

УДК 581.1:(581.524.13+577.151.6)(577.152.1+577.152.3)

В.О. МЕДВЕДЬ, А.В. КУРЕЙШЕВИЧ

Інститут гідробіології НАН України  
пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

## **ЗМІНИ КАТАЛАЗНОЇ АКТИВНОСТІ ТА ВМІСТУ КАРОТИНОЇДІВ У ВОДОРОСТЕЙ ЗА ДІЇ КОФЕЙНОЇ КИСЛОТИ**

Проведено порівняльний аналіз змін активності каталази і сумарного вмісту каротиноїдів у деяких видів Chlorophyta (*Desmodesmus brasiliensis*, *D. communis*) і Cyanophyta (*Anabaena cylindrica*, *Phormidium autumnale* f. *uncinata*) під впливом кофейної кислоти.

*Ключові слова:* кофейна кислота, культури водоростей, активність каталази, каротиноїди

Формування альгогруповань і зміна домінуючих видів у природних водоймах відбуваються за комплексного впливу багатьох екологічних і антропогенних чинників. Проте при їх стабільній дії формування структури планктонних альгогруповань на будь-якій ділянці водойми може бути обумовлено алопатичною взаємодією окремих видів водних рослин [6]. Суттєвий інтерес викликає проблема впливу екзометаболітів макрофітів на функціональну активність окремих видів водоростей. Серед них найбільшу увагу привертають поліфеноли, що виявляють значну біологічну активність щодо представників альгофлори [1, 5, 6]. Відомо, що речовини фенольної природи викликають у гідробіонтів оксидативний стрес [4, 8].

Одним з екзометаболітів фенольної природи макрофітів є кофейна кислота [7]. Попередні дослідження показали [2, 6], що з ароматичних оксикислот вона найбільше впливала на активність ферменту з класу оксидоредуктаз – нітратредуктази, якій належить головна роль у трансформації нітратного азоту у водоймах. Кофейна кислота є сильним відновлювачем і в лужному середовищі окислюється до відповідного хінону.

Метою роботи було дослідити особливості впливу кофейної кислоти на активність ферменту каталази (КФ 1.11.1.6), яка нейтралізує перексид водню, що утворюється при оксидантному стресі, та вміст каротиноїдів, що теж відіграють суттєву роль у антиоксидантному захисті клітин, у водоростей різних екологічних груп.

### **Матеріал і методи досліджень**

У модельних дослідах використовували культури поширених представників синьозелених водоростей – *Anabaena cylindrica* Lemm. HPDP-1, *Phormidium autumnale* f. *uncinata* (Ag.) та зелених – *Desmodesmus brasiliensis* (Bohl.) Hegew. IBASU-A 273, *D. communis* (Hegew.) Hegew. IBASU-A 277. Водорості вирощували на середовищі Фітцджеральда у модифікації А. Цендера і П. Горхема при температурі 22-25<sup>0</sup>С та освітленні 3000 лк лампами денного світла протягом 16 год. Кофейну кислоту вносили у середовище в кількості 0,1 мг/дм<sup>3</sup> та 1,0 мг/дм<sup>3</sup> в логарифмічній фазі росту водоростей. Активність каталази (АК) та сумарний вміст каротиноїдів визначали через 2 та 24 год. згідно методів [4, 10].

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Дослідження показали (рис.), що у синьозеленої водорості *A. cylindrica* вже через 2 год. після внесення у середовище кофейної кислоти (0,1 мг/дм<sup>3</sup> та 1,0 мг/дм<sup>3</sup>) зафіксовано зниження АК порівняно з контролем (на 48% і 24% відповідно). Через добу при нижчій концентрації кофейної кислоти величина цього показника була меншою від значення в контролі на 23,5%, а при вищій – не відрізнялася від нього.

У іншого представника Cyanophyta – перифітонної водорості *Ph. autumnale* f. *Uncinata* – під впливом тієї ж кількості кофейної кислоти спостерігалася інша картина. Так, через 2 год. після внесення діючої речовини (0,1 мг/дм<sup>3</sup> та 1,0 мг/дм<sup>3</sup>) АК збільшилася на 33,5% і 150,0% відповідно. Проте вже через добу величина досліджуваного показника при нижчій концентрації кофейної кислоти практично не відрізнялася від значень в контролі (рис.), а при вищій – була меншою на 16,3%.

У зеленої водорості *D. brasiliensis* (рис. 1) після внесення кофейної кислоти в середовище культивування спостерігалася зниження АК порівняно з контролем, яке наростало з часом: через 2 год. на 39% і 50%, а через добу – на 66,2% і 67,5% відповідно мг/дм<sup>3</sup>.

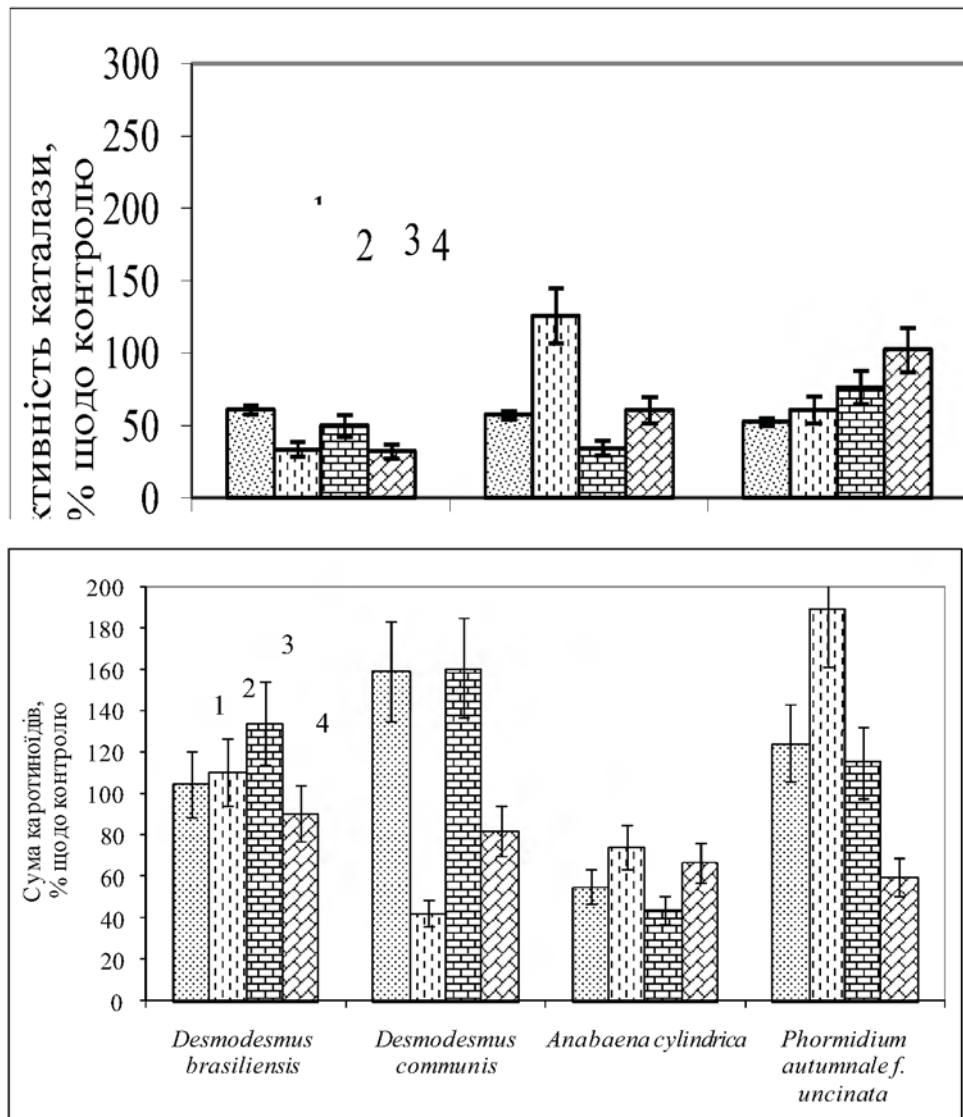


Рис. Динаміка активності каталази та сумарного вмісту каротиноїдів (у розрахунку на суху вагу) під впливом кофейної кислоти у представників зелених та синьозелених водоростей: 1 – 0,1 мг/дм<sup>3</sup> через 2 год.; 2 – 0,1 мг/дм<sup>3</sup> через 24 год.; 3 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup> через 2 год.; 4 – 1,0 мг/дм<sup>3</sup> через 24 год.

У іншого представника Chlorophyta *D. communis* так само як і у *D. brasiliensis* через 2 год. після внесення кофейної кислоти зареєстровано значне пригнічення АК порівняно з контролем – на 42,5% та 65,5% при концентрації 0,1 мг/дм<sup>3</sup> та 1,0 мг/дм<sup>3</sup> відповідно (рис. 1). Проте, з збільшенням часу експозиції у *D. communis*, на відміну від *D. brasiliensis*, відбувалося відновлення активності ферменту до значень у контролі. При цьому за низької концентрації кофейної кислоти АК навіть перевищила показник у контролі на 25,7%, а за високої (1,0 мг/дм<sup>3</sup>) – відміни дослідного варіанту від контролю через добу зменшились до 39,2% проти 65,0%.

З огляду на те, що каротиноїди виконують антиоксидантну функцію в клітинах рослин, цікаво було дослідити зміну їхнього вмісту в обраних нами для експериментів представників Суанопхйта і Chlorophyta під впливом кофейної кислоти в тих самих концентраціях.

Отримані дані свідчать про те, що у синьозеленої водорості *Anabaena cylindrica* у всіх варіантах експерименту відбувається зниження порівняно з контролем вмісту каротиноїдів. У іншого представника Суанопхйта *Ph. autumnale f. uncinata* при меншій кількості кофейної кислоти в середовищі спостерігалось підвищення, що наростало з часом, величини зазначеного показника

порівняно з контролем на 24,5% і 89,6% відповідно через 2 год. і 24 год. При вищому вмісті кофейної кислоти концентрація каротиноїдів порівняно з контролем через 2 год зросла на 11,5%, а через добу, навпаки, знизилася на 41%.

У зеленої водорості *D. communis* через 2 год. після внесення в культуральне середовище кофейної кислоти спостерігалось підвищення порівняно з контролем вмісту каротиноїдів на 59% і 61% відповідно при концентраціях 0,1 мг/дм<sup>3</sup> і 1,0 мг/дм<sup>3</sup>. Однак, вже через добу відмічено зниження цього показника на 62% і 18% відповідно.

У іншого представника Chlorophyta *D. brasiliensis* через 2 год. після додавання до середовища кофейної кислоти також спостерігали підвищення вмісту каротиноїдів (на 4,5% і 33,9% при 0,1 мг/дм<sup>3</sup> і 1,0 мг/дм<sup>3</sup> діючої речовини відповідно), однак не таке значне, як у *D. communis*. Через добу величина цього показника при обох концентраціях кофейної кислоти від контролю не відрізнялася.

Отримані нами дані дають підставу припустити, що реакція водоростей на вплив кофейної кислоти є видоспецифічною. Так, у *D. communis* і *D. brasiliensis* при її додаванні до культурального середовища спостерігалось більше порівняно з контролем зниження АК, ніж у *A. cylindrica* та *Ph. autumnale* f. *uncinata*. Досліджувані види водоростей відрізнялися також за характером змін вмісту каротиноїдів під впливом кофейної кислоти.

Аналіз отриманих результатів свідчить про видоспецифічну реакцію досліджених видів водоростей на вплив кофейної кислоти навіть у межах одного відділу. Якщо у *A. cylindrica* спостерігалось зниження АК після

2-х год.ої експозиції з фенолкарбоною кислотою, то у *Ph. autumnale* f. *uncinata* – навпаки, підвищення. У *Ph. autumnale* f. *uncinata* на відміну від *A. cylindrica* спостерігалось різке підвищення вмісту каротиноїдів через добу експозиції за меншої кількості кофейної кислоти.

Перифітонна синьозелена водорість *Ph. autumnale* f. *uncinata*, на наш погляд, менш чутлива до дії кофейної кислоти, ніж планктонні водорості. Цікаво відзначити, що цей вид переважає в перифітоні дніпровських водосховищ, інтенсивно обростає буї, берегові укоси, шлюзи [9], тобто є досить стійким до зовнішніх впливів.

Виявлені значні відмінності в реакції активності каталази на вплив кофейної кислоти у досліджуваних видів водоростей ймовірно, пов'язані з різним ступенем їх антиоксидантного захисту та особливостями адаптаційної здатності водоростей до діючої речовини.

## Висновки

1. У зелених водоростей *Desmodesmus communis* і *D. brasiliensis* після внесення в середовище кофейної кислоти (0,1 мг/дм<sup>3</sup> і 1,0 мг/дм<sup>3</sup>) через 2 і 24 год. у більшості випадків спостерігалось значне зниження активності каталази порівняно з контролем, що не характерно для представника перифітонних синьозелених водоростей *Phormidium autumnale* f. *uncinata*. У цього виду зазначений показник підвищувався або перебував на рівні контролю.
2. Характер змін активності каталази та вмісту каротиноїдів під впливом кофейної кислоти у водоростей свідчить про видоспецифічність реакції представників альгофлори навіть у межах одного відділу на досліджену сполуку фенольної природи.

1. Кирпенко Н.И. Особенности влияния полифенолов водных растений на функциональную активность планктонных водорослей / Кирпенко Н.И., Медведь В.А. // "Эколого-биологические проблемы водоемов бассейна реки Днепр". Мат. Межд. науч.-практ. конф., 7–8 мая 2004. – Новая Каховка, 2004. – С. 201–204.
2. Медведь В.А. Влияние фенольных окислителей гидрофитов на активность нитратредуктазы водоростей / В.А. Медведь // Актуальные проблемы водохранилищ. Всеросс. конф. с участием специалистов из стран ближнего и дальнего зарубежья. 29 окт.–3 ноября 2002, Борок, Россия: Тез докл. – Борок, 2002 – С. 208–209.
3. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починок. – К.: Наук. думка, 1976. – С. 172–174.
4. Прайор У. Роль свободнорадикальных процессов в биологических системах / У. Прайор // Свободные радикалы в биологии. Пер. с англ. – М.: Мир, 1979. – С. 6–13.
5. Сакевич А.И. Влияние полифенолов высших водных растений на функциональную активность планктонных водорослей / А.И. Сакевич, Н.И. Кирпенко, В.А. Медведь, О.М. Усенко, З.Н. Горбунова // Гидробиол. журн. – 2005. – Т. 41, № 4. – С. 104–116.
6. Сакевич О.Й. Алелопатія в гідроекосистемах / Сакевич О.Й., Усенко О.М. – К., 2008. – 342 с.
7. Струбицкий И.В. Регуляция фенольными соединениями и ферредоксин:тиоредоксиновой системой энергетического обмена *Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. : автореф. дисс. ... канд. биол. наук: 03.00.18. "Гидробиология" / И.В. Струбицкий. – К., 1986. – 20 с.
8. Ткаченко Ф.П. Состояние элементов антиоксидантной системы водорослей из разных по степени загрязнения районов Черного моря / Ф.П. Ткаченко, Ю.А. Ситников, Е.Б. Куцын // Экология моря. – 2004. – Вып. 65. – С. 70–74.
9. Шевченко Т.Ф. Видовой состав водорослей перифитона водохранилищ днепроовского каскада / Т.Ф. Шевченко // Гидробиол. журн. – 2007. – Т. 43, № 3. – С. 3–43.



10. Parsons T.R. Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments and carotenoids / Parsons T.R., Strickland J.D.H. // J. Marine. Res. – 1963. – Vol. 21, N 3. – P. 155–163.

*И.О. Медведь, А.В. Курейшевич*

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

**ИЗМЕНЕНИЯ КАТАЛАЗНОЙ АКТИВНОСТИ И СОДЕРЖАНИЯ КАРОТИНОИДОВ У ВОДОРОСЛЕЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ КОФЕЙНОЙ КИСЛОТЫ**

Проведен сравнительный анализ изменения активности каталазы и суммарного содержания каротиноидов у некоторых видов Chlorophyta (*Desmodesmus brasiliensis*, *D. communis*) и Cyanophyta (*Anabaena cylindrica*, *Phormidium autumnale* f. *uncinata*) под влиянием кофейной кислоты.

*Ключевые слова: кофейная кислота, культуры водорослей, активность каталазы, каротиноиды*

*I.O. Medved', A.V. Kureyshevich*

Institute of Hydrobiology of NAS of Ukraine, Kyiv

**CHANGES OF CATALASE ACTIVITY AND MAINTENANCE OF CAROTINOIDS AT ALGAE AT ACTION OF COFFEE ACID**

The data on peculiarities of catalase activity and total contents of carotenoids changes in some species of Chlorophyta (*Desmodesmus brasiliensis*, *D. communis*) and Cyanophyta (*Anabaena cylindrica*, *Phormidium autumnale* f. *uncinata*) under the influence of coffee acid were analyzed.

*Key words: coffee acid, cultures algae, catalase activity, carotenoids*

УДК [556.53+574] (477.41)

**Г. В. МЕЛЕНЧУК, С. В. ДАРАГАН**

Институт гідробіології НАН України

пр-т Героїв Сталінграда, 12, Київ 04210

**ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ВОДОЙМ  
М. КИЄВА НАВЕСНІ 2010 РОКУ**

Наводяться результати натурних досліджень показників стану екосистем деяких водойм м. Києва навесні 2010 року. Уточнено морфологію водойм та зафіксовано показники біохімічного споживання кисню, які коливалися в досить широкому діапазоні.

*Ключові слова: розчинений кисень, деструкція, біохімічне споживання кисню*

На території м. Києва є біля 430 водойм загальною площею водного дзеркала майже 2350 га. Більшість з них потребує великої уваги, бо перебуває під техногенним та антропогенним навантаженням. Багато водойм зосереджені серед житлових будинків і використовуються як рекреаційні зони, що також впливає на стан водного середовища.

Вивчення і дослідження урбанізованих водних об'єктів м. Києва дозволяє прослідкувати динаміку гідробіологічних процесів, які в них відбуваються під впливом антропогенних факторів.

Мета роботи – оцінка стану екосистем різних за генезисом водойм м. Києва в аномальних погодних умовах та визначення основних функціональних показників: вміст розчиненого у воді кисню ( $O_2$ ); деструкція органічних речовин ( $R_1$ ) та біохімічне споживання кисню ( $BCK_{повн}$ ).

**Матеріал і методи досліджень**

Об'єктами досліджень були: озера Синє, Голубе, Алмазне, Райдужне, озерні системи Опечень та Вигурівські, Дідорівські, Горіховатські та Палладінські ставки.

В загальноприйнятих у гідробіологічних дослідженнях методиках оцінки екологічного стану водойм найбільш інформативним показником є вміст розчиненого у воді кисню ( $O_2$  мг/дм<sup>3</sup>). Іншим показником, що дає уявлення про кількість легкодоступної органічної речовини і ґрунтується на визначенні витрат кисню склянковим методом, є біохімічне споживання кисню ( $BCK_{повн}$ ). Не менш важливим показником функціонування водної екосистеми є інтенсивність розкладу легкодоступної органіки протягом п'яти діб –  $BCK_5$ . Зазначимо, що деструкція органічної речовини ( $R_1$ )