2,24±0,81	28,0	2,15±0,21	29,3
%	0,22±0,08	21,8	0,23±0,01	14,6
Почки, г	5,3±0,04	22,9	5,3±0,38	21,6
%	0,53±0,03	18,4	0,60±0,03	15,8
Печень, г	25,4±1,68	19,8	28,1±1,85	19,7
%	2,53±0,10	11,4	3,06±0,17	16,3
Сердце, г	1,55±0,10	18,8	1,40±0,08	17,2
%	0,16±0,01	10,6	0,16±0,04	8,2
Плавательный пузырь, г	5,7±0,24	13,4	5,5±0,23	13,9
%	0,59±0,02	9,1	0,61±0,01	7,4
Гонады, г	12,7±2,59	61,2	7,7±2,0	77,6
%	1,72±0,3	51,7	0,89±0,21	70,2
Кишечник, г	15,9±1,09	20,6	15,8±1,35	25,5
%	1,6±0,10	19,0	1,4±0,13	23,0
Длина кишечника, см	77,5±5,23	20,3	73,5±5,1	20,9
Индекс кишечника, г/см	0,2±0,01	16,1	0,2±0,01	16,1

Таблица 7. Сравнительная морфометрическая характеристика пород карпа (по двухлеткам)

Порода	Масса тела, г	Длина, см		Развитие		С, %	Кол-во жаб.тыч., шт.	Кол-во позвонк. на см тушки	Плавательный пузырь			Хвост.стебель	
		тела	тушки	г/см	обхват, %				пер.к. зад.к	п.к.,% хв	з.к., % хв.	кол-во позв.	1хв /1 тела
Алтайская, зерк.	639	28,1	20,1	22,7	99,9	28,6	22,7	1,82	0,79	16,8	21,2	3,66	17,8
Ангелинская зерк.	608	27,7	20,2	21,9	86,7	26,9	23,9	1,84	1,05	18,4	17,4	3,40	17,7
Ангелинская чеш.	687	29,1	20,0	23,6	86,1	27,5	25,2	1,94	1,16	20,0	17,2	3,15	18,0
Парская чеш.	406	23,2	16,3	17,5	95,1	29,7	23,8	2,33	1,08	17,9	16,5	4,3	17,1
Ропшинская чеш.	850	32,5	23,2	26,2	84,4	27,5	28,8	1,59	0,94	14,3	15,2	2,9	18,4
Сарбоянская чеш.	450	24,9	19,2	18,0	88,6	22,7	28,4	1,96	0,90	16,4	18,3	-	18,1
Черепетская чеш.	1005	31,7	23,4	31,7	85,2	26,2	21,3	1,54	0,93	17,7	19,0	2,9	18,9
Ставропольская чеш.	640	25,8	18,4	24,8	106,0	28,8	24,4	1,99	1,58	19,3	12,2	3,8	17,0
Чувашская чеш.	996	34,6	25,0	28,8	86,2	27,7	22,7	1,49	1,41	17,0	15,8	2,4	16,7
Анишская зерк.	960	32,6	23,1	29,4	88,6	29,1	22,8	1,61	1,12	18,8	15,9	2,3	16,9
Петровский кросс	620	26,8	19,3	23,1	84,8	27,9	23,6	1,97	1,19	18,6	16,0	4,06	15,3
Молдавская зерк.	926	33,0	23,4	27,8	84,2	29,2	23,2	1,60	1,86	20,8	11,8	4,6	16,6
Ергенинская чеш.	982	34,1	25,0	29,4	85,9	28,9	22,9	1,55	1,40	20,8	14,9	4,6	16,8
Селенская	1682	38,5	28,5	43,7	95,8	26,2	22,4	1,28	1,27	18,9	14,8	-	-

Примечание. С,% - индекс длинноголовости; п.к – передняя камера плавательного пузыря; з.к – задняя камера плавательного пузыря; п.к, %, з.к, % - длина пузыря к длине тела 1; 1хв./1тела – индекс развития хвостового стебля.

Для сравнения были взяты карпы разного происхождения из рыбхоза «Каспьянский» (Смоленская область), где проводилось выращивание карпов трех генотипов при нормальном режиме кормления (табл. 8).

Таблица 8. Морфологическая характеристика двухлетков разного происхождения. Рыбхоз «Каспьянский» [13]

Признаки	Чешуйчатый покров					
	зеркальные		чешуйчатые		голые	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Масса тела, г	1066±13,2	13,0	895±9,96	11,1	882±12,5	9,8
Длина тела, см (1)	34,5±0,19	5,6	32,8±0,16	4,8	32,9±0,15	3,1
Индекс прогонистости (1/Н)	2,75±0,11	4,6	2,8±0,01	4,0	2,85±0,02	3,5
Индексы:						
- кишечник	2,83±0,12	7,8	2,95±0,17	12,0	2,83±0,12	8,8
- печень	3,85±0,25	13,3	4,02±0,04	5,7	4,15±0,30	
- почки	0,82±0,08	18,5	0,90±0,09	15,1	0,71±0,07	20,2
- селезенка	0,13±0,02	21,8	0,13±0,1	17,9	0,13±0,04	6,7
- сердце	0,21±0,02	17,5	0,2±0,02	16,9	0,2±0,01	42,9
- плавательный пузырь	0,46±0,04	17,4	0,49±0,02	13,3	0,48±0,03	11,5

Показатели массы тела имеют сходные параметры с испытуемыми карпами, что дает нам право провести такое сравнение в качестве ориентира. Так, возьмем для сравнения пищеварительную систему. Развитие кишечника по индексу веса сразу же дает представление о том, какие рыбы активно питались дополнительно внесенными кормами (кормленные) смоленские имели индексы 2,8-2,95%, а питавшиеся естественной пищей волгоградские карпы имели очень низкий индекс: 1,6 у чешуйчатых и 1,4 у зеркальных. Это означает, что ферментативная активность была пониженной, ведь толщина кишечника снизилась до 0,2 г/см. при оценке 1-го и 2-го поколения кормленных рыб этих же групп индекс длины кишечника колебался от 2,56 до 2,71 единиц, а толщина доходила до 8,7 г/см.

Индекс печени у ергенинских карпов также был небольшим: 2,55 - у чешуйчатых и 3,06 - у зеркальных (у смоленских его значения колебались от 3,8 до 4,15%).

Развитие кроветворной системы также находилось под прессом условий питания. Индекс почек у чешуйчатых составлял 0,53% у зеркальных – 0,60, у смоленских - 0,82 у зеркальных, 0,90 - у чешуйчатых и 0,71% - у голых.

Индекс селезенки значительно увеличился (0,22-0,23%) против 0,12% у смоленских. Селезенка у рыб участвует в ответе на стрессовое воздействие путем резкого уменьшения массы и выброса депонированных в ней эритроцитов (72,120). В данной ситуации наблюдалась обратная картина – индекс увеличился. Видимо, это связано с увеличением кроветворной функции селезенки.

При этом отмечается увеличение относительной массы плавательного пу-

зыря – 0,59-0,61% в сравнении с 0,46-0,49% у смоленских. Очевидно, в данных условиях возрастает роль плавательного пузыря как дыхательного органа, а, возможно, за счет увеличения плавательной активности в поисках пищи (это только предположение).

В конечном итоге развитие внутренних органов свидетельствует о высоких внутренних резервах проверяемых групп карпов.

Биохимическая оценка имеет большое значение для определения состояния жизненно важных процессов у карпов в сравнительно сложных экологических ситуациях.

Уровень метаболических реакций, в т.ч. активность ферментов, выделительных процессов существенно меняются от ряда внешних и внутренних факторов. Важно изучить эти процессы в зависимости от методов селекции и условий выращивания, особенно от питания. При голодании в печени резко снижается активность таких ферментов, как киназа, дегидрогеназа, щелочной фосфатазы, карбоксилэстеразы и др. Большинство ферментов митохондрий, включая глутаматдегидрогеназу, сукцинатдегидрогеназу, цитохромоксидазу, при голодании сравнительно быстро теряют активность. В жировой ткани также наблюдается значительное снижение активности ферментов глюкокиназы и липопротеидлипазы.

Однако наряду с понижением основных метаболических процессов голодание характеризуется значительной активацией ряда ферментных систем, и в первую очередь – ответственных за мобилизацию тканевых ресурсов пищевых веществ, в частности распад и превращение жирных кислот, синтез гликогена в печени, синтез половых продуктов и ряда соединений, необходимых для поддержания жизнедеятельности организма.

При белковой недостаточности наблюдается раннее и глубокое снижение активности эстераз, катализирующих расщепление эфиров глицерина, одновременно резко увеличивается активность щелочной фосфатазы.

Исследования содержания белка в крови рыб показывает, что количество его колеблется в значительных пределах. Так, по данным С.И.Волковой [2], концентрация сывороточного белка у сеголетков карпа зависит от условий жизни: в прудах под пленкой его значение составляет $4,93 \pm 0,15$ г%, а в обычных прудах - $3,73 \pm 0,10$ г%, альбумины соответственно - $45,4 \pm 2,28$ г% и $45,63 \pm 2,31$ г%. Общий белок у карпов двухлетков осенью колеблется в пределах 3-4,5 г% [6]. По данным К.Ф.Сорвачева [16] разное количество белка, а также соотношение альбуминов и глобулинов сыворотки крови зависят от питания, причем зеркальные карпы имеют несколько меньше белка и глобулинов, чем чешуйчатые.

Меняется содержание белка в сыворотке крови также в зависимости от пола и происхождения. Так, у самок карпов из прудов опытной базы ВНИИР, названных храпуновскими, содержание белка в сыворотке крови составило

3,94±0,23, а у осташковских (из другого хозяйства той же 2-й зоны рыбоводства) - 2,05±0,19 г%. У самцов эти различия были минимальными: 4,04±0,17 и 4,47±0,39 г% соответственно [8].

Ферменты - это вещества, которые обеспечивают нормальное протекание всех химических реакций в организме. Они отличаются высокой специфичностью по отношению к тем субстратам, на которые действуют, что объясняется их белковой природой и уникальной трехмерной пространственной организацией молекулы белка [10].

На активность фермента влияют также факторы: 1) наличие температурного оптимума; 2) рН среды, ее ионный состав; 3) концентрация реагирующих субстратов; 4) действие на ферменты особых веществ - эффекторов ферментов (ингибиторов или активаторов), а также наличие в составе активного центра некоторых ферментов кофакторов - небелковых частей фермента (витаминов, нуклеотидов, ионов металлов), которые также необходимы для проявления активности ферментов.

Активность многих ферментов различна и зависит от возраста и физиологического состояния организма. В частности, с возрастом уменьшается активность ферментов пентозофосфатного пути превращения углеводов, ферментов главных реакций процессов окисления различных субстратов, а также принимающих участие в биосинтетических реакциях. Все это связано рядом изменений регуляторных механизмов, возникающих с возрастом организма. Отдельные виды отличаются определенной особенностью, то есть преобладанием одних или других звеньев цепи обмена веществ. С этим связана продуктивная направленность животных. Следовательно, существуют различия активности ферментов у отдельных видов и пород животных. Отличительные черты отдельных путей обмена веществ связаны со свойствами ферментных систем клеток, тканей и органов, которые обусловлены генетической природой животных.

Аминотрансферазы (трансаминазы) - ферменты, играющие важную роль в азотистом обмене, участвуют в расщеплении аминокислот, не используемых в процессах биосинтеза. Они катализируют реакцию переаминирования, в которой происходит как бы обмен аминогруппы (NH₂) между аминокислотой и кетокислотой.

Все аминокислоты, за исключением лизина и треонина, подвергаются специфическому воздействию аминотрансфераз. Наибольшее значение имеют две из них: аспаратаминотрансфераза и аланинаминотрансфераза, так как они осуществляют связь (через α-кетоглутаровую, щавелевоуксусную и пировиноградную кислоты) между белковым, углеводным и жировым обменом и катализируют синтез наиболее распространенных аминокислот: аланина, аспарагиновой и глутаминовой.

В последние годы оценку подбираемых производителей в животноводстве проводили по активности аминотрансфераз и фосфатаз [15]. Использова-

ние указанных тестов представляется более перспективным, поскольку связь аминотрансфераз с продуктивностью более прямая, чем индексов экстерьера. Исследованиями подтверждается тесная взаимосвязь между активностью аминотрансфераз сыворотки крови и продуктивностью животных, что позволяет использовать их в качестве биологического теста при отборе и подборе для формирования племенного стада. В литературе есть сведения, что ферменты имеют более высокие коэффициенты наследуемости (28,8-39,4%), чем хозяйственно полезные признаки. Установлена прямая достоверная связь активности аминотрансфераз с плодовитостью и абсолютным привесом молодняка. Высокая активность аминотрансфераз у родителей положительно влияет на среднюю массу потомства [3, 11, 19, 9, 5].

В рыбоводстве проверка активности АЛТ нами проводилась на всех возрастных группах, а также в зависимости от пола и происхождения.

При проверке вариантов подбора карпов-производителей с разным уровнем АЛТ (низкий уровень активности АЛТ ниже 20 единиц Умрайт-Пасхиной, до 30 - средний уровень, выше 30 единиц - высокий уровень). Установлена прямая связь продуктивности производителей и их потомков с активностью АЛТ [9].

Наблюдаемые фенотипические связи являются результатом комбинирования генетических корреляций с таковыми, обусловленными факторами среды.

Качество половых продуктов (спермы и оплодотворенной икры) у проверяемых самцов и самок карпа находилось в прямой зависимости от уровня активности АЛТ. Так, качество спермы у самцов с разным уровнем активности было существенно различным.

Изучение связей АЛТ с обхватом тела у производителей в р/х Храпуново (ОПХ ВНИИР) показало положительную зависимость последней от АЛТ (табл. 9).

Таблица 9. Характеристика связей АЛТ с массой тела и обхватом

Чешуйчатый покров и уровень АЛТ	Самки		Самцы	
	с массой тела	с обхватом	с массой тела	с обхватом
ОПХ ВНИИР				
Зеркальные:				
высокий	+0,99	+0,41	-0,02	+0,40
низкий	+0,01	+0,78	+0,40	-0,59
Чешуйчатые:				
высокий	+0,80	+0,61	-0,06	+0,60
низкий	-0,50	+0,60	-0,70	-0,20
«Карамышевский»				
Зеркальные: высокий	+0,40	+0,37	+0,37	-0,16
Чешуйчатые: высокий	+0,50	+0,53	+0,53	-0,05

При изучении качества спермы у самцов карпа из рыбосовхоза «Карамышевский» получены результаты, также свидетельствующие о сильной зависимости количества жизнеспособных сперматозоидов от уровня активности АЛТ. С увеличением активности АЛТ количество живых сперматозоидов увеличивается ($r=+0,5$ у зеркальных и $r=+0,4$ у чешуйчатых).

Установлено, что качество икры, полученной в естественных условиях ОПХ ВНИИР от самок с высокой активностью АЛТ, было достоверно лучшим по массе и плотности, чем от самок с низкой активностью АЛТ.

Существенная разница в качестве половых продуктов у производителей обусловила, в свою очередь, характерные особенности роста и развития потомства на всех этапах развития. У производителей карпа с АЛТ выше 25 единиц нерест проходил бурно, выметанная икра обладала хорошей клейкостью, процент оплодотворенной икры превышал таковой от пары с низкой активностью АЛТ на 11%, отход икры и процент выклюнувшихся личинок с пороками - наименьший. Продуктивность выростных прудов увеличивалась на 15-25% за счет повышения жизнеспособности молоди, скорости роста и лучшей оплаты кормов.

В генетической структуре (по Tf) потомства от подбора производителей с разной активностью АЛТ отмечены сдвиги в соотношении гомо- и гетерозигот. Однако количество фенотипов трансферрина у потомства сохраняется.

В группе сеголетков от подбора производителей с высокоактивной АЛТ возрастает количество гетерозиготных особей, а в группе от производителей с низкоактивной АЛТ - гомозиготных. Следовательно, можно полагать, что жизнеспособность потомства от производителей с высоким уровнем АЛТ генетически обусловлена и повышается за счет увеличения гетерозигот.

В группе сеголетков, полученных от гомогенного подбора с высокой АЛТ, ведущую роль занимает фенотип Tf BC - 30,4%, а в группе от производителей с низкой активностью Tf AA - 50%.

Ферменты фосфатазы относятся к эстеразам. Они катализируют отщепление и присоединение фосфорной кислоты в различных соединениях: фосфатах, нуклеиновых кислотах, сложных эфирах, углеводах и т.д.

Щелочная фосфатаза (ЩФ) - фосфогидролаза моноэфиров ортофосфорной кислоты гидролизует разные синтетические субстраты при оптимальном рН, равном 10,0. ЩФ - гликопротеин; по структуре это димер с кажущейся значительной вариацией молекулярной массы фермента в разных тканях. ЩФ - металло-фермент, в состав активного центра фермента входит атом цинка. Каждый мономер ЩФ содержит три металлсвязывающих центра. Лишенный ионов цинка фермент теряет активность, но восстанавливает ее после добавления металла. Активность фермента возрастает в присутствии ионов магния, для оптимальной активности необходимо определенное соотношение ионов магния

и цинка.

Щелочная фосфатаза обеспечивает костную систему рыб фосфорными ионами, необходимыми для её быстрой минерализации, а её активность в чешуе и костях изменяется в течение года и тесно связана с изменением скорости линейного роста рыб [5,18].

В рыбоводной науке изучение щелочной фосфатазы проводилось на разных видах рыб. Н.К.Сенкевич [14] изучала активность щелочной фосфатазы чешуи барабули и бычков, а также у чешуйчатых и зеркальных карпов. У всех изучаемых рыб уровень активности щелочной фосфатазы в чешуе связан с линейным ростом. У карпов обеих групп отмечается значительная зависимость от условий выращивания; с улучшением условий активность фермента повышалась (от 50 до 90 ед. у зеркальных с крупной чешуей).

По мнению Г.Е.Шульмана [18] активность щелочной фосфатазы можно использовать при оценке интенсивности роста, улавливать его колебания, связанные с изменением среды обитания, определять время начала и прекращения снижения скорости роста. Чешуя удобный объект для исследования, поскольку её минеральный состав в значительной степени зависит от минерального обмена рыбы и факторов внешней среды.

Киназы, фосфотрансферазы, ферменты класса трансфераз, катализирующие реакции переноса фосфорильного остатка (PO_3H_2) от АТФ на различные субстраты. При участии киназ фосфорилируются низкомолекулярные соединения (глюкоза), а также белки, при этом затрачивается энергия АТФ.

Креатинкиназа (КК) катализирует обратимый перенос фосфатного остатка между АТФ и креатином с образованием АДФ и креатинфосфата (КФ). Это цитозольный и митохондриальный фермент, который функционирует в клетках многих тканей. Продукт реакции фосфокреатин - макроэргическое соединение, обеспечивающее энергией сокращение мышцы, ее расслабление и транспорт метаболитов в миоцит.

При обычном (щапящем) режиме функционирования нервной ткани, мышц обеспечение энергетических потребностей этих тканей осуществляется за счет образования АТФ при окислении углеводов или ацетоацетата. Одновременно здесь накапливается большое количество креатинфосфата (КФ) благодаря прямой реакции, катализируемой КК: Креатин + АТФ переходит в КФ + АДФ. При этом концентрация КФ в 5–8 раз превышает концентрацию АТФ. При усиленном функционировании нервных тканей и мышц происходит сдвиг равновесия реакции в направлении распада КФ, что дает возможность в течение некоторого времени поддерживать постоянную концентрацию АТФ [20]. Наиболее высокая активность КК обнаруживается в скелетных мышцах, сердце и мозге. Отмечено уменьшение креатинкиназы в эмбрионах форели раннего развития [14].

Креатин - β -метилгуанидо уксусная кислота. Содержится главным образом в мышцах (значительная часть в виде креатинфосфорной кислоты), обуславливая энергетику мышечных сокращений. Изучение динамики содержания в мышцах двухлетков карпа креатинфосфата позволило выявить влияние кормления на его показатели. В конце сезона в мышцах двухлетков, выращенных на естественной пище, содержание креатинфосфата снижается с 28,6 до 27,3 г% на 1 г веса, а у кормленных возрастает с 20,3 (21,07) до 35,5 (22,09) г% на 1 г веса [7].

Краткая информация о роли биохимических показателей, взятых для оценки состояния обмена веществ у карпов, позволяет дать объяснение ряду явлений, имевших место при выращивании племенных двухлетков.

В данном сообщении рассматриваются биохимические параметры карпов-двухлетков, потомков от производителей, отбираемых по высокой степени активности АЛТ на фоне нормального физиологического состояния (по эритропоэзу и лейкоцитарной формуле крови) в течение двух поколений.

Исследования сыворотки крови, взятой прижизненно из хвостовой вены, проведены на зеркальных и чешуйчатых двухлетках карпа по показателям: общий белок, альбумины, триглицериды, глюкоза, лактат, холестерин, мочевая кислота, мочевины, ферменты: АЛТ, АСТ (аспартатаминотрансфераза), ЩФ (щелочная фосфатаза), КК (креатинкиназа).

Из результатов исследований включены пока несколько показателей: общий белок, альбумины, ферменты (АЛТ - аланинаминотрансфераза, ЩФ – щелочная фосфатаза и КК – креатинкиназа).

Биохимическая оценка двухлетков карпа со сплошным и разбросанным покровом чешуи позволила выявить различия в их обмене веществ (табл. 10) как в зависимости от происхождения, так и от пола. Так, у карпов чешуйчатой группы, имеющей наиболее высокую скорость роста, уровень активности щелочной фосфатазы оказался также большим, чем у зеркальных. По креатинкиназе закономерность обратная, её показатели у чешуйчатой группы были ниже, чем у зеркальной. Это связано с меньшими энергетическими тратами у зеркальных и более высоким потенциалом энергии наращивания мышечной массы (что подтверждено синтезом креатинфосфата у двухлетков) у чешуйчатых.

Кроме того, процессы гаметогенеза у чешуйчатых протекали активнее, на что тоже требуются питательные вещества, которые организм начинает перерабатывать для синтеза половых продуктов. У чешуйчатых карпов активность щелочной фосфатазы связана с повышенными потребностями в кальцинии костной и чешуйчатой систем, участвующих в минеральном обмене.

В соответствии с этим, соотношение креатинкиназы и щелочной фосфатазы резко различалась, что и указывает на значительные различия в обмене веществ у рыб разного генотипа (как по гену чешуи, так по Tf –трансферинам).

Гематологические показатели свидетельствуют также о различиях в системе кроветворения у двух групп рыб. Так, активность нейтрофилов (цитохимический показатель) выше у зеркальных - $2,17 \pm 0,11$ ед., чем у чешуйчатых - $1,49 \pm 0,18$ ед., что соответствует тенденции увеличения кроветворных органов. Направленность к уменьшению индекса селезенки у чешуйчатых карпов может быть связана с большим выбросом элементов красной и белой крови.

Количество молодых клеток эритроидного ряда, содержание моноцитов, палочкоядерных и сегментоядерных нейтрофилов свидетельствует о повышенном уровне фагоцитоза.

Таблица 10. Морфологическая, биохимическая и физиологическая характеристика двухлетков карпа. Рыбхоз «Ергенинский»

Показатели	Чешуйчатые		Зеркальные	
	М±m	Cv, %	М±m	Cv, %
Масса, г	994±45,3	13,7	909±51,3	16,9
Скорость роста, %	2341,8	-	1513,9	-
Обхват, %	85,9±0,85	4,1	84,2±0,87	4,5
Индексы, %				
Почки	0,53±0,030	18,4	0,58±0,031	15,8
Печень	2,55±0,100	11,4	3,06±0,166	16,3
Селезенка	0,22±0,020	21,8	0,23±0,011	14,6
Гонады	1,72±0,300	52	3,49±0,208	70,0
Биохимическая характеристика				
Общий белок, г/дл	17,2±1,03	16,8	17,4±1,18	18,0
Альбумины, г/дл	8,2±0,50	17,4	8,2±0,70	22,4
% общего	47,5±1,84	11,0	47,1±1,30	7,3
АЛТ, ед./л	37,8±4,46	33,4	32,0±3,14	25,9
КК, ед./л	4026±426,1	29,9	4586±375,9	21,7
ЩФ, ед./л	27,9±4,85	49,1	14,6±2,81	50,8
Соотношение: КК/ЩФ	144,0	-	382,6	-
Гематологические показатели				
Зрелые и полихроматофильные эритроциты	87,9±2,96	6,7	85,4±1,58	3,7
Молодые формы эритроцитов	12,1		14,5	
Лейкоцитарная формула, %				
Лимфоциты	80,5±3,51	8,7	84,7±2,21	5,2
Моноциты	6,2±3,03	97,7	2,6±1,79	137,9
Метамиелоциты	2,6±1,24	94,2	1,8±1,34	149,1
Палочкоядерные нейтрофилы	3,7±2,62	142,2	4,52±2,59	114,5
Сегментоядерные нейтрофилы	6,7±2,46	72,9	5,8±1,77	61,0
Активность нейтрофилов, ед.	1,49±0,18	24,7	2,17±0,11	9,8
М/МК	2,4	-	2,9	-
Хол/ЩФ	3,3	-	5,8	-

Для зеркальных карпов характерным является повышение индексов печени, почек (кроветворные и выделительные функции) и селезенки (кроветворные функции) и уменьшение значений обхвата тела и индекса зрелости, т.е. реакция

на факторы среды у рыб была неодинаковой. Обе группы относятся к высокопродуктивным (в течение 2-х поколений шла селекция на белковый рост) и уровень общего белка и альбуминов в сыворотке крови не имели различий по группам.

Значительные различия проявились в активности ферментов.

При расчете соотношений, тесно связанных между собой (при условных допущениях) отдельных веществ, выявлены значительные различия между двумя группами карпов. Так, соотношение фермента АЛТ и общего белка у зеркальных ниже (1,7), чем у чешуйчатых (2,1). Отношение креатинкиназы к щелочной фосфатазе наоборот, как можно было предвидеть, более высокое у зеркальных, чем у чешуйчатых, имеющих повышенный уровень фосфатазы (очевидно, это характерно для чешуйчатых групп). Кроме того, у чешуйчатых карпов отмечено низкое соотношение холестерина и щелочной фосфатазы за счет снижения расходования холестерина и выброса в кровь щелочной фосфатазы для усиления процессов минерализации костей. Соотношение мочевины и мочевой кислоты у рыб мало различались, с некоторой долей уменьшения у чешуйчатой группы, из-за участия в усиленном минеральном обмене.

Оценивая развитие внутренних органов, можно отметить прямую связь индекса почек и индекса: мочевины/мочевая кислота; индекса печени и индекса: холестерин/щелочная фосфатаза.

Анализ обмена веществ у самцов и самок (начальная, II стадия зрелости половых продуктов) показал на различия в зависимости от пола (табл. 11).

Таблица 11. Морфологическая и биохимическая оценка двухлетков разного пола чешуйчатой и зеркальной групп. «Ергенинский», 2009

Показатели	Чешуйчатые M±m		Зеркальные M±m	
	Самцы	Самки	Самцы	Самки
Масса, г	924±66,0	1023±62,1	862±70,2	928±71,5
Индексы, %				
Селезенка	0,25±0,027	0,21±0,015	0,22±0,029	0,24±0,013
Почки	0,53±0,052	0,52±0,045	0,59±0,120	0,58±0,022
Печень	2,60±0,043	2,52±0,169	3,08±0,412	3,06±0,208
Гонады	2,09±0,354	1,43±0,393	1,19±0,682	0,76±0,187
Биохимические показатели в сыворотке крови				
Общий белок, г/дл	17,4±1,33	17,9	18,8±1,87	17,1±0,78
Альбумины, г/дл	8,5±0,58	7,2	8,8±1,16	8,4±0,60
Альбумины, % общего белка	49,3±1,82	40,2	46,4±1,60	48,9±2,18
АЛТ, ед./л	38,4±5,42	45,7	37,3±4,53	27,9±2,75
КК, ед./л	4139±547,1	4100	4879±404,1	3964±657,9
ЩФ, ед./л	24,4±4,68	53,0	16,3±6,24	13,7±3,18

Как следовало ожидать, индексы зрелости у самцов выше, чем у самок. Активность ферментов: АЛТ, ЩФ, КК, уровень белка в сыворотке крови не имеют строгой закономерности. У чешуйчатой группы уровень АЛТ, ЩФ и

общего белка самок выше, чем у самцов; а у зеркальных наоборот, они выше у самцов в сравнении с самками.

Данные показатели получены впервые, провести полный анализ, и тем более сделать выводы пока нет возможности, поскольку нет сравнительной базы в доступной литературе.

Исследование роли АЛТ в селекционном процессе еще раз подтверждает вывод, сделанный нами еще 10 лет назад, о целесообразности использования активности этого фермента в качестве ведущего признака в селекционных программах. Использование показателей активности ферментов КК и ЩФ также дает возможность в приближенном значении оценивать племенной материал по минеральному и энергетическому обмену.

Приведенные данные и полученные выводы могут быть использованы для составления ориентировочных нормативов по обмену веществ при оценке генетически неоднородных карпов при длительной селекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Васильков Г.В. Биологический метод борьбы с филометроидозом карпа // Бюлл. ВИЭВ. -М. -1981. -В.41. -С.218-221.
2. Волкова С.И. Физиолого-биохимические показатели молоди карпа, выращенных в прудах различного назначения. Автореф. канд. биологических наук. -М., 1988.-19 с.
3. Жебровский Л.С., Митютко В.Е. Использование полиморфных белковых систем в селекции. -Л.: Колос, 1979. -184 с.
4. Илясов Ю.И., Шарт Л.А. Полиморфные генетические системы сыворотки крови и их связь с селекционными признаками у карпа // Кн. Биохимическая и популяционная генетика рыб. -Л., 1979. -С.152-157.
5. Лавровская Н.Ф. Современные исследования по биохимии рыб. -М., 1973. -99 с.
6. Мартемьянов В.И. Стресс как источник ошибок при эколого-физиологических и биохимических исследованиях рыб // Труды ИБВВ АН СССР. -1982. -В.49(52). -С.124-134.
7. Маслова Н.И. Содержание креатинфосфата и неорганического фосфора в мышцах карпа // Доклады ТСХА. -1970. -В.164. -С.350-354.
8. Маслова Н.И., Кудряшова Ю.В. Физиолого-биохимическая характеристика состояния самцов и самок перед нерестом. Селекция в прудовом рыбоводстве. -М.:Колос. -1979. -С.34-44.
9. Маслова Н.И., Петрушин А.Б., Загорянский К.Ю. Зависимость продуктивности карпа от уровня активности АЛТ у производителей //Вестник РАСХН. -1994. - №5. -С.41-44.
10. Музил Я., Новакова О., Кунц К. Современная биохимия в схемах // Пер. с англ. С.М. Аваевой, А.А. Байкова. -М.: Мир, 1981. -216 с.
11. Никонова В.Г. Возрастная изменчивость и половые различия в активности аминотрансфераз сыворотки крови свиней украинской породы // Вопросы технологии получения свинины. -1969. -В.14.
12. Переверзева М.В., Кан О.М., Сарсенбаев Ж.Т. Реакция различных генетических групп карпа на экономические условия и интенсификационные приемы // Биологические ос-

- новы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана. Матер. 14 научной конф. -Ташкент, 1983. -С.281-282.
13. Пулина Г.А., Плиева Т.Х. Рост и развитие двухлетков карпа с различным чешуйчатым покровом // Сб. Совершенствование биотехники в рыбоводстве. -М.: ТСХА, 1985. -25 с.
 14. Сенкевич Н.К. Связь активности щелочной фосфатазы чешуи некоторых азово-черноморских рыб с темпом и сроками их линейного роста // Сб. Обмен веществ и биохимия рыб. -Наука. -1964.
 15. Смирнов О.К. Раннее определение продуктивности животных. -М.: Колос, 1974. -112 с.
 16. Сорвачев К.Ф. Изменение белков сыворотки крови карпа во время зимовки // Биохимия. -1967. -№22. -В.5. -С.872-878.
 17. Товстик В.Ф. Особенности роста карпа разных пород в условиях рыбхозов Харьковской области // Сб. Селекция рыб. -М.: Колос, 1979. -С.74-77.
 18. Шульман Г.Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. -М.: - Пищевая промышленность, 1972. -367 с.
 19. Эктов В.А., Лисицын А.П., Гришин В.Н. Развитие внутренних органов у молодняка кроликов от разных родительских пар, подбираемых по активности аминотрансфераз сыворотки крови. -М.: Колос, 1980. -В.1. -С.145-149.
 20. Pontier P.M., Hart N.H. Creatine kinase gene expression the development of *Brachydanio* // J. Exp. Zool., 1979. -209. -P.283-296.

BIOLOGICAL ESTIMATION TWO SUMMER (1+) OF THE CARP OF MISCELLANEOUS PARENTAGE

© 2010 N.I.Maslova¹, A.B.Petrushin¹, G.I.Pronina¹, A.O.Revyakin²

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Irrigational Fish Breeding
of the Russian Academy of Agricultural Sciences

² State Institution Scientific center of biomedical technologies of the Russian Academy
of Medical Science

The role of biochemical researches at an estimation of selection groups of carp is shown. A number of differences of metabolism of Two summer (1+) of carp of different origin (on scales gene) is revealed. The received data may be used for drawing up of rough specifications on metabolism at the estimation of genetically non-uniform carps at long selection.

Key words: biological estimation, carp, *Cyprinus carpio* L, a metabolism, biochemical indicators, efficiency of fish, selection, scaly and scattered cover, indexes of internal, activity of enzymes

Maslova Neonila Ivanovna, Doctor of Biology, Head of the Laboratory of Reproduction and selection of fish. E-mail: LJB@flexuser.ru

Petrushin Alexander Borisovich, Candidate of Agriculture, Deputy Head of the Laboratory of Reproduction and selection of fish. E-mail: LJB@flexuser.ru

Pronina Galina Iozepovna, Candidate of Veterinary, Senior Researcher of the Laboratory of Reproduction and selection of fish. E-mail: LJB@flexuser.ru

Revyakin Artyom Olegovich, Candidate of Biology, Head of the Laboratory of Pharmacological Modeling. E-mail: gidrobiont4@yandex.ru