

Разом з тим, наші лабораторні дослідження свідчать про те, що при досягненні деяких концентрацій металів у воді, дихальна активність і чисельність сапрофітних бактерій різко знижується, що може спричинити помітне зниження темпів переробки ОР в природній воді.

Показники деструкції ОР на українській ділянці Дунаю коливалися у дуже широких межах — від досить низьких (0,03 мгО₂/л.) у деяких рукавах до екстремально високих — (7,11 мгО₂/л.) у прісноводних водоймах. Очевидно, що у цих слабопроточних внутрішніх водоймах Кілійської дельти, що щільно заросли вищою водною рослинністю та добре прогриваються, створюються оптимальні умови для розвитку активних мікробіоценозів, які із високою швидкістю переробляють органічний субстрат автохтонного походження. Широка амплітуда коливань показників деструкції на досліджуваній ділянці дельти Дунаю обумовлена, як різним ступенем антропогенного навантаження, так і динамічністю чинників навколишнього середовища (змінюю солоності, трофності, змінно-нагінними процесами і т.д.) характерними для екотонних зон.

При загальному зниженні інтенсивності деструкційних процесів у напрямку до моря, звертають на себе увагу високі показники добової деструкції у відкритих затоках-кутах — Шабаш, Желаний, Жебріянівський. Очевидно мікробіоценози цих водойм мають високу толерантність до чинників солоності та нестабільної гідрологічної ситуації, що є одними з основних ознак екотону і підтримує інтенсивність трансформації та мінералізації аллохтонного матеріалу в кутах дельти.

Отже, проведені у 1998 мікробіологічні спостереження ще раз підтвердили, що розвиток і життєдіяльність угруповань бактеріопланктону Кілійської дельти в першу чергу залежать від гідрологічних і гідрохімічних умов, що визначають тип водойми. Разом з тим, усі групи вивчених водойм характеризувалися подібною динамікою мікробіологічних показників і деструкційних процесів від початку водойми у напрямку до моря. В усіх досліджуваних рукавах у середній частині вони знижувалися і збільшувалися на виході води у море. Навпаки, у замкнутих прісних водоймах — в середній частині показники зростали до максимальних розмірів. У відкритих затоках — мінімальними вони були на вході і зростали в зоні змішування прісної та солоної вод. Встановлене явище свідчить про те, що бактеріопланктон і мікробіологічні процеси, що є невідомими компонентами водних екосистем, відбивають стан внутріводоносних процесів і можуть бути використані не тільки як чутливі індикатори зміни хімізму природної води, однак і з метою класифікації водойм за біологічними ознаками. Статистичне опрацювання даних та розрахунки Індексу розвитку бактеріопланктону дозволили інтегрально оцінити стан бактеріальних угруповань у дельті та продемонструвати ці закономірності більш наочно.

УДК 577. 482

О.В. Борисова, Н.Я. Тиберкевич

Ин-т ботаники ім. М. Г. Холодного НАН України, м. Київ

Ин-т гідробіології НАН України, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ БАКТЕРІЙ-СУПУТНИКІВ В ПРОЦЕСІ РОСТУ КУЛЬТУРИ ВОДОРОСТІ *SCENEDESMUS ACUTUS MEYEN* IBASU A-251

При культивуванні водоростей важливу роль відіграє присутність та розвиток в культурах фототрофних організмів гетеротрофних бактерій-супутників. Альгологічно чисті культури водоростей є альго-бактеріальними угрупованнями, що сформувались у природних умовах в процесі еволюції і складаються з автотрофного (водорость) та гетеротрофного (комплекс бактерій-супутників) компонентів.

Дані літератури про характер взаємовідносин між водоростями і бактеріями в процесі їх сумісного культивування залишаються суперечливими, що потребує подальших досліджень у цій галузі. Метою даної роботи було вивчення динаміки росту семи видів бактерій при внесенні їх в аксенічну культуру зеленої водорості *Scenedesmus acutus Meyen* IBASU-A251. В роботі використовували штами супутніх бактерій даної водорості *Flavobacterium odoratum* C-7, *Acinetobacter sp.* C-2, *Microbacterium imperiale* C-3, *Rhodococcus erythropolis* C-4, *R. luteus* C-1 та *Curtobacterium sp.* C-6, а також музейний штам *E. coli* 0111. В залежності від варіанту дослідження культивували: водорості без бактерій (контроль 1, аксенічна культура), водорості з природною сумішшю супутніх бактерій (контроль 2, альгологічно чиста культура), водорості із кожним з шести видів супутніх бактерій окремо (бінарні культури), зі всіма разом

(ресинтезована культура), з *E. coli* 0111 (бінарна культура) і *E. coli* без водоростей на чистому середовищі Фітцджеральда.

Ріст водорості без бактерій, а також в бінарних культурах з бактеріями-супутниками, *E. coli* 0111, і у знову ресинтезованому альгобактеріальному угрупованні був практично однаковим. Спостереження за розвитком бактерій в бінарних культурах, в природній альгологічно чистій культурі і у знову ресинтезованому альгобактеріальному угрупованні показало, що характер росту мікроорганізмів відрізняється. Так, в бінарних культурах чисельність бактерій була значно нижчою, ніж в ресинтезованому угрупованні, однак всі види зберігали життєздатність і розвивались. При цьому в лаг-фазі росту водорості спостерігалось збільшення чисельності популяцій *Flavobacterium odoratum*, *Acinetobacter sp.* та *Microbacterium imperiale*, потім їх кількість дещо зменшувалась в логарифмічній і знову підвищувалась в стаціонарній фазі. Чисельність популяцій *Rhodococcus erythropolis*, *R. luteus* та *Curtobacterium sp.* в бінарних культурах починала зростати тільки після 5-10 доби досліду. В ресинтезованому угрупованні кількість клітин бактерій-супутників до 25-ї доби зростала постійно і паралельно до збільшення кількості клітин водорості, а потім стабілізувалась. В альгологічно чистій культурі (контроль 2) кількість бактерій до 5-ї доби різко зменшувалась, потім стабілізувалась і почала зростати після 15-тої доби, досягаючи максимальних значень до кінця досліду. На відміну від бактерій-супутників, кількість клітин *E. coli* в бінарній культурі з *S. acutus* майже не коливалась, тільки до 5-ї доби збільшувалась на два порядки, потім після 10-ї доби їх кількість різко зменшувалась і зберігалась на цьому рівні до кінця досліду.

Як відомо, якісний склад розчинених органічних речовин (РОР) залежить не тільки від таксономічного положення водоростей і умов культивування, однак й від фізіологічного стану клітин [1]. В лаг-фазі і на початку логарифмічної фази росту водоростей у складі РОР переважають низькомолекулярні сполуки (амінокислоти, вуглеводи, органічні кислоти легкої фракції), що, очевидно, обумовлює в перші доби досліду збільшення чисельності популяцій *Flavobacterium odoratum*, *Acinetobacter sp.* та *Curtobacterium sp.*, які здатні швидко утилізувати дані сполуки [2]. Потім в логарифмічній фазі росту у культуральному середовищі зростає концентрація органічних кислот нелеткої фракції і, зокрема, гліколевої як головного продукту фотосинтезу. У цей період бактерії-супутники в бінарних культурах розвиваються слабо, крім *R. luteus* та *Acinetobacter sp.*, можливо із-за їх здатності використовувати як джерело вуглецю ряд органічних кислот таких як янтарна, яблучна, fumarова. Наприкінці логарифмічної і в стаціонарній фазах у зв'язку із зменшенням фізіологічної активності культуральне середовище збагачується високомолекулярними сполуками, продуктами відмерлих клітин водоростей. Відповідно зростає чисельність популяцій бактерій роду *Rhodococcus*, які поряд із легкоокислюваними речовинами здатні асимілювати аміни, полісахариди, ароматичні сполуки і інші продукти розпаду.

Постійне збільшення чисельності бактерій-супутників при одночасному внесенні однакової кількості клітин всіх шести видів в аксенічну культуру водорості може свідчити про поступовість адаптації відновленого угруповання. Механічна суміш партнерів, які досить тривалий час культивувалися окремо, не відразу стає збалансованою системою. Очевидно, першим складається угруповання бактерій, сумісний ріст яких значно (в 10 разів) активніший у порівнянні з ростом окремих видів в бінарних культурах.

Незбалансований ріст ресинтезованого угруповання добре помітний при порівнянні з ростом природного угруповання у вихідній альгологічно чистій культурі водорості. Внесення інокуляту у чисте середовище різко змінює фізіологічний стан водорості і відповідно якісно та кількісно змінюється склад РОР. Кількість бактерій зменшується як у результаті простого розведення, так і за рахунок зменшення поживних субстратів. Потім настає стабілізація чисельності мікроорганізмів, що спостерігається в період активного росту водорості, яка, очевидно, є однією із ознак альгобактеріального угруповання як гомеостазної системи. Слід враховувати ще той факт, що властивості окремих мікроорганізмів в аксенічних культурах можуть відрізнятися від їхніх властивостей в угрупованні, а також властивостей угруповання в цілому. Цим можна пояснити результати досліду з *E. coli* 0111, які свідчать про те, що дана бактерія, не будучи супутником водорості, здатна протягом тривалого часу виживати в культуральному середовищі *S. acutus* і навіть деякий час розмножуватись.

Отже, результати досліджень показали, що всі бактерії-супутники *Scenedesmus acutus* мають здатність розвиватись у водоростевому культуральному середовищі як разом, так і окремо. Однак, їх сумісний ріст набагато активніший. Поряд з цим, на прикладі *E. coli* 0111 показана можливість тривалого збереження життєздатності у культуральному середовищі водоростей сторонніх мікроорганізмів.

Разом із цим, динаміка росту комплексу бактерій у знову ресинтезованому альгобактеріальному угрупованні відрізнялась від такої природного у альгологічно чистій культурі *S. acutus*. Не спостерігали також впливу бактерій-супутників на ріст водорості. Все зазначене свідчить про те, що для організмів, виділених із угруповання і які протягом тривалого часу культивуються окремо, необхідний певний час для адаптації та прояву властивостей, характерних для них в угрупованні і всього угруповання в цілому. Цей факт необхідно враховувати при вивченні взаємовідносин водоростей та бактерій з використанням чистих культур.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кажлаева Т. Ф., Максимова И. В., Плеханов С. Е. Использование статистических методов для количественной оценки вклада отдельных процессов в накопление РОВ растущими культурами водорослей // Альгология. — 1993. — Т. 3, № 4. — С. 89-95.
2. Нестеренко О. А., Квасников Е. И., Ногина Т. М. Нокардиоподобные и коринеподобные бактерии. — Киев: Наук. думка, 1985. — 336 с.

УДК 591. 148:582. 276:57. 084(26)

Д.В. Бородин

Институт биологии южных морей НАН Украины, г. Севастополь

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ СТИМУЛЯЦИИ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ДИНОФИТОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Биолюминесценция морских вод — широко известное явление, имеющее планетарные масштабы. Для многих районов Мирового океана (в том числе и для Черного моря) показано, что основным источником биолюминесценции являются планктонные динофлагелляты [1]. Яркие вспышки, возникающие при искусственной стимуляции наиболее выпукло характеризуют биолюминесцентную способность организма. Для получения светового отклика биолюминесцента чаще всего используются химический, электрический и механический виды стимуляции.

Химический метод стимуляции — один из самых простых и доступных. В общем случае метод сводится к введению в кювету с подопытным организмом небольшого количества (0, 3-1мл) того или иного химического реагента. В качестве такового используют спирт, формалин, ацетон, перекись водорода, иод, аммиак, уксусную и другие кислоты, соли различных металлов [2, 3]. Считается, что такие агенты как спирт, формалин, уксусная кислота, ацетон не обладают специфичностью действия на биофизические характеристики светового сигнала [2], однако для солей различных металлов ситуация иная [6]. Следует отметить, что при химической стимуляции организм чаще всего гибнет, что является очевидным недостатком метода. В то же время к преимуществам метода можно отнести высокую степень надежности: химические стимулы приводят к эффекту светоизлучения даже тогда, когда другие методы не дают необходимого результата.

Несмотря на очевидную неадекватность естественным раздражителям электрический метод стимуляции имеет единую с ними физиологическую основу (деполяризация мембран и генерация потенциала действия) и поэтому с успехом применяется [2, 3]. С помощью электрической стимуляции возможно не только изучить латентный период вспышек, но и проследить динамику биолюминесцентных сигналов, исследовать период во восстановления субстрата в случае неповреждающих величинах тока. Раздражение организмов производится либо разрядом конденсатора, либо от стимуляторов электронного типа. При этом плотность тока в разных точках рабочей камеры должна быть одинакова, что достигается ее формой. Наиболее удачной является кювета, представляющая собой сосуд прямоугольной формы, причем металлические электроды находятся на противоположных стенках сосуда и равны им по площади [2]. Близкую плотность тока во всех точках обеспечивает также камера несколько более сложной формы, разработанная в Институте биологии Южных морей [3].

Механическое возбуждение биолюминесценции — наиболее адекватный природным стимулам метод исследования светоизлучения динофлагеллят. Он также является основой измерений биолюминесценции *in situ*. В сосуде с помощью электромеханического устройства создается движение воды, гидрофизические характеристики которого схожи с таковыми в океане. Основным недостатком метода является большая инерционность устройств, применяемых для стимуляции, а также сложность оценки величины гидрофизического стимула. Поэтому эволюция систем для механической стимуляции