

УДК 664.952/.957

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУМУЛЯЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ В М'ЯКОМУ ТІЛІ ПРІСНОВОДНИХ МОЛЮСКІВ РОДУ ANODONTA

Головко М. П., Головко Т. М., Геліх А. О.

ИССЛЕДОВАНИЕ АККУМУЛЯЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В МЯГКОМ ТЕЛЕ ПРЭСНОВОДНЫХ МОЛЛЮСКОВ РОДА ANODONTA

Головко Н. П., Головко Т. Н., Гелих А. А.

INVESTIGATION OF HEAVY METALS BATTERY IN THE SOFT BODY OF THE FRESHWATER MUSSELS OF GENUS ANODONTA

Golovko N., Golovko T., Gelikh A.

Досліджено особливості накопичення важких металів у екосистемах рибницьких ставів у Сумській області. Визначено особливості накопичення і розподілу важких металів у м'якому тілі прісноводних молюсків роду Anodonta. Наведені результати досліджень свідчать про відповідність концентрації важких металів у досліджуваних компонентах екосистеми рибницького ставу існуючим нормам. Вміст важких металів таких, як Кадмію, Плюмбуму, Цинку і Купруму в м'якому тілі досліджуваних видів молюсків не перевищував нормативних значень. Досліджено шляхи надходження та акумулювання важких металів у м'якому тілі прісноводних молюсків роду Anodonta. Проаналізовано залежність їх проникнення та накопичення в залежності від способу живлення та властивостей іонів металів. Визначено ступінь акумуляції металів в тканинах молюсків по відношенню до вмісту елементів у воді. Розрахований коефіцієнт біологічного накопичення (K_{BH}), під яким розуміють відношення концентрації важких металів в м'якому тілі прісноводних молюсків до їх кількісного вмісту в навколишньому середовищі. Доведено, що концентрації важких та інших токсичних іонів металів у досліджуваних складових гідроекосистеми водоймища корилують з їх нормативним значенням. Вміст важких металів в тканинах досліджуваних видів молюсків перебуває в межах допустимих норм. Визначено, що коефіцієнти біологічного накопичення свідчать не тільки про забруднення середовища цими металами, але і про біологічну доступність їх іонів в даних умовах, а також вказують на невисоку акумуляцію мікроелементів молюсками.

Ключові слова: важкі метали, акумулювання, проникнення, прісноводні молюски роду Anodonta, м'яке тіло.

Investigated features of accumulation of heavy metals in ecosystems of fish breeding ponds in the Sumy region. Defined features of the accumulation and distribution of heavy metals in the soft body of freshwater mussels of the genus Anodonta. The results of the research indicate that the concentration of heavy metals

in the studied components of the ecosystem of the fishery pond is in line with the existing norms. The content of heavy metals such as Cadmium, Plumbum and Zinc in the soft body of the studied species of mussels did not exceed the normative values. The ways of receipt and accumulation of heavy metals in the soft body of freshwater mussels of the genus Anodonta are investigated. Has been analyzed dependence of their penetration and accumulation depending on the method of feeding and properties of metal ions. The degree of accumulation of metals in the tissues of mussels is determined in relation to the content of elements in water. The calculated coefficient of biological accumulation (C_{BN}), which is understood as the ratio of the concentration of heavy metals in the soft body of freshwater mussels to their quantitative content in the environment. It is proved that the concentrations of heavy and other toxic metal ions in the studied components of the hydrosystem of the reservoir are correlated with their normative values. The content of heavy metals in the tissues of the studied species of mussels is within the limits of permissible norms. It is determined that the coefficients of biological accumulation indicate not only the pollution of the environment with these metals, but also the biological availability of their ions in these conditions, and also indicate a low accumulation of trace elements of mussels.

Key words: *heavy metals, accumulation, penetration, freshwater mussels of the genus Anodonta, soft body.*

Постановка проблеми. В останні десятиліття в екосистемах водойм спостерігаються зміни, які відбуваються під впливом природних факторів навколишнього середовища і під впливом господарської діяльності людини. Тому особливої актуальності набувають дослідження закономірностей реакцій прісноводних молюсків на мінливі умови навколишнього середовища. Загрозу для життєдіяльності гідробіонтів, що досліджуються представляють важкі метали та їх сполуки [3, 4]. У сучасних екологічних умовах однією з найбільш гострих екологічних проблем, що стосуються гідросфери, є забруднення басейнів малих річок, які через незначні площі водозборів найбільш вразливі до негативного техногенноантропогенного впливу. Відомо, що малі річки безпосередньо впливають на гідрохімічний склад та якість води середніх і великих річок, а в їхніх басейнах формується понад 60 % водних ресурсів України [4]. Особливо небезпечними за впливом на екологічну систему водних об'єктів є важкі метали. Високий рівень забруднення середовища важкими металами призводить до зниження видового різноманіття гідробіонтів. Використання гідробіонтів як біоіндикаторів дозволяє судити про значення цих токсикантів. Групу важких металів можна віднести до мікроелементів. З одного боку одні вкрай необхідні для життєзабезпечення живих організмів, інші викликають протилежний ефект і, потрапляючи в організм, призводять до його отруєння або загибелі. Фахівцями з охорони навколишнього середовища серед металів токсикантів виділена пріоритетна група, в яку входять кадмій, мідь, миш'як, нікель, ртуть, свинець, цинк і хром як небезпечні для живих організмів; з них ртуть, свинець і кадмій - найбільш токсичні [5-7]. Тому доцільно проводити визначення вмісту металів, як в тканинах молюсків, так і в середовищі їх проживання - воді, тому що присутні в водних системах іони важких металів

поглинаються організмами і накопичуються у м'якому тілі молюсків і в подальшому передаються по ланцюгу харчування [3].

Такі метали, як цинк, марганець, мідь та ферум у фізіологічних концентраціях є життєво необхідними для здійснення регуляторних функцій в організмі гідробіонтів, передусім як складові ферментів. Разом з тим, перелік важких металів містить елементи, біологічну роль у живих організмах для яких не визначено, і які токсично впливають навіть у незначних концентраціях. До таких елементів належать Свинець та Кадмій [2]. Відомо, що накопичення важких металів в організмі гідробіонтів, зокрема молюсків, залежить від геохімічних чинників середовища, типу водойми, функціонального стану організму та особливостей живлення [5]. Питання кількості накопиченні окремих важких металів в організмі прісноводних молюсків вивчено меншою мірою.

Визначені основні цілі, які стоять перед комплексним дослідженням м'якого тіла молюсків півночі України в технології напівфабрикату. Необхідно дослідити не лише оптимальні режими технологічних операцій, при яких максимально збережуться структурно-механічні та органолептичні властивості м'якого тіла, але й екологічну доброякісність і безпечність сировини. Виконання поставлених цілей дасть можливість підвищити конкурентоспроможність продуктів з гідробіонтів, що є надзвичайно своєчасним та економічно виправданим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Зміна сировинної бази і зниження обсягів вилову морських молюсків, що пов'язано з екологічним становищем [2]. Це викликало необхідність перегляду об'єктів сировинної бази для виготовлення напівфабрикатів та готових кулінарних виробів, а також внесення змін до їх технології виробництва. Знання про стан екологічної безпеки, зокрема кількісний вміст важких металів та особливості їх локалізації у м'якому тілі молюсків мають важливе практичне значення і є предметом досліджень вчених як з близького [3,4], так і далекого зарубіжжя [5-8].

Досить інтенсивно дослідження щодо особливостей накопичення важких металів гідробіонтами проводяться й у країнах Африки [5], Південно-Східної Азії й навіть Близького Сходу [5-8]. В Україні цій проблемі присвячено також низку досліджень, проте вони проводилися або в межах великих водосховищ – Київського, Кременчуцького, Канівського, або на території об'єктів природно-заповідного фонду.

Серед основних напрямів вирішення вищенаведеної проблеми, виявлених в ресурсах світової наукової періодики, можуть бути виділені:

- дослідження молюсків (*mussels Perna perna*) в якості продукту харчування за показниками фізико-хімічних, харчових, показників безпеки та споживчих властивостей [6];
- оцінка гістопатологічного моніторингу мідій *Perna perna* та *Itaipu Lagoon* [7];
- вплив термічної та різних видів попередньої обробки (посол, маринування) на кінцеві характеристики м'яса мідій, а саме вихід готового продукту та терміни зберігання, зниження кількості токсикантів [5].

Питання особливостей вмісту та розподілу важких металів в органах і тканинах гідробіонтів малих річок, зокрема на території Сумської області, залишилися переважно поза увагою дослідників.

Метою дослідження є проведення дослідження і контроль кількості токсичних важких металів таких, як Кадмій, Плюмбум і Цинк в м'якому тілі моллюсків роду *Anodonta*.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Дослідити особливості накопичення важких металів у екосистемах рибницьких ставів у Сумській області.

2. Проаналізувати шляхи надходження та акумулювання важких металів у м'якому тілі прісноводних моллюсків роду *Anodonta* в залежності від способу живлення та властивостей іонів важких металів.

3. Науково обґрунтувати особливості накопичення і розподілу важких металів таких, як Кадмію, Плюмбуму і Цинку у м'якому тілі прісноводних моллюсків роду *Anodonta*.

Виклад основних результатів дослідження.

Одним з найбільш важливих факторів, які впливають на якість готової продукції є стабільна екологічна чистота сировини. Враховуючи, що прісноводні двостулкові моллюски є мешканцями як проточних так і стоячих водойм екологічна ситуація, яких дуже різко змінюється, зважаючи на техногенні та антропогенні фактори, то визначення ступеня накопичення важких металів у їх м'якому тілі стає однією з найактуальніших питань на даному етапі комплексного дослідження.

Об'єктами дослідження були двостулкові моллюски роду *Anodonta*, що є типовими представниками річкових двостулкових моллюсків, що мешкають, переважно, в прибережній зоні на піщано-мулистому ґрунті з уповільненим плином течії. З огляду на вищевикладене, можна припустити: по-перше, різний рівень забруднення у різних зонах проживання моллюсків, а, по-друге, імовірну здатність даних видів до накопичення важких металів.

Збиралися моллюски в р. Десна в її середній течії в районі села Пирогівка і в оз. Синювате, розташованому в Сумському районі, село Підліснівка. Дослідження вмісту важких металів у воді і м'якому тілі двостулкових моллюсків були проведені за такими стандартами: ГОСТ 30178 – 96 «Сировина і продукти харчові. Атомно-абсорбційний метод визначення токсичних елементів»(спосіб сухого озолення), ІСО 8288 – 86 «Якість води: визначення токсичних елементів, полум'яні атомноабсорбційні спектрометричні методи».

Для оцінки ступеня акумуляції металів в тканинах моллюсків по відношенню до вмісту елементів у воді був розрахований коефіцієнт біологічного накопичення ($K_{БН}$), під яким розуміють відношення концентрації важких металів в м'якому тілі прісноводних моллюсків до їх кількісного вмісту в навколишньому середовищі.

За величиною акумуляції гідробіонти, в тому числі прісноводні моллюски поділяються на макро, мікро, деконцентратори [3]. До макроконцентраторів відносяться моллюски, у яких $K_{БН} > 15000$, до мікроконцентраторів моллюски з $K_{БН} = 10000 - 15000$, до деконцентраторів - з $K_{БН} < 10000$.

Таблиця 1 - Вміст важких металів у воді і в тканинах двостулкових молюсків P_≥95 %, n=5

Об'єкт досліджень	Cu	Zn	Pb	Cd
р. Десна				
Вода (мг/л)	0,019±0,0011	0,029 ±0,007	-	0,14±0,005
Молюск (мг/кг)	0,97±0,0017	11,1±0,0011	-	0,024±0,009
оз. Синювате				
Вода (мг/л)	0,005±0,0011	0,047±0,0011	-	0,17±0,0011
Молюск (мг/кг)	0,78±0,0018	9,31±0,005	-	0,003±0,007

З досліджених даних у табл. 1 бачимо, що вміст токсичних металів не перевищує гранично допустимої концентрації по Цинку, Кадмію і Плюмбуму, не зважаючи на їх значну присутність у водних середовищах досліджуваних об'єктів. Це може бути пов'язано з способом життєдіяльності гідробіонтів. Своєю зовнішньою частиною і такими важливими органами як зябра молюски повністю занурені у воду, отже дія розчинених речовин і їх концентрація у цих органах найбільша. Основна кількість іонів, які потрапляють до організму молюсків, проникає через зябра (до 70%), дещо менше через мантию (до 20%), а решта – через органи травлення. Разом з тим, акумуляція Плюмбуму активніше проходила, коли метал надходив через кишково-шлунковий тракт. Проте технологія напівфабрикату з молюска прісноводного передбачає видалення так званих неїстівних частин (зябер, кишківника, гонад). Крім токсикантів в природних водах присутні розчинні нетоксичні речовини, що можуть зменшувати або збільшувати токсичність інших речовин шляхом зміни мембранної проникності.

Результати дослідження показали, що різні метали неоднаково накопичуються в тканинах досліджуваних молюсків (табл. 1). Цікаво відзначити, що досліджувані види двостулкових молюсків в найбільших кількостях накопичують Цинк. Однак встановлено, що вміст усіх аналізованих металів в тілі молюсків роду Anodonta в різних водних системах неоднаковий, так вміст Цинку – на 27% вище у озері, ніж в проточній системі р. Десни, Міді – на 18% менше. Проте така різниця пояснюється відповідним більшим на 34% вмістом Цинку у озері і меншим на 22% вмістом Міді. Свинець ні виявлено в досліджуваних пробах води р. Десни та озера Синювате.

Таким чином молюски роду Anodonta не становлять загрозу під час споживання. Отже, різні види молюсків мають різну здатність до акумуляції металів в своїх тканинах, що повністю підтверджує вчення Вернадського В.І.: «однією з функцій біосфери є концентраційна». Ці висновки добре узгоджуються з розрахованими нами коефіцієнтами біологічного накопичення металів молюсками (K_{БН}) (табл. 2).

Таблиця 2 - Коефіцієнти біологічного накопичення (K_d) металів в м'яких тканинах двостулкових молюсків P_≥95 %, n=5

Об'єкт досліджень	K _{БН} Cu	K _{БН} Zn	K _{БН} Pb	K _{БН} Cd
Молюск (мг/кг)	48	547	-	20

Аналіз накопичення іонів важких металів дозволив узагальнити особливості їх кумуляції і вибудувати ряди накопичення, які мають загальні закономірності:

- для молюсків роду Anodonta - $K_{BH} Zn > K_{BH} Cu > K_{BH} dCd > K_{BH} dPb$.

Висновки. Проведені дослідження свідчать про вплив різних чинників на накопичення токсичних металів у воді та м'якому тілі прісноводних молюсків. Доведено, що концентрації важких та інших токсичних іонів металів у досліджуваних складових гідроекосистеми водоймища корилують з їх нормативним значенням. Вміст важких металів в тканинах досліджуваних видів молюсків перебуває в межах допустимих норм. Коефіцієнти біологічного накопичення свідчать не тільки про забруднення середовища цими металами, але і про біологічну доступність їх іонів в даних умовах, а також вказують на невисоку акумуляцію мікроелементів молюсками.

Література

1. Merlina N. Andalecio Consumers' behavior towards cultured oyster and mussel in Western Visayas, Philippines [Text] / Merlina N. Andalecio, Ernestina M. Peralta, Ruby P. Napata, Liberato V. Laureta // Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation. – 2014. – 7(2). – P. 116-136 - Access mode: <https://doaj.org/article/0c22a20963b849dab260b12b32fe091c>
2. N. Golovko, T. Golovko, A. Gelikh Investigation amino–acid structure of proteins bivalve freshwater Mussels from the family Anodonta of the northern Ukraine // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2015. - № 5/11 (77). – P. 10-16.
3. N. Golovko, T. Golovko, A. Gelikh Investigation fatty acid and mineral of soft body bivalve freshwater mussels from the family Anodonta of the northern Ukraine // Technological Audit and Production Reserves. – 2016. - № 3/3 (29). – P. 17-23.
4. N. Golovko, T. Golovko, A. Gelikh Research qualitative composition of minerals soft body freshwater bivalve mussels of the genus Anodonta and marine counterpart - the mussels of the genus Mytilus // Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade. – 2015. - № 2 (22). – P. 270-278.
5. Nives Marušić GROWTH OF MUSSELS (*Mytilus galloprovincialis*) ON THE EAST COAST OF ISTRIA [Text] / Nives Marušić, Sanja Vidaček, Helga Medić, Tomislav Petrak // [Croatian Journal of Fisheries](https://doaj.org/article/1c0507ec8da6484d8ee80fd00ce4cf89). 2010; 68(1):19-25 - Access mode: <https://doaj.org/article/1c0507ec8da6484d8ee80fd00ce4cf89>
6. Érika Fabiane Furlan Physicochemical stability and market of mussels (*Perna perna*) cultivated in Ubatuba - SP, Brasil [Text] / Érika Fabiane Furlan, Juliana Antunes Galvão, Eduardo Oliveira Salán, Viviane Angeli Yokoyama, Marília Oetterer // [Food Science and Technology](https://doaj.org/article/3df4a621844642b1b243caf6853603ad). 2007; 27(3):516-523 - Access mode: <https://doaj.org/article/3df4a621844642b1b243caf6853603ad>
7. F.C. Lima Histopathological monitoring assessment of mussels *Perna perna* at the Itaipu Lagoon, Brazil [Text] / F.C. Lima, M.G. Abreu, E.F.M. Mesquita //

[Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia](https://doi.org/10.1590/S1517-30892001000200001). 2001; 53(2):1-5 - Access mode: <https://doaj.org/article/40c1d861d213406493b604b6ce2ac6ab>

8. Giustino Tribuzi Processing of chopped mussel meat in retort pouch [Text] / Giustino Tribuzi, Gláucia Maria Falcão de Aragao, João Borges Laurindo // [Food Science and Technology](https://doi.org/10.1590/S1517-30892015000000000). 2015; (0):0-0 - Access mode: <https://doaj.org/article/dda612fcc5db4492b8210828bd19a72a>

References

1. Merlina, N., Andalecio, Ernestina, M., Peralta, Ruby, P., Napata, Liberato, V., Laureta (2014). Consumers' behavior towards cultured oyster and mussel in Western Visayas, Philippines. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 7(2), 116-136.

2. Golovko, N., Golovko, T., Gelikh, A. (2015). Investigation amino-acid structure of proteins bivalve freshwater Mussels from the family Anodonta of the northern Ukraine, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/11 (77), 10-16.

3. Golovko, N., Golovko, T., Gelikh, A. (2016). Investigation fatty acid and mineral of soft body bivalve freshwater mussels from the family Anodonta of the northern Ukraine, *Technological Audit and Production Reserves*, 3/3 (29), 17-23.

4. Golovko, N., Golovko, T., Gelikh, A. (2015). Research qualitative composition of minerals soft body freshwater bivalve mussels of the genus Anodonta and marine counterpart - the mussels of the genus Mytilus, *Progressive engineering and technology of food production enterprises, catering business and trade*, 2 (22), 270-278.

5. Nives, Marušić, Sanja, Vidaček, Helga, Medić, Tomislav, Petrak (2010). GROWTH OF MUSSELS (*Mytilus galloprovincialis*) ON THE EAST COAST OF ISTRIA. [Croatian Journal of Fisheries](https://doi.org/10.1590/S1517-30892010000100001), 68(1), 19-25.

6. Érika, Fabiane, Furlan, Juliana, Antunes, Galvão, Eduardo, Oliveira, Salán, Viviane, Angel,i Yokoyama, Marília, Oetterer (2007). Physicochemical stability and market of mussels (*Perna perna*) cultivated in Ubatuba - SP, Brasil. [Food Science and Technology](https://doi.org/10.1590/S1517-30892007000300001), 27(3), 516-523.

7. F., C., Lima, M., G., Abreu, E., F., M., Mesquita (2001). Histopathological monitoring assessment of mussels *Perna perna* at the Itaipu Lagoon, Brazil. [Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia](https://doi.org/10.1590/S1517-30892001000200001), 53(2), 1-5.

8. Giustino, Tribuzi, Gláucia, Maria, Falcão, de Aragao, João, Borges, Laurindo, (2015). Processing of chopped mussel meat in retort pouch. [Food Science and Technology](https://doi.org/10.1590/S1517-30892015000000000), (0), 0-0.

Головко Микола Павлович, д - р техн. наук, проф., кафедра товарознавства у митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0677183119; e-mail: tov_mito@hduht.in.ua.

Головко Николай Павлович, д - р техн. наук, проф., кафедра товароведения в таможенном деле, Харьковский государственный университет

питання и торговлі. Адреса: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0677183119; e-mail: tov_mito@hduht.in.ua

Golovko Mykola, Doctor of Science (comparable to the academic degree of Doctor of Engineering in Food Technology, Dr.Sci.Tech.), Professor, Department of Commodity Research on Customs, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: str. Klochkovsky, 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: 0677183119; e-mail: tov_mito@hduht.in.ua.

Головко Тетяна Миколаївна, канд. техн. наук, доц., кафедра товарознавства у митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0677096521; e-mail: golovko_tn@mail.ru.

Головко Татьяна Николаевна, канд. техн. наук, доц., кафедра товароведения в таможенном деле, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: 0677096521; e-mail: golovko_tn@mail.ru.

Golovko Tetyana, Candidate of Sciences (comparable to the academic degree of Doctor of Philosophy, Ph.D.), Associate Professor, Department of Commodity Research on Customs, Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: str. Klochkovsky, 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: 0677096521; e-mail: golovko_tn@mail.ru.

Геліх Анна Олександрівна, аспірант, кафедра товарознавства в митній справі, харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: +380957548719; e-mail: gelihsomy@gmail.com

Гелих Анна Александровна, аспирант, кафедра товароведения в таможенном деле, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская 333, г. Харьков, Украина, 61002. Тел.: +380957548719; e-mail: gelihsomy@gmail.com

Gelikh Anna. PhD student The department of commodity research in Customs Kharkov State University of Food Technology and Trade. Address: str. Klochkovsky, 333, Kharkov, Ukraine, 61051. Tel.: 0957548719; e-mail: gelihsomy@gmail.com