

УДК 574.632

**ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ДОМИНИРОВАНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
УДЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ В-КАРОТИНА В НЕКОТОРЫХ
ТКАНЯХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПРЕСНОВОДНЫХ ДВУСТВОРЧАТЫХ
МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА UNIONIDAE СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ
РЕКИ УРАЛ**

¹Соловых Г.Н., ²Карнаухова И.В., ²Минакова В.В., ¹Осинкина Т.В.

¹ФГБОУ ВПО «Оренбургская государственная медицинская академия», Оренбург,
e-mail: bio_orgma@mail.ru;

²ГБОУ ВПО «Оренбургский государственный педагогический университет», Оренбург

В статье приведены результаты исследования численности и биомассы пресноводных двустворчатых моллюсков семейства Unionidae среднего течения реки Урал, отмечено их неравномерное распределение по станциям, что определяется особенностями участков реки. Выявлены виды доминантные и субдоминантные. Также определено удельное содержание β-каротина в тканях доминантного вида *Unio pictorum*: наибольшее обнаружено в гепатопанкреасе, меньше β-каротина содержалось в жабрах, минимальное его количество определено в мантии, так как данный орган практически не выполняет барьерную функцию. Выявлено также неравномерное общее содержание β-каротина (суммарное по всем тканям) у моллюсков, взятых с четырёх различных по удалённости друг от друга участков среднего течения реки Урал.

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, β-каротин, доминантный вид, самоочищение водоёма, поллютант

**ASSESSMENT DOMINATION AND CHANGES SPECIFIC CONTENT B-CAROTENE
IN SOME TISSUES REPRESENTATIVES OF FRESHWATER BIVALVES FAMILY
UNIONIDAE MIDSTREAM URAL**

¹Solovyh G.N., ²Karnauhova I.V., ²Minakova V.V., ¹Osinkina T.V.

¹FGBOU VPO «Orenburg State Medical Academy», Orenburg, e-mail: bio_orgma@mail.ru;

²GBOU VPO «Orenburg State Pedagogical University», Orenburg

The article presents the results of a study of abundance and biomass of freshwater bivalve family Unionidae middle reaches of the Ural River, noted their uneven distribution stations to the types of stretches of the river. The kinds dominant and subdominant. Also determined the specific content of β-carotene in the tissues of the dominant species *Unio pictorum*: highest found in the hepatopancreas, less β-carotene contained in the gills, the minimum amount specified in his mantle, as this body performs virtually barrier function. It was also revealed uneven total content of β-carotene (summed over all tissues) in shellfish taken from four different distances from each other plots the middle reaches of the Ural River.

Keywords: bivalves, β-carotene, the dominant view, self-cleaning pond pollutant

В настоящее время для наиболее объективной оценки состояния природных гидробиоценозов проводятся различные многоплановые мероприятия биологического мониторинга: используются приёмы биотестирования, биоиндикации и биоаккумуляции [3]. Многолетний опыт мониторинга выработал целый ряд требований к биоиндикаторам. Найти какой-либо организм или группу организмов, удовлетворяющих всем необходимым требованиям, не представляется возможным. Поэтому при мониторинге пресноводных экосистем используют самые разные группы – от микроорганизмов до рыб и млекопитающих. Особый интерес вызывают пресноводные двустворчатые моллюски так как, во-первых, данные организмы удовлетворяют многим требованиям, предъявляемым к биоиндикаторам, среди которых: повсеместная встречаемость, достаточно высокая численность, относительно крупные размеры, удобство

сбора и обработки, достаточно продолжительный срок жизни, чтобы аккумулировать загрязняющие вещества за длительный период [4, 5]. Во-вторых, характеризуются значительным разнообразием вторичных метаболитов, часть из которых представлена важными функциональными соединениями. К веществам такого типа относятся каротиноиды. Они играют большую роль в процессах размножения, роста и развития живых организмов, поэтому исследование их имеет как теоретическую, так и практическую ценность; содержание в тканях гидробионтов является важным биохимическим показателем состояния организмов в окружающей среде [5, 7].

Антропогенное воздействие может изменить условия в водоеме, что приводит к реорганизации трофической структуры сообщества, которая служит чутким индикатором этого воздействия. Обычно в данном случае структура бентоса упро-

щается, биоценозы заменяются на более простые, играющие большую роль в самоочищении водоёма, часто уменьшается доля животных с фильтрационным типом питания [2, 3, 4, 5]. В связи с тем, что исследованиями ряда авторов (Коноваловой В.М., Мартыновой Е.Г., Никитиной Л.П., 1974; Карнаухова И.В., 2000; Минаковой В.В., 2005) показано обеднение видового состава двустворчатых моллюсков с 17 видов в 1974 до 4 видов в 2000-2005 годах с доминированием всего одного вида *Unio pictorum*: представилось актуальным оценить степень доминирования по численности и биомассе представителей пресноводных двустворчатых моллюсков семейства *Unionidae* среднего течения реки Урал и исследовать изменение удельного содержания каротиноидов в некоторых тканях моллюска *Unio pictorum* как значимого биохимического показателя состояния гидробионтов.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были выбраны пресноводные двустворчатые моллюски семейства *Unionidae*: видов *Unio pictorum*, *Unio crassus*, *Unio tumidis* и *Anodonta cygnea*.

В ходе исследования на участках девяти станций: станция №1 «р. Урал в районе пляжа «Карьер»», станция №2 «р. Урал – большой водозабор», станция №3 «р. Урал в районе лагеря «Дубки»», станция №4 «р. Урал – малый водозабор», станция №5 «Автомобильный мост», станция №6 «Железнодорожный мост», станция №7 «р. Урал в районе Очистных сооружений г. Оренбурга», станция №8 «р. Урал в районе лагеря «Чайка»», станция №9 «р. Урал в районе Чернореченского моста» проанализированы следующие параметры:

Ч – общая численность моллюсков, экз/м²;

Б – биомасса, г/м², определяемая по формуле:

$B = m(\text{особи}) \times Ч$;

S – число видов.

Для выделения классов доминирования по численности была использована шкала Любарского, определение границ классов по биомассе проводилось по кубически трансформированной шкале (таблица) [3].

Шкалы доминирования по численности и биомассе

Балл	Границы классов по численности (N – доля вида в общей численности, %)	Границы классов по биомассе (B – доля вида в общей биомассе, %)	Название степени доминирования
1	$0 < N \leq 4$	$0 < B \leq 1$	малозначимый вид
2	$4 < N \leq 16$	$1 < B \leq 6$	второстепенный
3	$16 < N \leq 36$	$6 < B \leq 22$	субдоминант
4	$36 < N \leq 64$	$22 < B \leq 50$	доминант
5	$64 < N \leq 100$	$50 < B \leq 100$	абсолютный доминант

Для определения содержания β-каротина моллюски были отобраны со станций находящихся в зоне города: станция №3 «р. Урал в районе лагеря «Дубки»», станция №4 «р. Урал – малый водозабор», станция №5 «Автомобильный мост», станция №6 «Железнодорожный мост».

Определение β-каротина проводили в мантии, жабрах и гепатопанкреасе моллюсков.

Удельное содержание β-каротина определяли в гексановой фракции супернатанта спектрофотометрическим методом (в контроле – гексан) при длине волны 450 нм для β-каротина. Содержание восстановленных каротиноидов типа β-каротина определяли по формуле:

$$C_{\text{кар}} = \frac{16E_{450}}{M}, \quad (1)$$

$C_{\text{кар}}$ – содержание каротиноидов в ткани, мг/г сырой ткани; E_{450} – оптическая плотность раствора при длине волны 450 нм; M – масса навески ткани, использованной в анализе, в г [2].

Результаты исследования и их обсуждение

Анализируя полученные данные, следует отметить, что участки реки, выбранные для исследования, характеризуются разной степенью антропогенной нагрузки по причине неодинаковой удалённости от городской зоны, и, соответственно, вероятных источников загрязнения.

Станция № 1 расположена на расстоянии 15 км выше г. Оренбурга и представляет собой карьер, заполненный водой около 2-х лет назад; кроме того данный участок находится в стороне от основного русла р. Урал. Возможно, по причине данного факта и слабой миграционной активности двустворчатых моллюсков, на станции не обнаружено ни одного вида исследуемых организмов.

Станции № 2 и № 3 также находятся выше города и характеризуются отсутствием возможных значительных источников загрязнения: здесь были обнаружены три вида двустворчатых моллюсков – *U. pictorum*, *U. crasuss* и *U. tumidis*, при этом, следует отметить наличие молодых особей *U. tumidis* возрастом около 1 года наряду со взрослыми.

Участок реки, на котором отмечены станции №4 и №5, расположен в зоне городского пляжа. В связи с этим моллюски сконцентрированы в зарослях макрофитов на участках дна с естественным грунтом. Станция №5 находится рядом с автодорожным мостом; моллюсков здесь крайне мало, отмечен только один вид – *U. pictorum*, так как район испытывает повышенную антропогенную нагрузку, вследствие близости автодорожного моста и возможности смыва большого количества поллютантов с улиц центра города дождевыми и тальными водами.

Станция №6 характеризуется наличием близко расположенного железнодорожного моста, приносящего значительные концентрации токсикантов. Тем не менее, на участке выявлены три вида двустворчатых моллюсков *U. pictorum*, *U. crasuss* и *U. tumidis*; что, возможно, связано с большим количеством макрофитов в данной зоне реки и значительной численностью трав и кустарников по берегам. В связи с чем процессы самоочищения воды протекают интенсивнее и быстрее, что, несомненно, оказывает благоприятный эффект на численность и видовой состав гидробионтов.

Станция №7 находится в районе сброса вод с очистных сооружений города: ни одного вида брюхоногих и двустворчатых моллюсков обнаружено здесь не было.

Станция №8 расположена на 5 км ниже по течению реки и представляет собой заводь глубиной около 3,0–3,5 м в прибрежной зоне которой зафиксированы двустворчатые моллюски видов *U. pictorum* и *U. crasuss*, общей численностью 40 экз/м².

Станция №9 удалена от города на 20 км; уасток характеризуется быстрым течением, наличием небольших прибрежных заводей с значительным количеством макрофитов и илистым грунтом. Общая численность двустворчатых моллюсков на данной станции составила 60 экз/м², значение оказалось максимальным в сравнении с ранее рассмотренными участками реки. Причина явления, по-видимому, в условиях среди которых следует отметить, во-первых, удалённость от основных источников загрязнения, возможность более полного самоочищения водных масс при наличии макрофитов и родников, во-вторых, отсутствие течения

на отдельных участках, и, как следствие, скопление органических соединений, рост численности фитопланктона, которыми в основном питаются моллюски.

В связи с различиями условий существования двустворчатые моллюски распределены на исследуемых участках реки неравномерно: вид *U. pictorum* по численности определён как доминантный на станциях №2, №3, №4 и №9. Абсолютным доминантом он оказался на станциях №5 и №8, вследствие численного превосходства; по биомассе же доминантного вида не выявлено ни на одной из станций (табл. 1).

Вид *U. crasuss* определён как доминантный на станциях №4 и №9, субдоминантный – на станциях №2 и №6.

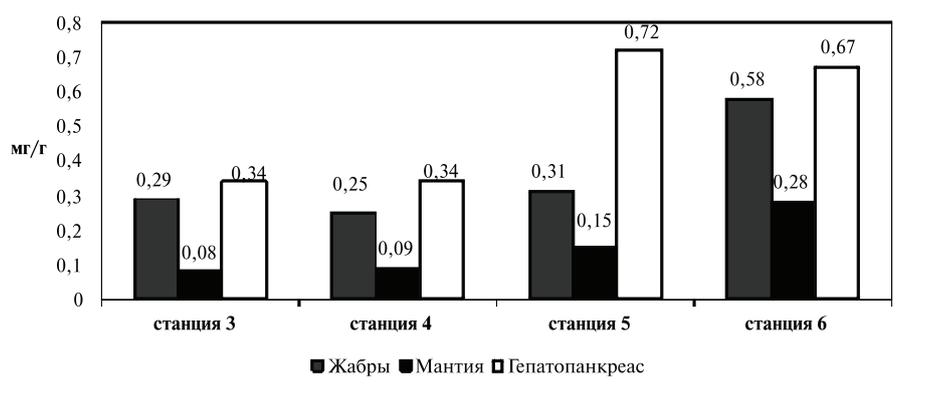
Вид *U. tumidis* на станциях №2, №3 и №6 выявлен как субдоминантный, на остальных участках реки обнаружен не был. *A. cygnea* обнаружена только на станции №2 в количестве одного экземпляра и определена как второстепенный по численности и субдоминантный по биомассе вид.

Таким образом, на 77% исследуемых станций доминантным по численности является только один вид двустворчатых моллюсков – *U. pictorum*. *U. crasuss* является доминантным лишь на 20% станций; *U. tumidis* и *A. cygnea* относятся в основном к субдоминантным и второстепенным видам, соответственно.

Далее в тканях доминантного вида *U. pictorum* определили общее удельное содержание β-каротина, которое оказалось максимальным в моллюсках со станции №6 и составило 0,4 мг/г, наименьшее его количество выявлено на станции №3, что составило 0,24 мг/г (рис. 1).

Возможно, это объясняется тем, что станция №6 «Железнодорожный мост», а именно донные отложения, подвергаются большей антропогенной нагрузке и являются источником вторичного загрязнения для бентосных гидробионтов, так как участок находится ниже города по течению реки, и, несмотря на процессы самоочищения, по-видимому, является более загрязнённым, чем станции №3, №4 и №5. В настоящее время известно, что удельное содержание каротиноидов в организмах моллюсков, обитающих в более загрязнённых территориях, выше, чем в моллюсках, тех же видов, живущих в относительно чистых водоёмах [1, 4].

Отмечена динамика в содержании данного соединения отдельно по исследуемым тканям гидробионтов, собранных с разных станций: максимальное количество β-каротина в моллюсках со всех станций отмечено в гепатопанкреасе, наименьшее – в мантии (рисунок).



Содержание β -каротина в некоторых тканях моллюсков *U. pictorum*

По концентрации β -каротина в гепатопанкреасе, жабрах и мантии станции распределились следующим образом: больше всего β -каротина в тканях моллюсков со станции №6 > №5 > №4 > №3.

Разница в содержании каротиноидов в отдельных тканях моллюсков, в общем согласуется с таковою при анализе литературных данных, которые говорят о том, что чем более метаболически активна ткань, тем больше в ней каротиноидов. Гепатопанкреас включает в себя печень, которая остро реагирует на загрязнение среды, так как выполняет барьерную функцию. Жабры осуществляют дыхание моллюска и первыми принимают газообразные и растворённые токсические вещества, хотя и в меньшей степени, чем печень. Наименьшую роль в обезвреживании поллютантов играет мантия, вследствие этого, вероятно, содержание в ней β -каротина наименьшее [1, 5, 6].

Выводы

1. Определён доминантный вид двусторчатых моллюсков *U. pictorum*, но его суммарная численность снижена по сравнению с показателями 2000-2005гг. Данный факт, вероятно, указывает на усиление антропогенной нагрузки в зоне исследуемого участка среднего течения реки Урал;

2. Удельное содержание каротиноидов в организме моллюсков изучаемого участка реки Урал зависит от интенсивности загрязнения среды их обитания;

3. Разные ткани моллюсков отличаются по содержанию каротиноидов, что связано с различным уровнем их метаболической активности.

Данные выводы в целом согласуются с анализом литературных источников.

Список литературы

1. Гордзялковский А.В. Водные моллюски – перспективные объекты для биологического мониторинга // Вестник СамГУ – 2006. – №7. – С. 37 – 43.
2. Карнаухов В.Н. Биологические функции каротиноидов / В.Н. Карнаухов. – М. – Наука, 1988. – 240 с.
3. Количественные методы экологии и гидробиологии : сб. науч. тр., посвящённый памяти А.И. Баканова; [отв. ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг]. Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – 404 с.
4. Киричук Г.Е. Особенности накопления ионов тяжелых металлов в организме пресноводных моллюсков // Водная токсикология. – 2006. – №7. – С. 99-110.
5. Маляревская А.Я. Биохимические механизмы адаптации гидробионтов к токсическим веществам // Гидробиологический журнал. – 1985. – Т. 21, №3. – С. 70 – 82.
6. Мертвищева И.В. Каротиноидные пигменты и устойчивость пресноводных моллюсков к загрязнению // Онтогенез и популяция: 3 Всероссийский популяционный семинар, Йошкар-Ола – 2000. – С. 208-210.
7. Поспелова Н.В. Сезонная динамика накопления каротиноидов в мягких тканях культивируемой черноморской мидии *Mytilus galloprovincialis* // Экология моря. – 2009. – Вып. 79. – С. 57 – 62.