

Ю. М. Сытнык<sup>1</sup>, О. М. Арсан<sup>1</sup>, Г. Є. Киричук<sup>2</sup>, А. В. Ляшенко<sup>1</sup>, Т.В. Витовецкая<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт гидробиологии НАН Украины

<sup>2</sup>Житомирский государственный университет им. Ивана Франко

<sup>3</sup>Киевский национальный университет строительства и архитектуры

## СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ МОЛЛЮСКОВ РАЗЛИЧНЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДСКОЙ ЗОНЫ КИЕВА

Изложены результаты исследования содержания тяжелых металлов в органах и тканях *Lymnaea stagnalis*, *Dreissena polymorpha* и *Anodonta cygnea* из различных водоемов городской зоны Киева. Рассчитано коэффициент накопления исследованных металлов. Показано значительное загрязнение этими поллютантами водоёмов урбанизированной территории, которое адекватно отразилось на уровнях их содержания в органах и тканях исследованных видов беспозвоночных.

*Ключевые слова:* *Lymnaea stagnalis*, *Dreissena polymorpha*, *Anodonta cygnea*, кумуляция, ионы тяжелых металлов, водоёмы городской зоны Киева

Yu. M. Sytnik<sup>1</sup>, O. V. Arsan<sup>1</sup>, G. Ye. Kyrychuk<sup>2</sup>, A. V. Lyashenko<sup>1</sup>, T.V. Vitovetska<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine

<sup>2</sup>Zhytomyr Ivan Franko State University

<sup>3</sup>Kyiv National University of Building and Architecture

## THE CONTENT OF HEAVY METALS IONS IN ORGANS AND TISSUES OF MOLLUSKS FROM SOME KYIV CITY WATER RESERVOIRS

The article presents the investigations results on the content of heavy metals ions in organs and tissues of *Lymnaea stagnalis*, *Dreissena polymorpha* and *Anodonta cygnea* from different Kyiv city water reservoirs in 2001 and 2003. Significant water reservoirs territories had adequate effect on their contents in organs and tissues of researched invertebrate species.

*Key words:* *Lymnaea stagnalis*, *Dreissena polymorpha*, *Anodonta cygnea*, accumulation, heavy metals ions, Kyiv city water reservoirs

УДК [(594.1:591.543.43)574.63](282)

А. А. СИЛАЕВА, А. А. ПРОТАСОВ, И. А. МОРОЗОВСКАЯ

Институт гидробиологии НАН Украины

пр-т Героев Сталинграда, 12, Киев, 04210, Украина

## ОСОБЕННОСТИ ПОСЕЛЕНИЙ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ В РЕКЕ-ВОДОИСТОЧНИКЕ ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ АЭС

Представлены количественные, деструкционные и фильтрационные характеристики поселений крупных двустворчатых моллюсков сем. Unionidae в р. Гнилой Рог, которая впадает в водоем-охладитель Хмельницкой АЭС, аккумулирующий годовой сток реки.

*Ключевые слова:* двустворчатые моллюски, река, водоем-охладитель АЭС, показатели обилия, деструкция, фильтрация

Данные об обилии крупных двустворчатых моллюсков в водных объектах разного типа достаточно сильно различаются. Современные исследования перловиц в бассейне Днепра показали, что плотность их поселения обычно составляет 1–8 экз./м<sup>2</sup>, максимально – до 15–20 экз./м<sup>2</sup> [1]. По данным различных авторов (цит. по [2]), численность перловиц колеблется в значительных пределах – от 0,8 экз./м<sup>2</sup> (в нижнем течении Днепра) до 80 экз./м<sup>2</sup> (в р. Прут). В р. Тетерев показатели обилия *Unio tumidus* (Philipsson, 1788) составляли 70–100 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 1813–2590 г/м<sup>2</sup>. В бассейне р. Сирет отмечены значительные показатели обилия этого моллюска – 850 экз./м<sup>2</sup> и 21250 г/м<sup>2</sup>, а в р. Волчей – до 2680 экз./м<sup>2</sup> [2]. Приведенные данные

позволяют ориентировочно рассчитать индивидуальную массу моллюска (около 25 г), исходя из которой ориентировочная масса поселения в р. Волчей достигала 67 кг/м<sup>2</sup>.

Поселения крупных двустворчатых моллюсков были обнаружены в Конинских озерах (Польша)–охладителях двух тепловых электростанций. Моллюски *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) обитали на наиболее подогретых участках (сбросные каналы) и достигали высоких показателей обилия – более 200 экз./м<sup>2</sup> и до 50 кг/м<sup>2</sup> [3], количество воды, профильтрованное этими моллюсками составляло более 20 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·сут [4].

Как показали наши исследования водоемов-охладителей АЭС Украины, перловицы отмечались практически во всех из них. Так, в охладителе Запорожской АЭС биомасса перловиц на участках песчаных мелководий составляла более 350 г/м<sup>2</sup> [5]. В охладителе Чернобыльской АЭС в послеаварийный период показатели обилия перловиц составляли от 2,5 до 15,0 экз./м<sup>2</sup> и до 1000 г/м<sup>2</sup> [6]. В охладителе Хмельницкой АЭС в среднем для литоральной зоны показатели обилия этих моллюсков составляют 10 экз./м<sup>2</sup> и 309,58 г/м<sup>2</sup>, а максимальные значения достигают 56 экз./м<sup>2</sup> и 2057,45 г/м<sup>2</sup> [7, 8]. В период 1998–2001 гг. в подводящем канале этого охладителя биомасса перловиц достигала 5412,82 г/м<sup>2</sup> (при численности 214 экз./м<sup>2</sup>).

### Материал и методы исследований

Обследование р. Гнилой Рог, как фонового водного объекта, проводили в рамках гидробиологических исследований техно-экосистемы Хмельницкой АЭС. Река является левобережным притоком Горыни (бассейн р. Припять), имеет длину 28 км, весь ее сток аккумулирует водоем-охладитель ХАЭС.

Участок в с. Билотин, в 4 км выше по течению от места впадения р. Гнилой Рог в охладитель, с глубинами от 0,2 до 1,0 м и вегетирующими высшими водными растениями представляет собой антропогенно мало нарушенный природный биотоп, хотя и испытывающий влияние стока с вышележащего пруда. Ниже по течению расположен канализированный (искусственно спрямленный) участок реки, с глубинами 0,2–0,4 м и галечным дном. Перед впадением в охладитель, за счет подпора дамбы, река затапливает часть поймы, образуя отгороженный дамбой залив глубиной 1–1,5 м с сильно заиленным дном. На двух последних участках перловицы отмечены не были.

Поселения перловиц обследовали в летние периоды 2008–2010 гг. на двух станциях ниже плотины пруда (с. Билотин), которые различались как по морфометрическим характеристикам, так и структурой поселений. Дно на первой станции (глубина 0,5–0,6 м) крупнопесчанистое, с включением гальки, с зарослями стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia* L.) и кубышки желтой (*Nuphar lutea* L. Smith.). В 50 м ниже по течению (станция 2, глубина 0,5–0,7 м) русло имеет ширину 12 м, частично зарастает высшей водной растительностью (стрелолист, осока *Carex sp.*), многослойное поселение перловиц зарегистрировано здесь на чистоводье; прибрежные участки, где течение снижается, заилены.

Перловиц отбирали с помощью рамки площадью 0,096 м<sup>2</sup>. Оценку фильтрационной активности перловиц проводили по [7].

### Результаты исследований и их обсуждение

На первой станции обитало поселение перловиц, состоящее из отдельных экземпляров моллюсков, находящихся в грунте на расстоянии 15–25 см друг от друга. Показатели обилия перловиц в 2008 и 2009 гг. сохранялись относительно стабильными, а деструкционно-фильтрационные характеристики несколько снизились (табл. 1). В 2008 г. поселение состояло в основном из анодонт (более 90% показателей обилия), а в 2009 г. доля этого моллюска снизилась до 56% по численности и 59% – по биомассе, около 30% общих показателей обилия и 21% в деструкции составлял *U. tumidus*.

Таблица 1

Показатели обилия, функциональные и морфометрические характеристики двустворчатых моллюсков в поселениях в р. Гнилой Рог (на первой станции)

Вид	N	B	R	F	L	m
<b>2008 г.</b>						
<i>Anodonta sp.</i>	237,5	15860,13	155,6	8,0	88,5±1,4 (74,6–98,1)	66,8±3,4 (40,7–95,7)
<i>U. pictorum</i>	12,5	403,00	3,0	0,2	71,4*	32,2
<b>Суммарно</b>	<b>250,0</b>	<b>16263,1</b>	<b>158,6</b>	<b>8,2</b>		
<b>2009 г.</b>						
<i>Anodonta sp.</i>	162,5	10318,0	94,8	4,9	91,5±1,3 (83,5–101,2)	63,5±2,5 (47,1–79,6)
<i>U. tumidus</i>	87,5	5086,1	28,6	1,5	80,7±3,1 (64,1–89,4)	58,1±6,9 (27,5–86,4)
<i>U. pictorum</i>	37,5	1945,9	11,4	0,6	81,97±3,2 (78,1–88,4)	51,9±4,6 (46,1–61,0)
<b>Суммарно</b>	<b>287,5</b>	<b>17350,0</b>	<b>134,8</b>	<b>7,0</b>		

Примечания. \* Единичный экземпляр. Здесь и в табл. 2: N – численность, экз./м<sup>2</sup>; B – биомасса, г/м<sup>2</sup>; R – деструкция, кДж/м<sup>2</sup>·сут; F – фильтрация, м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·сут; L – средняя длина раковины, мм; m – средняя масса раковины, г; в скобках представлены минимальные и максимальные значения длины и массы раковины.

На второй станции были обнаружены поселения перловиц, показатели обилия которых значительно различались, но все они характеризовались значительным преобладанием *U. tumidus*. Многослойное поселение перловиц имело толщину не менее 25 см и размер около 3×6 м, скопление было достаточно плотным. Биомасса моллюсков в 2009 г. достигала 86,3 кг/м<sup>2</sup> при численности 1801 экз./м<sup>2</sup>, а в 2010 г. несколько снизилась (табл. 2). По показателям обилия преобладали *U. tumidus* (86% численности, 91% биомассы). Отмечены также *Anodonta sp.* и *U. pictorum*, их доля в показателях обилия была невысокой, особенно анодонт. Общая масса перловиц в этом поселении при учете размеров поселения составила около 1,5 т.

В зарослях стрелолиста отмечено более разреженное поселение перловиц, в котором раковины располагались на расстоянии 5–15 см друг от друга, а поселение характеризовалось более низкими показателями обилия (29,6 кг/м<sup>2</sup>) (см. табл. 2). Доля *U. tumidus* здесь составляла около 70% показателей обилия, а анодонт – около 25%.

На этой же станции, но при более высокой скорости течения, отмечено локальное поселение моллюсков с меньшими на порядок показателями обилия, чем в предыдущем – 52 экз./м<sup>2</sup>, 2820,10 г/м<sup>2</sup>. Доля анодонт и *U. tumidus* здесь была сходной – по 40% по численности и соответственно 33 и 49% – по биомассе. Невысокими здесь были и деструкционно-фильтрационные характеристики – 10,89 кДж/м<sup>2</sup>·сут и 0,56 м<sup>3</sup>/сут, при этом доля анодонт в этих показателях была несколько выше (47%) относительно *U. tumidus* (37%).

Доля *U. pictorum* (Linné, 1758) в показателях обилия во всех поселениях была незначительной (порядка 5–20% общих показателей). В самом водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС *U. pictorum* также имеет второстепенное значение в отличие от естественных водных объектов бассейна Днестра, где для *U. pictorum* отличается более высокой встречаемостью относительно других видов рода *Unio* [1].

Во всех поселениях отмечены в основном крупные раковины, независимо от вида моллюска. Зависимость масса – длина раковины *U. tumidus* из поселений на второй станции описывается степенной кривой  $m = 0,00002L^{3,4}$  – (для поселения в зарослях стрелолиста), и  $m = 0,00005L^{3,2}$  – для многослойного поселения. Коэффициент  $a$  в полученных уравнениях ниже на порядок, чем приводимый в литературе для Unionidae – 0,00023<sup>2,85</sup> [7], а степенной коэффициент несколько выше, т.е. масса особи нарастает с увеличением размера более интенсивно.

## Показатели обилия, функциональные и морфометрические характеристики двустворчатых моллюсков в поселениях в р. Гнилой Рог (на второй станции)

Вид	N	B	R	F	L	m
<b>2009 г.</b>						
<i>Anodonta sp.</i>	42,7	1745,3	15,6	0,8	74,9±1,8 (70,1–79,1)	39,3±6,1 (29,4–55,2)
<i>U. tumidus</i>	1542,7	78833,4	460,9	23,8	75,5±0,5 (56,5–105,1)	51,6±1,71 (19,8–151,9)
<i>U. pictorum</i>	215,6	6016,6	43,6	2,3	65,8±1,8 (49,4–89,1)	27,7±2,09 (11,8–57,2)
<b>Суммарно</b> (по многослойному поселению)	<b>1801,0</b>	<b>86279,8</b>	<b>520,1</b>	<b>26,9</b>		
<b>2010 г.</b>						
<i>Anodonta sp.</i>	177,1	8740,6	46,3	2,4	75,7±4,5 (44,1–98,5)	49,4±5,8 (4,9–78,9)
<i>U. tumidus</i>	1125,0	66641,7	202,7	10,5	78,0±0,7 (46,1–100,1)	59,2±1,6 (10,1–128,0)
<i>U. pictorum</i>	93,8	3401,0	12,4	0,6	71,9±2,3 (63,1–85,1)	36,3±2,8 (25,6–47,8)
<b>Суммарно</b> (по многослойному поселению)	<b>1395,8</b>	<b>78783,3</b>	<b>261,4</b>	<b>13,5</b>		
<i>Anodonta sp.</i>	145,8	7301,0	37,5	1,9	73,6±5,7 (30,5–95,1)	50,1±8,3 (3,0–82,8)
<i>U. tumidus</i>	385,4	20761,5	64,9	3,6	76,7±1,6 (51,5–89,5)	53,9±3,1 (13,1–80,0)
<i>U. pictorum</i>	41,7	1490,6	5,5	0,3	73,4±1,0 (71,1–75,1)	35,8±2,8 (29,4–41,1)
<b>Суммарно</b> (в зарослях стрелолиста)	<b>572,9</b>	<b>29553,1</b>	<b>107,8</b>	<b>5,6</b>		

Проведенная оценка фильтрационной активности двустворчатых моллюсков в многослойном поселении на второй станции показала очень высокие ее значения (табл. 2). Следует заметить, что невыясненным остается вопрос о фильтрационной активности перловиц в глубине поселения. Однако тот факт, что поселение регистрировалось на протяжении двух лет, говорит о его относительной устойчивости.

Величина фильтрации перловицами сопоставима с фильтрационной активностью дрейссены в массовых поселениях. Например, в подводящем канале Хмельницкой АЭС при биомассе порядка 20 кг/м<sup>2</sup> дрейссена профильтровывает около 20 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·сут. В этом же охладителе перловицы биомассой более 200 г/м<sup>2</sup> профильтровывают 0,2 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·сут.

### Выводы

На локальном участке реки, характеризующимся незначительным антропогенным влиянием, существуют условия для формирования поселений перловиц со значительной биомассой. Данные о существовании подобных поселений упоминаются в литературе, однако, вопрос о природе этого явления остается пока открытым.

Поселения существуют на протяжении нескольких лет, что может говорить об их определенной устойчивости. Своеобразием отличается размерная структура поселений – в них представлены в основном крупные моллюски. Вероятно у отмеченных видов перловиц, в первую очередь, у *U. tumidus* существуют определенные популяционные механизмы поддержания таких поселений. По сравнению с водоемом-охладителем в лотических условиях и при естественном термическом режиме создаются более благоприятные условия для развития

поселений перловиц. Исследования массовых поселений двустворчатых моллюсков имеют большое прикладное значение, поскольку могли бы дать ключ для разработки эффективного биофильтра.

1. Янович Л. Н. Фауна, распространение и экология моллюсков рода *Unio* (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) в бассейне Днепра в пределах Украины / Л. Н. Янович, М. М. Пампура // Гидробиол. журн. – 2011. – Т. 47, № 2. – С. 43–50.
2. Стадниченко А. П. Перлівницеві. Кулькові (Unionidae, Cycladidae) / А. П. Стадниченко. — Київ : Наукова думка, 1984. – 384 с. – (Фауна України; Т. 29; Моллюски, вип. 9).
3. Особенности распределения двустворчатых моллюсков в системе подогретых Конинских озер (Республика Польша) / С. А. Афанасьев, А. А. Протасов, Б. Здановский, Я. Туновский // Гидробиол. журн. – 1996. – Т. 32, № 3. – С. 33–44.
4. Protasov A. Naturalne systemy samooczyszczania wod jezior Koninskiх / A. Protasov, S. Afanasjev, B. Zdanovski // Komunicaty rybackie. – 1993. – № 6. – S. 6–9.
5. Структура и функциональные характеристики пелагических и контурных группировок гидробионтов в водоеме-охладителе Запорожской АЭС / Р. А. Калиниченко, О. А. Сергеева, А. А. Протасов, О. О. Сеницына // Гидробиол. журн. – 1998. – Т. 32, № 1. – С. 15–25.
6. Модельні групи безхребетних тварин як індикатори радіоактивного забруднення екосистем / П. Г. Балан, Р. В. Веклярський, Ю. Г. Вервес [та ін.]. – Київ : Фітосоціоцентр, 2002. – 204 с.
7. Состав и обилие двустворчатых моллюсков и размерная структура их популяций в водоеме-охладителе Хмельницкой АЭС : сб. науч. праць / А. А. Силаева, А. А. Протасов, И. А. Морозовская, С. П. Бабарига. – Житомир : Вид-во Житом. держ. ун-ту, 2006. – Вип. 2. – С. 262–265.
8. Силаева А. А. Эпибионтные группировки *Dreissena polymorpha* на раковинах Unionidae / А. А. Силаева, А. А. Протасов, И. А. Морозовская // Гидробиол. журн. – 2010. – Т. 46, № 5. – С. 16–29.
9. Алимов А. Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков / А. Ф. Алимов. – Л. : Наука, 1981. – 248 с.

*A. A. Sylaieva, A. A. Protasov, I. A. Morozovskaya*

Інститут гідробіології НАН України

#### ОСОБЛИВОСТІ ПОСЕЛЕНЬ ДВОСТУЛКОВИХ МОЛЮСКІВ В РІЧЦІ-ВОДОДЖЕРЕЛІ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА АЕС

Представлено характеристики рясноти, деструкції і фільтрації поселень крупних двостулкових моллюсків родини Unionidae в р. Гнилий Ріг, яка впадає у водойму-охолоджувач Хмельницької АЕС, що акумулює річний стік ріки.

*Ключові слова: двостулкові моллюски, річка, водойма-охолоджувач АЕС, показники рясноти, деструкція, фільтрація*

*A.A. Sylaieva, A.A. Protasov, I.A. Morozovskaya*

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine

#### FEATURES OF BIVALVES SETTLEMENTS IN THE RIVER-SOURCE OF NPP COOLING POND

The quantitative, destruction and filtration characteristics of large Unionidae bivalves settlements in Gnyloy Rog river are represented. This river falls to the cooling pond of Khmel'nytsky NPP, which accumulates year river flow.

*Key words: bivalves, river, cooling pond of NPP, abundance, destruction and filtration indices*