

ВПЛИВ БЕЗФОСФАТНОГО ДЕТЕРГЕНТА НА ФІЛЬТРАЦІЙНУ РОБОТУ КАЛЮЖНИЦІ БОЛОТЯНОЇ

Уваєва О.І.

Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. В. Бердичівська, 40, 10008, м. Житомир
bio-2016@ukr.net

Вперше експериментальними дослідженнями встановлено інгібуючий вплив безфосфатного прального порошку «Dakos» на фільтраційну активність калюжниць болотяної. Детергент інгібує фільтраційну роботу, насамперед, молодих і старих особин *Viviparus contectus* (Millet, 1813). Безфосфатний миючий засіб як потенційний забруднювач водного середовища створює небезпеку порушення фільтраційної активності молюсків, що призводить до негативних наслідків для самоочисного потенціалу екосистем. *Ключові слова*: калюжниця болотяна, фільтрація, безфосфатний пральний порошок, інгібуючий вплив.

Влияние бесфосфатного детергента на фильтрационную работу живородки болотной. Уваева Е.И. Впервые экспериментальными исследованиями установлено ингибирующее влияние бесфосфатного стирального порошка «Dakos» на фильтрационную активность живородки болотной. Детергент ингибирует фильтрационную работу, в первую очередь, молодых и старых особей *Viviparus contectus* (Millet, 1813). Бесфосфатное моющее средство как потенциальный загрязнитель водной среды создает опасность нарушения фильтрационной активности моллюсков, которая приводит к негативным последствиям для самоочистительного потенциала экосистем. *Ключевые слова*: живородка болотная, фильтрация, бесфосфатный стиральный порошок, ингибирующее влияние.

Influence of phosphate free detergent on filtrating activity of *Viviparus contectus*. Uvaeva O. Inhibiting influence of phosphate free detergent “Dakos” on filtrating activity of *Viviparus contectus* (Millet, 1813) is proved in experiment for the first time. The detergent affects mostly young and old molluscs. As a potential water pollutant, the phosphate free detergent is therefore dangerous for snail filtration and environmental potential for purification. *Key words*: *Viviparus connectus*, filtration, phosphate free detergent, inhibition.

Важливим завданням водної токсикології загалом [5] та малакотоксикології [17] зокрема є детальне вивчення антропогенного впливу як на окремих біонтів, так і на екологічні системи з метою збереження та використання їх стабільності. Нині серед полютантів у річках Полісся провідне місце належить синтетичним миючим засобам (СМЗ) [16]. Вони постійно і у великій кількості надходять у стічні води промислових підприємств і комунальних служб. Потрапляючи у природні водойми, СМЗ утруднюють процеси біологічного окиснення органічних забруднень, через що для їх хімічної деструкції у значній кількості використовується розчинений у воді кисень. Поверхнево-активні речовини (ПАР), що містяться у складі СМЗ, утворюють плівку на поверхні води, що ускладнює доступ кисню і призводить до загибелі водних організмів [7]. Нині поряд з фосфатовмісними миючими засобами використовують безфосфатні. У багатьох країнах світу їх частка від загальної кількості СМЗ становить від 20 до 100%, а в Україні – лише 3%.

Актуальним є вивчення впливу СМЗ на водні екосистеми і їх мешканців, зокрема на очисний потенціал молюсків. Адже є відомості про токсичність і навіть летальність СМЗ для гідробіонтів [3], зокрема для молюсків [11]. Так, С.А. Остроумов [12–14], дослідивши вплив СМЗ на фільтраційну роботу морських двостулкових молюсків, зокрема мідій *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758), *M. galloprovincialis* (Lamarck, 1819) та устриці *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), виявив

зниження їх фільтраційного потенціалу у затруєному середовищі. З'ясовано, що зростання концентрації ПАР призводить до закономірного збільшення ступеня інгібування швидкості фільтрації.

Отже, біологічні ефекти СМЗ можуть бути небезпечними для самоочисного потенціалу водойм і призводити до дисбалансу в трофічних ланцюгах. Нині є інформація про вплив фосфатовмісних детергентів на очисну роботу гребінчастозябрових молюсків [19] і зовсім не досліджено вплив безфосфатних детергентів на фільтраційний потенціал калюжниць болотяної *Viviparus contectus* (Millet, 1813). Це досить поширений вид, що здебільшого поселяється у стоячих, зарослих водяною рослинністю водоймах – ставках, озерах, болотах, зрідка трапляється і у річках із невеликою швидкістю течії.

Метою роботи було дослідити в експериментальних умовах, яким чином впливає безфосфатний пральний порошок «Dakos» на фільтраційну активність калюжниць болотяної різного віку і статі.

Матеріалом дослідження слугували 420 екз. 1–6-річних *V. contectus* із р. Тня (с. Несолонь Житомирської обл.). Експерименти проводили влітку 2011 р. Збір матеріалу здійснювали за загальноприйнятою методикою [6], визначали видову належність молюсків і їх стать [20]. Показником віку особини слугувала кількість концентричних рельєфних ліній на кришечці черепашки, які маркують зимове уповільнення росту калюжниць. Перед дослідом 15 діб проводили аклімацію молюсків до лаборатор-

них умов [18]. Протягом її тварин утримували у посудинах із водою з житомирської водогінної мережі (рН 6,9–7,4; температура 18–20°C; концентрація кисню – 8,1–8,7 мг/дм³; освітлення природне) та підгодували мацерованою у воді (5–6 діб) морквою.

У токсикологічних дослідах для затравлювання середовища використано пральний порошок «Dakos», хімічний склад (заявлений виробником) якого: 5% – карбоксиметилцелюлоза, неіоногенні ПАВ на основі кокосового і рапсового масел, активатор, 5–15% – нанодакотрон № 3, 15–30% – нанодакотрон № 8, кисневмісний відбілювач, 30% – нанодакотрон № 12, натрію секвікарбонат, 0,2% оптичний відбілювач. Виробник – ТОВ «Дакос-Т», м. Сімферополь.

Токсикологічні досліди поставлено за методикою В.А. Алексєєва [1]. Орієнтаційним дослідом (експозиція 2 доби) встановлено значення основних токсикологічних показників: найбільшу концентрацію, за якої всі тварини залишаються протягом експозиції живими, – LC₀ та найменшу концентрацію, за якої всі тварини за час експозиції гинуть, – LC₁₀₀. Значення LC₅₀ отримували графічним методом [15].

Маркіровані посудини ємністю 3 л заповнювали до половини розчинами вищезгаданих речовин відповідної концентрації. В кожному з них поміщали по 5 екз. самців і самок калужниць. Експозиція в токсичних розчинах тривала 48 год. Токсичне середовище замінювали свіжоприготованим через 24 год. Контролем слугували моллюски, котрі перебували у посудинах із дехлорованою водою з житомирської водогінної мережі.

Як кількісну характеристику біофільтрації визначали швидкість фільтрації за формулою [2]. У проведених дослідах із переліку речовин, що використовуються різними дослідниками для отримання зависей, нами обрано сіру глину – матеріал, котрий дає змогу отримати найстійкіші у воді зависі [10].

Усі досліди проводили у 3-разовій повторюваності за експозиції 1 год. Математичний аналіз проведено із застосуванням програми Excel.

Виклад основного матеріалу. Вплив полютантів на моллюсків багатофакторний, оскільки відомо, що специфіка та згубна дія на них різних токсичних речовин визначається не тільки їх кількістю та якісними властивостями, але й гідрологічними та гідрохімічними характеристиками заселених тваринами водойм [4]. Отже, детергенти впливають на моллюсків двома шляхами. Перший (прямий) – це дія токсичних речовин на поведінкові, фізіологічні, біохімічні та біологічні процеси, що відбуваються в організмі гідробіонтів, зрушуючи їх у той чи інший бік. Другий (непрямий) – це вплив детергентів на гідробіонтів через зміни фізичних, фізико-хімічних і хімічних властивостей води. Крім того, СМЗ можуть зумовлювати і небезпечний віддалений вплив, а саме: мутагенний, ембріотоксичний, гонатоксичний тощо. Саме через це проблема впливу детергентів на моллюсків виявляється складною та багатогранною.

Орієнтовним дослідом встановлено значення основних токсикологічних показників для *V. contectus* (табл. 1), за якими з'ясовано зони токсичної активності СМЗ «Dakos» – <100–10000 мг/дм³. Згідно із чинною шкалою токсичності речовин для гідробіонтів [9], досліджений СМЗ, який у гострих дослідах викликає загибель 50% моллюсків, за ступенем токсичності є слабкотоксичною речовиною (вище 100 мг/дм³).

Фосфатовмісні пральні порошки для *V. contectus* є більш токсичними, ніж «Dakos», оскільки зони їх токсичної активності становлять: для СМЗ «Gala» – <0,1–100 мг/дм³, СМЗ «Persil» – <1–1000, СМЗ «Лотос» – <1–1000 мг/дм³ [19]. Згідно із СМЗ, «Gala» є сильнотоксичною речовиною, а СМЗ «Persil» і «Лотос» – слабкотоксичними [9].

У контрольній посудині (без детергенту) вже через 20–30 хв. від початку експерименту спостерігається виділення калужницями псевдофекалій і поступове відновлення прозорості води. У кінці досліду (через 1 год.) майже всі зависі глини було осаджено моллюсками на дно посудини, при цьому вода ставала прозорою. Швидкість фільтрації *V. contectus* у контролі становить 46,2–57,4 мл/год. (у середньому 51,2±5,4 мл/год.).

За концентрації СМЗ «Dakos» LC₂₅–LC₁₀₀ фільтраційна активність калужниць болотяної у кілька разів знижується порівняно з контролем: зростання концентрації СМЗ призводить до закономірного збільшення ступеня інгібування швидкості фільтрації. Виявлено відмінності очисного потенціалу калужниць болотяної у контролі і під дією СМЗ за концентрації LC₅₀–LC₁₀₀, які є статистично достовірними (p<0,05). Візуально нами помічено уповільнення і зменшення утворення пелет (фекалій і псевдофекалій) у посудинах, у воду яких додано розчини СМЗ. В останніх наприкінці експерименту кількість пелет була помітно меншою, ніж у контролі.

За концентрації детергенту LC₁₀₀ каламутність води зберігалася протягом кількох годин, оскільки швидкість фільтрації моллюсків знижувалась до 2,4–6,9 мл/год. (табл. 1).

Отже, токсичний вплив СМЗ призводить до інгібування фільтраційної активності моллюсків і, зрештою, до розвитку у них хронічної гіпоксії. Пристосування калужниць до умов кисневого голодування відбувається шляхом зниження інтенсивності процесів обміну речовин. Це означає, що у них розвиваються реакції, скеровані не на боротьбу за кисень, а на пристосування до існування без нього. У моллюсків, підданих дії токсикантів, за умов гіпоксії відбувається перехід від аеробного шляху розщеплення вуглеводів до гліколізу, що дає їм змогу тривалий час витримувати нестачу кисню [4; 8]. При цьому збільшення витривалості щодо дії на них несприятливих чинників середовища не тільки не знижується, а й дещо зростає завдяки зменшенню чутливості клітин і підвищенню їх стійкості щодо дії ушкоджуючих чинників.

Таблиця 1

Основні токсикологічні показники для *V. contectus*, підданого 48-годинній дії розчинів СМЗ «Dakos» та швидкість фільтрації 3-річних особин

Характеристики	Токсикологічні показники					Контроль
	LC ₀	LC ₂₅	LC ₅₀	LC ₇₅	LC ₁₀₀	
Концентрація СМЗ «Dakos», мг/дм ³	100	700	2500	6400	10000	0
Швидкість фільтрації, мл/год.	36,2–49,2 41,0±4,7	32,2–43,5 38,2±4,0	21,1–27,9 26,3±2,8	14,3–20,1 17,0±3,1	2,4–6,9 5,0±1,7	46,2–57,4 51,2±5,4

Примітка. У чисельнику – min–max, в знаменнику – $x \pm m_x$.

Порівнюючи вплив безфосфатного прального порошку «Dakos» на калюжницю болотяну з фосфатовмісними [19], можна зробити висновок про більш токсичний вплив останніх на організм молюсків. Про це свідчать як основні токсикологічні показники, так і значення швидкості фільтрації молюсків.

Досліджено вікові відмінності очисного потенціалу *V. contectus* за дії СМЗ (рисунок).

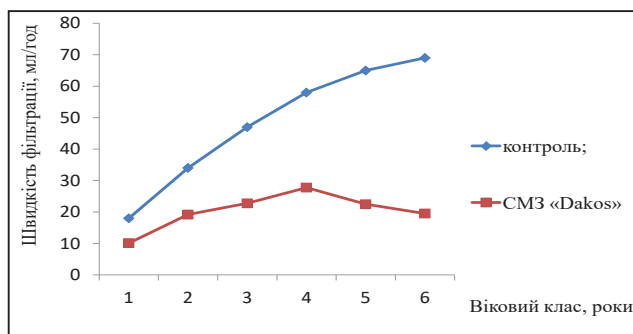


Рис. Фільтраційна робота *V. contectus* різного віку за дії синтетичних миючих засобів (при LC50)

Виявлено, що швидкість фільтрації різновікових груп молюсків (1–6 років), які перебували в затруєному середовищі, зменшується у калюжниць усіх вікових класів порівняно з контролем. Детергенти інгібують фільтраційну роботу, насамперед, молодих (1-річних) і старих (5–6-річних) особин калюжниць. Помічено статистично достовірну відмінність між швидкістю фільтрації *V. contectus* різного віку у контрольних посудинах і затруєному середовищі ($p < 0,001$).

Проаналізовано статеві особливості фільтраційної роботи *V. contectus* у затруєному детергентом середовищі (табл. 2). За дії токсиканту на молюсків помічено підвищення фільтраційної активності самок калюжниць порівняно з самцями ($p = 0,07$).

Отже, результати досліджень демонструють важливу роль безфосфатного миючого засобу як потенційного забруднювача водного середовища, що створює небезпеку порушення фільтраційної активності молюсків і

призводить до негативних наслідків для самоочисного потенціалу екосистем. Адже в умовах дії сублетальних концентрацій полютантів на прісноводних фільтраторів їх очищувальна активність, вилучення ними з води завислих речовин і кількість псевдофекалій, що вони екскретують, знижується, що призводить до зменшення накопичення маси пелет (і матеріалу суспензій), що осіли на дні експериментальної посудини або природної водойми порівняно з контролем (коли дія полютанта відсутня). Небезпека такого пригнічення активності фільтраторів полягає у порушенні пелагіально-бентального зв'язку і, відповідно, призводить до зниження потоку речовин від пелагіалі до бенталі.

Таблиця 2

Вплив СМЗ «Dakos» (LC50) на фільтраційну роботу 3-річних *V. contectus* різної статі

Стать	Швидкість фільтрації, мл/год.		Рівень значимості (p)
	$x \pm m_x$	min–max	
Самці	24±0,7	17–33	0,07
Самки	32±0,8	25–38	

Головні висновки. На основі експериментальних досліджень з'ясовано інгібуючий вплив безфосфатного прального порошку «Dakos» на фільтраційну активність калюжниць болотяної. За концентрації детергенту LC50 швидкість фільтрації калюжниць болотяної знижується майже удвічі. На основі токсикологічних показників та пригнічення швидкості фільтрації *V. contectus* СМЗ «Dakos» є слабкотоксичною речовиною. Детергент інгібує фільтраційну роботу, насамперед, молодих і старих молюсків. Самки калюжниць у затруєному середовищі дещо інтенсивніше фільтрують воду.

З'ясовано, що безфосфатний пральний порошок як потенційний забруднювач водного середовища створює небезпеку порушення фільтраційної активності молюсків, що призводить до негативних наслідків для самоочисного потенціалу екосистем.

Література

1. Алексеев В.А. Основные принципы сравнительно- токсикологического эксперимента. Гидробиол. журн. 1981. Т. 17, № 3. С. 92–100.
2. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двусторчатых моллюсков. Ленинград: Наука, 1981. 248 с.

3. Антонова И.Ю. Влияние синтетических моющих средств на гидробионтов. Бюл. медицинских Интернет-конф. 2016. Т. 6, № 5. С. 651.
4. Биргер Т.И. Метаболизм водных беспозвоночных в токсической среде. Киев: Наук. думка, 1979. 190 с.
5. Дудник С.В., Євтушенко М.Ю. Водна токсикологія: основні теоретичні положення та їхнє практичне застосування монографія. Київ: Вид-во Укр. фітосоціологічного центру, 2013. 297 с.
6. Кияшко П.В., Солдатенко Е.В., Винарский М.В. Класс Брюхоногие моллюски. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / под. ред. С.Я. Цаллолихина. Москва ; СПб., 2016. Т. 2. Зообентос. С. 335–438.
7. Коткова Т.М. Синтетичні поверхнево-активні речовини та поліфосфати у річці Жерев та її основних притоках. Вісник Нац. ун-ту водного госп-ва та природокористування. 2012. № 2 (58). С 30–36.
8. Маляревская А.Я. Биохимические механизмы адаптации гидробионтов к токсическим веществам. Гидробиол. журн. 1985. Т. 21, № 3. С. 70–82.
9. Метелев В.В., Канаев А.И., Дзасохова Н.Г. Водная токсикология. Москва : Колос, 1971. 247 с.
10. Миронов Г.Н. Фильтрационная работа и питание мидий Черного моря. Тр. Севастоп. биол. станции. 1948. № 6. С. 338–352.
11. Остроумов С.А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы. Москва : МАКС-Пресс, 2001. 334 с.
12. Остроумов С.А. Идентификация нового вида опасности химических веществ: ингибирование процессов экологической ремедиации. Докл. Акад. наук. 2002. Т. 385, № 4. С. 571–573.
13. Остроумов С.А. Действие некоторых амфифильных веществ и смесевых препаратов на морских моллюсков. Гидробиол. журн. 2003. Т. 39, № 2. С. 103–108.
14. Остроумов С.А. Влияние синтетических поверхностно-активных веществ на гидробиологические механизмы самоочищения водной среды. Водные ресурсы. 2004. Т. 31, № 5. С. 546–555.
15. Прозоровский В.Б. О выборе метода построения кривой летальности и определения средней летальной дозы. Журнал общей биологии. 1960. Т. 21, № 3. С. 221–228.
16. Ситник Ю.М., Арсан О.М., Киричук Г.Є., Янович Л.М. Вивчення еколого-токсикологічного стану річок Прип'ять та Стохід. Вісник Житомир. пед. ун-ту. 2001. Вип. 8. С. 244–248.
17. Стадниченко А.П. Малакотоксикологія, її завдання та основні проблеми. Вісник Житомир. пед. ун-ту. 1998. Вип. 1. С. 97–100.
18. Хлебович В.В. Акклимация животных организмов. Ленинград : Наука, 1981. 136 с.
19. Уваєва О.І., Сарган А.П. Вплив синтетичних миючих засобів на фільтраційну роботу прісноводних молюсків. Наукові записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біологія. 2011. № 2 (47). С. 147–150.
20. Glöer P. Sübwassergastropoden. Mollusca I. Nord-und Mitteleuropas. Hackenheim: ConchBooks, 2002. 327 s.