

В июле в семенниках горбуши деление сперматогоний полностью закончилось и сперматозоиды 1-го и 2-го порядков образовывали значительные скопления. Содержание воды в семенниках горбуши во все годы исследований находилось на более высоком уровне до 87,1%, в отличие от содержания воды в мышцах (75,3%), жирность семенников всегда была незначительна – не более 2%. Содержание большого количества воды необходимо для увеличения подвижности спермиев в созревающих семенниках.

Особенностью развития ооцитов в яичниках созревающих самок кеты и нерки является интенсивный процесс накопления жира и желтка в центральной (околоядерной) зоне плазмы ооцитов. Энергия, аккумулированная в мышцах созревающих самок по мере нагула постепенно перераспределялась в гонады, что обуславливало более высокий уровень обменных процессов, протекавших в развивающихся яичниках. Содержание жира в мышцах таких самок кеты и нерки снижалось в среднем от 8,9% в мае до 6,5% в августе.

В соотношении химических компонентов в гонадах самцов кеты и нерки происходило увеличение доли относительного количества воды и степени обводнения белков от мая к августу. Содержание воды в гонадах изменялось в среднем от 75,67% (в мае) до 85,25% (в августе).

В период анадромных миграций происходило перераспределение энергетических веществ в организме созревающих горбуши, нерки и кеты. У самок процесс созревания половых желез требовал накопления жира в ооцитах. У самцов при созревании увеличивалось содержание воды в семенниках. Данные процессы в начале анадромных миграций (май, июнь) были выражены слабо, и значительно увеличивались к концу миграции (июль, август) при подходах к нерестовым рекам.

Особь горбуши продолжали активно питаться, когда процесс созревания гонад подходил к завершению, поэтому жиронакопление в мышцах и гонадах самок и самцов горбуши протекало синхронно. Горбуша заходила в реки с уже вполне созревшими гонадами, готовыми к вымету икры и молок, в то время, как дозревание половых желез у кеты и нерки продолжалось в пресной воде.

THE DESCRIPTION OF PHYSIOLOGICAL CONDITION OF MATURATING SALMONS IN THE PERIOD OF ANADROMOUS MIGRATIONS

S.B. Gorodovskaya, V.I. Shershneva

Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia
bonk.t.v@kamniro.ru

Basing on the complex analysis of biochemical and histological research data about the gonads and muscles of maturing pink, chum and sockeye salmon, we have demonstrated lipid accumulation in oocytes in the course of energy redistribution in female bodies in the period of anadromous migrations, and hence reduction of the lipids in muscles. As for the male gonads, the amount of water has been increased there and proteins have been more water saturated from May to August (from 75,67 to 85,25%). Pink salmon individuals use to feed actively, when the process of gonad maturation comes to finish, that is why the lipid accumulation in the muscles and gonads of females and males is parallel.

РЕГУЛЯТОРНАЯ РОЛЬ МЕТАЛЛОВ В АДАПТАЦИИ ГИДРОБИОНТОВ: ЭВОЛЮЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В.В. Грубинко

Тернопольский педагогический университет им. В. Гнатюка, Тернополь, Украина
v.grubinko2@yahoo.com

Металлы могут активировать метаболизм, ингибировать его или быть нейтральными в зависимости от природы, концентрации и формы его нахождения во внешней среде и организме. Присутствие металлов в количествах, превышающий физиологический уровень (аккумуляция), нарушает жизнедеятельность клеток. Вместе с тем, для разных организмов они имеют разные уровни (порог) токсичности и пролонгированные экотоксикологические эффекты. Поэтому нами

сравнены видовые закономерности адаптации к тяжелым металлам организмов разных видов в связи с эволюционным положением, физиологией, средой жизнедеятельности и экологическими функциями.

Исследовали представителей водной среды обитания – водоросли, рыбы и амфибии, а для сравнения также птиц (перепелка) и грызунов (мыши, крысы) – термодинамически более закрытые, чем водные организмы, и потенциально более стойкие к факторам среды, но характеризуются большей способностью аккумулировать токсиканты в силу специфики функционирования системы выделения.

Процессы, происходящие в системе «среда ↔ металл ↔ организм», включают: проникновение металла в клетки → их молекулярное связывание метаболитами и специфическими переносчиками → транспорт и распределение в клетках, тканях, органах → аккумуляция → выведение. Баланс в этой системе определяется метаболической потребностью в металле и аккумуляцией, а при невозможности организма контролировать необходимый его концентрационный уровень (дезадаптация) – определяет токсичность металла.

Проникновение осуществляется через сайты связывания на поверхности клеток с последующим превращением веществ, с которыми те взаимодействуют, вызывая цепь повреждений и адаптивных структурно-функциональных реакций (Грубинко, Гандзюра, 2008). При этом критической стадией является проникновение токсиканта через мембраны клеток и структурно-функциональная сопротивляемость (первичная детоксикация) на мембранном уровне. Нами экспериментально показано, что поглощение ионов меди, цинка, марганца и свинца клетками водорослей и рыб является регулируемым и концентрационнозависимым процессом. Последовательность проникновения тяжелых металлов в клетку такая: 1) иммобилизация металла мембранным металлотиюнеином; 2) проникновения в плазмалемму через липидный бислой; 3) связывание металла в комплексы с метаболитами в цитоплазме; 4) компартментация металл-органических соединений в субклеточных структурах; 5) обратный активный транспорт.

Установлено, что проникновение ионов меди, цинка, марганца и свинца через мембрану клеток у водорослей и в жабры рыб осуществляется с помощью двух типов транспорта: с высоким сродством с максимумом поглощения при 0,05–0,1 мг/дм³ и с низким сродством при концентрациях >2 мг/дм³. В процессе прямого и обратного транспорта происходят перестройки липидного состава, проницаемости мембран и модулирование АТФ-азной системы. У наземных организмов количество поглощенного металла определяется пищевой активностью, однако захват ионов клетками пищеварительной системы зависит как от их биологической потребности, так и от синергетических и антагонистических факторов околочеточной физиологической среды.

Отмечено уменьшение количества поглощенного металла клетками организмов, предварительно адаптированных при 0,5 и 2 ПДК ионов металлов. Транспорт металлов через мембраны хотя и концентрационнозависим, но определяется как преадаптацией организмов к низким уровням металлов в среде (структурно-функциональный статус мембран), так и степенью деструктивных изменений металлом клеточной оболочки.

Бионакопление внешней поверхностью поглощения и расстоянием, которое отделяет среду и внутренние физиологические жидкости, например кровь; сродством к металлу и сопротивляемостью клеток и организма в целом. В наибольшей степени накапливается цинк и свинец, меньше – медь и марганец, что связано как с биологической потребностью в металлах, так и с особенностями физико-химического взаимодействия их ионов с молекулярными лигандами клеток. В пределах клеток системы дыхания и пищеварения поступления металлов в кровь очень активное в связи с функционированием системы противотока, что способствует диффузии и активному проникновению металлов по градиенту концентрации даже при его незначительных концентрациях в контактной среде. В целом бионакопление определяют концентрационная разница в среде и организме (тканях) и специфичность отзвов в организме на первичное действие. Направленность металлов к тканям изменяют химические градиенты в их клетках, а задерживание в них определяется сродством к определенным компонентам клеток, в первую очередь белкам.

Распределение. Первичные детерминанты накопления металлов определяют тканеспецифичность их распределения. Медь эффективнее всего аккумулируется в коже и печени, где уровень металла растет пропорционально времени инкубации. Цинк больше всего накапливается в мышцах. Повышение концентрации металлов, особенно до уровня 5 ПДК, во всех

случаях приводит к возрастанию их содержания как в крови, так в печени исследованных животных, в отдельных случаях в 2–3 раза выше, чем в контроле. Тканевое перераспределение металлов может быть эффективным средством поддержания их оптимального уровня в организме. Построением Таким образом, биоаккумуляция определяет не только скорость поступления металла в организм и его выведения наружу, но и связывающей способности клеточных структур и тканей.

Важным фактором бионакопления металлов является уровень организации (эволюционно-таксономическое положение) организма. В силу морфологических и функциональных отличий между экто- и эндотермными организмами, большая аккумуляция обнаружена у водоростей и эктотермных животных (рыбы, земноводные), благодаря их большей термодинамической открытости и особенностям жизнедеятельности (Хочачка П. и др., 1988, 2002). Близкими по уровню и характеру накопления тяжелых металлов являются птицы (перепелка). Большую сопротивляемость к накоплению тяжелых металлов в эксперименте, а также интенсивное их выведение, обнаружено у млекопитающих (мыши, крысы). Очевидным отличием между экто- и эндо-термами является дыхание: жабрами или легкими. Водная среда влияет на поступление химических веществ (растворимость) и их проникновение в клетки. Жабры также играют намного большую роль и в выделении ксенобиотиков, чем легкие. Кроме того, кожа млекопитающих суха и не владеет циркулирующими свойствами. Поэтому поступление химических веществ в их организм ограничивается парентеральным путем или непосредственно в гемодинамический поток. Желудочно-кишечный тракт играет важную роль как у водных, так и наземных животных. Структура и функции тракта у представителей обеих групп сходны во многих отношениях, однако у рыб и лягушек отсутствует лимфатическая система и классические ворсинки, свойственные птицам и млекопитающим, и может существенно влиять на сопротивляемость к накоплению тяжелых металлов, а также, вероятно, интенсивнее их выведение из организма, что обнаружено у млекопитающих (мыши, крысы). Интенсивность накопления представителями отдельных видов исследованных металлов характеризуются такими рядами: в печени: щуки – Zn>>Cu>Mn>Pb; жабы – Zn>>Cu>Pb,Mn; перепелки – Zn>>Cu>Mn>Pb; мыши – Zn>>Cu>Mn>Pb; крысы – Zn>>Pb>Cu>Mn; в крови: щуки – Zn>Cu>Pb>Mn; жабы – Zn>Cu>Pb>Mn; перепелки – Zn>Cu>Pb>Mn; мыши – Zn>Cu,Pb>Mn; крысы – Zn>Pb>Cu>Mn.

Относительно выделения, то кишечный путь активен у всех видов. Однако в большинстве случаев выведение с мочой менее важно у рыб, чем у наземных животных. Это компенсируется у рыб выведением жаберным путем.

Особенности зависимости накопления от концентрации разноплановые. В наших исследованиях насыщения тканей металлами имело место уже при пороговой концентрации (2 ПДК), а при значительном ее превышении (5 ПДК) возрастания содержания металлов против 2 ПДК не обнаружено, что свидетельствует о насыщении металлами сайтов связывания уже при уровне 2 ПДК. Поэтому значительное поступление металла в организм убыстряет и его транзитное выведение, а аккумулируется то количество металла, которое может быть связано лигандами.

Регуляция. Взаимодействие металлов с молекулярными структурами в условиях адаптированности клеток (организма) определяется сродством к лигандам (Мецлер Д, 1982), биологической потребностью в металле и физико-химическими параметрами физиологических сред. В случае патологии детерминанта связывания металла – химическое сродство лигандов. Функциональная роль металлов зависит от характера их взаимодействия с: молекулярными и метаболическими комплексами, прежде всего, степени структурной (качественной и количественной) модификации мембран (липидный состав, проницаемость, электрофизиологические свойства, активность АТФ-азных систем); структурными белками (репрессия и экспрессия синтеза, посттрансляционные модификации, конформационные перестройки и т.д.) и ферментами (ингибирование, активирование, модулирование кооперативности и т.д.); изменением функционирования (активирование, ингибирование) основных энергетических циклов и направленности энергетического обмена в целом, что вызывает мобилизацию энергетических ресурсов, включительно адаптивный катаболизм не только углеводов и липидов, но и белков; формирование катаболического статуса в организме, вследствие чего накапливаются

окисленные эквиваленты, а как результат активации пероксидного окисления – патологические формы метаболитов (лизофосфолипиды, свободные радикалы и др.); активация механизмов детоксикации вторичных токсикантов и ксенобиотиков.

Таким образом, регуляция поглощения, распределения, накопления и действия металлов определяется: 1) морфологическими, физиологическими и биохимическими параметрами систем, определяющих поступление токсиканта через контактные поверхности; 2) спецификой химического строения веществ и их концентрацией, которые влияют как на распределение вещества в организме, так и на связывание с молекулярными рецепторами; 3) экологическими условиями существования организмов, что предусматривает влияние на процесс других параметров среды.

A REGULATOR ROLE OF METALS IS IN ADAPTATION OF HYDROBIONTS: EVOLUTIONAL AND ECOLOGICAL ASPECTS

V.V. Grubinko

Ternopol national pedagogical university the name of V. Gnatyuk, Ternopol, Ukraine
v.grubinko2@yahoo.com

It is rotined that to the system «environment-metal-organism» take place: threw penetration in cages – molecular fastening of metabolites and specific vections – a transport and distributing is in cells, tissue, organs – accumulation – leadingout. Absorption and localization of metals in an organism depends on anatomic, physiology and biochemical properties of organism (absorptive power, affinity to metal) and physical and chemical descriptions of metal. An accumulation is the result of process of toxicokinetics and toxicodynamics, that is confirmed as for algae, fishess, frogs, so and for birds and rodents.

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕРША ЛАХТИНСКОЙ ГУБЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА

И.М. Дзюбук, Е.А. Клюкина

Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия
ikrup@petsu.ru, elenak@psu.krelia.ru

С 1999 года сотрудниками лаборатории Экологических проблем Севера ПетрГУ на базе Шелтозерской учебно-производственной станции проводятся ихтиологические исследования в рамках работ по мониторингу юго-западного района Онежского озера (Лахтинская губа), целью которых является изучение динамики состояния экосистемы, выявление возможностей использования и условий сохранения ее биоресурсов. В наших уловах встречалось 14 видов, относящихся к 8 семействам (лососевые, сиговые, корюшковые, карповые, щуковые, налимовые, окуневые, колюшковые).

В настоящей работе приводятся результаты морфофизиологических исследований ерша Лахтинской губы Онежского озера, который в больших количествах встречается в уловах. Отлов рыбы проводился в летний период (июль, 2002 г.) с помощью ставных сетей. Обработка ихтиологического материала осуществлялась по общепринятой методике.

Ерш в наших уловах был представлен 7 возрастными группами – 2+-8+. Количественно преобладали трехлетки (4+). В исследуемой группе (94 особи) было 75 самок и 19 самцов. Таким образом, доля самок (80%) в 4 раза больше доли самцов (20%). В данном случае более точные границы доверительного интервала для альтернативного признака «пол ерша» дает ф-преобразование Фишера. Так, для уровня значимости $\alpha=0,05$ доля самок в генеральной совокупности (популяции ершей) составляет минимум 71,4%, а максимум – 87,4%.

Размеры ерша были в пределах 20,4–82,0г и 13,9–18,7см, что значительно превышает размеры ерша из других районов Онежского озера. Так, например, размеры ерша Кондопожской губы (2+-7+) находятся в пределах 16,6–30,6г и 11,7–14,3см, а ерша района Кузаранды (1+-5+) – 7,9–14,6г и 9,8–11,9 см.

Ерш медленно растущий вид. Величины абсолютного прироста ерша Лахтинской губы были в диапазоне от 1,6 до 24,3г и от 0,2 до 2,2 см. Максимальный и абсолютный, и относительный приросты