

Н.И.Маслова, доктор биологических наук
А.Б.Петрушин, кандидат сельскохозяйственных наук
Г.И.Пронина, кандидат ветеринарных наук

Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства
E-mail: gidrobot4@yandex.ru

УДК 639.3.57.577

Изучение адаптационных систем сома обыкновенного

Использование результатов изучения адаптационных возможностей сома обыкновенного позволит в ранние сроки внедрить данный вид в прудовую поликультуру.

Ключевые слова: сом обыкновенный (*Silurus glanis* L.), стресс-факторы, адаптация, domestикация, метаболизм, циклические нуклеотиды: аденозинмонофосфат (цАМФ), гуанозинмонофосфат (цГМФ)

АДАПТАЦИЯ – совокупность морфофизиологических, поведенческих особенностей данного биологического вида, обеспечивающая возможность специфического образа жизни в определенных условиях внешней среды. Ею называют также сам процесс выработки приспособлений организмов к условиям их существования.

В рыбоводных хозяйствах рыбы подвергаются воздействию многих факторов (в том числе стрессовых), неизбежных в технологическом процессе выращивания и обусловленных хозяйственной деятельностью человека.

Стресс – это состояние организма, вызванного влиянием окружающей среды [3]. При domestикации (одомашнивании) стресс-факторы оказывают длительное воздействие. У хищных зверей (песцов, лисиц, сурков) при этом отмечено снижение энергетических затрат, сокращение нагрузки на сердечно-сосудистую и дыхательную системы [1, 5].

В domestикации сомов факторы, воздействующие на организм, имеют ту же природу. Несмотря на длительное использование обыкновенного сома в прудовой поликультуре, его изучение построено на коротких циклах существования в новых условиях. В литературе имеется много сведений о биологии его размножения, питания в естественном ареале, получении и подращивании молоди. Проведены серьезные работы по изучению гистоструктуры яичников и гонад, а также состояния хромосомного аппарата. Однако это может служить оценкой только биологии сома, но не изменчивости его обмена веществ при длительном процессе одомашнивания.

Поведенческая реакция рыб регулируется, в основном, тремя видами: фото-, акустическая и хеморецепция. Первая характерна для рыб с хищным типом питания.

Фоторецепторы – светочувствительные и световоспринимающие образования, способные генерировать физиологический сигнал в ответ на поглощение квантов света.

Эпифиз – шишковидная или пинеальная железа, конусовидный вырост крыши промежуточного мозга, входит в гипоталамо-гипофизарную систему или нейроэндокринный комплекс. Пиелоциты эпифиза вырабатывают и поставляют в кровеносное русло серотонин, мелатонин и другие вещества в зависимости от степени освещенности или фотопериода.

Фотопериодизм – реакция организмов на суточный ритм освещения, то есть на соотношение светлого (длина дня) и темного (длина ночи) периодов суток, выражающаяся в изменении процессов роста и раз-

Using the results of studying the adaptation opportunities in common catfish allows for early extension of that species into pond policulture.

Key words: common catfish (*Silurus glanis* L.), stress factors, adaptation, domestication, metabolism, cyclic nucleotides, adenosine monophosphate (цАМФ), guanosine monophosphate (цГМФ)

вития. Он генетически обусловлен и связан с биологическими ритмами.

В стрессовых условиях у рыб нарушается гормональная деятельность – изменяется содержание катехоламинов и кортикостероидов (стрессовых гормонов). У различных лососевых – прямо пропорционально физическим и химическим воздействиям [3, 8].

Завершающие события многообразных приспособительных реакций организма протекают в клетках – конечном звене организменной адаптации, поэтому важно изучить внутриклеточные регуляторные системы.

Циклические нуклеотиды (их фосфатный остаток связан с рибозой) – уникальные регуляторы внутриклеточного метаболизма. Аденозинмонофосфат (цАМФ) регулирует множество процессов: синтез и гидролиз гликогена в печени, кроветворение, состояние иммунитета, клеточную проницаемость, мышечные сокращения, секрецию гормонов, транскрипцию, трансляцию и др. Механизм действия цАМФ в клетке связан с его активацией зависимых протеинкиназ (ПК) и по существу сводится к фосфорилированию специфических белков, в том числе ферментов, что приводит к изменению их активности и соответствующим функциям клетки.

Исследования В.В.Богдан и В.С.Михеева [2] проводили на годовиках карпа, у которых стресс-фактором служили травмы разного порядка при пересадке в зимовалы. При анализе печени и мышц травмированных рыб отмечено увеличение степени насыщенности фосфолипидов за счет производных линоленового ряда, что может привести к изменению подвижности мембран и их дестабилизации. Уменьшение количества фосфолипидов сопровождалось снижением концентрации циклического аденозинмонофосфата (цАМФ) и увеличением циклического гуанозинмонофосфата (цГМФ).

Повышение уровня цАМФ – первая ответная реакция организма, она отражает напряжение адренэргических механизмов.

Стрессовые гормоны (у рыб – адреналин и кортизол) через циклические нуклеотиды вызывают изменения в липидном обмене. Нарушения обмена липидов, его фосфолипидного состава находят отражение в модификации активности фермента аденилатциклазы, а, следовательно, всей циклазной системы [4].

ЦАМФ регулирует функциональную, а цГМФ – пластическую активность клеток [7]. Биосинтез и секреция кортикостероидов зависят от адренокортикотропного гормона (АКТГ). Их секреция увеличивается под влиянием неблагоприятных воздействий

(стресс) и таким образом обеспечивает адаптацию организма к изменяющимся условиям среды.

Концентрация АТФ, АДФ, АМФ (аденозинфосфорные кислоты) в клетке поддерживается в норме на постоянном уровне. Соотношение этих кислот, характеризующее энергетический заряд и отражающее физиологическое состояние клетки, – фактор, обеспечивающий регуляцию метаболизма и связь между АТФ-производящими и АТФ-использующими процессами. Поскольку нуклеотидциклическая система – одна из основных специализированных, осуществляющих связь клеток с внешним миром, то, очевидно, биохимические изменения у рыб, вызываемые стрессовыми гормонами, опосредуются циклическими нуклеотидами и обуславливают адаптацию организма к новым условиям среды.

Данная работа посвящена проблеме установления изменений в обмене веществ у сомов, разводимых в прудовых условиях в течение трех поколений.

Материалы и методы

Адаптацию сомов оценивали по показателям роста самцов и самок, а также биохимических индикаторов: альбумина, глюкозы, лактата, креатинкиназы, холестерина, мочевины.

Чтобы охарактеризовать физиологию кроветворения, взяли количественные относительные показатели зрелых и полихроматофильных эритроцитов, а резервы защиты организма оценивали по среднему цитохимическому коэффициенту (СЦК) содержания катионного белка в лизосомах нейтрофилов, отражающему фагоцитарную активность данных клеток крови.

Сомов выращивают в рыбхозах “Флора” и “Ергенинский” (Волгоградская область), расположенных в пятой зоне рыбоводства с суммой эффективных температур 2265...2955 градусо-дней и естественной рыбопродуктивностью 220 кг/га; р/х “Киря” (р. Чувашия) – вторая зона рыбоводства, имеет сумму тепла от 1294 до 1829 градусо-дней при естественной рыбопродуктивности 120 кг/га. Средняя величина вегетационного периода в пятой зоне – 121...135, во второй – 76...90 дн.

Выращивали рыб в сходных параметрах глубины и дна, плотности посадки 100...150 шт/га. Отличительные особенности – более длительный фотопериод в Волгоградской области и более короткий в Чувашии. В р/х “Флора” оборудована площадка с укрытиями в виде отрезков труб (диаметром 40...60 см) и кормовыми местами. Кормили сомов весь вегетационный период подготовленными изрубленными отходами птицы, животных, то есть белковой пищей. В Чувашии сомы жили в условиях, приближенных к естественным, где пища добывается в поиске, с затратой энергии.

Двухлетков сома в рыбхозе “Флора” содержали в сравнительно сходных условиях двух прудов, с укрытием в одном из них. В пруду без укрытий даже при обилии пищи рост рыбы составил 400, в пруду с укрытиями – 800 г.

В условиях рыбхозов “Киря” и “Двенди” сомов кормили сорной рыбой (в том числе мелкими карасями), в то время как в рыбхозе “Флора” доступность кормов была намного больше.

Результаты

Сравнительная оценка роста трехгодовиков в рыбхозах “Киря” и “Флора” показала, что рост сомов

в р/х “Киря” превышает таковой в р/х “Флора” на 37,9 %. Перевезенные из Волгоградской области в Московскую и выращиваемые в течение двух лет, сомы имели преимущество в росте на 15 %.

Различия в росте обусловлены также неодинаковым фотопериодом (количеством дней с активным солнечным потоком). Значит, можно говорить о различной активности гипоталамо-гипофизарной системы. В частности, при недостатке света в клетках гипофиза вырабатывается мелатонин (нейрогормон), вызывающий задержку полового развития, усиление пластического роста, а при высоком световом режиме – серотонин (гормон-посредник) участвует в терморегуляции и стимуляции образования лютеинизирующей и стероидных гормонов. Кроме того, серотонин образовывался из незаменимой аминокислоты триптофан, благодаря которой в организм животных поступают белки. Следовательно, температура, количество и качество пищи, фотопериод – основные факторы, обуславливающие рост и развитие сомов.

Созревание рыб, как правило, сдерживает пластический обмен, поскольку на развитие половых продуктов требуется большое количество питательных веществ. У сомов в естественных условиях самцы имеют большую массу тела, нежели самки. Это связано с тем, что на построение гонад у самок тратится 8 % поступающих питательных веществ, а у самцов – только 0,5 %.

В прудовых условиях при технологическом режиме с доступными кормами (без больших затрат на добычу) ситуация резко меняется.

В рыбхозе “Флора” самки имеют большую массу, чем самцы, а в рыбхозе “Киря”, наоборот, – самцы превышают по массе самок (табл. 1).

В рыбхозе “Ергенинский” два года взрослые сомы не нерестились из-за нехватки кормов и фотопериода перед нерестом (содержались в бассейнах инкубатора около месяца). При изменении режима выдерживания (кормление и содержание в открытых прудах) нерест был дружный, выход на самку составил 12 тыс. подрощенных (около 30 дн.) мальков сома.

Представленные в табл. 2 данные позволяют выявить основные звенья, влияющие на системы адаптации сомов в прудовых условиях при разных режимах выращивания.

Так, у самцов и самок из р/х “Киря” уровень альбумина в сыворотке крови превышает таковой у рыб

Таблица 1

Возраст рыб	Рыбоводное хозяйство	Масса тела сома, кг	
		самки	самцы
Четырехлетки	“Флора”	2,03	
	“Киря”	2,80	
	“Двенди” (Московская обл.)	2,30	
Производители – четырех-годовики	“Флора”	3,50±3,92	3,34±0,12
	“Киря”	4,54±0,97	4,36±0,31
	“Ергенинский”	4,15±0,05	3,60±0,25
		5,20±0,44	5,70±0,40

Примечание: четырехлетки взяты в среднем (внешне пол был неразличим), сомы из рыбхоза “Двенди” выращивали три года (завезены из Волгоградской области)

Таблица. 2

Показатель	Биохимическая характеристика сома (четырёхгодовики) в рыбхозе			
	«Флора»		«Киря»	
	самцы	самки	самцы	самки
Масса, кг	3,34	3,50	2,63	2,50
Химический состав сыворотки крови				
Альбумин	12,2	13,7	16,6	22,7
%	40,8	43,65	42,8	60,0
Глюкоза, ммоль/л	7,4	8,1	4,4	4,0
Холестерин, мг/дл	133,7	107,1	174,8	187,1
Креатинкиназа, ед/л	527,4	1185,3	759,7	3117,1
Мочевина, мг/дл	5,5	6,8	3,2	2,2
Морфологические и физиологические параметры сыворотки крови				
Сумма зрелых и полихроматофильных эритроцитов, %	84,3	80,3	85,0	89,5
СЦК	1,8	1,9	1,29	1,72

из р/х «Флора» на 36,1(♂) – 65,6(♀) %, а уровень глюкозы у рыб из р/х «Флора» значительно выше, чем у сомов из р/х «Киря»: у самок – на 68,8 %, у самцов – в два раза.

Показатели фермента креатинкиназы у самок из р/х «Киря» превышают таковые из р/х «Флора», у которых уровень мочевины (конечный продукт обмена) выше на 71,8 % у самцов и в три раза – у самок.

Совокупность полученных данных может свидетельствовать о том, что в клетках организма сомов из р/х «Киря» более активирован гуанозинмонофосфат (ЦГМФ), а в клетках организма сомов из р/х «Флора» – аденозинмонофосфат (здесь более активно работают функциональные системы).

Пониженное содержание альбумина, холестерина и креатинкиназы характеризует другую направленность обмена веществ в сторону торможения пластического обмена.

Повышенное количество в сыворотке глюкозы – следствие ресинтеза гликогена в печени, а мочевины – результат более интенсивного распада белков (очевидно, мышечной системы) с целью переброски нужных аминокислот в формирующиеся гонады.

Характеризуя систему кроветворения, мы выделили только показатели эритропоэза – сумму зрелых эритроцитов. Так, у производителей из р/х «Флора» сумма этих клеток ниже, чем у сомов из р/х «Киря», что подтверждает большую активность системы ЦАМФ. Причем, разница в группах самцов незначительна, у самок она достаточно высокая (на 11,5 %).

Интересно отметить, что цитохимический коэффициент нейтрофилов у самок выше, чем у самцов, что еще раз подчеркивает большую устойчивость организма самок, по сравнению с самцами. При этом резервы защиты у самцов возрастают на 39,5 % при обильном питании.

Приведенные материалы свидетельствуют о том, что domestикация хищных рыб сопровождается значительными изменениями обмена веществ на клеточном уровне, а он зависит от температуры, фотопериода и условий достаточного или обильного кормления.

Неодинаковые изменения наблюдаются у самцов и самок, очевидно, это связано с общеизвестной разницей в системе обмена веществ разнополых особей.

Отсутствие данных о предпочтении потребления тех или иных кормов самками или самцами не позволяет определить влияние качества пищевых объектов на их пищеварительную систему.

Таким образом, знание изменчивости обмена веществ позволит domestцировать сомов в более короткие сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев Д.К. Теоретические основы и практические аспекты использования фотопериода при разведении пушных зверей//Световой фактор в повышении продуктивности пушных зверей.-М.: Колос, 1976.
2. Богдан В.В., Михкеева В.С. Изменение взаимоотношения между липидами и циклическими нуклеотидами у травмированных годовиков карпа при зимовке// Биохимия молоди пресноводных рыб.-Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985.
3. Ведемейер Г.А., Мейер Ф.П., Смит Л. Стресс и болезни рыб.-М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981.
4. Дорофеев Г.И., Кожемякин Л.А., Ивашкин В.Т. Циклические нуклеотиды и адаптация организма.-Л.: Наука, 1978.
5. Колдаева Е.М. Пушные звери клеточного разведения//Генетика и селекция.-М.: ФГУП Изд-во «Известия», 2004.
6. Михкеева В.С. Циклазная система и ее участие в адаптивных реакциях//Биохимия молоди пресноводных рыб.-Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985.
7. Hofmann F., Schultz Q. Regulation rellularer Funktion durch Proteinphosphorylierung – arzneimittel – Forach, 1980, 30, 11a.
8. Leach J., Taylor M. The role of cortisol in stress-induced metabolic changes in Fundulus heterocletus – Gen and Comp – Endocrinol, 1980, 42, № 2.

Рыбоводство