

ет 5.6 ± 0.09 нг/мл и варьировало в очень узких пределах – от 5.1 до 6.1 нг/мл. Такой высокий уровень тестостерона в большей степени характерен для самцов, тогда как нами исследованы самки. Средняя концентрация эстрадиола в крови составляет 51.7 ± 10.84 пк/мл, широко варьируя от 1.9 до 113.8 пк/мл. Этот гормон имеет наибольшую физиологическую активность, ускоряя протоплазматический рост ооцитов и формирование в них цитоплазматических включений (Федоров, 1997; Suzuki et al., 1988). По данным Грусловой (2004), в период вителлогенеза концентрация эстрадиола максимальна. Поскольку исследованные особи находились начальной фазе вителлогенеза, полагаем, что обнаруженный у них уровень эстрадиола понижен. Прогестерон был выявлен только у двух рыб (18%) в концентрации 1.6 ± 0.73 (0.0–3.9) нг/мл.

Такие разнонаправленные и, зачастую, нехарактерные данные по гонадотропинам и низкий уровень женских стероидных гормонов, вероятно, связаны с триплоидией изучаемых рыб, повлекшей нарушение механизма синтеза половых гормонов в организме. В литературе указывают на значительное снижение концентрации гонадотропных и стероидных гормонов в крови у триплоидных рыб по сравнению с диплоидными (Tiwarý et al., 2001). К тому же, гонадотропный статус у особей с близкими морфофизиологическими показателями может отличаться (Федоров, 1997), что согласуется с нашими данными. Не исключено, что полученная вариабельность в содержании половых и стероидных гормонов, связана с воздействием на радужную форель специфического климата южного Вьетнама, который отличается от естественного, например, фотопериодом, более высокой температурой воды, высокоротными условиями; возможно также влияние использованных кормов.

SOME BIOCHEMICAL PARAMETERS OF TWO-YEAR OLD TRIPLOID RAINBOW TROUT CULTIVATED IN SOUTH VIETNAM

E.V. Mikodina, E.V. Ganzha, E.D. Pavlov

VNIRO, Moscow, Russia
mikodina@vniro.ru

The biochemical parameters of blood serum for the first time in triploid rainbow trout from all-female stock were assessed. The fish at the age of 21 months were cultivated in the mountainous area of South Vietnam. The high levels of total protein, albumin, C-reactive protein, and glucose in blood serum were registered. The immune reactivity of four classes of immunoglobulins (A, M, G, and E) were determined. The content of FSH was measured, and LH was determined only in 64% of fishes. A high level of male steroid hormone, testosterone (that is usual only in males), extremely low content of progesterone (detected only in 18% of fishes), and almost normal concentration of estradiol were registered.

ВРЕМЕННЫЕ (ТЕМПОРАЛЬНЫЕ) ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕДЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ВКУСОВЫХ СВОЙСТВ ПИЩЕВЫХ ОБЪЕКТОВ У РЫБ С РАЗНЫМ ТИПОМ ПИТАНИЯ

Е.С. Михайлова¹, О.М.Исаева², А.О. Касумян¹

¹ МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
elena_mikhailova@mail.ru

² ФГНУ НИИЭРВ, Красноярск, Россия
olga-isa2@yandex.ru

Пищевое поведение рыб представляет собой последовательную цепь разнообразных двигательных актов и реакций, заканчивающуюся схватыванием пищевого объекта и оценкой его соответствия потребностям особи. В отличие от пищевого поиска, проявление которого изучено у большого числа видов, поведение тестирования рыбами объектов питания остается практически неисследованным. Известно, что большое значение в сенсорном обеспечении этого завершающего этапа пищевого поведения принадлежит внутриротовой вкусовой рецепции. Согласно имеющимся в литературе данным, рыбы часто принимают решение о заглатывании или об отказе от потребления схваченной добычи после многократных отверганий ее и повторных схватываний. Число повторных схватываний и длительность удержаний пищевого объекта во многом связаны с образом жизни

конкретного вида. В задачи настоящей работы входило изучить структуру поведенческого ответа рыб с разным типом питания на искусственные пищевые объекты с известными вкусовыми свойствами, выяснить его динамику и длительность отдельных поведенческих актов.

Эксперименты выполнены на 4 видах рыб: девятииглой колюшке *Gasterosteus aculeatus* (6–7 см), горчаке *Rhodeus sericeus amarus* (5 см), леще *Abramis brama* (7.5 см) и линне *Tinca tinca* (8–9 см). Рыб помещали в аквариумы поодиночке и обучали схватывать подаваемые поштучно гранулы, изготовленные из агар-агарового геля. В ходе каждого опыта в аквариум вносили 1 гранулу и регистрировали длительность реагирования рыбы (время от падения гранулы в воду и до первого ее схватывания), длительность всех последовательных удержаний гранулы и интервалов между схватываниями. Продолжительность событий регистрировали с точностью 0.1 сек с помощью компьютерной программы ВН-fish. Для каждого вида рыб были использованы гранулы, содержавшие аминокислоты, которые согласно нашим предварительным опытам, вызывали максимальное число повторных схватываний и потребление которых было близким к 50%. Для девятииглой колюшки таким веществом была аспарагиновая кислота (0.01 М), для леща – цистеин (0.1 М), линя и горчака – аланин (0.1 М). Всего выполнено 407 опытов с девятииглой колюшкой, 199 опытов с лещом, 110 с линем и 22 с горчаком.

В опытах рыбы всех исследованных видов схватывали тестируемые гранулы неоднократно, однако максимальное число таких схватываний оказалось разным. У леща в опытах было зафиксировано до 16 повторных схватываний, у девятииглой колюшки – 11, у линя и горчака – 6. В большинстве опытов число схватываний было меньше. Так, горчак чаще всего заглатывал или окончательно отказывался от потребления гранулы после одного схватывания, линь после 1–2, лещ – после 2–3, а колюшка – после 1–4 схватываний. Чем больше происходило повторных схватываний, тем более продолжительным был опыт. Для леща, горчака и девятииглой колюшки средняя продолжительность удержаний гранулы всегда была больше средней продолжительности интервалов между схватываниями, причем во всех случаях интервалы между схватываниями были короче предшествовавшего и последующего удержания гранулы. И лишь для линя периоды удержания гранул были значительно короче (2.72 с), чем интервалы между схватываниями (4.52 с). Для всех исследованных видов наиболее продолжительным было первое удержание гранулы, продолжительность последующих удержаний закономерно снижалась. Возможно, первое тестирование пищевого объекта может иметь особое значение в установлении его вкусовых качеств. Продолжительность интервалов между схватываниями варьирует гораздо слабее и остается примерно на одном уровне по мере прохождения опыта, какой либо отчетливой тенденции в изменении этого параметра не удается выявить ни у одного из исследованных видов рыб.

Продолжительность вкусового поведенческого ответа зависит и от итогового результата опыта, то есть, была ли, в конечном счете, гранула заглочена или отвергнута рыбой: при равном числе схватываний опыты с заглатыванием гранулы всегда более продолжительны, чем опыты, заканчивающиеся ее отверганием, однако это различие снижается с увеличением числа повторных схватываний. В тех случаях, когда гранула рыбами заглатывается, средняя продолжительность каждого удержания всегда больше, чем в опытах, завершающихся отверганием гранулы, различие уменьшается с каждым последующим схватыванием. В опытах, заканчивающихся отверганием, первое удержание у исследованных рыб значительно короче, чем в опытах, в которых гранула заглатывалась: у линя – в 3.5 раза, у девятииглой колюшки – в 3.9 раза, у леща и горчака – в 10 и 20 раз соответственно. Таким образом, по продолжительности уже первого удержания гранулы можно с большой долей вероятности прогнозировать закончится ли опыт заглатыванием гранулы или ее окончательным отверганием.

Достоверная связь между продолжительностью удержания гранулы и последующим интервалом между отверганием и следующим схватыванием гранулы не выявлена ни для одного вида рыб ни в случаях отвергания гранулы, ни в случаях ее заглатывания. Обнаружено также, что в опытах, заканчивающихся отверганием, период реагирования рыб на упавшую в воду гранулу, т. е. промежуток времени от подачи гранулы до ее первого схватывания рыбой, более продолжительный. Так, для леща эта величина превышала 6 сек и была почти в 2 раза выше, чем в опытах, заканчивающихся заглатыванием гранулы, а для девятииглой колюшки составила почти 3 сек и превышала аналогичную величину в опытах с потреблением гранулы в 3 раза. Возможно, быстрота реагирования на гранулу связана с физиологическим состоянием подопытных особей и отражает их пищевую мотивацию, влияющую на проявление рыбами вкусового ответа.

Таким образом, исследованные рыбы принимают окончательное решение о заглатывании или отвергании объекта после нескольких его тестирований с помощью внутриротовых рецепторов. Чем больше число таких повторных апробаций, тем длительнее в целом вкусовой ответ. Это в полной мере относится к опытам, завершившимся заглатыванием гранулы и к опытам, в которых гранула в итоге была рыбой отвергнута. Продолжительность вкусового ответа в последнем случае значительно короче, прежде всего из-за менее длительных периодов удержания гранулы в ротовой полости. Продолжительность удержания гранулы быстро и закономерно снижается с каждым последующим схватыванием, тогда как интервалы между схватываниями изменяются менее существенно. Следовательно, время, затрачиваемое рыбами на оценку вкусовых качеств схваченного пищевого объекта, последовательно уменьшается с каждым повторным его схватыванием.

Одной из интереснейших задач физиологии вкуса в настоящее время является выяснение количества времени, требуемого на проявление реакции. У девятииглой колюшки и линя длительность удержания гранулы во рту часто составляет менее 1 сек, а в отдельных опытах – менее 0.5 сек. Это время затрачивается на реализацию целого комплекса процессов – рецепцию содержащегося в грануле вкусового вещества, передачу полученной информации во вкусовые центры и ее обработку, формирование и осуществление одного из возможных поведенческих сценариев: заглатывание гранулы, отвергание гранулы с целью последующего ее схватывания, окончательное отвергание гранулы. Согласно имеющимся литературным данным, большая часть этого времени затрачивается на обработку информации в мозговых центрах и формирование соответствующего поведенческого ответа.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект 10-04-00349) и Программы «Ведущие научные школы» НШ-186.208.4.

TEMPORAL CHARACTERISTICS FOR FLAVORED PELLET TESTING BEHAVIOR IN FISH WITH DIFFERENT FEEDING

E.S. Mikhailova¹, O.M. Isaeva², A.O. Kasumyan¹

¹ Moscow State University, Moscow, Russia
elena_mikhailova@mail.ru.

² Federal State Research Institution ‘Institute of Ecology of Fishery Water Bodies’, Krasnoyarsk, Russia
olga-isa2@yandex.ru.

Fish make several repeated tests (grasping-retention-rejection) for the final decision about swallowing or rejection a food object (agar-agar pellets flavored with free amino acids). The response on flavored pellets was studied for ninespined stickleback *Gasterosteus aculeatus*, european bitterling *Rhodeus sericeus amarus*, bream *Abramis brama* and tench *Tinca tinca*. It was found that number of repeated tests reaches up to 16 in bream, 11 in stickleback, and 6 in both bitterling and tench. The more repeated tests, the longer the pellet testing. For all species, except a tench, the first retention of pellet was longest; duration of the subsequent pellet keepings naturally decreases from the first grasp to the last one. Duration of intervals between keepings was shorter than pellet retention time, had low variability and remains approximately at the same level during the experiment.

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ НЕКОТОРЫХ ПРЕСНОВОДНЫХ ВИДОВ РЫБ ИЗ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.А. Морозов, Г.М. Чуйко

Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
пос. Борок Ярославской обл., Россия
morozov@ibiw.yaroslavl.ru

В основе повреждающего действия большинства внешних факторов в организме животных на молекулярно-клеточном уровне лежит избыточное образование активных форм кислорода (АФК). В результате чего в клетке развивается окислительный стресс (ОС). Один из показате-