

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АССИМИЛЯЦИИ УГЛЕВОДОВ И СОДЕРЖАНИЕ ПОЛИХЛОРИРОВАННЫХ БИФЕНИЛОВ У ЛЕЩА РАЗЛИЧНЫХ ПЛЕСОВ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.Л. Голованова¹, А.А. Филиппов¹, Е.С. Бродский²,
А.А. Шелепчиков², Д.Б. Фешин²

¹ Учреждение Российской академии наук Институт биологии внутренних вод
им. И.Д. Папанина РАН, п. Борок, Ярославской обл., Россия

² Учреждение Российской академии наук Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН, г. Москва
e-mail: golovan@ibiw.yaroslavl.ru

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) – одна из самых распространенных групп стойких органических загрязнителей, относящихся к классу хлорорганических соединений, включающая 209 индивидуальных соединений (конгенеров), отличающихся числом и положением атомов хлора в молекуле. В настоящее время выпуск ПХБ во многих развитых странах запрещен, хотя ранее они широко использовались в качестве наполнителей электрооборудования, компонентов смазочных масел, красок и пластмасс. Впервые наличие ПХБ в экосистеме Рыбинского водохранилища было зарегистрировано в 1987 г. после широкомасштабной аварии на ОАО «Северсталь», приведшей к экологической катастрофе. Дальнейшие исследования выявили наличие ПХБ в основных элементах экосистемы водохранилища: воде, донных отложениях, бентосе и рыбе, причем наиболее загрязненным оказался Шекснинский плес, в который поступают сточные воды промышленных предприятий г. Череповец (Герман, Законов, 2003; Chuiko et al., 2007). В период с 1990 по 2006 г. содержание ПХБ в одном из массовых видов промысловых рыб – леще достоверно снизилось. Однако профиль конгенерного состава ПХБ в его тканях и стабильный уровень содержания токсиканта в донных отложениях свидетельствуют о том, что ПХБ до сих пор поступают в экосистему Рыбинского водохранилища (Чуйко и др., 2008).

Установлено, что ПХБ даже в малых дозах оказывают токсическое и мутагенное действие, нарушают репродуктивную функцию, поведение, являются активными промоторами карциномы печени, опухолевых новообразований и предшествующих им нарушений метаболизма (Niimi, 1996). Как и другие токсические вещества, находящиеся в воде, грунте и объектах питания рыб, они могут влиять на разные этапы процесса экзотрофии. При этом возможно как прямое, так и опосредованное действие токсических веществ на ферментные и транспортные системы пищеварительного тракта рыб. В связи с этим представляется важным получение сведений о влиянии ПХБ на ферменты пищеварительного тракта, обеспечивающие гидролиз углеводов у массовых видов пресноводных костистых рыб, имеющих важное промысловое значение.

Цель работы состояла в изучении активности пищеварительных карбогидраз и кинетических характеристик гидролиза углеводов в кишечнике леща *Abramis brama* (L.) с различным содержанием ПХБ в печени.

В работе исследованы одноразмерные особи леща ($n = 7-10$ экз.), отловленные в июле 2008 г. на двух участках Рыбинского водохранилища: Моложском (Первомайские о-ва), наиболее удаленном от локального источника загрязнения, и Шекснинском (Любец), ближайшем к г. Череповец. В условиях *in vitro* (температура 20°C, pH 7.4) определяли активность карбогидраз: α -амилазы КФ 3.2.1.1, осуществляющей начальные этапы гидролиза крахмала (модифицированный метод Смита и Роя), сахаразы КФ 3.2.1.48, гидролизующей сахарозу, и амилаolitikую активность, отражающую суммарную активность ферментов, гидролизующих крахмал (α -амилазы, глюкоамилазы КФ 3.2.1.3 и мальтазы КФ 3.2.1.20) (модифицированный метод Нельсона) (Уголев и др., 1969). Общее содержание ПХБ и их конгенеров определяли методом хромато-масс-спектрометрии высокого разрешения в лаборатории аналитической экотоксикологии (ИПЭЭ РАН).

Общее содержание ПХБ в печени леща из Шекснинского плеса в 33 раза выше, чем у рыб из Моложского плеса (см. табл.). Определение конгенерного состава ПХБ показало, что в печени леща Шекснинского плеса доминируют наиболее токсичные высокохлорированные пента- и гексаконгенеры (у рыб Моложского плеса – тетра- и пентаконгенеры), что соответствует общей тенденции накопления высоко хлорированных ПХБ по мере прохождения по трофической цепи (Клюев, Бродский, 2000). При этом у рыб из наиболее близкого к источнику загрязнения Шекснинского плеса содержание дихлорированных бифенилов в 1.5 раза, трихлорированных в 4.5, тетрахлорированных в 10, пентахлорированных в 43, а гексахлорированных бифенилов в 67 раз выше, чем у рыб из Моложского плеса.

Содержание конгенов ПХБ и морфо-физиологические показатели леща из двух районов Рыбинского водохранилища.

Показатель	Плѣс	
	Моложский	Шекснинский
Общее содержание конгенов, нг/г сырой массы печени:		
дихлорированных бифенилов	0.21 ± 0.04	0.31 ± 0.08
трихлорированных бифенилов	2.1 ± 0.2	9.1 ± 2.4*
тетрахлорированных бифенилов	7.4 ± 1.2	76.9 ± 16.2*
пентахлорированных бифенилов	9.5 ± 2.5	405.4 ± 102.1*
гексахлорированных бифенилов	3.84 ± 0.7	256.8 ± 51.4*
Общая сумма ПХБ, нг/г сырой массы печени	24.1 ± 4.6	795.6 ± 187.9*
Масса тела, г	664.7 ± 53.4	688.4 ± 112.7
Длина тела, см	31.1 ± 0.9	31.9 ± 2.2
Амилолитическая активность, ммоль/г·мин	6.6 ± 0.6	7.6 ± 1.0
Активность сахаразы, ммоль/г·мин	0.31 ± 0.03	0.32 ± 0.04
Активность α-амилазы, мг/ г·мин	35.9 ± 2.8	27.2 ± 1.0
Km гидролиза крахмала, г/л	36.1 ± 1.8	27.2 ± 1.9*
Vmax гидролиза крахмала, ммоль/г·мин	12.6 ± 0.5	11.9 ± 1.2
Km гидролиза сахарозы, ммоль	19.9 ± 3.9	7.0 ± 1.4*
Vmax гидролиза сахарозы, ммоль/г·мин	0.6 ± 0.1	0.5 ± 0.1

Примечание: приведены средние значения показателей и их ошибки (M ± m), * – статистически достоверные различия между показателями у рыб из указанных районов.

Статистически значимых различий активности карбогидраз (амилолитическая активность, активность сахаразы и α-амилазы) у исследованных групп леща не выявлено. При изучении амилолитической активности в диапазоне температур инкубации от 0 до 70° С установлено, что температурный оптимум ферментов, расщепляющих крахмал, у леща обоих изученных районов равен 50°С. В то же время значения кажущейся константы Михаэлиса (Km) гидролиза крахмала на 25%, а Km гидролиза сахарозы на 65% ниже у рыб из Шекснинского плеса, что свидетельствует об увеличении фермент-субстратного сродства и адаптивных изменениях этого показателя с ростом накопления ПХБ в печени рыб.

Способность ПХБ изменять активность ферментов была отмечена ранее для β-глюкуронидазы в лизосомальной и микросомальной фракциях гепатопанкреаса карпа *Cyprinus carpio* (L.) (Ito et al., 1980). В хроническом эксперименте установлено негативное действие ПХБ, поступающих с загрязненным грунтом и/или пищей, на активность ферментов, расщепляющих углеводные компоненты корма в кишечнике молоди плотвы *Rutilus rutilus* (L.) (Голованова и др., 2008). При этом показано, что эффекты действия ПХБ на активность карбогидраз и кинетические характеристики гидролиза крахмала и сахарозы по мере увеличения продолжительности эксперимента меняются в различных направлениях в зависимости от возраста рыб и условий эксперимента.

Таким образом, при исследовании двух популяций леща Рыбинского водохранилища установлено, что общее содержание ПХБ в печени рыб Шекснинского плеса в 33 раза выше по сравнению с рыбами более чистого Моложского плеса. При этом в печени рыб Шекснинского плеса доминируют наиболее токсичные высокохлорированные пента- и гексаконгены. Статистически достоверных различий в активности карбогидраз, расщепляющих углеводные компоненты корма, у рыб исследованных районов не выявлено. В то же время у леща Шекснинского плеса отмечено достоверное увеличение фермент-субстратного сродства, свидетельствующее об адаптивных изменениях этого показателя с ростом накопления ПХБ в печени рыб.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант №08-05-00805.

Литература

- Герман А. В., Законов В. В. 2003. Аккумуляция полихлорированных бифенилов в Шекснинском плесе Рыбинского водохранилища // Водные ресурсы. Т. 30, № 5. С. 571–575.
- Голованова И. Л., Чуйко Г. М., Филиппов А. А. 2008. Влияние ПХБ на гидролиз углеводов у молоди плотвы // Матер. объедин. III Всерос. конф. по водной токсикологии «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы» и конф. по гидроэкологии «Критерии оценки качества вод и методы нормирования антропогенных нагрузок». Борок, Ч. 2. С. 19–22.

- Клюев Н. А., Бродский Е. С. 2000. Определение полихлорированных бифенилов в окружающей среде и биоте. Полихлорированные бифенилы. Супертоксиканты XXI века. Инф. выпуск № 5 ВИНТИ, Москва. С. 31–63.
- Уголев А. М., Иезуитова Н. Н., Масевич Ц. Г. и др., 1969. Исследование пищеварительного аппарата у человека. Обзор современных методов. Л.: Наука. 216 с.
- Чуйко Г. М., Законнов В. В., Герман А. В. и др. 2008. Распределение полихлорированных бифенилов в экосистеме Рыбинского водохранилища при их локальном поступлении // Современное состояние водных биоресурсов. Матер. науч. конф. Владивосток: ТИНРО-центр. С. 680–685.
- Ito Y., Nishimura K., Murata T. 1980. Effects of PCB on lysosomes in the hepatopancreas of carp. // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V.46. № 4. P.469–472.
- Niimi A. J. 1996. PCBs in aquatic organisms // In: Beyer W.N., Heinz G.H., Redmon-Norwood F.W. (eds) Environmental contaminants in wildlife. Interpreting tissue concentrations. Boca Raton-NY-London-Tokyo: CRC Press. Ch.5. P.117–151.

EFFICIENCY OF CARBOHYDRATES ASSIMILATION AND PCB CONTENTS IN BREEM FROM DIFFERENT PARTS OF THE RYBINSK RESERVOIR

I.L. Golovanova¹, A. A. Filippov¹, E.S. Brodskii², A.A.Shelepchikov², D.B.Feshin²

¹ Papanin Institute for Biology of Inland Waters, RAS, Borok, Yaroslavl reg., Russia

² Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow, Russia.

e-mail: golovan@ibiw.yaroslavl.ru

The extent of polychlorinated biphenyls (PCB) contaminations in liver and digestive carbohydrase activity in bream taken from two parts of Rybinsk Reservoir (Sheksna Reach and Mologa Reach) were investigated. The total PCB concentrations in liver bream from Sheksna Reach (796 ng/g wet wt of liver) in 33 times is higher in comparison with one in bream from Mologa Reach. The level intestinal carbohydrase activity in fish from two locations is not statistically different. At the same time an increase of the affinity of digestive enzymes to substrata reflecting the adaptive changes of this parameter with growth of accumulation PCB in a liver of fishes from Sheksna Reach is marked.

ПРИБРЕЖНОЕ РЫБОЛОВСТВО СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА, ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ВОЗМОЖНОСТИ

Ю.В. Гончаров

Северный филиал Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, г. Архангельск, Россия

e-mail: rik@sevpinro.ru

Введение

Уникально географическое положение Соловецкого архипелага на стыке Онежского, Двинского заливов и Бассейна Белого моря. Экосистема прилегающих к островам вод богата кормовыми организмами. Это исключительно высокопродуктивный район Белого моря. Через акваторию Соловецкого архипелага проходят пути миграции основных промысловых рыб: сельди, трески, наваги, корюшки. Восточная и Западная Соловецкие Салмы являются местами нагула беломорской сельди, где она образует значительные скопления.

Материалы и методы

Морской рыбной ловлей на Соловецком архипелаге занимались еще первые их обитатели о чем говорят археологические находки. Но несомненно начало регулярного освоения морских рыбных ресурсов островов можно отнести к основанию в XV веке Соловецкого монастыря.

В данной соловецкому игумену Ионе властями Великого Новгорода грамоте (около 1450 г.), укреплявшей за монастырем право на владение Соловецкими островами, говорится:»В тех островах (пожаловал Новгород игумена и братию) землею и ловищами, и тонями, и пожнями, и лешими озера, земля им делати, и пожне косити, и лешия озера ловити, и тоне ловити добровольно»

Тоней называли определенный участок водоема с побережьем, приспособленный для ловли рыбы, и иногда боя морского зверя. Тони представляли собой экономические и хозяйственные