

Сравнительная физиологическая оценка производителей карпа и сома обыкновенного

Г.И. Прони́на, к.в.н., А.Б. Петрушин, к.с.-х.н., Всероссийский НИИ ирригационного рыбководства

Выращивание сома обыкновенного в условиях карповых рыбоводных хозяйств — перспективное направление аквакультуры.

Воспроизводство рыб и их физиологическое состояние зависят от условий среды, особенно от температуры, типа и уровня кормления [1–5].

Поэтому для совершенствования технологии совместного выращивания карпа (*Cyprinus carpio* L.) и сома обыкновенного (*Silurus glanis* L.), для ведения селекционной работы с производителями и ремонтом рыб необходимо более полно изучить физиологию и выявить особенности их метаболизма и функционального состояния органов и систем (в частности, иммунной системы).

Гематологические показатели играют огромную роль как при доместикации, так и при селекции рыб, позволяя вести отбор не только на продуктивный рост, но и на жизнеспособность.

Морфологическая картина крови очень многообразна. Это проявляется в составе и соотношении зрелых и ювенильных форм клеток, что зависит от вида рыб и условий их жизни. Прежде всего необходимо отметить общебиологическую закономерность в изменении показателей крови в зависимости от сезона (до зимовки и после). Как правило, процесс эритропоэза и лейкопоэза затормаживается осенью и возрастает весной. Кроме того, гематологические показатели младшего ремонта значительно отличаются от таковых у созревающих производителей [6].

В многочисленных исследованиях показаны половые различия метаболизма рыб. Отмечено, что активность кислой фосфатазы и ДНК-азы в мышцах половозрелых самок сига (*Coregonus lavaretus* L.) ниже, чем у самцов [7]. Обнаружен половой диморфизм в содержании гонадальных стероидов в плазме крови карпа, большеротого буффало, белого толстолобика и канального сома. Перед размножением у самцов концен-

трация андрогенов выше, а эстрогенов ниже, чем у самок, в то время как уровни прогестинов существенно не различаются. Исключение составляет лишь белый толстолобик, у которого не выявлены половые различия в содержании андрогенов. Половые различия в содержании гонадальных гормонов в онтогенезе карпа начинают выявляться на втором году жизни и сохраняются на всех последующих этапах индивидуального развития. В плазме крови карпа выявлен белок, специфически связывающий андрогены, эстрогены, прогестины и менее активно — глюкокортикоиды [8].

Среди факторов врождённого иммунитета особое место занимает бактерицидная активность тканей и жидкостей организма, обусловленная комплексным действием лизоцима, комплемента, пропердина. Лизоцим оказывает выраженное бактерицидное или бактериостатическое действие на многие болезнетворные микробы, такие, как стрептококки, стафилококки, тифозную, паратифозную, дизентерийную и кишечную палочки, холерный вибрион и др. По данным В.И. Лукьяненко [9], содержание лизоцима в органах карпа значительно ниже, чем у сома обыкновенного (табл. 1). При этом у самцов сома обыкновенного лизоцима в почках, печени и селезёнке несколько больше, чем у самок. Аналогичная закономерность отмечена и для сывороточного лизоцима.

Данные различия содержания лизоцима автор объясняет необходимостью сильной антибактериальной защиты хищных рыб, поедающих ослабленную или больную жертву. Кроме того, высокая бактериальная активность тканей может быть вредна для мирного карпа из-за ослабления бактериальной микрофлоры кишечника.

Фагоцитоз (наиболее древний фактор врождённого иммунитета) на данный момент у рыб изучен недостаточно. Всё вышеизложенное послужило основой для проведения настоящих исследований.

1. Распределение лизоцима в органах рыб, γ/г

Орган	Карп	Сом
Почки	2,9±0,4	83,3±3,8
Селезёнка	1,48±0,17	15,2±1,2
Печень	0,74±0,12	4,9±0,3

Материалы и методы. В работе изучена физиология производителей карпа и сома обыкновенного в условиях племенного хозяйства СПРХ «Киря», Чувашия (2-я зона рыбоводства). Исследовали по десять особей каждого вида рыб.

Кровь у рыб отбирали из хвостовой вены, соблюдая правила асептики. Гематологические показатели определяли общепринятыми методами: дифференциальный подсчёт лейкоцитов и эритропоэз – в окрашенных по Паппенгейму мазках периферической крови. Биохимию сыворотки крови осуществляли на анализаторе Chem Well Awareness Technology с использованием реактивов VITAL.

Результаты исследований. По полученным весной (май) данным, эритропоэз у всех изучаемых рыб был на достаточном уровне, различия по полу незначительные (табл. 2). У самок карпа присутствуют бластные формы лейкоцитов: миелобласты – у чешуйчатых, промиелоциты – у зеркальных. Доля миелоцитов больше у сома, чем у карпа. Несмотря на видовые особенности, полученные данные согласуются с общебиологической закономерностью: усиление гемопоэза весной и затухание осенью. Относительное количество нейтрофилов несколько выше у самок всех групп рыб по сравнению с самцами, моноцитов – ниже. Созревание гонад самцов сопровождается выбросом половых продуктов

и отмиранием клеток, в фагоцитозе которых участвуют макрофаги (моноциты). У самок накапливаются токсичные продукты межклеточного обмена, в нейтрализации которых участвуют микрофаги (нейтрофилы). У сомов отсутствуют эозинофилы, базофилы (небольшой процент) есть только у самцов.

Фагоцитарная активность нейтрофилов по среднему цитохимическому коэффициенту (СЦК) у сома обыкновенного ниже, чем у карпа. У самцов различия достоверны ($p < 0,05$). Вероятно, это связано с большими энергетическими затратами сома обыкновенного, ведущего хищный образ жизни.

Биологические особенности производителей карпа и сома обыкновенного нашли отражение в целом ряде биохимических показателей их сыворотки крови.

Отмечено значительное снижение активности креатинкиназы (КК) у самцов по сравнению с самками сома обыкновенного (табл. 3). КК – цитозольный и митохондриальный фермент, который функционирует в клетках многих тканей и катализирует обратимый перенос фосфатного остатка между АТФ и креатином с образованием АДФ и креатинфосфата. Фермент поставляет энергию для мышечного сокращения. Такое снижение может быть связано со снижением проницаемости клеточных мембран, обусловленным созреванием гонад (более ранним, чем у других изучаемых рыб). Уровень данного фермента у карпов (как самцов, так и самок) был достаточно высоким.

Продукты белкового обмена (мочевая кислота) более чем в два раза выше у самцов карпа, чем у сома обыкновенного, и у самцов выше, чем

2. Сравнительная оценка гематологических показателей производителей двух видов рыб. Чувашская Республика (2-я зона рыбоводства)

Показатель	Карп				Сом обыкновенный	
	чешуйчатый		зеркальный		самцы	самки
	самцы	самки	самцы	самки		
Эритропоэз, %						
Гемоцитобласты, эритробласты	0,5±0,29	1,3±0,25	1,2±0,20	0,8±0,20	0,7±0,41	–
Нормобласты	2,3±0,48	3,3±0,63	2,4±0,25	2,4±0,25	2,7±0,41	3,0±1,41
Базофильные эритроциты	6,7±1,25	6,9±1,78	5,4±1,69	5,2±1,24	11,7±4,0	7,5±0,71
Сумма зрелых и полихромаатофильных эритроцитов	90,5±1,32	88,5±2,06	91,0±1,73	91,6±1,4	85,0±4,42	89,5±2,12
Лейкоцитарная формула, %						
Миелобласты	–	0,5±0,29	–	–	–	–
Промиелоциты	–	–	–	0,6±0,4	–	–
Миелоциты	–	–	0,2±0,2	–	0,5±0,35	1,0±0,35
Метамиелоциты	2,5±0,29	2,5±0,65	2,8±1,24	1,8±0,58	3,0±1,41	3,5±0,71
Палочкоядерные нейтрофилы	2,8±1,11	4,0±0,41	2,8±0,73	1,2±0,58	0,7±0,82	1,5±2,12
Сегментоядерные	3,0±1,35	2,3±1,03	3,2±1,16	4,4±1,91	4,3±0,82	4,5±2,12
Всего нейтрофилов	5,8±1,44	6,3±1,03	3,2±1,16	4,4±1,91	5,0±1,41	6,0±4,24
Эозинофилы	0,3±0,25	0,3±0,25	6,0±1,14	5,6±1,63	–	–
Базофилы	0,3±0,25	0,3±0,25	0,8±0,20	0,4±0,25	0,3±0,41	–
Моноциты	4,5±0,50	2,8±0,75	5,0±0,95	4,6±1,03	3,3±2,04	2,5±0,71
Лимфоциты	86,75±1,65	88,0±1,47	85,2±1,71	86,8±1,93	88,3±2,27	87,0±2,83
Фагоцитарная активность						
СЦК	1,77±0,18	2,06±0,98	1,90±0,08	1,98±0,13	1,29±0,15	1,72±0,51

3. Биохимическая характеристика производителей рыб (четырёхгодовики)

Показатель	Карп				Сом	
	чешуйчатый		зеркальный		самцы	самки
	самцы	самки	самцы	самки		
Масса тела, г	2383±98,0	2750±207,8	2643±178,4	2460±140,0	3340±120,4	3516±392,3
Длина тела, см	48,0±0,45	50,4±1,27	50,3±0,78	46,8±1,79	77,1±1,15	74,6±2,1
АЛГ, ед/л	40,2±10,5	41,3±12,2	37,9±3,6	36,2±2,1	44,8±4,4	66,2
АСТ, ед/л	164,2±13,2	133,4±39,6	155,9±6,1	145,9±3,3	402,0±12,1	415,7
ГГТ, ед/л	13,5±0,3	20,9±10,5	31,6±7,9	14,2±3,4	23,5±9,0	12,0±9,2
Глюкоза, ммоль/л	3,55±1,25	4,5±1,1	5,8±0,59	1,9±1,04	4,4±0,7	4,0±1,1
КК, ед/л	3896±62,7	3877±160,6	3975±105,9	3852±200,3	760±386,7	3117±326,9
Креатинин, мкмоль/л	–	22,3±6,5	6,5±3,2	5,7±5,7	7,6±4,7	17,1
ЛДГ, ед/л	862±194,3	816±329,3	951±95,6	986±331,3	–	–
Лактатат, мг/дл	66,9±7,5	68,5±5,7	73,9±8,7	33,6±6,4	17,4±6,6	28,4±7,0
Мочевая кислота, мкмоль/л	282,7±15,9	176,1±13,1	282,6±40,6	195,3±80,3	136,9±56,5	101,2
ЩФ, ед/л	25,5±1,5	17,5±0,5	66,0±4,6	12,0±6,43	29,0±20,8	12,5±13,4
Альбумин, г/дл	11,45±3,35	9,1±1,7	10,2±0,2	10,6±0,35	16,6±0,8	22,7±3,3
Амилаза, ед/л	8,65±3,35	18,0±10,9	9,0±2,36	14,1±6,71	39,3±23,8	12,7±14,1
Мочевина, мг/дл	8,2±2,7	9,6±3,2	9,7±1,4	11,5±2,2	3,2±0	2,2±0
Общий белок, г/л	26,8±6,4	22,3±1,7	25,7±0,8	21,6±1,9	38,7±4,3	37,8±4,4
Панкреатическая амилаза, ед/л	11,8±3,95	3,6±1,45	9,2±8,19	14,5±9,82	27,3±8,2	12,8±15,1
Триглицериды, мг/дл	123,5±41,5	105,0±32,0	86,3±13,8	107,3±20,0	48,7±6,0	157,5±14,9
Холестерин, мг/дл	108,5±11,6	118,3±21,3	122,9±7,77	96,2±1,94	174,8±5,8	187,1

у самок. Очевидно, что у самцов интенсивнее идёт белковый обмен.

Активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) у сомов примерно в 3 раза выше, чем у карпов (достоверность самцов сома обыкновенного по сравнению с самцами карпа чешуйчатой линии составила $t = 13,3$). Биологическая роль АСТ заключается в их участии в процессе трансминирования, имеющем важнейшее значение для энергетического обмена. Установлено, что любые состояния, требующие срочной мобилизации компонентов белка для покрытия энергетических нужд организма (недостаточное или несбалансированное питание, все виды стресса и т.п.), связаны с адаптивным, гормонально-стимулируемым биосинтезом этого фермента. Полученные результаты эксперимента свидетельствуют о большей стрессоустойчивости сома обыкновенного, чем карпа.

Таким образом, проведённые исследования позволили выявить видовые особенности и половые различия физиологии производителей двух видов рыб: мирного карпа и хищника – сома обыкновенного. Сом обладает большей подвижностью и созревает несколько позже карпа. Поэтому отмечены следующие различия метаболизма изучаемых рыб:

1. В весенний период при созревании гонад интенсивно протекает эритропоэз у всех изучаемых рыб; у самок карпа более значительный лейкопоэз по сравнению с самцами карпа и производителями сома обыкновенного (в крови присутствуют бластные формы лейкоцитов).

2. Цитохимические исследования показали, что потенциальная фагоцитарная активность нейтрофилов периферической крови карпа выше, чем сома обыкновенного. На этом основании и учитывая то, что сыворотка крови сома обладает значительной бактерицидной активностью, мож-

но предположить, что он, являясь хищником, находится на более высокой стадии эволюционного развития по сравнению с карпом.

3. Активность аспартатаминотрансферазы (АСТ) у сомов примерно в три раза выше, чем у карпов, что свидетельствует о большей стрессоустойчивости сома обыкновенного.

4. Снижение активности креатинкиназы у самцов сома по сравнению с самками, возможно, обусловлено созреванием гонад (более ранним, чем у других изучаемых рыб).

Полученные результаты позволяют использовать физиолого-биохимические показатели производителей карпа и сома обыкновенного в качестве научно-обоснованных нормативов при отборе и подборе, а также корректировать селекционный процесс с учётом особенностей физиологии производителей разных видов совместно выращиваемых рыб.

Литература

1. Богерук А.К., Маслова Н.И. Рыбоводно-биологическая оценка продуктивных качеств племенных рыб. М.: ФГНУ Росинформротех, 2002. 188 с.
2. Ведемейер Г.А., Мейер Ф.П., Смит Л. Стресс и болезни рыб: пер. с англ. М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. 128 с.
3. Мартышев Ф.Г., Маслова Н.И., Кудряшова Ю.В. Влияние плотности посадки и кормления на биологические и хозяйственно-полезные особенности карпов-производителей // Известия ТСХА. 1974. Вып. 5. С. 171–180.
4. Маслова Н.И., Серветник Г.Е. Биологические основы товарного рыбоводства РАСХН. М., 2003. 199 с.
5. Романенко В.Д. Эколого-физиологические основы тепловодного рыбоводства. Киев: Наукова думка, 1983. 140 с.
6. Маслова Н.И., Пронина Г.И. Роль физиологических исследований в селекции рыб // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: сб. науч. тр. ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. М.: Изд-во РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2010. С. 276–292.
7. Высоцкая Р.У., Такшеев С.А., Савосин Д.С. и др. Активность лизосомальных ферментов в органах сигов из северных водоёмов с разной степенью антропогенной трансформации // Мат. III Междунар. конф. с элементами школы для молодых учёных, аспирантов и студентов. Петрозаводск, 2010. С. 24–26.
8. Годович П.Л. Эндокринные функции гонад карпа и некоторых других хозяйственно-ценных видов рыб: дисс. ... канд. биол. наук. М., 1985. 206 с.
9. Лукьяненко В.И. Иммунобиология рыб: врождённый иммунитет. М.: Агропромиздат, 1989. 271 с.