

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 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 Narrow-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, *n*-оксибензойна, саліцилова, корична, α -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/дм³) 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>n</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 | α -резорцилова | 56,8 | 0,09 | 26,6 | 0,3 |
| 155 | β -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 β -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 водяних 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, *n*-оксибензойної, ванілінової та саліцилової кислот – тобто кислот оксибензойного ряду. Ці ФКК склали 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 распространенными 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 м². Отбор и обработка проб выполнены согласно [4]. Для видовой идентификации организмов