

УДК 594.32:591.1

О. І. Уваєва, А. П. Стадниченко

**ФІЛЬТРАЦІЙНА АКТИВНІСТЬ
ГРЕБІНЧАСТОЗЯБРОВОГО МОЛЮСКА *VIVIPARUS
VIVIPARUS* (GASTROPODA, VIVIPARIDAE)**

Експериментальними дослідженнями з'ясовано особливості фільтраційної активності гребінчastoзябрового молюска *Viviparus viviparus* (Linné, 1758) та вплив на неї деяких абіотичних чинників. Виявлено залежність швидкості фільтрації від віку і маси тіла молюсків та їх статі.

Ключові слова: *Viviparus viviparus*, фільтрація, абіотичні чинники, вік, маса тіла, стать.

У зв'язку з постійним наростанням антропогенного тиску на внутрішні водойми України підвищується роль прісноводних молюсків як природних біофільтраторів [13]. У низці літературних джерел [1, 2, 5—10, 18] містяться відомості щодо фільтраційної активності морських і прісноводних двостулкових молюсків. Однак щодо гребінчastoзябрових молюсків, які також ефективно профільтровують воду і очищають її від завислих речовин, такої інформації обмаль. Важливо з'ясувати вплив різних абіотичних чинників на фільтраційний потенціал молюсків-фільтраторів, зокрема, представника родини Viviparidae — калюжниця річкової *Viviparus viviparus* (Linné, 1758). Цей молюск утворює значні за біомасою та чисельністю поселення у прісних водоймах по всій території України [4].

Процеси фільтрації і седиментації у калюжниць детально описані у роботі [16]. Безперечно, фільтраційний механізм у неї забезпечує насамперед дихальну функцію. Разом з тим експериментальними дослідженнями встановлено потужний фільтраційний і седиментаційний потенціал у близькоспорідненого виду — калюжниця болотяної *V. contectus* (Millet, 1813) [14, 15], яка бере важливу участь у перенесенні частини зависей із водної товщі у донні відклади. Фільтраційна активність *V. viviparus* згадується у літературі побіжно [11, 18, 20]. Метою роботи було дослідження фільтраційних властивостей *V. viviparus* у залежності від абіотичних чинників середовища.

Матеріал і методика досліджень. Матеріалом дослідження слугували 156 екз. *V. viviparus* віком 1—5 років з висотою черепашки 1,7—3,6 см. Мо-

люсків відбирали за загальноприйнятою методикою [3] з водосховища Відсічного (с. Корчак Житомирської обл.) на р. Тетерів. Експерименти проводили влітку 2014 р. Видову належність молюсків і їх стать визначали за [19]. Масу калюжниць встановлювали на електронних вагах марки ТВЕ-0,3-0,01, висоту черепашки — за допомогою електронного штангенциркуля. Показником віку особини слугувала кількість концентричних рельєфних ліній на кришечці черепашки. Перед дослідями молюсків аклімували до лабораторних умов впродовж 15 діб [17]: тварин утримували у посудинах з водою з житомирської водогінної мережі (концентрація кисню 8,1—8,7 мг/дм³). Як кількісну характеристику визначали швидкість фільтрації (F) за формулою [2]. У проведених дослідях із переліку речовин, використаних різними дослідниками, нами обрано сіру глину — матеріал, котрий дозволяє отримати найстійкіші у воді зависі [6].

Для з'ясування впливу концентрації завислих речовин на швидкість фільтрації калюжниць у посудини вносили 250 мл зависей сірої глини із концентрацією 20—500 мг/л (рН 6—7, температура 20°C) і вміщали по одному 3-річному молюску. Для з'ясування впливу водневого показника у посудини вносили 250 мл зависей сірої глини із значенням рН 2—10 (концентрація зависей 50 мг/л, температура 20°C) і вміщали по одному 3-річному молюску. Водневий показник змінювали шляхом додавання у воду декількох крапель 10%-ої H_2SO_4 або 20%-ого $NaHCO_3$ [2]. Значення рН встановлювали потенціометричним методом (рН-150М). Для встановлення впливу температури у посудину вносили 1500 мл зависей сірої глини (концентрація 50 мг/л, рН 6—7) і по 5 екз. самців і самок *V. viviparus* 3-річного віку. Досліджували температуру в інтервалі 5—35°C через кожних 5°C. Всі досліді проводили у 6-разовій повторюваності при експозиції 1 год. Математичний аналіз проведено із застосуванням програми Excel.

Результати досліджень та їх обговорення

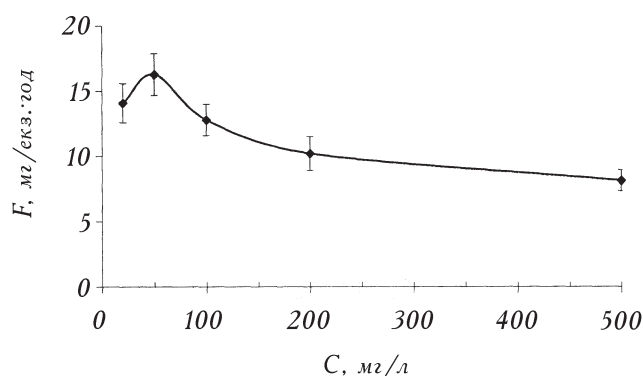
Експериментальними дослідженнями встановлено, що швидкість фільтрації F у 3-річних особин *V. viviparus* із висотою черепашки 2,6—2,9 см за концентрації зависей 50 мг/л становила 16,3 мл/екз-год (рис. 1). Для порівняння у 3-річних *V. contectus* F становить 17 мл/екз-год [15], у 0,8-сантиметрових *Sphaerium corneum* — 18 [1], у 2—3-сантиметрових мідій — 680 мл/екз-год [6]. У наведених прикладах для визначення фільтраційної активності молюсків дослідники використовували зависі глини. Слід зазначити, що вже через 20—30 хв від початку експерименту у дослідних посудинах спостерігалось виділення калюжницями псевдофекалій і поступове відновлення прозорості води. У кінці досліді (через 1 год) майже всі зависі глини було осаджено молюсками на дно посудини, при цьому вода ставала прозорою. У контролі каламутність води зберігалася протягом декількох годин.

Проаналізовано зв'язок між концентрацією завислих у воді часточок та фільтраційною роботою калюжниць річкової. З'ясовано, що у 3-річних особин за зростання концентрації зависей швидкість фільтрації спочатку дещо підвищувалась, а потім знижувалась (див. рис. 1). Коефіцієнт кореляції (r) становив 0,82. Залежність між швидкістю фільтрації і концентрацією завислих речовин було відмічено раніше у двостулкових [1, 2, 10]. Припускаємо,

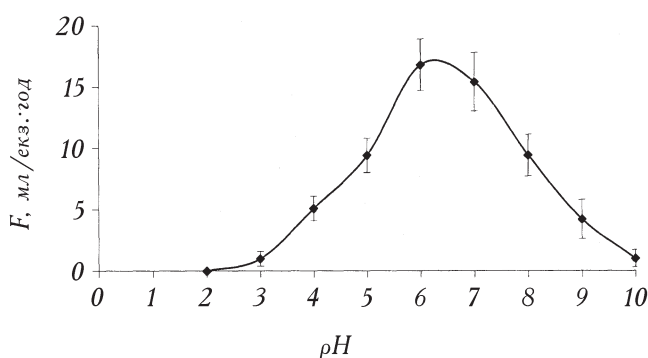
що такий зв'язок може виявитися загальною закономірністю для всіх молюсків. Зменшення фільтраційної активності калюжниць із зростанням концентрації зависей можна пояснити механічним «забиванням» їх ктенидія [16].

Найбільші значення F відмічені за рН 6—7 (рис. 2). Відхилення як у кислий, так і лужний бік супроводжувались пригніченням фільтраційної активності. За рН 2 фільтрація взагалі припинялась ($F = 0$). У дослідних посудинах з таким значенням рН молюски протягом усього експерименту нерухомо лежали на дні, щільно затиснувши устя черепашки кришечкою. За рН 10 у двох дослідках молюски взагалі не фільтрували, а у чотирьох фільтраційна активність була дуже низькою ($F = 1—2$ мл/екз·год). Тварини, перенесені із водного середовища з рН 2 і 10 до середовища з рН 6—7, вже протягом першої години відкривали кришечки і починали активно рухатись по стінках посудин. Тобто значення рН 2 і 10 не є летальними для цих молюсків, принаймні протягом однієї години. Таким чином, можна зробити висновок, що забруднення природних водоемів поллютантами, які змінюють рівень рН, може вкрай негативно впливати на фільтраційний потенціал.

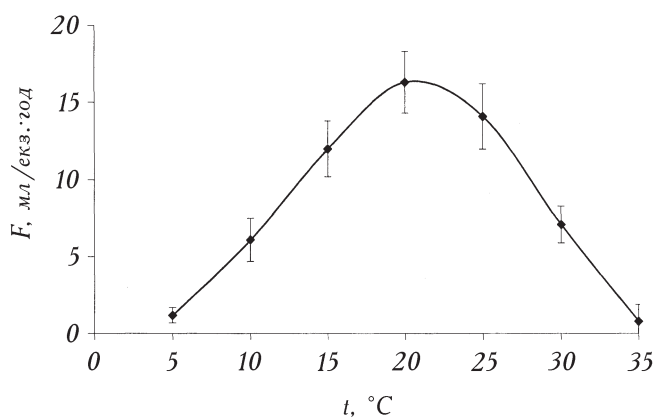
Встановлено, що F у *V. viviparus* зростає зі збільшенням температури середовища у діапазоні 5—20°C (рис. 3), а при більш високій — знижується. Температуру 20°C можна вважати оптимальною для фільтраційної роботи цього виду. Відхилення від неї викликає зниження інтенсивності фільтрації, пов'язане з пригніченням роботи їх війчастого епітелію [1]. Оскільки калюжниць для дослідів відбирали із водосховища, де у літні місяці температура води зазвичай становить 18—22°C, то зона температурного оптимуму,



1. Вплив концентрації зависей (C) на швидкість фільтрації (F) у 3-річних *V. viviparus*.



2. Вплив водневого показника (рН) на швидкість фільтрації (F) у 3-річних *V. viviparus*.



3. Вплив температури води (t) на швидкість фільтрації (F) у 3-річних *V. viviparus*.

близька до 20°C, для фільтрації та дихання цих тварин є цілком нормальною. Температура 5°C у нашому досліді є нижньою межею, за якої ще спостерігалась фільтраційна активність. Температура 35°C є передлетальною для калюжниць, оскільки частина з них (67%) загинула до кінця експерименту. Слід зазначити, що в останні роки у зв'язку з процесами глобального потепління середньомісячні літні температури водних об'єктів в

Україні зросли, а вміст розчиненого кисню у воді зменшився. За таких умов порушується фільтрація у цих зябродішних молюсків, частина з них навіть гине від гіпоксії, що викликає скорочення чисельності їх популяцій [12].

Оскільки було з'ясовано, що найбільше значення *F* у *V. viviparus* спостерігалось за концентрації зависей 50 мг/л, рН 6—7 і температури 20°C, то подальші експерименти проводили саме за таких значень. Показано, що швидкість фільтрації зростає із збільшенням віку (табл. 1). Це пов'язане з тим, що із віком тварин збільшуються розміри і маса тіла, відповідно зростає і потреба тканин у кисні для здійснення низки обмінних процесів.

Методом кореляції Пірсона виявлено тісний зв'язок між значенням *F*, розрахованим на особину (мл/екз·год), і масою їх тіла ($r = 0,74$), цей зв'язок апроксимований у вигляді ступеневої функції $F = mW^n$, де *F* — швидкість фільтрації, мл/екз·год; *W* — загальна маса тіла, г; *m* і *n* — коефіцієнти рівняння для даного діапазону маси (1,1—10,2 г). У досліджених калюжниць ($n = 30$) зв'язок у числовій формі виражено формулою $F = 6,050 W^{0,720}$, яка може бути використана для орієнтовної оцінки фільтраційної діяльності. Швидкість фільтрації, розрахована на одиницю маси тіла особини (мл/г·год), із збільшенням віку молюсків зменшувалась (див. табл. 1). Це, ймовірно, пов'язано з непропорційно більшим розвитком тканин з низькою метаболічною активністю (черепашка, сполучна і жирова тканини) у старших особин. Іншим поясненням зниження фільтраційної активності і, відповідно, споживання кисню особинами старшого віку може бути зменшення загального рівня їх метаболізму, характерне для процесу старіння всіх живих організмів.

Швидкість фільтрації 3-річних самок *V. viviparus* вища, ніж самців такого ж віку ($p = 0,10$) (табл. 2). Ймовірно, підвищена фільтраційна активність самок пов'язана із більш високими потребами у кисні, необхідному для забез-

1. Фільтраційна активність ($x \pm m_x$) *V. viviparus* різного віку

Вік, роки	Висота черепашки, см	Маса молюска, г	Швидкість фільтрації	
			мл/екз·год	мл/г·год
1+	1,7—1,9	1,1—1,6	$7,1 \pm 1,5$	$4,6 \pm 0,7$
2+	2,1—2,4	1,9—2,8	$11,4 \pm 2,9$	$4,0 \pm 0,9$
3+	2,6—2,9	3,2—4,9	$16,3 \pm 3,2$	$3,7 \pm 0,7$
4+	3,0—3,2	5,6—6,9	$21,5 \pm 3,9$	$3,4 \pm 0,5$
5+	3,3—3,6	7,9—10,2	$32,0 \pm 3,5$	$3,3 \pm 0,5$

2. Фільтраційна активність 3-річних *V. viviparus* у залежності від їх статі

Стать	Висота черепашки, см	Маса молюска, г	Швидкість фільтрації, мл/екз·год	
			min — max	$x \pm m_x$
Самці	2,6—2,7	3,2—4,1	11,8—17,2	$14,2 \pm 2,3$
Самки	2,7—2,9	3,8—4,9	13,6—21,2	$17,6 \pm 3,1$

печення зростання рівня метаболічних процесів під час репродуктивної активності.

Виходячи із середніх значень щільності поселень і біомаси *V. viviparus* (48 екз/м² і 112,4 г/м²) у водосховищі Відсічному (площа водного дзеркала 320000 м², повний об'єм води 10,2 млн. м³) і показників їх фільтраційної активності, можна оцінити роль молюска у процесах очищення. Оскільки середня маса однієї особини у цій популяції становить 2,3 г, то за рівнянням $F = 6,050W^{0,720}$ такий молюск фільтрує воду із швидкістю 11 мл/екз·год. З огляду на те, що калюжниця, як і двостулкові молюски, фільтрують воду лише 12 год на добу [2], то швидкість фільтрації кожною особиною становить 132 мл/екз·доба. Відповідно, всі молюски з 1 м² площі водного дзеркала профільтрують за добу 6,3 л, а вся популяція цих тварин — 2016 м³ води. Отже, за добу калюжниця здатні профільтрувати 0,02% об'єму водосховища, а весь його об'єм — приблизно за 5 тис. діб. Наведений розрахунковий приклад фільтраційної роботи *V. viviparus*, незважаючи на всю його прибудність, наочно демонструє фільтраційний потенціал калюжниць, що, безперечно, свідчить про їх важливу роль у процесах очищення води.

Висновки

Експериментальними дослідженнями встановлено, що *V. viviparus* характеризується значним фільтраційним потенціалом: F 1—5-річних особин становить 6,3—35,7 мл/екз год. Найвища фільтраційна активність спостерігається за температури 20°C і рН 6—7. При зростанні концентрації зависей швидкість фільтрації спочатку дещо зростає, а потім знижується. Молодші особини мають вищий фільтраційний потенціал. Швидкість фільтрації у калюжниць тісно пов'язана із загальною масою тіла, що описується ступеневою функцією. Фільтраційна ак-

тивність самок вища, ніж самців. Дані щодо швидкості фільтрації калюжниць можна використовувати для кількісної оцінки їх ролі в очищенні водойм.

**

Экспериментальными исследованиями установлено, что *V. viviparus* является активным фильтратором: скорость фильтрации 1—5-летних особей составляет 6,3—35,7 мл/экз·ч. Их фильтрационная активность максимальна при температуре 20°С и рН 6—7. При возрастании концентрации взвесей скорость фильтрации сначала несколько повышается, а потом снижается. Наивысшие фильтрационные способности характерны для молодых особей *V. viviparus*. Скорость фильтрации находится в тесной зависимости от общей массы тела, что описывается степенной функцией. Фильтрационная активность самок выше, чем самцов. Данные о скорости фильтрации лужанок можно использовать для количественной оценки их роли в очищении водоемов.

**

Experimental studies have shown that *V. viviparus* is an active filterer: the filtration rate 1—5-year-old specimens is 6,3—35,7 ml/specimen per hour. Their filtration activity is highest at water temperature 20°С and рН 6—7. The highest filtration activity is typical for younger specimens. The filtration rate of *V. viviparus* is closely related to body mass, this relation is described by the power function. The filtration activity in females is increased as compared with males. The obtained data on the filtration rate of *V. viviparus* can be used to estimate their role in purification of water reservoirs.

**

1. Алимов А.Ф. Влияние некоторых факторов среды на фильтрационные способности моллюсков *Sphaerium corneum* (L.) // Гидробиол. журн. — 1967. — Т. 2, № 2. — С. 26—32.
2. Алимов А.Ф. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. — Л.: Наука, 1981. — 248 с.
3. Жагин В.И. Методы гидробиологических исследований. — М.: Высш. шк., 1960. — 189 с.
4. Жморщук М.В., Андрийчук Т.В., Гарбар О.В. Поширення моллюсків роду *Viviparus* Montfort, 1810 (Gastropoda: Viviparidae) на території України // Біологічні дослідження-2014: Матеріали V наук.-практ. Всеукр. конф. молод. учен. та студ., 4—5 бер. 2014 р. — Житомир, 2014. — С. 140—141.
5. Золотницький А.П. Интенсивность дыхания и фильтрации тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas* Thunberg), акклиматизируемой в Черном море // Труды ЮгНИРО. — 1999. — Т. 44. — С. 55—59.
6. Миронов Г.Н. Фильтрационная работа и питание мидий Черного моря // Тр. Севастоп. биол. станции. — 1948. — № 6. — С. 338—352.
7. Печень-Финенко Г.А. Фильтрационная активность мидий в условиях Севастопольской бухты // Гидробиол. журн. — 1992. — Т. 28, № 5. — С. 44—50.
8. Протасов А.А. Жизнь в гидросфере. Очерки по общей гидробиологии. — Киев: Академперіодика, 2011. — 704 с.
9. Пряничникова Е.Г., Щербина Г.Х. Сравнение скоростей фильтрации моллюсков *Dreissena polymorpha* (Pall.) и *Dreissena bugensis* (Andr.) в экспе-

- рименте // Биологические ресурсы пресных вод; беспозвоночные. — Рыбинск: Рыбинский дом печати, 2005. — С. 278—290.
10. Санина Л.В. Скорость фильтрации и рацион каспийских моллюсков при разных концентрациях взвеси: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1983. — 23 с.
 11. Ситникова Т.Я., Репсторф П.У. Эти моллюски живут только в Байкале // Наука из первых рук. — 2004. — № 1. — С. 84—99.
 12. Стагниченко А.П., Гурин В.К., Лейченко А.М. и др. Пресноводная малакофауна Украины в условиях глобального потепления климата Земли // Междунар. науч. конф. «Проблемы экологии», 20—25 сент. 2010 г. — Иркутск, 2010. — С. 107.
 13. Романенко В.Д. Основи гідроекології. — К.: Обереги, 2001. — 728 с.
 14. Увасва О.І. Вікові та індивідуальні особливості фільтраційної активності молюсків // Вісник ЛНУ. Сер. Біол. — 2010. — Вип. 52. — С. 132—136.
 15. Увасва О.І., Стагниченко А.П., Федоренко Н.А. Роль передньозябрових молюсків в осадженні зависів за різної їх щільності поселення // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія. Спец. вип. Гідроекологія. — 2010. — № 2. — С. 496—498.
 16. Увасва О.І., Стагниченко А.П. Седиментаційна активність *Viviparus viviparus* (Mollusca, Gastropoda, Pectinibranchia) у водосховищі Відсічному // Гидробиол. журн. — 2016. — Т. 52, № 3. — С. 19—25.
 17. Хлебович В.В. Акклимация животных организмов. — Л.: Наука, 1981. — 136 с.
 18. Цихон-Луканина Е.А. Трофология водных моллюсков. — М.: Наука, 1987. — 177 с.
 19. Glöer P. Süßwassergastropoden. Mollusca I. Nord- und Mitteleuropas. — Hackenheim: ConchBooks, 2002. — 327 s.
 20. Piechocki A. Mięczaki (Mollusca). Ślimaki (Gastropoda). Fauna słodkowodna Polski. — Warszawa; Poznań: Państwowe wydawnictwo naukowe, 1979. — Z. 7. — 187 s.