

It has been found that in all the studied species of algae enzymatic systems of their are more sensitive to the influence of high concentrations of zinc and lead as compared to the enzymes of nitrogen metabolism (glutamate dehydrogenase and glutamine synthetase, which proved to be of crucial importance in ammonium assimilation).

Keywords: nitrogen metabolism, freshwater algae (Cyanophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta), zinc, lead, glutamate dehydrogenase, glutamine synthetase

Рекомендує до друку
В.З. Курант

Надійшла 25.02.2010

УДК [579.68:582.23/26]:574.6

Н.І. КІРПЕНКО

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

ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВОДОРОСТЕЙ У ЗМІШАНИХ КУЛЬТУРАХ

Досліджено фізіолого-біохімічні особливості функціонування водоростей у змішаних культурах. Спільне вирощування зелених водоростей *Desmodesmus communis* та *Tetraedron caudatum* не супроводжувалось істотними змінами інтенсивності ростових процесів. Водночас інші фізіолого-біохімічні показники водоростей у змішаній культурі помітно відрізнялись порівняно з монокультурами. Найбільш суттєвими були зміни інтенсивності нагромадження позаклітинних органічних речовин, кількості ендогенних білків, активності каталази та інтенсивності хемілюмінесценції, яка характеризує прооксидатно-антиоксидантний баланс досліджуваної системи. Отже, незважаючи на відсутність вираженого антагонізму, взаємодія водоростей супроводжується значними порушеннями їхніх метаболічних процесів.

Ключові слова: мікрowodорості, змішані культури, кількість клітин, інтенсивність фотосинтезу

Функціонування водоростей, як основа біологічної продуктивності водойм формується під впливом різноманітних чинників, що зумовлюють як структуру, так і продукційні характеристики альгоугруповань. Незважаючи на важливість цього напрямку гідробіологічних досліджень та значну кількість публікацій з цього питання закономірності формування складу й метаболічної активності угруповань водоростей досі остаточно не з'ясовані. Зокрема, нема достатньо повних уявлень щодо ролі та механізмів аллопатичних взаємовпливів. Якщо вплив вищих водяних рослин на розвиток представників альгофлори досить часто аналізують у літературі [13, 14, 24], то взаємовідносини мікрowodоростей вивчені недостатньо.

Основним методом з'ясування особливостей і закономірностей взаємовпливу водоростей є дослідження на культурах. В лабораторних експериментах, стабілізувавши всі інші параметри вирощування, можна простежити реакцію водоростей саме на появу в середовищі їхнього росту клітин іншого виду. В літературі досить часто наводяться дані щодо змін інтенсивності й характеру росту водоростей в змішаних культурах [15, 20, 21]. Водночас цей показник залежить від інших фізіологічних процесів клітин – фотосинтезу, дихання, екскреції тощо. В зв'язку з цим метою цієї роботи було вивчення змін фізіолого-біохімічних показників водоростей у змішаній культурі порівняно з монокультурами тих самих видів.

Матеріал і методи досліджень

Досліди проведені на зелених хлорококових водоростях *Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew. HPDP-109 та *Tetraedron caudatum* (Corda) Hansg. IBASU-A 277. Культури вирощували

в стерильних умовах на середовищі Фітцджеральда у модифікації Цендера й Горхема [10]. Температура в приміщенні становила 23–26°C. Освітлювали культури лампами ДС протягом 16 годин на добу з інтенсивністю 3,5–5 клк.

Моделювання взаємодії водоростей здійснювали методом змішаних культур, порівнюючи особливості росту і функціонування водоростей у спільній культурі з показниками, одержаними для монокультур тих самих видів. Досліджувані монокультури водоростей пересівали на свіже поживне середовище і вирощували протягом 5 діб до досягнення стадії інтенсивного росту. Проводили мікроскопічний облік щільності культур, після чого монокультури знову пересівали на свіже стерильне поживне середовище, як контрольні варіанти для визначення інтенсивності досліджуваних процесів. Одночасно у дослідному варіанті монокультури двох видів водоростей однакового віку висівали разом. Поєднували монокультури так, щоб співвідношення клітин обох видів було однаковим і відповідало щільності монокультур, що дозволило уніфікувати умови живлення та освітлення.

В процесі вирощування водоростей визначали кількість клітин методом прямого мікроскопічного підрахунку в камері Горяєва, інтенсивність фотосинтезу склянковим методом у кисневій модифікації [10], вміст позаклітинних органічних речовин (POP) методом мокрого спалювання [10], кількість білків у біомасі і культуральному середовищі методами Лоурі та Бремхолла [22, 25], активність ендо- й екзогенної каталази (АК) йодометричним методом [5], інтенсивність хемілюмінесценції (ХЛ) культуральних фільтратів за допомогою хемілюмінесцентного фотометра з використанням індикатора люмінолу [9].

Результати досліджень та їх обговорення

Порівняння динаміки змін кількості клітин водоростей у моно- та змішаній культурах свідчить, що на перших етапах спільного вирощування має місце деяке уповільнення росту *Desmodesmus communis*, тобто в результаті взаємовпливу водоростей для цього виду відбувалось збільшення тривалості лаг-фази (рис. 1).

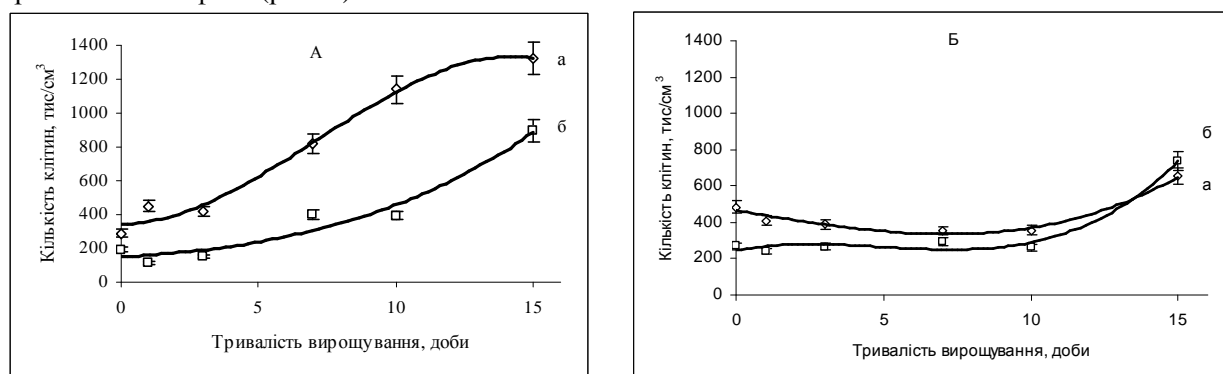


Рис. 1. Кількість клітин *Desmodesmus communis* (А) та *Tetraedron caudatum* (Б) в процесі вирощуванні в моно- (а) та змішаній (б) культурі

Проте надалі інтенсивність росту водоростей збільшилась і в останні п'ять діб експерименту швидкість росту обох видів у змішаній культурі перевищила показники монокультур (1,27 проти 0,16 доба⁻¹ для *D. communis* та 1,85 проти 0,83 доба⁻¹ для *T. caudatum*). Отже, на відміну від багатьох інших водоростей, у яких внаслідок взаємовпливу зафіксоване значне уповільнення росту [6], між *Desmodesmus communis* та *Tetraedron caudatum* за показником ростових процесів антагонізму не спостерігалось.

Враховуючи відсутність негативного взаємовпливу і тенденцію до стимуляції росту водоростей можна було б очікувати, що фізіолого-біохімічні показники змішаної культури будуть близькими до середніх величин контрольних монокультур. Проте одержані результати показали, що функціонування водоростей у змішаній культурі характеризується іншими закономірностями.

Дослідження фотосинтезної активності виявило, що амплітуда коливань цього показника в змішаній культурі була нижчою, ніж для монокультур, а характер коливань часто відзначався протилежною динамікою (рис. 2).

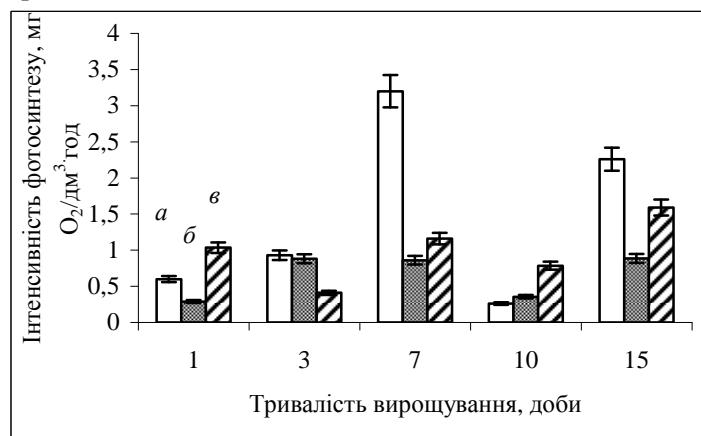


Рис. 2. Інтенсивність фотосинтезу монокультур *Desmodesmus communis* (а) та *Tetraedron caudatum* (б) та їх змішаної культури (в)

Згідно з одержаними даними, через 1 добу експозиції інтенсивність фотосинтезу змішаної культури у 2–3 рази перевищувала показники обох монокультур, а через 3 доби була вдвічі нижчою. Такі коливання спостерігалися протягом всього дослідження і лише на 15-у добу величина фотосинтезу зайняла проміжне положення між відповідними показниками окремих видів. Тобто взаємовплив цих водоростей призводив до порушення динаміки змін фотосинтезної активності, характерної для окремих популяцій. Стимулювання фотосинтезу в окремі проміжки часу можна розглядати як адаптацію до умов співіснування клітин різних видів. Водночас фазність реакції, тобто чергування стимулювання й пригнічення, є ознакою напруженості процесів адаптації і показником несприятливого впливу [4, 11].

Кількість позаклітинних органічних речовин у досліджуваній змішаній культурі через 30 хв після посіву та в логарифмічній фазі була суттєво нижчою від показника обох монокультур (рис. 3).

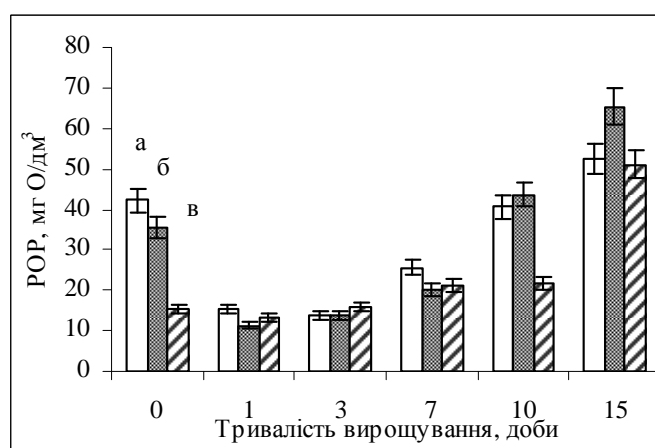


Рис. 3. Вміст розчиненої органічної речовини в середовищі монокультур *Desmodesmus communis* (а) та *Tetraedron caudatum* (б) та їх змішаної культури (в)

Подібні зміни нагромадження позаклітинних органічних речовин спостерігали і для інших змішаних культур водоростей [7]. При цьому в більшості випадків зразу після з'єднання культур відбувалось суттєве зменшення кількості РОР, що, на нашу думку, є ознакою тимчасового уповільнення метаболічних процесів водоростей внаслідок їхнього взаємовпливу.

Спільне вирощування досліджуваних зелених водоростей супроводжувалось зміною не тільки інтенсивності видільних процесів, а й співвідношення екскретованих сполук. Так,

виділення змішаною культурою в середовище білків було суттєво знижене порівняно з відповідними показниками монокультур (рис. 4).

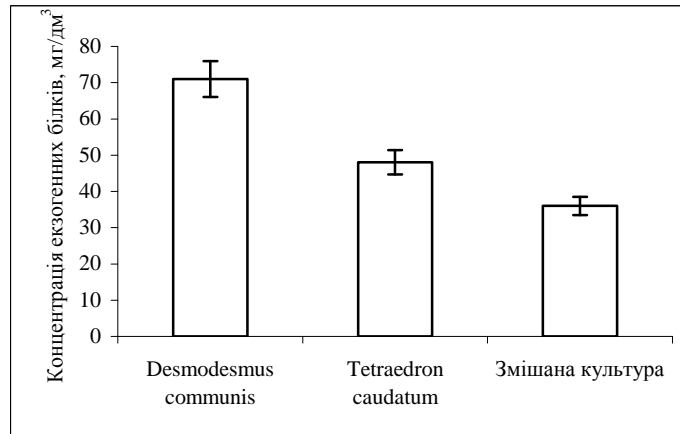


Рис. 4. Вміст екзогенних білків у середовищі монокультур *Desmodesmus communis*, *Tetraedron caudatum* та їх змішаної культури (7-а доба)

Водночас кількість білків у біомасі цих водоростей значно зростала в разі їх спільного вирощування (рис. 5).

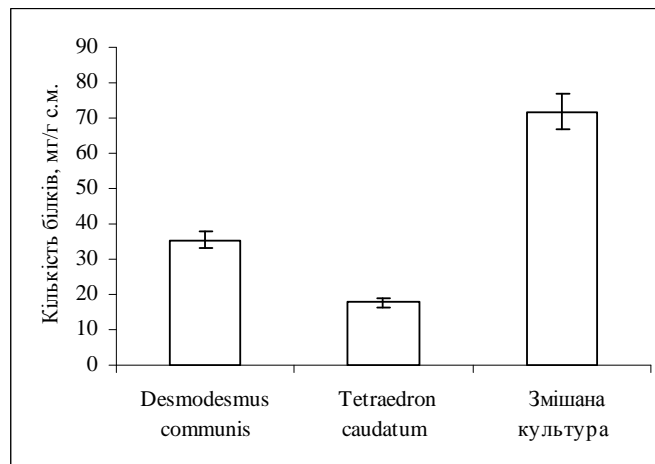


Рис. 5. Кількість білків у біомасі змішаної культури *Desmodesmus communis* і *Tetraedron caudatum* порівняно з монокультурами

Для тваринних клітин встановлено, що стимуляція синтезу білків відбувається у несприятливих умовах [2], отже взаємодію водоростей також можна розглядати як певний стресорний чинник, який може, зокрема, індукувати синтез стресових білків, що сприятиме збільшенню їх кількості. Відомо, що у клітинах різних тест-об'єктів в стресових ситуаціях вміст цих сполук може зростати у 5–10 разів. [2]. Стресові білки відіграють важливу роль у процесах адаптації [27, 28], у зв'язку з чим не виключено, що таким чином водорості намагаються збільшити свою стійкість до несприятливих умов, що виникають в результаті взаємовпливу видів.

Визначення активності каталази у біомасі змішаної культури *Desmodesmus communis* та *Tetraedron caudatum* виявило, що динаміка змін цього показника протягом двох тижнів вирощування суттєво відрізнялась порівняно з монокультурами (рис. 6).

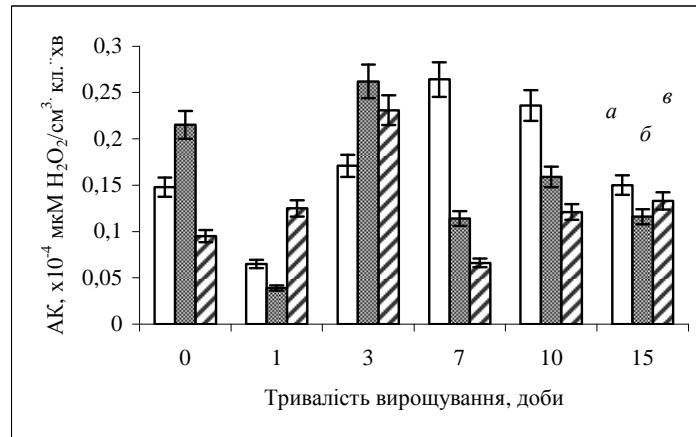


Рис. 6. Активність каталази в біомасі монокультур *Desmodesmus communis* (а) та *Tetraedron caudatum* (б) та їх змішаної культури (в)

Через добу після посіву зареєстроване значне підвищення активності ферменту, яке свідчить про збільшення концентрації активних форм кисню – пероксиду водню і органічних пероксидів. Гідропероксидні сполуки у порівняно низьких концентраціях ефективно інгібують інші ферменти, проте у випадку лавиноподібного збільшення їх кількості у захисні реакції організму активується і каталаза [16]. Генерацію активних форм кисню (АФК) розглядають як один з механізмів захисту від пошкоджуючих впливів. Так, вищі рослини посилюють утворення АФК для захисту від грибів-паразитів [17]. Деякі нижчі морські тварини, що містять симбіотичні водорості, також відзначаються підвищеним вмістом супероксиддисмутази та каталази, які забезпечують знешкодження надлишкового кисню, продукованого ендосимбіотичними фотосинтезуючими водоростями [18]. Отже, підвищення активності каталази можна розглядати як механізм відновлення окисно-відновного балансу та знешкодження продуктів реакцій активних форм кисню, кількість яких зростає в стресових ситуаціях [23]. Водночас, відразу після посіву і на початку фази інтенсивного росту активність фермента порівняно з окремими популяціями була значно нижчою [8]. Таке зниження могло бути наслідком окиснювального стресу, який зменшує активність ферментів антиоксидантної системи, в тому числі каталази [12]. Зниження ферментативної активності можуть викликати і водоростеві метаболіти. Так, відомо, що синьозелені водорості продукують цитотоксичні сполуки, які є специфічними інгібіторами ферментів [3]. Значні зміни активності ферментів спостерігались і в разі аллопатичної взаємодії деяких водяних тварин [1]. Крім того, можливе також посилення виділення каталази у зовнішнє середовище, як механізм захисту від пошкоджуючого впливу метаболітів іншого виду, що теж позначатиметься на активності ендогенного ферменту.

Визначення активності позаклітинної каталази показало, що ця величина у середовищі змішаної культури суттєво зростала порівняно з монокультурами. Перевищення показників монокультур спостерігалось вже через 30 хв після посіву і зберігалось на різних стадіях росту водоростей (рис. 7).

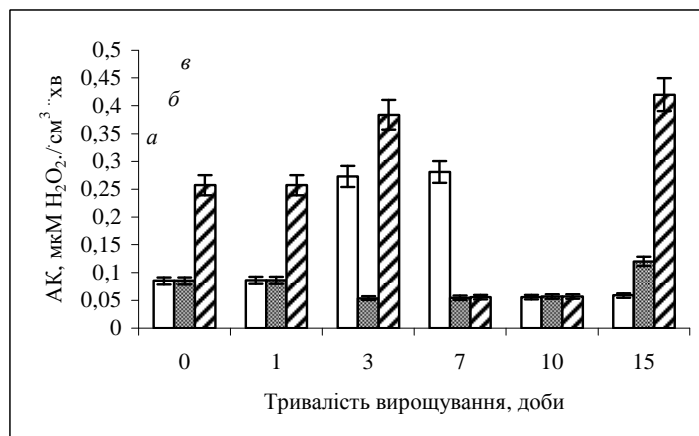


Рис. 7. Активність каталази в середовищі монокультур *Desmodesmus communis* (а) та *Tetraedron caudatum* (б) та їх змішаної культури (в)

Максимальне зростання активності каталази спостерігалось на фоні не тільки збільшення, а й значного зменшення кількості позаклітинних органічних сполук (див. рис. 3). Це, зазвичай, спостерігається внаслідок змін окиснювальної здатності середовища в результаті генерації активних форм кисню, підвищення вмісту пероксидних сполук, посилення вільнорадикальних процесів, зменшення виділення клітинами водоростей речовин з антиоксидантними властивостями. Всі ці реакції можуть розвиватись у відповідь на різноманітні негативні впливи, до яких, очевидно, відноситься і взаємодія водоростей.

Вважають, що взаємовідносини гідробіонтів, зокрема водоростей, на біохімічному рівні можуть бути зумовлені саме вільнорадикальними процесами [19]. Вимірювання інтенсивності хемілюмінесценції, що певною мірою характеризує прооксидантно-антиоксидантний баланс даної системи і збільшення якої свідчить про посилення вільнорадикальних процесів та генерацію активних форм кисню, засвідчило, що для монокультур збільшення тривалості вирощування супроводжувалось зменшенням інтенсивності свічення (рис. 8).

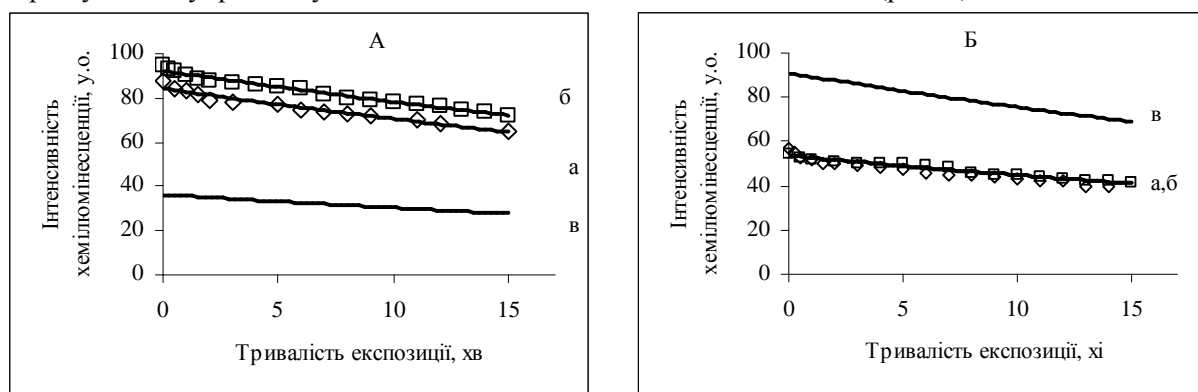


Рис. 8. Інтенсивність хемілюмінесценції культуральних фільтратів монокультур *Desmodesmus communis* (а) та *Tetraedron caudatum* (б) та їх змішаної культури (в) через 30 хв (А) і 7 діб (Б) після посіву

Водночас у культуральному середовищі змішаної культури зразу після посіву інтенсивність свічення була нижчою за монокультури, проте надалі вона зростала і через 7 діб була значно вищою, порівняно з окремими популяціями.

Досліджуючи інтенсивність хемілюмінесценції культуральних фільтратів *Chlorella vulgaris*, прийшли до висновку, що водорості продукують речовини, які можуть ініціювати ланцюгові реакції [9]. Отже зафіксоване нами зростання інтенсивності хемілюмінесценції в середовищі змішаної культури *Desmodesmus communis* та *Tetraedron caudatum* дає підстави вважати, що спільне вирощування цих видів супроводжувались утворенням активних форм кисню і інтенсифікацією вільнорадикальних процесів. Подібні зміни викликають екзогенні

метаболіти водоростей. Для деяких з них встановлені конкретні механізми дії, які підтверджують вплив цих сполук на окисно-відновні процеси клітин. Наприклад, виявлено, що мікроцистин викликає пошкодження клітинної мембрани та антиокиснювальної системи еритроцитів людини [26]. Генерація активних форм кисню і вільних радикалів та зміна окисно-відновних і пероксидних процесів можуть бути одним з механізмів взаємовпливу водоростей.

Висновки

Спільне вирощування зелених водоростей *Desmodesmus communis* та *Tetraedron caudatum* не супроводжувалось істотними змінами інтенсивності ростових процесів. Водночас інші фізіолого-біохімічні показники водоростей у змішаній культурі помітно відрізнялись порівняно з монокультурами. Найбільш суттєвими були зміни інтенсивності нагромадження позаклітинних органічних речовин, кількості ендогенних білків, активності каталази та інтенсивності хемілюмінесценції, яка характеризує прооксидатно-антиоксидантний баланс досліджуваної системи. Отже, незважаючи на відсутність вираженого антагонізму, взаємодія водоростей супроводжується значними порушеннями їхніх метаболічних процесів.

Виявлені особливості функціонування змішаної культури викликають питання про більш детальне дослідження взаємодії водоростей. Пильної уваги, враховуючи уповільнення метаболічних процесів на початку вирощування, потребує вивчення властивостей клітинних мембран. Значний інтерес становить дослідження активності ферментів енергетичного обміну. Особливого інтересу заслуговує виявлення причини метаболічних перебудов – діючої речовини, що виконує роль інформаційного чинника. Детальне вивчення взаємодії водоростей сприятиме з'ясуванню механізмів sukcesей альгоугруповань у природних водоймах.

1. Амелина В.С. Исследование взаимовлияния видов в сообществах обрастания Белого моря на биохимическом уровне / Амелина В.С., Высоцкая Р.У., Халаман В.В. // Современные пробл. физиологии и биохимии водных организмов : Мат-лы 2-ой науч. конф. с участием стран СНГ, Петрозаводск, 11–14 сент. 2007 г. – Петрозаводск: Карельский науч. центр РАН, 2007. – С. 14–15.
2. Браун А.Д. Неспецифический адаптационный синдром клеточной системы / Браун А.Д., Моженок Т.П. – Л.: Наука, 1987. – 232 с.
3. Волошко Л.Н. Токсины цианобактерий (Cyanobacteria, Cyanophyta) / Волошко Л.Н., Плющ А.В., Титова Н.Н. // Альгология. – 2008. – Т. 18, № 1. – С. 3–20.
4. Врочинский К.К. Оценка действия веществ на водные организмы с учетом фазности токсичности / Врочинский К.К., Щербаков Ю.А. // Теоретические проблемы водной токсикологии. Норма и патология. – М.: Наука, 1983. – С. 36–41.
5. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош М.П. и др. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
6. Кирпенко Н.И. Рост и функционирование некоторых планктонных водорослей в условиях смешанного культивирования / Кирпенко Н.И. // Гидробиол. журн. – 2005. – Т. 41, №3. – С. 58–71.
7. Кирпенко Н.И. Особенности накопления растворенного органического вещества в условиях смешанного культивирования водорослей / Кирпенко Н.И. // Организмы, популяции, экосистемы: проблемы и пути сохранения биоразнообразия : материалы Всероссийской конф. с междунар. участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, Россия, 24–28 ноя., 2008 г.). – Вологда, 2008. – С. 48–51.
8. Кирпенко Н.И. Особенности функционирования зеленых водорослей *Tetraedron caudatum* и *Desmodesmus communis* при раздельном и смешанном культивировании / Кирпенко Н.И., Медведь В.А. // Науковий вісник Чернівецького ун-ту : збірник наукових праць. – Вип. 416 : Біологія. – Чернівці : Рута, 2008. – С. 256–264.
9. Лукина Г.А. Влияние фотосинтетической деятельности водорослей на ингибиторы свободнорадикальных реакций / Лукина Г.А., Синельников В.Е. // Гидробиол. журн. – 1969. – Т. 5, № 2. – С. 44–49.
10. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике / [Сиренко Л.А., Сакевич А.И., Осипов Л.Ф. и др.]; под ред. – К.: Наук. думка, 1975. – 256 с.
11. Недуха Е.М. Структурно-функциональная характеристика клеток протонемы мха фунарии влагомерной при длительном клиностатировании / Недуха Е.М., Овруцкая И.И. // Микроорганизмы в искусственных экосистемах. – Новосибирск: Наука СО, 1985. – С. 19–23.

12. Овсянникова Т.Н. Состав и антиоксидантная активность комплекса биополимеров из *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl. / Овсянникова Т.Н., Миронова Н.Г., Заболотный В.Н. // Альгология. – 1998. – Т. 8, № 1. – С. 75–81.
13. Русанов А.Г. Влияние плотности перифитона и субстрата на содержание биогенных элементов и взаимоотношения бактерий и водорослей перифитона / Русанов А.Г., Хромов В.М // Мат-лы У1 Всеросс. шк.-конференции по водным макрофитам «Гидробиотаника 2005» (пос. Борок, 11-16 окт. 2005 г.) .– Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 2006. – С. 340-342.
14. Сакевич О.Й. Алелопатія в гідроекосистемах / О.Й. Сакевич, О.М. Усенко. – К., Ін-т гідробіології НАН України, 2008. – 342 с.
15. Саут Р. Основы альгологии / Р. Саут, А. Уиттик – М.: Мир, 1990.– 597 с.
16. Солдатов А.А. Использование антиоксидантного ферментативного комплекса тканей гидробионтов для целей экодиагностики (проблемы и пути решения) / Солдатов А.А., Гостюхин О.Л., Головина И.В // Мат-лы III Всероссийской конф. по водной токсикологии, посвящ. памяти Б.А. Флерова, «Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы», конф. по гидроэкологии «Критерии оценки качества воды и методы нормирования антропогенных нагрузок» и шк.-семинара «Соврем. методы исследования и оценки качества воды, состояния водных организмов и экосистем в условиях антропогенной нагрузки». Ч. 2. (Борок, 11–16 ноя. 2008 г.). – Борок : ООО «Ярославский печатный двор», 2008. – С. 157–161.
17. Сорвачев К.Ф. Норма и патология на молекулярном уровне / Сорвачев К.Ф // Теоретические проблемы водной токсикологии. Норма и патология. – М.: Наука, 1983. – С. 121–131.
18. Телитченко М.М. Введение в проблемы биохимической экологии : Биотехнология, сельское хозяйство, охрана среды / М.М. Телитченко, С.А. Остроумов. – М.: Наука, 1990. – 288 с.
19. Телитченко М.М. Изучение антиокислительной и биологической активности внеклеточных метаболитов зеленых протококковых водорослей в процессе их роста / Телитченко М.М., Шестерин И.С., Иванов Э.В., Гельфанд Е.С. // Биол. науки. – 1972. - № 8. – С. 55–59.
20. Царенко В.М. Рост некоторых синезеленых водорослей в условиях смешанного культивирования / Царенко В.М. // Гидробиол. журн. – 1980. – Т. 16, №4. – С. 68–72.
21. Bagchi S.N. Algicidal properties of a bloom-forming blue-green alga, *Oscillatoria* sp. / Bagchi S.N., Palod A., Chauhan V.S. // J. Basic. Microbiol. – 1990. – Vol. 30, № 1. – P. 21–29.
22. Bramhall S. A cymple colorimetre method for determination of Protein / Bramhall S., Nook N., Wu M., Zoewenberg G.R. // Anal. Biochem. – 1969, № 31. – P. 146.
23. Di-Giulio R.Y. Effect of Black Rock Harbor sediments on indices of biotransformation, oxidative stress, and DNA integrity in channel catfish / Di-Giulio R.Y., Habig C., Gallagher E.P. // Aquat. Toxicol. – 1993. – Vol. 26, N 1 / 2 – P. 179–192.
24. Gross E. Searching for allelopathic effects of submerged macrophytes on phytoplankton – state of the art and open questions / Gross E., Hill S., Lombardo P., Mulderij G. // Hydrobiologia. – 2007. – Vol. 584, № 1. – P.77–88.
25. Lowry O.H. Protein measurement with the folinphenol reagents / Lowry O.H., Rosbraigh N.J., Farr G.A., Randall R.I. // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193, № 1–2. – P. 265–268.
26. Sicinska P. Damage of cell membrane and antioxidative system in human erythrocytes incubated with microcystin-LR in vitro / Sicinska P., Bukowska B., Michalowicz J. // Toxicon. – 2006. – Vol. 47, № 4. – P. 387–397.
27. Tomasovic S.R. Relationship between cell survival and heat-stress proteins synthesis in a *Drosophila* cell line / Tomasovic S.R., Koval T.M. // Intern. J. Radiat. Biol. – 1985. – Vol. 48. – P. 635–650.
28. Tomasovic S.R. Heat-stress proteins and thermal resistance in rat mammary tumour cells / Tomasovic S.R., Steck P.A., Heitzman D. // Radiat. Res. – 1983. – Vol. 95. – P. 399–413.

Н.И. Кірпенко

Институт гидробиологии НАН Украины, Киев

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ В СМЕШАННЫХ КУЛЬТУРАХ

Исследовано физиолого-биохимические особенности функционирования водорослей в смешанных культурах. Общее выращивание зеленых водорослей *Desmodesmus communis* и *Tetraedron caudatum* не сопровождалось существенными изменениями интенсивности ростовых процессов. Другие физиолого-биохимические показатели водорослей в смешанной культуре заметно отличались в сравнении с монокультурами. Наиболее существенными были изменения интенсивности накопления внеклеточных органических веществ, количества эндогенных

белков, активности каталазы и интенсивности хемилюминесценции, которая характеризует прооксидатно-антиоксидантный баланс исследуемой системы. Следовательно, невзирая на отсутствие выраженного антагонизма, взаимодействие водорослей сопровождается значительными нарушениями их метаболических процессов.

Ключевые слова: микроводоросли, смешанные культуры, количество клеток, интенсивность фотосинтеза

N.I. Kirpenko

Institute Hydrobiology NAS of Ukraine, Kyiv

THE PHYSIOLOGO-BIOCHEMICAL PECULIARITIES OF ALGAE FUNCTIONING IN THE MIXED CULTURES

Metabolic processes of green algae *Desmodesmus communis* (Hegew.) Hegew. HPDP-109 and *Tetraedron caudatum* (Corda) Hansg. IBASU-A 277 in mono- and mixed cultures are investigated. It is established that mixed cultivation of algae is accompanied by essential changes of physiological and biochemical indices. Considerable deviations are observed in intensity of accumulation of extracellular organic substances, quantity exo- and endogenous proteins, catalase activity and intensity of chemiluminescence, characterizing prooxydation-antioxydation balance of the given system. The revealed features of functioning of algae in the mixed culture require continuing the investigation of the phenomenon algal interactions.

Рекомендує до друку

Надійшла 27.01.2010

В.В. Грубінко

УДК 582.232 [285.31]

П.Д. КЛОЧЕНКО¹, Г.Г. ЛИЛИЦКАЯ², И.Ю. ИВАНОВА¹

¹Институт гидробиологии НАН Украины
проспект Героев Сталинграда, 12, Киев, 04210

²Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины
ул. Терещенковская, 2, Киев, 01601

ВИДОВОЙ СОСТАВ ФИТОПЛАНКТОНА НЕКОТОРЫХ БЕССТОЧНЫХ ОЗЕР Г. КИЕВА

Изучено видовой состав и таксономическая структура водорослей, которые развиваются в планктоне двух бессточных озер г. Киева - Синего и Голубого. Установлено, что фитопланктон исследованных озер г. Киева представлен 201 видом и 209 внутривидовым таксоном из 8 отделов, 12 классов, 26 порядков, 42 семей и 81 рода. В оз. Синее найдено - 138 видов и 143 вн.в.т., а в оз. Голубое - 130 видов и 133 внутривидовых типов.

Ключевые слова: фитопланктон, видовое богатство, оз. Синее, оз. Голубое, Киев

Общеизвестно, что водоросли одними из первых реагируют на изменение экологических условий. При этом показательное значение имеет их видовой состав, отражающий степень антропогенного влияния. Многие виды фитопланктона являются индикаторами повышенного содержания загрязняющих веществ. Поэтому выявление флористического разнообразия водорослей разнотипных водоемов дает материал для понимания закономерностей функционирования водных экосистем и их трансформации в условиях антропогенного пресса.

Особого внимания заслуживает изучение альгофлоры водоемов, расположенных на территории мегаполисов, к которым, безусловно, принадлежит и г. Киев. Мониторинговые исследования, проводимые на водных объектах этого мегаполиса, позволяют судить о степени