

means of abundance ( $30611 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$ ) and biomass ( $198.97 \text{ mg.} \cdot \text{m}^{-2}$ ) were characteristic on the grey silt with shell mix. These means were smallest on the black silt with shell mix –  $2800 \text{ ind.} \cdot \text{m}^{-2}$  и  $18,2 \text{ mg.} \cdot \text{m}^{-2}$  respectively.

Keywords: Ostracoda, meiobenthos, Odesa coastal region

УДК 547.587 (582.776.5 : 582.671)

О.М. УСЕНКО

Інститут гідробіології НАН України  
пр. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна

## ЕНДО- ТА ЕКЗОГЕННІ ФЕНОЛКАРБОНОВІ КИСЛОТИ *TRAPA NATANS* L. I *NUPHAR LUTEA* L.

Досліджено вміст фенолкарбонів кислот у фітомасі та воді в заростях *Trapa natans* і *Nuphar lutea*. Встановлено, що як в клітинах, так і серед позаклітинних виділень *Trapa natans* переважають оксибензойні кислоти. Кислоти оксибензойної групи домінують і у виділеннях *Nuphar lutea*, тоді як у фітомасі цієї рослини значно більше оксикоричних кислот.

Ключові слова: фенолкарбонів кислоти, *Trapa natans*, *Nuphar lutea*

Фенольні сполуки належать до найпоширеніших поліфункціональних метаболітів рослинних організмів. Для вищих водяних рослин характерна наявність значної кількості фенолів як в клітинах, так і в складі позаклітинних виділень. Багато з цих сполук, кількість яких коливається залежно від виду рослин, здатні викликати алелопатичний ефект у інших представників гідрофлори. Інтенсивний розвиток макрофітів може суттєво обмежувати вегетацію планктонних водоростей і, що особливо важливо, знижувати інтенсивність «цвітіння» води синьозеленими водоростями [2].

Відомо, що рослини із значною біологічною активністю містять велику кількість фенольних кислот. Багато з них (кавова, корична, кумарова, ферулова, галова, ванілінова) відзначаються високим алелопатичним потенціалом і як алелохімічні агенти викликають численні фізіологічні ефекти. Зокрема, відомо, що фракції, які містять фенольні кислоти, здатні гасити вільні радикали, в тому числі, гідроксильний радикал, а також інгібувати пероксидне окиснення ліпідів [4].

Однією з вищих водяних рослин, що відзначаються значною біологічною активністю, вважають глечики жовті (*Nuphar lutea*), у заростях яких найбільш виражений ефект зниження чисельності мікрофлори, порівняно з іншими макрофітами [1]. Значний інтерес також викликає водяний горіх (*Trapa natans*), площі заростання якого останнім часом суттєво збільшились на київській ділянці Канівського водосховища. Відомо, що під впливом екзометаболітів *Trapa natans* спостерігається зменшення вмісту розчиненого у воді кисню і зміна рН середовища в сторону підкислення [1]. Очевидно, ці ефекти можуть бути пов'язані з впливом фенольних кислот. В зв'язку з цим, метою нашої роботи було визначення вмісту фенолкарбонів кислот (ФКК) у фітомасі вищих водяних рослин з плаваючим листям *Trapa natans* і *Nuphar lutea* та у воді в їхніх заростях.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводили з *Trapa natans* L. і *Nuphar lutea* L., відібраних у липні 2013 р. у затоці Собаче гирло (придаткова система київської ділянки Канівського водосховища). Фенолкарбонів кислоти з фітомаси виділяли за допомогою іонообмінних смол КУ-2 та ЕДЕ-10П [3]. Для визначення екзогенних ФКК відбирали воду у заростях досліджуваних вищих водяних рослин і очищували її від сторонніх домішок за допомогою фільтрувального паперу. Отриманий фільтрат об'ємом  $2 \text{ дм}^3$  пропускали через колонку з катіонітом КУ-2, а надалі – через аніоніт ЕДЕ-10п.

Визначення ФКК проводили методом високоефективної рідинної хроматографії-мас-спектрометрії на приладі AGILENT 1200/Quadrupole 6130 Гідробіологічного аналітичного центру Інституту гідробіології НАН України. Використовували колонку Zorbax Eclipse XDB-C18 Nanow-Bore 2,1×150 мм і систему розчинників вода-ацетонітрил з додаванням 0,1% мурашиної кислоти. Швидкість потоку складала 1 мл/хв, об'єм ін'єкції – 100 мкл. Джерело іонізації – ESI(+), напруження на фрагментаторі – 70В. Детектування проводили у режимі моніторингу одиночних іонів (123, 139, 149, 155, 165, 169, 171, 181, 182, 195, 199, 209, 225 m/z).

Для кількісного визначення ФКК використовували хроматографічно чисті ФКК виробництва фірми Sigma-Aldrich. Ідентифікацію речовин проводили шляхом порівняння часу їх утримання на хроматограмах дослідного і контрольного зразків.

### Результати досліджень та їх обговорення

Згідно з результатами хроматографічного аналізу, у фітомасі обох досліджених рослин присутні такі ФКК як бензойна, *p*-оксибензойна, саліцилова, корична,  $\alpha$ -резорцилова, протокатехова, кумарова, ванілінова, галова, кофейна, ферулова і бузкова (таблиця).

Таблиця

Вміст фенолкарбових кислот у фітомасі *Trapa natans* і *Nuphar lutea* (мкг/г) та у воді (мкг/дм<sup>3</sup>) в їхніх заростях

m/z	Фенолкарбові кислоти	<i>Trapa natans</i>		<i>Nuphar lutea</i>	
		Вміст фенолкарбових кислот			
		фітомаса	вода	фітомаса	вода
123	Бензойна	3454,2	38,13	377,2	15,0
139	<i>p</i> -оксибензойна	439,6	5,44	102,2	0,2
139	Саліцилова	114,4	4,14	110,2	0
149	Корична	35,6	2,65	87,2	0
155	Протокатехова	59,6	0	43,6	0,1
155	$\alpha$ -резорцилова	56,8	0,09	26,6	0,3
155	$\beta$ -резорцилова	18,8	0	0	0
165	Кумарова	45,2	0,24	29,4	0
169	Ванілінова	202,4	3,25	632,2	0
171	Галова	1003,6	0	144,2	2,9
181	Кофейна	43,2	0	1194,8	0
195	Ферулова	43,2	0,44	56,4	0,1
199	Бузкова	78,2	1,58	15,6	0,7
225	Синапова	14,1	0,18	0	0
Загальна сума		5565,9	56,14	2819,6	19,30

Слід зазначити, що у *Trapa natans* визначені також  $\beta$ -резорцилова і синапова кислоти, які відсутні в фітомасі *Nuphar lutea*. Цікаво, що *Trapa natans* містить понад 5,5 мг/г ФКК – найбільшу кількість порівняно з багатьма іншими видами вищих водних рослин [3]. Натомість, у *Nuphar lutea* їх вміст майже вдвічі нижчий – лише 2,8 мг/г.

Серед визначених фенолкарбових кислот у *Trapa natans* максимальною кількістю характеризувалась бензойна кислота, яка складала 62% від їх загального вмісту. Водночас фітомаса *Nuphar lutea* найбільше містила кофейної кислоти, кількість якої становила майже половину від суми всіх визначених ФКК.

Слід підкреслити, що у *Trapa natans* знайдено також високі концентрації галової, *p*-оксибензойної, ванілінової та саліцилової кислот – тобто кислот оксибензойного ряду. Ці ФКК складала майже 97% від їх загальної кількості.

Водночас, для *Nuphar lutea* спостерігається інший розподіл ФКК, а саме майже однаковий вміст оксибензойних та оксикоричних кислот – 51,5 та 48,5 % відповідно.

Для характеристики алелопатичного потенціалу вищих водних рослин та оцінки їх впливу на формування якості води велике значення має визначення інтенсивності екскреції ними екзометаболітів, в тому числі фенолкарбонових кислот. Аналіз зразків води, відібраних у заростях досліджуваних макрофітів свідчить, що склад екзогенних ФКК лише в загальних рисах відповідає внутрішньоклітинному пулу цих речовин і відзначається низкою характерних відмінностей. Зокрема, на відміну від фітомаси, переважна більшість екзогенних ФКК як у заростях *Trapa natans*, так і *Nuphar lutea* належать до оксибензойних кислот. Крім того, у воді не знайдено 4–7 фенольних кислот, присутніх у фітомасі рослин. На наш погляд, це може пояснюватись їхніми низькими концентраціями внаслідок незначної інтенсивності екскреції або швидкої трансформації у водному середовищі, можливо, завдяки життєдіяльності мікроорганізмів чи інших рослин. Водночас відсутність у воді в заростях *Nuphar lutea* кофейної кислоти, яка у великій концентрації присутня в фітомасі цієї рослини, дозволяє висловити припущення, що накопичення розчинених ФКК значною мірою є наслідком не пасивної дифузії, а активного транспорту цих речовин, зумовленого особливостями їхнього метаболізму. Очевидно, ці особливості можуть відігравати роль у забезпеченні розширення ареалу існування водних рослин та їх впливу на формування рослинних угруповань.

Цікаво зазначити, що в заростях *Trapa natans* активна реакція води нижча, порівняно з заростями *Nuphar lutea*: величина рН становила 7,0 і 7,7 відповідно. Крім того, в місцях спільного зростання цих рослин спостерігалось ще більше підкислення води – до рН 6,7. Враховуючи кількісні показники накопичення ФКК у водному середовищі, можна припустити, що ці сполуки беруть участь у формуванні активної реакції води, причому внаслідок спільної вегетації досліджених рослин виділення ФКК може посилюватись.

#### Висновки

1. Досліджені макрофіти *Trapa natans* і *Nuphar lutea* містять значну кількість фенолкарбонових кислот. У фітомасі *Trapa natans* визначено 5565,9 мкг/г, а в клітинах *Nuphar lutea* – 2819,6 мкг/г ФКК.
2. Переважна більшість ендегенних ФКК *Trapa natans* належить до оксибензойних кислот, тоді як у фітомасі *Nuphar lutea* кількість оксибензойних та оксикоричних кислот майже однакова.
3. Накопичення екзогенних ФКК у заростях макрофітів характеризується певними особливостями. У виділеннях *Nuphar lutea* значно підвищується частка оксибензойних кислот, причому відсутня навіть кофейна кислота, яка у фітомасі складає майже половину всіх визначених ФКК. Це дає підстави розглядати активний транспорт ФКК як елемент метаболізму рослин.

1. Кирпенко Н. И. Влияние высших водных растений на водоросли (обзор). / Н. И. Кирпенко, О. М. Усенко // Гидробиол. журн. – 2012. – Т. 48, № 6. – С. 64–86.
2. Сакевич О. Й. Алелопатія в гідроекосистемах / О. Й. Сакевич, О. М. Усенко. – К.: Логос, 2008. – 342 с.
3. Усенко О. М. Аналіз фенолкарбонових кислот в фітомасі вищих водних рослин / О. М. Усенко, І. Н. Коновец // Гидробиол. журн. – 2014. – Т. 50, № 3. – С. 51–66.
4. Choi Chang-Suk. Phenolic acid composition and antioxidative activity of white *Panax ginseng* / Choi Chang-Suk, Kim Kyung-Im, Hng Hee-Do et al. // J. Ginseng Res. – 2006. – Vol. 30, № 1. – С. 22–30.

О.М. Усенко

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

#### ЭНДО- и ЭКЗОГЕННЫЕ ФЕНОЛКАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ TRAPA NATANS L. И NUPHAR LUTEA L.

Исследовано содержание фенолкарбоновых кислот в фитомассе и воде в зарослях *Trapa natans* и *Nuphar lutea*. Установлено, что среди эндо- и экзогенных ФКК *Trapa natans* преобладают оксибензойные кислоты. Кислоты оксибензойной группы доминируют и в выделениях *Nuphar lutea*, однако в фитомассе этого растения значительно больше оксикоричных кислот.

Ключевые слова: фенолкарбоновые кислоты, *Trapa natans*, *Nuphar lutea*

*O.M. Usenko*

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

**ENDO- AND EXOGENOUS PHENOL CARBONIC ACIDS IN TRAPA NATANS L. AND NUPHAR LUTEA L.**

The content of phenol carbonic acids was studied in the phytomass and in the water in the thickets of *Trapa natans* and *Nuphar lutea*. It has been found that oxybenzoic acids prevail among endo- and exogenous phenol carbonic acids of *Trapa natans*. The acids of oxybenzoic group dominate among exometabolites of *Nuphar lutea*, whereas oxycinnamic acids – in the phytomass of this plant.

Keywords: phenol carbonic acids, *Trapa natans*, *Nuphar lutea*

УДК 591.9:595.36(282.247.32)

**А.Е. УСОВ, Т.В. ОБЕРЕМЧУК**

Институт гидробиологии НАН Украины

пр. Героев Сталинграда, 12, Киев, 04210, Украина

**ЧУЖЕРОДНЫЕ ВИДЫ АМФИПОД В РЕКЕ ДЕСНЕ, УКРАИНА**

Представлены результаты исследований современного распространения (2003-2014 гг.) чужеродных понто-каспийских амфипод на разных участках р. Десны на территории Украины. Всего в русле реки отмечено пять видов понто-каспийских гаммарид и один вид корофиид (*Corophium curvispinum* Sars, 1895). Наиболее распространенным видом гаммарид является *Dikerogammarus haemobaphes* (Eichwald, 1841), его частота встречаемости от устья до границы с РФ составляла 82%. Гаммариды *Obesogammarus obesus* (Sars, 1894) и *Chaetogammarus ischnus* (Stebbing, 1898) отмечались не выше 450-го км от устья (с. Мезин) и имели низкую встречаемость. *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894) и *Obesogammarus crassus* (Sars, 1894) на протяжении 220 км от устья реки имеют высокую частоту встречаемости (соответственно 100 и 60%), а выше 370-го км от устья (с. Спасское) отмечены не были.

*Ключевые слова:* амфиподы, виды понто-каспийского комплекса, чужеродные организмы, река Десна, распространение

Мониторинг расселения чужеродных видов и изучение их роли в новых местообитаниях – одна из важнейших задач современной гидробиологии. Амфиподы являются наиболее распространёнными чужеродными видами в бассейнах крупных рек Европы; их продвижению в реках, а также последствиям для экосистем в последние десятилетия уделяется много внимания [10]. Днепр с каскадом водохранилищ относится к так называемому «центральному инвазионному коридору» [10], в то же время отсутствует современная информация о видовом составе и распределении этих видов амфипод в самом длинном его притоке – реке Десне. Поэтому целью настоящей работы является анализ современного распределения чужеродных понто-каспийских амфипод в русле Десны на территории Украины.

**Материал и методы исследований**

Данные о видовом составе и распределении чужеродных видов амфипод в русле Десны были получены на основе ревизии проб макробеспозвоночных, отобранных в летне-осенний период в 2003-2014 гг. на различных створах реки от ее устья до с. Камень у границы с Российской Федерацией (табл.). Для каждой станции отбора проб указано приблизительное расстояние от устья Десны, а также близлежащий населенный пункт. Всего обработано 22 пробы, 18 из которых были отобраны в зарослях погруженных макрофитов –, три пробы бентоса и одна – с каменной отсыпки берегоукрепления. Каждая проба является интегральной, полученной на основе объединения трех проб: для проб из зарослей макрофитов навеска сырой массы растений составляла 300-600 г, для бентосных проб площадь отбора – 0,14 м<sup>2</sup>. Отбор и обработка проб выполнены согласно [4]. Для видовой идентификации организмов