

УДК: 639.215:616.916.1:612.017:577.1

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГО-ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ У ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ПОРОД КАРПА

¹Пронина Г.И., ¹Корягина Н.Ю., ²Ревякин А.О.

¹*ВНИИ ирригационного рыбоводства, пос. Воровского Московской области;*
²*Научный центр биомедицинских технологий, пос. Светлые Горы Московской области, Российская Федерация*

Целью работы было сравнительное исследование гематологических, биохимических и цитохимических показателей у производителей ангелинских краснухоустойчивых и других пород карпа. Из имеющихся в настоящее время пород карпа, только ангелинская порода прошла длительную селекцию на устойчивость к краснухе (полиэтиологическому заболеванию, возбудителями которого могут быть вирус весенней виремии карпа, аэромонады, псевдомонады). Для исследования рыбы – 6-годовики, отловленные в мае, были разделены на 8 групп, по 7 особей в каждой – самцы и самки чувашской чешуйчатой породы, анишской зеркальной породы, ангелинской чешуйчатой и ангелинской зеркальной пород. В весенний период у взрослых карпов происходит подготовка к нересту, что выражается активацией эритропоэза, а для самок характерно усиление лейкопоэза. Для производителей ангелинских карпов весной характерна меньшая доля нейтрофилов в лейкоформуле за счет палочкоядерных форм с тенденцией к снижению содержания лизосомального катионного белка в нейтрофилах крови. Для всех возрастных категорий ангелинских карпов, независимо от сезона года характерен высокий уровень метаболизма (по данным измерений АСТ, альбуминов и триглицеридов в сыворотке крови. По мнению авторов, ангелинских карпов целесообразно использовать в селекции для совершенствования пород.

Ключевые слова: карп, иммунная устойчивость, краснуха карпа, гематологические, цитохимические, биохимические показатели

Проблемы биологии продуктивных животных, 2015, 3: 39-47

Введение

На различных этапах рыборазведения возникает риск заболеваний рыб, связанный с развитием вторичных иммунодефицитных состояний и ослаблением общего физиологического статуса организма под влиянием факторов среды. Рост антропогенных нагрузок и загрязнение водоемов отрицательно сказывается на физиологическом состоянии гидробионтов, степени их устойчивости, а также оказывает иммуносупрессивное действие, приводящее к появлению в популяции рыб с уродствами и иммунодефицитом (Решетников и др., 1999; Моисеенко, Лукин, 1999; Кашулин и др., 1999; Валедская, 2005).

Кроме того, односторонняя селекция по продуктивности приводит к дисбалансу между генными комплексами, отвечающими за адаптивный и продуктивный потенциалы, вследствие чего высокопродуктивные животные оказываются более требовательными к условиям среды, что ведет к их элиминации в ходе естественного отбора и, следовательно, к снижению селекционного эффекта. Показано, что адаптационный процесс сопровождается снижением в крови количества эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина (Погребняк, 2000; Бикчентаева и др., 2012).

Одним из путей решения проблемы является селекция на повышение иммунной устойчивости. Из имеющихся в настоящее время пород карпа, только ангелинская порода про-

шла длительную селекцию на устойчивость к краснухе (Илясов, 2002). Селекция осуществлялась на провокационном фоне (авторы породы: Ю.И. Илясов, В.С. Кирпичников, Л.А. Шарт, Г.Ф. Тихонов).

Целью настоящей работы было провести сравнительный анализ физиологических параметров у разных пород карпа и выявить особенности иммуноустойчивых рыб.

Материал и методы

Объектами исследования были трехгодовики карпов ангелинской породы чешуйчатой и зеркальной групп, чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной пород карпа, выращиваемые в рыбноводном хозяйстве второй рыбноводной зоны СХПРК «Киря» Чувашской Республики. Карпы чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной пород получены ускоренным методом селекции на продуктивный рост с отбором по уровню сывороточного фермента аланинаминотрансферазы (АЛТ) с контролем по гематологическим показателям (Маслова, Петрушин, 2005).

Карпы ангелинской породы прошли длительную селекцию на устойчивость к краснухе на провокационном фоне. Под термином «краснуха» в настоящее время понимают комплекс симптомов: ерошение чешуи, экзофтальмию, геморрагии на поверхности тела и плавниках, кровоизлияния в глаза и плавники. Такие симптомы характерны для ряда заболеваний бактериальной и вирусной этиологии (Головина и др., 2003). Ангелинские карпы в 2009 г. на стадии личинки были завезены из рыбхоза Ангелинский Краснодарского края, благополучного по инфекционным заболеваниям. СХПРК «Киря» также является благополучным, о чем свидетельствуют ежегодные акты ветеринарно-санитарной проверки (в том числе на аэромоноз и псевдомоноз), а также отрицательный результат профилактического диагностического исследования на весеннюю виремию карпа (Федеральный центр охраны здоровья животных, 2011)

Для исследования рыбы (6-годовики, отловленные в мае) были разделены на 8 групп, по 7 особей в каждой – самцы и самки чувашской чешуйчатой породы, анишской зеркальной породы, ангелинской чешуйчатой и ангелинской зеркальной пород. Кровь отбирали у рыб из хвостовой вены с соблюдением правил асептики. Мазки крови (по 2 от каждой рыбы, один для лейкограммы, второй – для цитохимического определения катионного белка) изготавливали сразу же после отбора крови. Для получения сыворотки кровь набирали в сухую стерильную пробирку, оставляли в штативе на 1 ч при комнатной температуре. После ретракции сгустка сыворотку отбирали шприцем с тонкой иглой, переносили в пробирку Эппендорфа и замораживали в морозильной камере при температуре $-18 - -20^{\circ}\text{C}$. В лабораторию сыворотку транспортировали в замороженном виде в термоконтейнерах. Непосредственно перед анализом сыворотку размораживали в течение 1 ч при комнатной температуре.

Физиолого-иммунологическая оценка рыб проводилась по гематологическим, биохимическим и иммунологическим показателям. Лейкоцитарную формулу определяли методом дифференциального подсчета в окрашенных по Паппенгейму мазках периферической крови. Уровень гемопоза у рыб оценивали по относительному количеству незрелых форм эритроцитов.

Биохимический анализ сыворотки крови проводили на анализаторе Chem Well Awagenes Technology с использованием реактивов VITAL. Фагоцитарную активность нейтрофилов рыб определяли по рекомендациям (Astaldi, Verga, 1957) цитохимическим методом с бромфеноловым синим по Шубичу (1974), адаптированным для гидробионтов Прониной (2008). Определяли содержание неферментного катионного белка в лизосомах нейтрофилов периферической крови. По степени фагоцитарной активности исследуемые клетки подразделяли на 4 группы с использованием балльной оценки:

0 – гранулы катионного белка отсутствуют;

1 – единичные гранулы;

2 – гранулы занимают примерно 1/3 цитоплазмы;

3 – гранулы занимают 1/2 цитоплазмы и более.

Значения среднего цитохимического коэффициента (СЦК) рассчитывали по формуле:

$$\text{СЦК} = (0 \times N_0 + 1 \times N_1 + 2 \times N_2 + 3 \times N_3) / 100,$$

где N_0, N_1, N_2, N_3 — количество нейтрофилов с активностью 0, 1, 2 и 3 балла соответственно. (Karpow, 1955)

Результаты и обсуждение

По размерно-весовым показателям рыбы изучаемых пород были схожи, за исключением самок ангелинской зеркальной породы, масса и длина тела которой превышала таковые местных пород карпа (табл. 1, 2).

Весной, в период созревания гонад и подготовки к нересту, у рыб идёт активация эритропоэза, судя по доле бластных форм эритроцитов; у ангелинской зеркальной породы меньше эритробластов, чем у анишской зеркальной породы. Лейкопоэз интенсивнее происходит у самок всех пород: в крови присутствуют промиелоциты, у самок чувашской чешуйчатой породы – миелобласты.

Таблица 1. *Размерно-весовые, гематологические и цитохимические показатели производителей разных пород чешуйчатого карпа ($M \pm m, n=7$)*

Показатели	Чувашская чешуйчатая		Ангелинская чешуйчатая	
	самцы а	самки б	самцы в	самки г
Масса, кг	2,4±0,9	2,7±0,2	3,5±0,5	3,3±0,2
Длина тела, см	48,0±0,4	50,4±1,3	56,0±2,8 ^а	55,2±10,6
Эритропоэз, %				
Гемоцитобласты, эритробласты	0,5±0,3	1,3±0,3	0,7±0,3	0,5±0,4
Нормобласты	2,3±0,5	3,3±0,6	3,0±0,6	2,5±0,5
Базофильные эритроциты	6,8±1,3	7,0±1,8	9,3±1,3	10,0±4,5
Сумма зрелых и полихроматофильных эритроцитов	90,5±1,3	88,5±2,1	87,0±0,6 ^а	87,0±5,0
Лейкоцитарная формула, %				
Миелобласты	-	0,5±0,3	-	-
Промиеоциты	-	-	-	0,5±0,5
Миелоциты	-	-	-	1,0±0,9
Метамиеоциты	2,5±0,3	2,5±0,7	1,7±0,3	3,5±2,5
Палочкоядерные нейтрофилы	2,8±1,1	4,0±0,4	0,3±0,3 ^б	-
Сегментоядерные	3,0±1,4	2,3±1,0	2,3±0,3	2,0±1,0
Всего нейтрофилов	5,8±1,3	6,3±1,0	2,6±0,3 ^{аб}	2,0±1,0 ^{аб}
Эозинофилы	0,3±0,3	0,3±0,3	-	-
Базофилы	0,3±0,3	0,3±0,3	-	-
Моноциты	4,5±0,5	2,8±0,8	1,0±0,6 ^а	6,0±1,0 ^{бв}
Лимфоциты	86,8±1,7	88,0±1,5	94,7±0,0 ^{аб}	87,0±4,0
Фагоцитарная активность				
СЦК, ед.	1,77±0,18	2,06±0,08	1,57±0,09	1,84±0,16

Примечания: здесь и далее в таблицах значения с разными верхними буквенными обозначения различаются при $P < 0.05$ по t - критерию.

Весной в крови производителей ангелинских карпов нейтрофилов меньше, чем у других изучаемых пород, в основном, за счет палочкоядерных форм. Количество лизосомального катионного белка в этих клетках у них несколько меньше, судя по величине среднего цитохимического коэффициента (СЦК), у самцов ангелинской зеркальной породы различия статистически значимы ($P < 0.05$). Следовательно, у производителей ангелинских пород кислород-независимые механизмы клеточного иммунитета несколько ниже, что свидетельствует либо о

менее сильной фагоцитарной активности нейтрофилов, либо о расходовании катионного белка на поддержание гомеостаза у рыб в весенний период при созревании гонад. У ангелинских карпов более высокая доля лимфоцитов по сравнению с местными породами. Исключение составляет группа самок ангелинской чешуйчатой породы из-за относительно большого процента моноцитов в их лейкограмме.

Таблица 2. *Размерно-весовые, гематологические и цитохимические показатели у производителей разных пород зеркального карпа (M±m, n=7)*

Показатели	Анишская зеркальная		Ангелинская зеркальная	
	самцы а	самки б	самцы в	самки г
Масса, кг	2,6±0,2	2,5±0,1	2,7±0,3	3,1±0,1 ^{аб}
Длина тела, см	50,3±0,8	46,8±1,7	51,0±3,1	52,7±0,4 ^{аб}
Эритропоз, %				
Гемоцитобласты, эритробласты	1,2±0,2	0,8±0,2	0,3±0,3 ^а	-
Нормобласты	2,4±0,3	2,4±0,3	3,3±0,9	2,0±0,1
Базофильные эритроциты	5,4±1,7	5,2±1,2	8,7±1,7	7,5±1,5
Сумма зрелых и полихроматофильных эритроцитов	91,0±1,7	91,6±1,4	87,7±2,3	90,5±1,5
Лейкоцитарная формула, %				
Миелобласты	-	-	-	-
Промиелоциты	-	0,6±0,4	-	1,0±1,0
Миелоциты	0,2±0,2	-	0,3±0,3	0,5±0,5
Метамиелоциты	2,8±1,2	1,8±0,6	1,7±0,9	1,0±0,2
Палочкоядерные нейтрофилы	2,8±0,7	1,2±0,5	0,3±0,3 ^а	0,5±0,5 ^а
Сегментоядерные	3,2±1,2	4,4±1,9	3,0±0,5	2,0±2,0
Всего нейтрофилов	6,0±1,1	5,6±0,8	3,3±0,6 ^{аб}	2,5±0,9 ^{аб}
Эозинофилы	-	-	-	-
Базофилы	0,8±0,2	0,4±0,3	0,3±0,3	-
Моноциты	5,0±1,0	4,6±1,0	2,3±0,9	2,0±0,3 ^{аб}
Лимфоциты	85,2±1,7	86,8±1,9	92,0±1,5 ^а	93,0±0,1 ^{аб}
Фагоцитарная активность				
СЦК	1,90±0,08	1,98±0,11	1,61±0,06 ^{аб}	1,68±0,07 ^б

Активность АСТ в сыворотке кроки у ангелинских карпов более чем в два раза выше, чем у чувашских пород ($P<0.05$, табл. 3, 4). Ранее нами была отмечена аналогичная закономерность у других возрастных категорий этих рыб (Пронина, 2012; Пронина и др., 2013). Содержание в сыворотке крови ангелинских карпов альбуминов примерно в 1,5 раза больше, чем у чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной пород карпа.

Повышенные величины содержания альбумина и активности АСТ у ангелинских карпов свидетельствуют о более высоком уровне метаболизма у этих рыб. Относительно АСТ существуют разные точки зрения, в частности, некоторые авторы полагают, что активность АСТ отражает уровень энергизации митохондрий (Хочачка, Сомеро, 1988). Многие исследователи считают, что аминотрансферазы играют ключевую роль в обмене веществ и поэтому их активность может использоваться в качестве интегрального показателя интенсивности белкового, углеводного, жирового обмена и цикла трикарбоновых кислот (Crabtree, Newsholme, 1970; Абрамова, Нейфах, 1971; Браунштейн, 1983; Коновалов, 1986; Imperial et al., 1989; Birolo et al., 1991; Cengiz, Cengiz, 1991; Ciereszko, Abruzzese et al., 1995; Dabrowski, 1995; Fynnaikins et al., 1995; Kato et al., 1996; Desmet, Blust, 2001; Самсонова, 2002).

Активность щелочной фосфатазы у ангелинской чешуйчатой породы выше, чем у чувашской чешуйчатой у самцов и самок в 3 и 2 раза соответственно.

Более высокое содержание триглицеридов в сыворотке крови у зеркальных групп ангелинских рыб, по сравнению с местными породами ($P<0.05$), вероятно, связано с генетическими особенностями липидного обмена (энергетический резерв). Для зеркальных карпов вообще характерна лучшая усвояемость липидов корма. Считается, что чешуйчатый карп (на-

гульный тип) обладает более высокой поисковой способностью, по сравнению с зеркальной группой (откормочный тип) (Куркубет и др., 2005; Пронина, Ревякин, 2015).

Таблица 3. Биохимические показатели сыворотки крови у производителей разных пород чешуйчатого карпа (M±m, n=7)

Показатели	Чувашская чешуйчатая		Ангелинская чешуйчатая	
	самцы	самки	самцы	самки
	а	б	в	г
АСТ, ед/л	164±13	133±40	332±33 ^{аб}	350±54 ^{аб}
Глюкоза, ммоль/л	3,6±1,3	4,5±1,1	3,8±2,1	5,7±0,2
КК, ед/л	3896±62	3877±160	2182±822	3418±622
ЛДГ, ед/л	862±194	816±329	1857±1255	557±484
Лактатат, мг/дл	66,9±7,5	68,5±5,7	48,9±12,4	67,8±4,9
ЩФ, ед/л	25,5±1,5	17,5±0,5 ^а	80,0±6,0 ^{аб}	58,5±4,6 ^{абв}
Альбумин, г/дл	11,5±3,4	9,1±1,7	15,4±1,8 ^б	15,2±1,4 ^б
Общий белок, г/л	26,8±6,4	22,3±1,7	21,2±0,3	21,2±3,4
Триглицериды, мг/дл	123±41	105±32	153±28	189±45
Холестерин, мг/дл	108±12	118±21	130±31	111±25

Известно, что основная физиологическая роль триглицеридов заключается в том, что они являются транспортной формой жирных кислот и важным субстратом для окислительных процессов, обеспечивающих организм энергией. Жиры отличаются от углеводов или белков не только тем, что при их распаде выделяется больше энергии, но и тем, что при их окислении выделяется больше воды. Например, при разложении 1 г белков образуется 0,41 г воды, 1 г углеводов – 0,55 г, 1 г жиров – 1,07 г. Резервный жир, отложенный в теле животных, находится в динамическом состоянии, при этом жирные кислоты, входящие в его состав, постоянно заменяются жирными кислотами, поступающими с пищей. При недостатке обменной энергии протеин используется организмом на энергетические цели, что сопровождается увеличением потребления корма и затрат на единицу продукции. При избытке обменной энергии в рационе происходит интенсивное ожирение (Алиев, 1980; Крепс, 1981; Кельнер, 1987; Никитин, 1989; Осепчук, 2014).

Таблица 4. Биохимические показатели сыворотки крови у производителей разных пород зеркального карпа (M±m, n=7)

Показатели	Анишская зеркальная		Ангелинская зеркальная	
	самцы	самки	самцы	самки
	а	б	в	г
АСТ, ед/л	155,9±6,1	145,9±3,3	376,5±8,0 ^{аб}	234,0±5,2 ^{абв}
Глюкоза, ммоль/л	5,8±0,5	1,9±1,0 ^а	8,2±2,4 ^б	8,7±0,9 ^{аб}
КК, ед/л	3975±105	3852±200	2146±853	3735±112
ЛДГ, ед/л	951±95	986±331	1547±76 ^а	1145±88 ^в
Лактатат, мг/дл	73,9±8,7	33,6±6,4 ^а	67,0±9,1 ^б	79,7±6,3 ^б
ЩФ, ед/л	66,0±4,6	12,0±6,4 ^а	27,5±14,5 ^а	9,1±5,8 ^а
Альбумин, г/дл	10,2±0,2	10,6±0,4	16,8±0,9 ^{аб}	18,8±0,4 ^{аб}
Общий белок, г/л	25,7±0,8	21,6±1,9	26,4±2,6	26,4±1,3
Триглицериды, мг/дл	86,3±13,8	107,3±20,0	171,2±11,3 ^{аб}	185,0±10,8 ^{аб}
Холестерин, мг/дл	122,9±7,7	96,2±1,9 ^а	167,5±4,3 ^{аб}	145,0±3,9 ^{абв}

В целом, можно заключить, что для производителей ангелинских краснухоустойчивых карпов характерен высокий уровень метаболизма (более высокие показатели активности АСТ и содержания в сыворотке крови альбуминов). Учитывая результаты физиолого-иммунологической оценки, значительную инбредность ангелинской породы рыб, а также длительное разведение «в себе» чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной пород карпа в СХПРК «Киря», считаем целесообразным использовать ангелинских карпов в селекции для совершенствования пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамова Н.Б., Нейфах А.А. Исследование механизмов изменения аспартатаминотрансферазной активности в раннем развитии морских ежей // Онтогенез. – 1971. – Т. 2. – № 1. – С. 71-78.
2. Алиев А.А. Липидный обмен и продуктивность жвачных животных. – М.: Колос, 1980. – 382 с.
3. Бикчентаева Г.Ю., Ростова Н.Ю., Жуков А.П. Морфологические показатели и индексы крови у голштинов канадской селекции в процессе длительной адаптации // Известия Оренбургского ГАУ. – 2012. – Т. 34. – № 2. – С. 86-90.
4. Браунштейн А.Е. Основные этапы изучения энзиматического переноса аминокислот // Историко-биологические исследования. – 1983. – С. 16-50.
5. Валедская, О.М. Состояние иммунитета волжских рыб и его динамика в различных условиях обитания. – Астрахань: изд. КаспНИРХ, 2005. – 112 с.
6. Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология (ред. Н.А. Головина О.Н. Бауэр). – М.: Мир, 2003. – 448 с.
7. Илясов Ю.И. Селекция рыб на повышение устойчивости к заболеваниям // В сб. трудов ВНИРО: Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. – М.: ВНИРО, 2002. – Вып. 78. – С. 125-134.
8. Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амондсен П.А. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. – Апатиты: КНЦ РАН, 1999. – 142 с.
9. Кельнер О. Кормление сельскохозяйственных животных. Перевод с нем. – Л.: Мысль, 1987. – 664 с.
10. Коновалов Ю.Д. Свойства, локализация, роль и возможные пути регуляции активности протеиназы и аминотрансфераз в раннем онтогенезе рыб // Успехи современной биологии. – 1986. – Т. 101. – № 3. – С. 359-373.
11. Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. Эволюция липидов мозга. Адаптационная функция липидов. – Л.: Наука, 1981. – 339 с.
12. Куркубет Г.Х., Бортэ В.И., Бутнару Е.И., Доманчук В.И. Состояние рыбохозяйственного комплекса Молдовы и перспективы его развития // В сб.: Пресноводная аквакультура: состояние, тенденции и перспективы развития. – Кишинев, 2005. – С. 8-12.
13. Маслова Н.И., Петрушин А.Б. Породы чувашского карпа, созданные ускоренным методом селекции // В сб.: Аквакультура и интегрированные технологии. Труды ВНИИР. – 2005. – Вып. 2. – С. 169-173.
14. Моисеенко Т.Н., Лукин А.А. Патологии рыб в загрязняемых водоемах Субарктики и их диагностика // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39. – № 4. – С. 535-547.
15. Никитин В.Н., Бабенко Н.А. Тиреоидные гормоны и липидный обмен // Физиологический журнал. – 1989. – Т. 35. – № 9. – С. 91-97.
16. Осечук Д.В. Научное обоснование использования нетрадиционных растительных источников белка и жира в кормлении мясной птицы: автореф. дисс... докт. с-х. наук. – Краснодар, 2014. – 42 с.
17. Погребняк В.А. Селекционные аспекты повышения продуктивного потенциала молочного скота. – Омск: ОмГАУ, 2000. – 145 с.
18. Пронина Г.И. Использование цитохимических методов для определения фагоцитарной активности клеток крови или гемолимфы разных видов гидробионтов для оценки состояния их здоровья // Известия ОГАУ. – 2008. – № 4. – С. 160-163.
19. Пронина Г.И. Физиолого-иммунологическая оценка культивируемых гидробионтов: карпа, сома обыкновенного, речных раков: автореф. дисс... докт. биол. наук. – Москва, МСХА, 2012. – 36 с.
20. Пронина Г.И., Ревякин А.О. Изменения морфофизиологических показателей карпа *Cyprinus carpio* при дефиците питания в условиях аквакультуры // Вопросы ихтиологии. – 2015. – Т. 55. – № 2. – С. 241-245.
21. Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амондсен П.А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. – 1999. – Т. 119. – № 2. – С. 165-177.
22. Самсонова М.В. Аланин- и аспартатаминотрансферазы как индикаторы физиологического состояния рыб: автореф. дисс... канд. биол. наук. – М., 2002. – 26 с.
23. Пронина Г.И., Ревякин А.О., Петрушин А.Б. Сравнительная физиологическая оценка разных пород карпа // Международный научно-исследовательский журнал (Екатеринбург). – 2013. – № 4. – С. 79-81.
24. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. – М.: Мир, 1988. – 256 с.
25. Шубич М.Г. Выявление катионного белка в цитоплазме лейкоцитов с помощью бромфенолового

- синего // Цитология. – 1974. – № 10. – С. 1321-1322.
26. Abruzzese F., Greco M., Perlino E., Doonan S., Marra E. Lack of correlation between mRNA expression and enzymatic activity of the aspartate aminotransferase isoenzymes in various tissues of the rat // *Febs Lett.* – 1995. – Vol. 366. – No. 2-3. – P. 170-172.
 27. Astaldi G., Verga L. The glycogen content of the cells of lymphatic leukaemia // *Acta. Haematol.* – 1957. – Vol. 17. – P. 129-136.
 28. Birolo L., Arnone M.I., Cubellis M.V., Andreotti G., Nitti G., Marino G., Sannia G. The active site of *Sulfolobus solfataricus* aspartate aminotransferase // *Biochem. Biophys. Acta.* – 1991. – Vol. 1080. – No. 3. – P. 198-204.
 29. Cengiz M., Cengiz S. Kidney alanine transaminase, aspartate transaminase and creatine kinase activities of rat administered nitrosomorpholine // *Eczacilik derk. Marmara Univ.* – 1991. – Vol. 7. – No. 2. – P. 77-81.
 30. Ciereszko A., Dabrowski K. Spectrophotometry measurement of aspartate aminotransferase activity in mammalian and fish semen // *Anim. Reprod. Sci.* – 1995. – Vol. 8. – No. 1-2. – P. 167-176.
 31. Crabtree D., Newsholme E.A. The activities of proline dehydrogenase, glytamate dehydrogenase, aspartate-oxoglutarate aminotransferase and alanine-oxoglutarate aminotransferase in some insect flight muscles // *Biochem. J.* – 1970. – Vol. 117. – No. 5. – P. 1019.
 32. Desmet H., Blust R. Stress Responses and Changes in Protein-Metabolism in Carp *Cyprinus carpio* During Cadmium Exposure // *Ecotoxicol. Environm. Safety.* – 2001. – Vol. 48. – No. 3. – P. 255-262.
 33. Fynnaikins K., Hughes S.G., Vandenberg G.W. Protein retention and liver aminotransferase activities in atlantic Salmon fed diets containing different energy sources // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1995. – Vol. 111. – No. 1. – P. 163-170.
 34. Imperial S., Busguets M., Cortes A., Bozal J. Cytosolic aspartate aminotransferases from different chicken tissues purification and characterization of their multiple forms // *Prep. Biochem.* – 1989. – Vol. 19. – No. 2. – P. 113-127.
 35. Kaplow L. S. A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow // *Blood.* – 1955. – Vol. 10. – P. 1023-1029.
 36. Kato Y., Asano Y., Makar T.K., Cooper A.J.L. Irreversible inactivation of aspartate aminotransferase by 2-oxoglutaconic acid and its dimethyl ester // *J. Biochem.* – 1996. – Vol. 120. – No. 3. – P. 531-539.

REFERENCES

1. Abramova N. B., Neyfakh A.A. *Ontogenez - Ontogenesis.* 1971, 2(1): 71-78.
2. Abruzzese F., Greco M., Perlino E., Doonan S., Marra E. Lack of correlation between mRNA expression and enzymatic activity of the aspartate aminotransferase isoenzymes in various tissues of the rat. *Febs Lett.* 1995, 366(2-3): 170-172.
3. Astaldi G., Verga L. The glycogen content of the cells of lymphatic leukaemia. *Acta Haematol.* 1957, 17: 129-136.
4. Bikchentaeva G.Yu., Rostova N.Yu., Zykov A.P. *Izvestiya Orenburgskogo GAU – Bulletin of Orenburg State Agricultural University.* 2012, 34(2): 86-90.
5. Birolo L., Arnone M.I., Cubellis M.V., Andreotti G., Nitti G., Marino G., Sannia G. The active site of *Sulfolobus solfataricus* aspartate aminotransferase. *Biochem. Biophys. Acta.* 1991, 1080(3): 198-204.
6. Braunstein A.E. *Istoriko-biologicheskie issledovaniya – Historical and Biological Research.* 1983: 16-50.
7. Cengiz M., Cengiz S. Kidney alanine transaminase, aspartate transaminase and creatine kinase activities of rat administered nitrosomorpholine. *Eczacilik derk. Marmara Univ.* 1991, 7(2): 77-81.
8. Ciereszko A., Dabrowski K. Spectrophotometry measurement of aspartate aminotransferase activity in mammalian and fish semen. *Anim. Reprod. Sci.* 1995, 38(1-2): 167-176.
9. Crabtree D., Newsholme E.A. The activities of proline dehydrogenase, glytamate dehydrogenase, aspartate-oxoglutarate aminotransferase and alanine-oxoglutarate aminotransferase in some insect flight muscles. *Biochem. J.* 1970, 117(5): 1019.
10. Desmet H., Blust R. Stress Responses and Changes in Protein-Metabolism in Carp *Cyprinus carpio* During Cadmium Exposure. *Ecotoxicol. Environm. Saf.* 2001, 48(3): 255-262.
11. Fynnaikins K., Hughes S.G., Vandenberg G.W. Protein retention and liver aminotransferase activities in atlantic Salmon fed diets containing different energy sources. *Comp. Biochem. Physiol.* 1995, 111(1): 163-170.
12. Golovina N.A., Strelkov YU.A., Voronin V.N., Golovin P.P., Evdokimova E.B., Yukhimenko L.N. *Ikhtioopatologiya (Ichthyopathology, Eds N.A. Golovina, O.N. Bauer).* Moscow: Mir Publ., 2003, 448 p.
13. Imperial S., Busguets M., Cortes A., Bozal J. Cytosolic aspartate aminotransferases from different chicken

- tissues purification and characterization of their multiple forms. *Prep. Biochem.* 1989, 19(2): 113-127.
14. Iyasov Yu.E. In: *Sbornik nauchnykh trudov VNIRO: Aktualnye voprosy presnovodnoi akvakultury* (Proc. VNIRO: Topical issues of a fresh-water aquaculture). Moscow, 2002, Vol.78: 125-134.
 15. Kaplow L. S. A histochemical procedure for localizing and evaluating leukocyte alkaline phosphatase activity in smears of blood and marrow. *Blood.* 1955, 10: 1023-1029.
 16. Kashulin N.A., Lukin A.A., Amontsen P.A. *Ryby presnykh vod Subarktiki kak bioindikatory tekhnogenno-go zagryazneniya* (Fishes of fresh waters of Subarctic as bioindicators of technogenic pollution). Apatity: KNTs Russian Academy of Sciences Publ., 1999, 142 p.
 17. Kato Y, Asano Y, Makar T.k, Cooper A.J.L. Irreversible inactivation of aspartate aminotransferase by 2-oxoglutaconic acid and its dimethyl ester. *J. Biochem.* 1996, 120(3): 531-539.
 18. Kelner O. L. *Kormlenie sel'skokhozyaistvennykh zivotnykh.* Leningrad: Mysl Publ., 1987, 664 p.
 19. Konovalov Yu.D. *Uspechi sovremennoi biologii - Advances of contemporary biology.* 1986, 101(3): 359-373.
 20. Khochachka P., Somero Dzh. *Biokhimicheskaya adaptatsiya* (Biochemical adaptation). Moscow: Mir Publ., 1988, 256 p.
 21. Kreps E.M. *Lipidy kletochnykh membran. Evolyutsiya lipidov mozga. Adaptatsionnaya funktsiya lipidov* (Lipids of cellular membranes. Adaptational function of lipids). Leningrad: Nauka Publ., 1981, 339 p.
 22. Kurkubet G.H., Borte V.I., Butnar E.I., Domanchuk V.I. In: *Presnovodnaya akvakultura: sostoyanie ribochosaystvennogo kompleksa Moldovy I perspektivy ego rasvitiya* (Fresh-water aquaculture: state, tendency and prospects of development). Kishinev, 2005, P. 8-12.
 23. Maslova N.E., Petrushin A.B. *Sbornik nauchnykh trudov VNIIR: Akvakultura i integrirovannye tekhnologii* (Proc. Institute of Fresh Waters Fishery: Aquaculture and integrated technologies). 2005, Vol. 2, 360 p. Moiseenko T.N., Lukin A.A. *Voprosy ikhtiologii - Problems of ichthyology.* 1999, 39(4): 535-547.
 24. Nikitin V.N., Babenko N.A. *Physiologicheskyy zurnal - Physiological Journal.* 1989, 35(9): 91-97.
 25. Osepchuk D.V. *Nauchnoe obosnovanie ispol'zovaniya netraditsionnykh rastitel'nykh istochnikov belka i zhira v kormlenii myasnoi ptitsy* (Fundamentals of using nontraditional vegetable sources of protein and fat in the feeding of poultry). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Agric., Krasnodar, 2014, 42 p.
 26. Pogrebnyak V.A. *Selektsionnye aspekty povysheniya produktivnogo potentsiala molochnogo skota* (Breeding aspects of the increase in productive potential of dairy cows). Omsk: Omsk State Agricultural University Publ., 2000, 145 p.
 27. Pronina G. I., Revyakin A.O. *Voprosy ichtiologii - Problems of Ichthyology.* 2015, 55(2): 241-245.
 28. Pronina G.I. *Fiziologo-immunologicheskaya otsenka kul'tiviruemykh gidrobiontov: karpa, soma obyknovennogo, rechnykh rakov* (Physiological and immunological assessment of cultured hydrobionts: catfish, common carp, crayfish). Extended Abstract of Diss. Dr. Sci. Biol., Moscow, 2012, 36 p.
 29. Pronina G.I. *Izvestiya OGAU - Bulletin of Orenburg State Agricultural University,* 2008, 4: 160-163.
 30. Pronina G.I., Revyakin A.O., Petrushin A.B. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skiy zurnal - International Research Journal,* 2013, 4: 79-81.
 31. Reshetnikov Yu.S., Popova O. A., Kashulin N. A., Lukin A.A., Amontsen P. A., Staldevik F. *Uspekhi sovremennoi biologii - Advances of Contemporary Biology.* 1999, 119(2): 165-177.
 32. Samsonova M.V. *Alanin- i aspartataminotransferazy kak indikatory fiziologicheskogo sostoyaniya ryb* (Alanin and aspartataminotransferases as indicators of a physiological state of fishes). Extended Abstract of Diss. Cand. Sci. Biol., Moscow, 2002, 26 p.
 33. Shubish V.G. *Tsitologiya - Cytology.* 1974, 10: 1321-1322.
 34. Valedskaya O.M. *Sostoyanie immuniteta volzhskikh ryb i ego dinamika v razlichnykh usloviyakh obitaniya* (Immunity state in Volga fishes and its dynamics in different habitat conditions). Astrakhan: KaspNIRKh Publ., 2005, 112 p.

**Comparative assessment of physiological and immunological characteristics
in sire carp of different breeds**

¹Pronina G.I., ¹Koryagina N.Yu., ²Revyakin A.O.

¹*Institute of Irrigational Fish Breeding, pos. Vorovskogo Moscow oblast;*

²*Research Center of Biomedical Technologies" Federal Medico-biological Agency",
pos. Svetlye Gory Moscow oblast, Russian Federation.*

ABSTRACT. The aim was a comparative study of hematological, biochemical and cytochemical indicators in Angelinskii rubella-resistant sires of carp and other species. Of the currently available species of carp, only Angelynskaya breed has come a long breeding for resistance to rubella (polyetiological disease caused by a virus of spring viraemia of carp, aeromonads, *Pseudomonas*). In the trial, the fish caught in the age of 6 years in the spring were divided into 8 groups, 7 individuals each, males and females Chuvash scaly, Anishskaya mirror, Angelynskaya scaly and Angelynskaya mirror breeds. In the spring, the adult carp is prepared for spawning, which is expressed by activation of erythropoiesis; in females a strengthening of leukopoiesis is observed. In Angelinskii sires carp in spring, a smaller proportion of neutrophils in leukoformule is indicated due to stab forms, with a tendency to the reducing of the content of lysosomal cationic protein in blood neutrophils. In Angelinskii carp of all ages regardless of the year season, a high metabolic rate is indicated (according to measurements AST, albumin and serum triacylglycerols). According to the authors, Angelinskii carp may be used in breeding for improving breeds.

Keywords: carp, breeding, breeds, immune status, rubella, hematologic, cytochemical, biochemical indicators

Problemy biologii productivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2015, 3: 39-47

Поступило в редакцию: 04.03.2015

Получено после доработки: 26.03.2015

Пронина Галина Иозеповна, д.б.н., в.н.с., т. 8 (903) 1736247; gidrobiont4@yandex.ru;
Корягина Наталья Юрьевна, к.б.н., с.н.с., т. 8 (903) 1736249; natalykoryagin@yandex.ru
Ревякин Артем Олегович, к.б.н., зав. лаб., т. 8 (903) 1726004, ar_info@mail.ru.