

УДК [547.56 : (582.26 : 577.115.7)] : 581.57

## РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ПРІСНОВОДНИХ ВОДОРОСТЕЙ ДО ПОЗАКЛІТИННИХ ПОЛІФЕНОЛІВ

**О. М. УСЕНКО** кандидат біологічних наук

**О. Й. САКЕВИЧ** доктор біологічних наук

Інститут гідробіології НАН України

---

*Резистентність прісноводних водоростей до екзогенних біологічно активних речовин формується морфологічними й біохімічними особливостями видів. Їхня стійкість проти альгицидів зумовлюється наявністю ококлітинних слизових речовин, питомою поверхнею клітин щодо їхньої біомаси й наявністю на поверхні оболонки речовин ліпідного комплексу*

**Ключові слова:** водорості, резистентність, поліфеноли, ліпідний комплекс, питома поверхня клітин

У складі позаклітинних біологічно активних речовин водяних рослин значну частину займають речовини поліфенольної природи. Їхній вплив на функціональну активність водоростей зумовлений не тільки величиною концентрації цих речовин й екологічних умов зовнішнього середовища, але й особливостями хімічної структури молекул фенольних сполук [9, 15, 18, 22]. Використання в експериментальних дослідженнях простих дифенолів: пірокатехіну, резорцину й гідрокінону показало, що вони неоднаково впливають на фотосинтетичну активність водоростей. Найбільше пригнічує фізіологічні функції водоростей феноли, в яких друга гідроксильна група розташована в *пара*-положенні, і найменше резорцин, друга гідроксильна

група якого втримується в *мета*-положенні [21]. Доведено, що токсично впливають на водорості не відновлені, а окислені форми поліфенолів [19, 22].

Відомо, що резистентність водоростей до біологічно активних поліфенолів істотно відрізняється у видів, що належать до різних систематичних груп [22]. Ці відмінності зумовлені фізіолого-біохімічними й морфологічними особливостями різних видів водоростей [6, 15].

Питома поверхня є одним із ключових показників морфофункціональних параметрів водяних рослин і характеризує кількісний взаємозв'язок між структурою й функцією організмів, що використовують поверхню як біохімічний контур трансформації речовини [8].

**Мета досліджень** полягала у порівняльному вивченні резистентності окремих видів водоростей до речовин фенольної природи залежно від величини ліпідного комплексу клітинних мембран на одиницю поверхні клітини, а також наявності слизових речовин, що огортають клітини й охороняють їх від впливу екзогенних біологічно активних речовин.

**Матеріали та методики.** Об'єктами досліджень слугували альгологічно чисті культури синьозелених (*Microcystis aeruginosa* Kütz. emend. Elenk. HPDP-6, *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) Bréb. HPDP-26, *Phormidium autumnale* (Agardh) Gom. f. *uncinata* (Agardh) Kondrat. HPDP-35, *Oscillatoria neglecta* Lemm. HPDP-25, *Lyngbya limnetica* Lemm. HPDP-9) і зелених (*Chlorella vulgaris* Beijer. CCAP-211/11b, *Selenastrum gracile* Reinsch. HPDP-115, *Desmodesmus armatus* (Chod.) Hegew. HPDP-10) водоростей. У дослідях використовували також фітопланктон Канівського водосховища.

Водорості вирощували на середовищі Фитцджеральда в модифікації А. Цендера й П. Горема №11 [10] при температурі 22–25°C і освітленні лампами денного світла з інтенсивністю 4000 лк (періодичністю світло/темрява – 16/8).

Підрахунок кількості клітин проводили загальноприйнятим методом [20].

Площу поверхні клітин водоростей розраховували як площу поверхні подібної їй фігури за допомогою методик Т.В. Паршикової [3] й А.Б. Зотової [8]:

*Oscillatoria*, *Phormidium*, *Lyngbya*. Фігура – циліндр ( $R$ –радіус,  $h$ –довжина)

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot h$$

$$S = 2 \cdot \pi \cdot R \cdot h \text{ (бічна площа поверхні)}$$

*Desmodesmus* ( $k=0,8$ ), *Selenastrum* ( $k=0,6$ ). Фігура – умовно паралелепіпед ( $D$ –довжина,  $H$ –середній розмір клітини) [2]

$$V = D^2 \cdot h \cdot k$$

$$S = D \cdot h$$

*Anabaena*, *Microcystis*, *Chlorella*. Фігура – куля ( $R$ –радіус)

$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$$

$$S = 4 \cdot \pi \cdot R^2$$

Питому поверхню клітини визначали в такий спосіб:

а) використовуючи геометричні формули й параметри лінійних розмірів клітини, розраховували значення об'єму ( $V_{\text{кл.}}$ ) і площі поверхні ( $S_{\text{кл.}}$ );

б) на підставі рівності ( $V_{\text{кл.}} \cdot \rho$ , при  $\rho = 1$ ) встановлювали співвідношення поверхні клітини до її маси:

$$(S/W)_{\text{кл.}} \text{ (мкм}^2 \cdot \text{мг}^{-1}) = S_{\text{кл.}} / W_{\text{кл.}} = S_{\text{кл.}} / V_{\text{кл.}};$$

в) перетворювали розмірність питомої поверхні клітини в  $\text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ :

$$(S/W)_{\text{кл.}} \text{ (м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}) = S_{\text{кл.}} / W_{\text{кл.}} \text{ (мкм}^2 \cdot \text{мг}^{-1}) \cdot 1000 \text{ [8].}$$

Фенольні сполуки з макрофіта *Glyceria maxima* (лепешняк великий) виділяли за методикою [17], а їхню кількість встановлювали згідно з [4].

Відносну швидкість росту водоростей ( $\mu$ ) визначали згідно з [11]:

$$\mu = \frac{1}{x} \times \frac{dx}{dt},$$

де  $x$  - початкова біомаса водоростей;

$dx$  - приріст біомаси водоростей через певний час;

$dt$  - час росту культур.

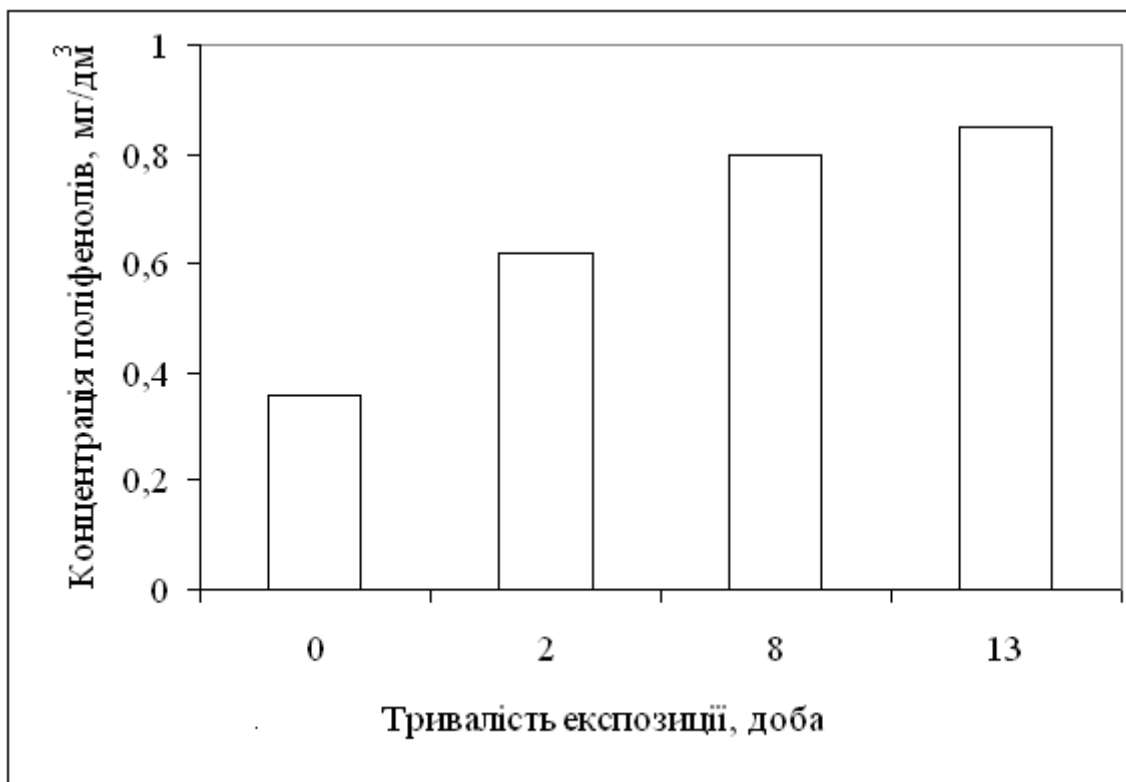
Одержані результати обробляти статистично [7].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Встановлено, що вплив вищих водяних рослин на фітопланктон специфічний. У його структурі на ділянках розвитку вищих водяних рослин синьозелені водорості звичайно становили не більше 1–2% [12, 21, 23]. Пригнічення функціональної активності планктонних синьозелених водоростей здійснюється переважно речовинами поліфенольної природи, які продукують макрофіти в значно більших кількостях, ніж мікроводорості [13, 22].

Фенолкарбонові кислоти лепешняку великого, внесені в середовище масового розвитку планктонних синьозелених водоростей протягом 13-ї доби експозиції змінювали співвідношення кількості клітин синьозелених водоростей у контролі з 99,21% до 33,67%, діатомових з 0,22% до 22,04%, зелених з 0,52 до 41,55%. При внесенні в середовище 0,87 мг/дм<sup>3</sup> фенолу ці співвідношення змінилися в такий спосіб: відсоткове співвідношення синьозелених водоростей зменшилося за цей час до 0,22, а діатомових і зелених збільшилося відповідно до 7,7% й 89,98%.

Результати експериментальних дослідів показали, що ізольований у замкнуті системи фітопланктон накопичує у середовищі значні концентрації поліфенолів, які більшою мірою, ніж в еукаріотів, токсичні для планктонних синьозелених водоростей. Так, наприклад, якщо на початку дослідів вміст екзогенних поліфенолів становив 0,36 мг/дм<sup>3</sup>, то на 13-ту добу експозиції фітопланктону в замкнутій системі їх концентрація збільшилася до 0,85 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 1). У таких умовах клітини планктонних синьозелених водоростей відмирають. Їхній відсотковий вміст зменшується, а ріст зелених водоростей стимулюється.

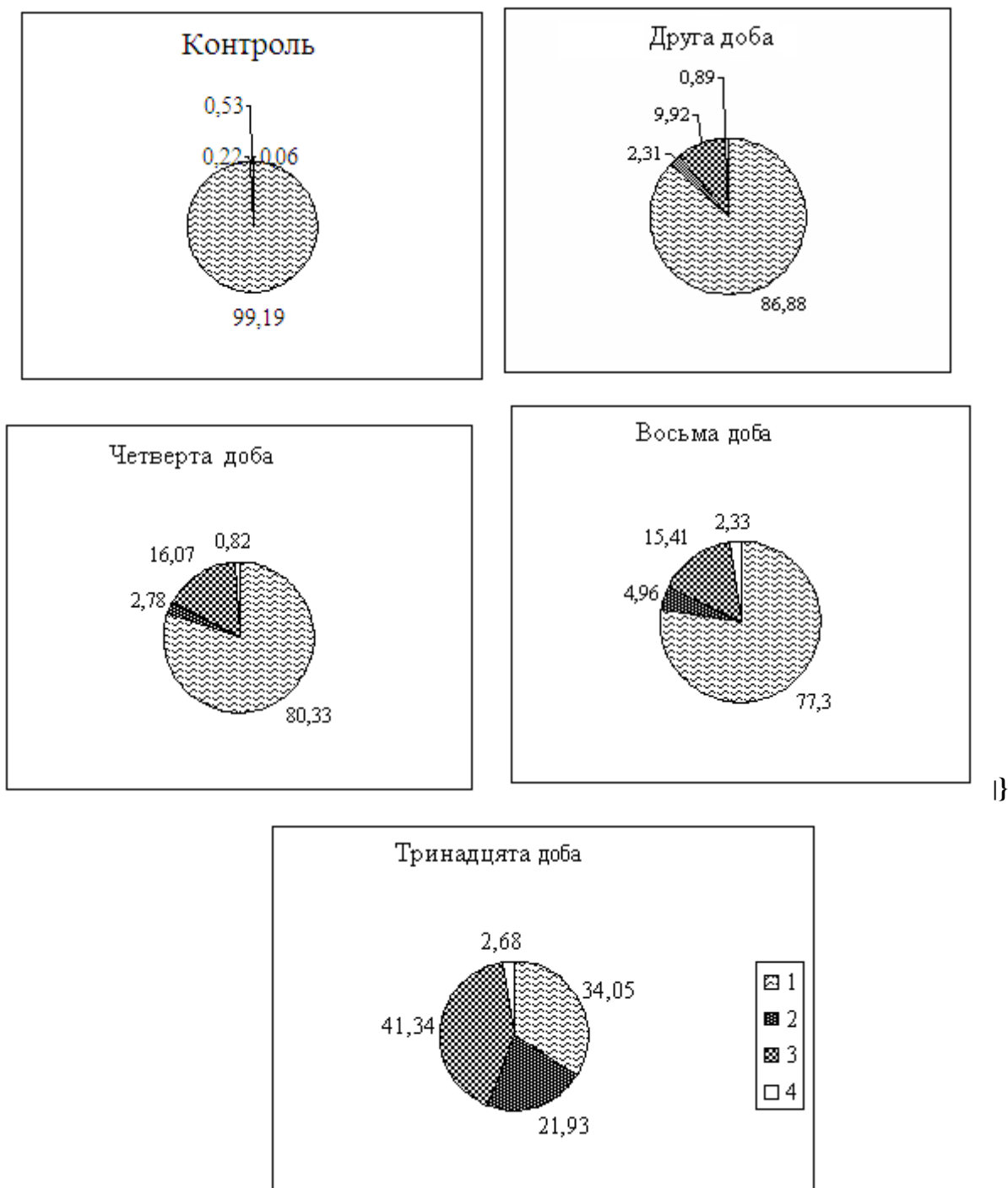
Якщо у вихідній пробі води кількість клітин *Microcystis aeruginosa* становила 110000 тис. кл/дм<sup>3</sup>, то на другу добу ця величина зменшилася до 15080, на 8-му до 7800 і на 13-ту до 6080 тис. кл/дм<sup>3</sup>.



### **1. Вміст екзогенних поліфенолів у середовищі росту фітопланктону в замкнутій системі.**

За цей час кількість клітин зелених водоростей збільшилася відповідно з 575 до 1735 тис. кл/дм<sup>3</sup> на 2-гу добу і до 7430 тис. кл/дм<sup>3</sup> на 13-ту добу експозиції. Загальна біомаса фітопланктону збільшилася з 0,1379 до 3,6991 г/дм<sup>3</sup>. Його структура змінювалася у бік зростання біомаси зелених і діатомових водоростей і зменшення синьозелених (рис. 2).

Екзогенні поліфеноли інгібують розвиток планктонних синьозелених водоростей у концентраціях вищих 0,5 мг/дм<sup>3</sup>. Подальше збільшення вмісту цих речовин у воді призводить до поступового зменшення в складі фітопланктону клітин синьозелених водоростей. Концентрація поліфенолів до 1,5 мг/дм<sup>3</sup> не пригнічує ріст зелених і діатомових водоростей. Більше того, спостерігали стимуляцію їхнього росту. З даних наших експериментальних досліджень видно, що в замкнутих умовах концентрація екзогенних поліфенолів збільшується за рахунок зажиттєвих і посмертних виділень.

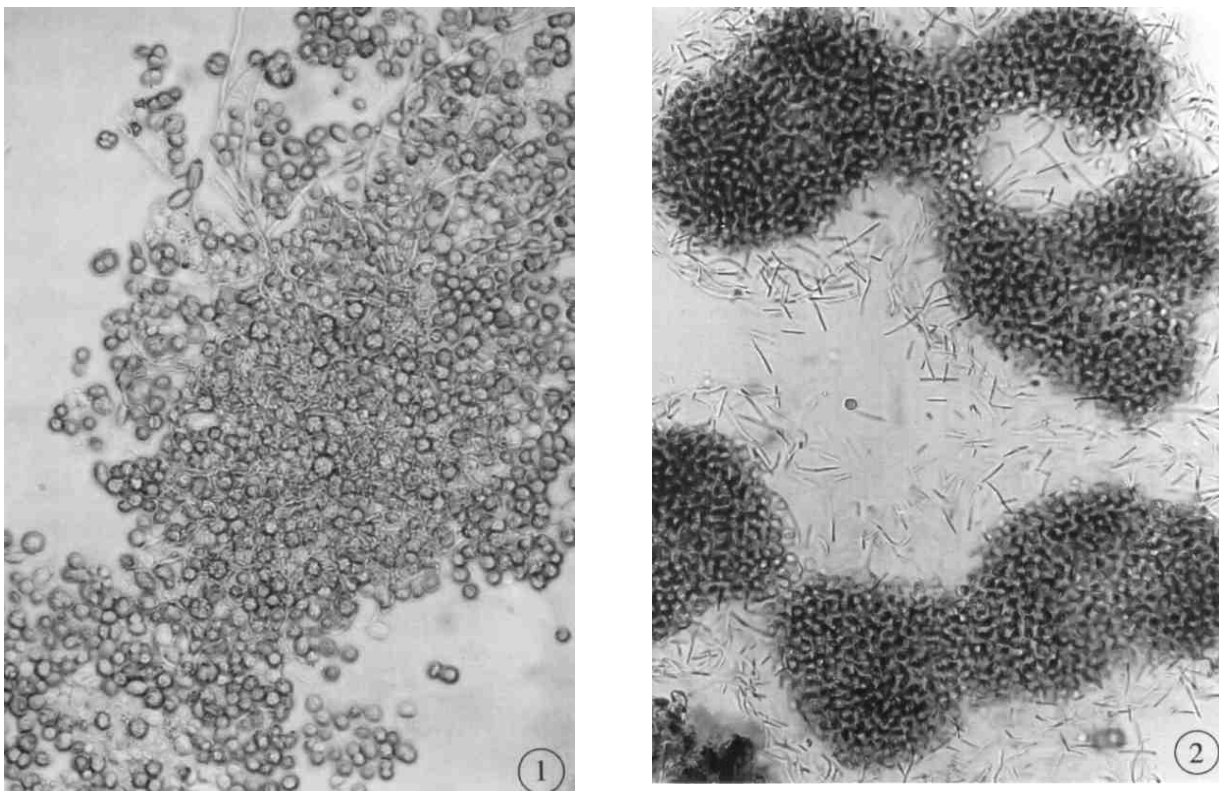


**2. Кількість клітин фітопланктону синьозелених (1), зелених (2), діатомових (3) та інших (4) водоростей після їхнього перенесення в замкнуту систему, %.**

Зміни функціональної активності синьозелених водоростей *Microcystis aeruginosa* під впливом поліфенолів в умовах культури й природних водойм значно відрізнялися. При внесенні в середовище цієї водорості 0,1 мг/дм<sup>3</sup> кофейної кислоти в умовах культури кількість клітин на 7-му добу

зменшилася з 9 до 2 млн. в 1 см<sup>3</sup>. У природних умовах таке зменшення кількості клітин цієї водорості спостерігали тільки при концентрації цього фенолу 0,8 мг/дм<sup>3</sup> [22].

Різниця резистентності цього виду водорості, що росте в культурі й природних умовах, до речовин фенольної природи зумовлена морфологічними особливостями клітинних агрегатів які по-різному формуються в культурі й природних водоймах. В останньому випадку клітини *Microcystis aeruginosa* занурені в товстий шар слизу [1], що захищає їх від впливу екзогенних біологічно активних речовин (рис. 3).



**3. Клітини *Microcystis aeruginosa* у культурі (1) і природних умовах (2).**

Слизові речовини, що обгортають клітини, затримують проникнення в них екзогенних біологічно активних речовин. У культурі клітини водорості не захищені від зовнішнього впливу. Зміна їхньої функціональної активності проявляється при менших концентраціях екзогенних речовин, ніж у

природних умовах. У цьому проявляється різниця резистентності до біологічно активних речовин того самого виду зростаючого в культурі й природних умовах.

Проведені експериментальні дослідження на прикладі культур водоростей, що належать до різних систематичних груп, показали, що їхня резистентність до екзогенних фенольних сполук не однакова у представників різних таксономічних й екологічних груп.

Внесення в культуральне середовище водоростей  $1,5 \text{ мг/дм}^3$  *n*-хінону по-різному впливало на добовий приріст їхньої біомаси (табл. 1).

### 1. Вплив *n*-хінону на добовий приріст біомаси культур водоростей, що відносяться до різних екологічних груп [5].

Культура	Відносна швидкість росту, доба <sup>-1</sup>		
	контроль	$0,5 \text{ мг/дм}^3$ <i>n</i> -хінону	$1,5 \text{ мг/дм}^3$ <i>n</i> -хінону
Планктонні синьозелені водорості			
<i>Microcystis aeruginosa</i>	0,18	0,135	– 0,160
<i>Anabaena flos-aquae</i>	0,12	0,070	0,015
Перифітонні синьозелені водорості			
<i>Oscillatoria neglecta</i>	0,07	0,087	0,075
<i>Lyngbya limnetica</i>	0,17	0,090	0,035
Зелені водорості			
<i>Chlorella vulgaris</i>	0,02	0,028	0,038
<i>Selenastrum gracile</i>	0,03	0,049	0,180
<i>Desmodesmus armatus</i>	0,16	0,175	0,157

Якщо добовий приріст культури *Microcystis aeruginosa* при концентрації *n*-хінону  $1,5 \text{ мг/дм}^3$  не збільшувався, клітини відмирили, то біомаса *Anabaena flos-aquae* у цих умовах зменшувався з 0,076 до 0,015 доба<sup>-1</sup>. Пригнічення росту біомаси культур перифітонних водоростей було



меншим порівняно з планктонними синьозеленими водоростями. Збільшення концентрації розчиненого в середовищі *n*-хінону не пригнічувало, а стимулювало ріст біомаси зелених водоростей: в *Ch. vulgaris* з 0,02 до 0,038 доба<sup>-1</sup>, *S. gracile* з 0,03 до 0,180 доба<sup>-1</sup>. Добовий приріст біомаси *D. armatus* у цих умовах практично не змінився.

Досліди показали, що внесення в середовище 1,5 мг/дм<sup>3</sup> *n*-хінону сприяло збільшенню відмирання планктонних синьозелених водоростей інтенсивніше, ніж у контрольних варіантах.

Найчутливішими до цього окисленого фенолу виявилися культури планктонних водоростей *Microcystis aeruginosa* й *Anabaena flos-aquae*, а найстійкішими *Oscillatoria neglecta* й *Lyngbya limnetica*, ріст біомаси зелених водоростей при цих концентраціях збільшувався.

Крім слизових речовин, здатних захищати клітини водоростей від впливу несприятливих зовнішніх умов, цю функцію можуть виконувати речовини, що концентруються на поверхні клітинних мембран. Порівнюючи кількість ліпідів на одиницю клітинної поверхні водоростей, що контактує із зовнішнім середовищем, спостерігали чітку тенденцію – зі зростанням кількості цих речовин, збільшується їхня резистентність до біологічно активних речовин (табл. 2).

Значний вміст гідрофобних речовин на поверхні клітин *Chlorella vulgaris*, порівнянно з іншими видами водоростей, зумовлений значно більшою поверхнею клітин цього виду, які контактують із зовнішнім середовищем. Із цієї причини загальний зміст ліпідного комплексу на поверхні клітин максимальний. Клітини *Microcystis aeruginosa* у природі асоційовані в колонії, таким чином в обміні бере участь лише бічна поверхня (тобто питома поверхня клітини буде не 1200, а 600 м<sup>2</sup>/кг).

Зіставляючи величини кількості ліпідних речовин на поверхні клітинних мембран і фізіологічну реакцію видів водоростей на певні концентрації екзогенних поліфенолів відзначали чітку зворотну залежність між ними (рис. 4). Про це свідчать показники величин табл. 1 і 2. Різниця

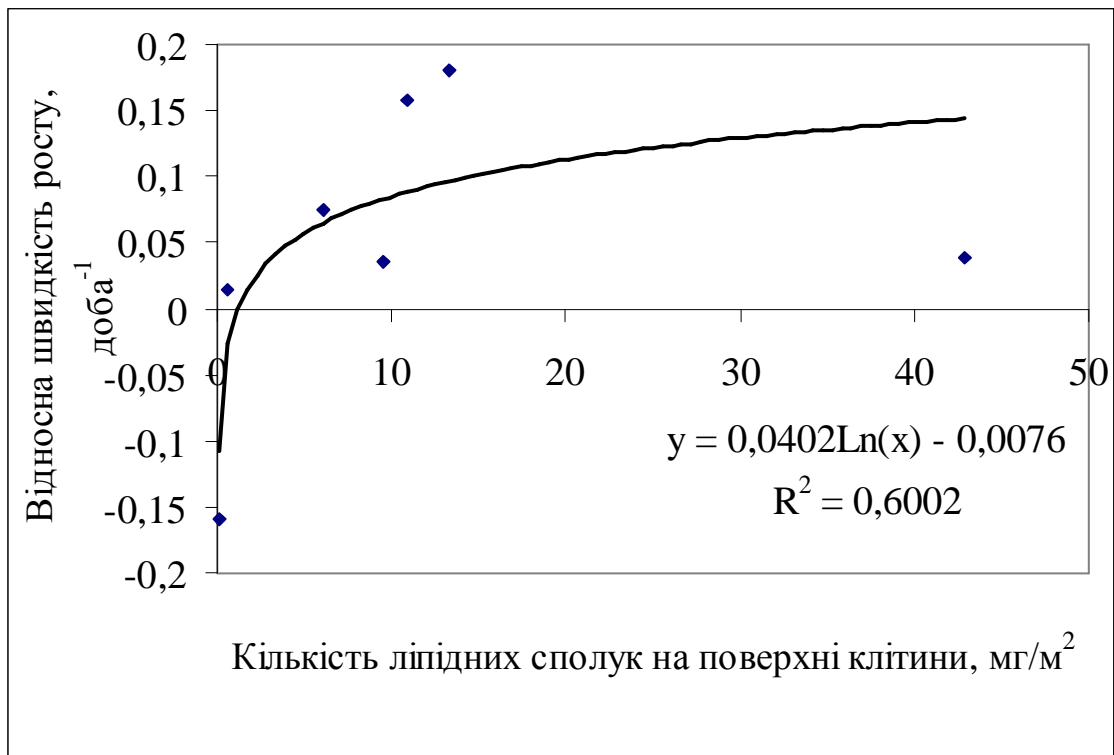
кількості гідрофобних речовин на поверхні клітинних мембран планктонних синьозелених водоростей й еукаріотів звичайно відрізнялася на 2–3 порядки.

## 2. Вміст ліпідних речовин на поверхні клітин культур водоростей,

мг/м<sup>2</sup>

Вид водорості	Питома поверхня клітини, м <sup>2</sup> /кг	Кількість ліпідних речовин на поверхні клітин	Середнє для культур водоростей
Планктонні синьозелені водорості			
<i>Microcystis aeruginosa</i>	1200±33,1	0,083±0,01	<u>0,083–0,59</u> 0,337
<i>Anabaena flos-aquae</i>	1000±66,0	0,59±0,06	
Перифітонні синьозелені водорості			
<i>Oscillatoria neglecta</i>	942,03±13,3	6,08±0,13	<u>6,08–9,50</u> 7,51
<i>Lyngbya limnetica</i>	731,52±16,3	9,50±0,19	
<i>Phormidium autumnale</i> <i>f. uncinata</i>	666,70±10,0	6,94±0,20	
Зелені водорості			
<i>Chlorella vulgaris</i>	800,00±20,0	42,90±7,33	<u>10,93–42,90</u> 22,38
<i>Desmodesmus armatus</i>	277,78±10,2	13,32±2,02	
<i>Selenastrum gracile</i>	555,55±15,8	10,93±1,32	

Різницю реакції планктонних і перифітонних водоростей на ті самі концентрації екзогенних поліфенолів можна пояснити відмінностями кількості гідрофобних речовин на поверхні їхніх клітин (на одиницю поверхні клітин): у планктонних видів вони становили 0,337 мг/м<sup>2</sup>, а в перифітонних – 7,51 мг/м<sup>2</sup>. Тому, виділені в середовище поліфеноли вищих водяних рослин не інгібують розвиток обростаючих синьозелених водоростей і пригнічують – планктонні види.



#### 4. Залежність кількості ліпідних речовин на поверхні клітини від відносної швидкості росту при концентрації *n*-хінону 1,5 мг/дм<sup>3</sup>

При цьому найменша кількість цих речовин була виявлена у планктонної синьозеленої водорості *Microcystis aeruginosa*, яка становила 0,083 мг/м<sup>2</sup>, а у перифітонних *Oscillatoria neglecta* – 6,08 мг/м<sup>2</sup>, що в 73 рази більше, ніж у *Microcystis aeruginosa*. Найвищий показник відзначали у зелених водоростей виду *Chlorella vulgaris* – 42,90 мг/м<sup>2</sup>. Вона мала рекордний для досліджуваних водоростей вміст гідрофобних речовин у клітинних оболонках – 3,432% від сухої маси клітин.

Наявність у зелених водоростей більшої кількості гідрофобних речовин сприяє ще більшій їх стійкості проти позаклітинних поліфенолів. При цьому інтенсивність екологічного метаболізму цих видів зменшується.

Таким чином, найменшу резистентність до позаклітинних поліфенолів проявляють планктонні синьозелені водорості, екологічний метаболізм яких більш відкритий порівняно з філогенетично молодшими фотосинтетиками.

## ВИСНОВКИ

1. Вплив екзогенних біологічно активних речовин на функціональну активність водоростей зумовлений рівнем проникності їхніх клітинних мембран. Вона значно відрізняється у видів, які належать до різних систематичних груп і навіть у тих самих видів, що ростуть у природних водоймах і у культурах. Найменша резистентність водоростей до альгицидів властива планктонним видам синьозелених водоростей. Вона збільшується при наявності навколоклітинних слизових речовин, що затримують надходження до клітинних мембран розчинених у середовищі біологічно активних речовин. Можливість їхнього контакту із клітинною оболонкою збільшується залежно від величин їхньої питомої поверхні відносно до біомаси.

2. Величини резистентності водоростей до екзогенних біологічно активних речовин визначаються також вмістом на поверхні їхніх клітин речовин ліпідного комплексу. Зі збільшенням їх вмісту стійкість водоростей проти екзогенних речовин фенольної природи зростає. Кількість ліпідів, що концентруються на поверхні клітин у зелених видів на 2–3 порядки більша, ніж у планктонних видів синьозелених водоростей, резистентність яких до біологічно активних речовин на ці ж величини менша. Збільшення речовин ліпідного комплексу перифітонних синьозелених водоростей підвищує їхню стійкість проти альгицидів порівняно з планктонними видами.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Брагинский Л.П. Пресноводный планктон в токсической среде / Л.П. Брагинский, И.М. Величко, Э.П. Щербань – К.: Наук. думка, 1987. – 179 с.
2. Брянцева Ю.В., Курилов А.В. Расчет объемов клеток микроводорослей и планктонных инфузорий Черного моря. Препринт / Ю.В. Брянцева, А.В. Курилов – Севастополь: ИнБИОМ. – 2003. – 20 с.

3. Визначення ростових характеристик мікрowodоростей при проведенні моніторингу: Метод. рек. / [Т.В. Паршикова, С.Ф. Петренко, В.А. Порєв, І.П. Новікова] – К.: Логос. – 2006. – 28с.
4. Гродзинський А.М. Накопичення фенолів в ґрунті польового ценозу / А.М. Гродзинський, Л.С. Середюк, Л.І. Крупа // Доп. АН УРСР. – 1981. – Сер. Б, № 10. – С. 64–67.
5. Гусейнова В.П., Сакевич А.И. Углеводороды клеточных оболочек пресноводных водорослей и некоторые аспекты их экологического метаболизма / В.П. Гусейнова, А.И. Сакевич // Гидробиол. журн. – 2007. – 43, № 4. – С. 62–75.
6. Гусейнова В.П. Сполуки вуглеводневої природи у функціонуванні прісноводних мікрowodоростей: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук. зі спеціальності «03.00.17 – гідробіологія» / В.П. Гусейнова – К., 2010. – 23 с.
7. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев – М.: Наука, 1984. – 423 с.
8. Зотов А.Б. Характеристика удельной поверхности таксономических отделов фитопланктона Одесского региона / А.Б. Зотов // Альгология. – 2005. – № 2. – С. 195–204.
9. Козицкая В.Н. Ингибирующие вещества, продуцируемые некоторыми синезелеными водорослями / В.Н. Козицкая // Гидробиол. журн. – 1984. – 20, № 2. – С. 51–55.
10. Методи фізіолого-біохімічного дослідження водорослей в гідробіологічній практиці / Сиренко Л.А., Сакевич А.И., Осипов Л.Ф. [и др.] – К.: Наук. думка, 1975. – 247 с.
11. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин / М.М. Мусієнко – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 392 с.
12. Приймаченко А.Д. Фитопланктон и первичная продукция Днепра и днепровских водохранилищ / А.Д. Приймаченко – К.: Наук. думка, 1981. – 278 с.

13. Романенко В.Д. О механизме действия легкоокисляющихся фенолов на фотосинтетическую активность водорослей / В.Д. Романенко, А.И. Сакевич, О.М. Усенко // Гидробиол. журн. – 2006. – 42, № 2. – С. 87–97.
14. Сакевич А.И. Экзометаболиты пресноводных водорослей / А.И. Сакевич – К.: Наук. думка, 1985. – 200 с.
15. Сакевич А.И. Особенности отклика пресноводных водорослей на внеклеточные биологически активные вещества / А.И. Сакевич, О.М. Усенко // Гидробиол. журн. – 2009. – 45, № 1. – С. 66–73.
16. Сакевич О.Й. Біохімічний аналіз водяних рослин / О.Й. Сакевич, О.М. Усенко, О.В. Баланда – К.: Логос. 2009. – 372 с.
17. Солдатенков С.В. Анализ органических кислот растений методом ионообменных смол и хроматографии на бумаге / С.В. Солдатенков, Т.А. Мазурова // Методика количественной бумажной хроматографии сахаров, органических кислот и аминокислот у растений. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 27–42.
18. Стом Д.И. Влияние фенольных соединений и продуктов их окисления на водные растения и содержание в них сульфгидридных групп / Д.И. Стом, Л.П. Бобровская [и др.] // Докл. АН СССР. – 1974. – 216, № 3. – С. 698–701.
19. Стом Д.И. Аллелопатия и гипотеза о хинонах как активной форме полифенолов / Д.И. Стом // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах – К.: Наук. думка, 1975. – Вып. 6. – С. 8–11.
20. Топачевский А.В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А.В. Топачевский, Н.П. Масюк – К.: Выща школа, 1984. – 333с.
21. Усенко О.М. Аллелопатичний вплив вищих водяних рослин на функціональну активність планктонних синьозелених водоростей: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.17 – «Гідробиологія» / О.М. Усенко – К., 2007. – 23с.
22. Усенко О.М. Резистентність водоростей до біологічно активних речовин / О.М. Усенко, О.Й. Сакевич, О.В. Баланда – К.: Логос, 2010. – 192 с.

23. Щербак В.И. Многолетняя динамика "цветения" воды днепровских водохранилищ / В.И. Щербак // Доповіді НАН України. – 1998. – №7. – С. 187–190.

### **Резистентность пресноводных водорослей к внеклеточным полифенолам**

**О.М. Усенко, А.И. Сакевич**

Установлено, что резистентность водорослей к биологически активным экзогенным полифенолам обуславливается морфологическими и биохимическими особенностями отдельных видов. С увеличением количества веществ липидного комплекса на поверхности клеток водорослей сопровождается уменьшением интенсивности их экологического метаболизма и стойкости к экзогенным биологически активным веществам. Наименьшая она в планктонных синезеленых, увеличивается в перифитонных синьозеленых и максимальная у зеленых водорослей где липидный комплекс клеточных мембран на 2-3 порядка больше.

*Ключевые слова: водоросли, резистентность, полифенолы, липидный комплекс, удельная поверхность клетки*

### **Risestance of in plankton algae for exocellular polyphenols**

**O.M. Usenko, A.I. Sakevych**

It has been found that the risestance of algae for the influence of biologically active exogenous polyphenols is conditioned by morphological and biochemical peculiarities of individual species. The increase in the content of the substances of lipide complex on the surface of algae cells is accompanied by the decrease in the intensity of their ecological metabolism, also in the increase of their tolerance for the influence of exogenous biologically active substances. The lowest resistance is observed in plankton blue-green algae. In periphyton blue-green algae it is somewhat higher. The maximal resistance is observed in green algae. The lipide complex of their cell membranes is 2–3 orders of magnitude higher.

*Key words: algae, risestance, polyphenols, lipide complex, surface cells*