
КОРОТКІ ПОВІДОМЛЕННЯ

УДК 504.73

І. А. Мальцева, Ю. П. Адаменко, Т. І. Жогло, З. Г. Писанець, Є. І. Мальцев

ВПЛИВ НАДЛИШКУ ПЛЮМБУМУ І КУПРУМУ НА ГРУНТОВІ ВОДОРОСТІ

Мелітопольський державний педагогічний університет

Розглянуто значення водоростей з відділів *Chlorophyta*, *Cyanophyta* та *Xanthophyta* як біоіндикаторів важких металів. Установлено токсичні концентрації плумбуму і купруму для *Tetracystis pulchra*, *Mychonastes homosphaera*, *Oocystis parva*, *Nostoc linckia* та *Botrydiopsis arhiza*.

Ключові слова: водорості, біоіндикація, важкі метали.

I. A. Maltseva, Yu. P. Adamenko, T. I. Dzhoglo, Z. G. Pysanets, Ye. I. Maltsev

Melitopol State Pedagogical University

INFLUENCE OF THE COPPER AND LEAD SURPLUS ON THE SOIL ALGAE

The importance of algae departments, namely *Chlorophyta*, *Cyanophyta* and *Xanthophyta* as the bioindicators of heavy metals was considered. The toxic concentrations of copper and lead for *Tetracystis pulchra*, *Mychonastes homosphaera*, *Oocystis parva*, *Nostoc linckia* and *Botrydiopsis arhiza* were determined.

Key words: algae, bioindication, heavy metals.

У наш час, коли зовнішнє середовище терпить катастрофічний вплив антропогенної діяльності людини, екологічна ситуація все більше приближується до межі кризи. В умовах переконацентрації виробництва та його продуктів у всіх оболонках Землі, негативного впливу транспорту, забруднення важкими металами проблема ускладнення екологічних умов набуває глобального характеру. Найбільш складна екологічна ситуація спостерігається в містах, які є центрами промислового виробництва і відповідно центрами максимального забруднення. Для запобігання подальшого руйнівного впливу виробництва на зовнішнє середовище необхідно робити оцінку і прогнозування цього впливу. Складання екологічних прогнозів базується на знаннях про структуру і закономірності екосистем, які отримують при їх дослідженні.

Одним із невід'ємних компонентів екосистем є ґрунтові водорості. Вони складають активну частину мікрофлори і мають високу чутливість до дії різних факторів навколишнього середовища, що дозволяє використовувати їх як біоіндикатори ступеня впливу зовнішніх факторів, а також як тест-об'єкти (Штина, 1976, 1990; Кабиров, 1995).

Метою нашої роботи було вивчення впливу йонів купруму та плумбуму на ґрунтові водорості з відділів *Chlorophyta*, *Cyanophyta* та *Xanthophyta* і оцінка їх індикаційних можливостей.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом для досліджень слугували агарові альгологічно чисті культури водоростей *Tetracystis pulchra* Brown et Bold, *Mychonastes homosphaera* (Skuja) Kalina et Punčochařova, *Oocystis parva* W. Et G.S. West (*Chlorophyta*), *Botrydiopsis arhiza* Borzi (*Xanthophyta*), *Nostoc linckia* (Roth) Bornet et Flahault (*Cyanophyta*), отримані в лабораторії кафедри ботаніки МДПУ і надані С. О. Яровим із персональної колекції (види *Mychonastes homosphaera*, *Oocystis parva*, *Nostoc linckia*). Для проведення експерименту були використані: $PbCl_2$, $CuCl_2 \cdot 2H_2O$, $Cu(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$, $Pb(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$. Для вивчення стійкості водоростей до важких металів їх вирощували на середовищі Болда з різним умістом *Pb* (0,6; 3; 6; 10; 20; 30; 60; 100; 150; 200 *Pb*/л середовища) та *Cu* (0,03; 0,3; 1; 3; 5; 10; 30; 50 *Cu*/л середовища). Один варіант у кожній серії залишали без додавання розчину солі важкого металу. Він відповідав контролю. До кожної пробірки, яка містила 10 мл експериментального чи контрольного розчину, додавали по 5 крапель суспензії з клітинами відповідного виду водоростей.

© Мальцева І. А., Адаменко Ю. П., Жогло Т. І., Писанець З. Г., Мальцев Є. І., 2008

Розвиток водоростей в експериментальних культурах тривав один місяць. Для додаткового освітлення застосовували лампи ЛБ-40. По закінченні вказаного періоду для припинення подальшого розмноження водоростей у кожну пробірку було внесено по 4 мл 40%-ного формаліну і проведено аналіз чисельності клітин із використанням методу прямого підрахунку С. Н. Виноградського у видозміннені Е.А. Штини. Показник альготоксичності (АПТ) розраховували у відсотках порівняно до контролю.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Важкі метали на сьогодні є одними з пріоритетних забруднювачів, що активізує пошук інформативних інструментальних технічних та біологічних методів оцінки стану довкілля. Фітоіндикація може проводитися на різних рівнях організації як вищих, так і нижчих рослин. В. В. Корженевський (1992) усю систему методів фітоіндикації поділяє на три типи: аутоіндикація, синіндикація і симфітоіндикація. Установлення індикаційного значення рослин збігається із завданням визначення лімітуючого фактора та меж толерантності певного виду стосовно відповідного чинника. Зручними об'єктами, на основі яких можна судити про процеси, що відбуваються у ґрунтах, є мікроскопічні водорості. Використання їх як індикаторів зумовлено тим, що вони широко поширені, у наземних місцезнаходженнях зустрічаються практично всюди; впливають на фізико-хімічні властивості ґрунтів, створюють первинну продукцію, є детермінантами альгоконсорцій і вступають у складні взаємовідносини з вищими рослинами; подібні за фізіологічними особливостями до вищих рослин; чутливо і швидко реагують на різні антропогенні забруднення, а також добре ростуть у лабораторних умовах на штучних середовищах. Мікроскопічні водорості використовуються для оцінки стану навколишнього середовища, визначення токсичності хімічних сполук, техногенних субстратів тощо. Узагальнення даних альгоіндикаційних досліджень знайшло відображення в шестибальній шкалі альготоксичності (Кабиров, 1995), яка в адаптованому до використаного в роботі показника альготоксичності представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Шкала альготоксичності

Клас токсичності	Значення показника альготоксичності (АПТ), %	Характер дії фактора
VI (стимуляція)	> 110	Має стимулюючий вплив на тест-об'єкт порівняно з контролем
V (норма)	91–110	Не має суттєвого впливу на тест-об'єкт. Реакція тест-об'єкта є близькою до контролю
IV (низька)	71–90	Зростання впливу порівняно з контролем
III (середня)	50–70	
II (висока)	< 50	
I (надзвичайно висока)	0	Загибель організму. Середовище не придатне для життя тест-об'єкта

Практика фітоіндикаційних досліджень показує, що угруповання є надійнішими та стійкішими за своїм значенням індикаторами (Дідух, 1994), проте точність оцінок і прогнозів забезпечується інформацією стосовно меж толерантності того чи іншого виду. На сучасному етапі розвитку ґрунтової альгології відбувається накопичення даних відносно реакції окремих видів на ті чи інші екологічні фактори. У майбутньому це стане основою для складання екологічних паспортів, перш за все найбільш поширених видів ґрунтових водоростей.

Проведені дослідження дозволили встановити діапазон стійкості до дії важких металів водоростей із трьох відділів. Вважають, що достатньо зручними індикаторними об'єктами є зелені водорості, які є найбільш близькими за фізіологічними особливостями з вищими рослинами, і відповідно отримані результати з певною мірою вірогідності можна екстраполювати на вищі рослини. Проте серед зелених водоростей часто трапляються види із високою стійкістю до екстремальних екологічних факторів. Більш чутливими до антропогенних факторів є жовто-зелені водорості, і саме вони є перспективною групою для пошуку індикаторних видів на окремі забруднювачі. Також чутливими, але в меншій мірі, ніж жовтозелені, є синьо-зелені водорості, особливо до значень рН середовища та наявності важких металів.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що під дією концентрацій $PbCl_2$, що не перевищують ГДК_{рв} (від 1 до 6 мг/л Pb) або перевищують його майже в 3 рази (до 20 мг/л Pb), спостерігається стимуляція або незначне пригнічення розмноження *Tetracystis pulchra*, що за шкалою альготоксичності не виходить за межі норми. *Botridiopsis arhiza* виявився більш чутливим, і дія $PbCl_2$ за цих же концентрацій характеризується низькою і середньою токсичністю. Характер впливу свинцю ацетату на зелені водорості *Mychonastes homosphaera*, *Oocystis*

parva стимулюючим був лише до 1 мг/л *Pb*, а далі швидко досягав критичного для даних видів впливу (табл. 2). Подібна, але ще менша стійкість до п्लумбум ацетату відмічена у *Nostoc linckia*, який за концентрації, що відповідає значенню ГДК_{Pb}, порівняно з контролем мав лише 52 % живих клітин.

Концентрація йонів купруму, у 10 і 100 разів менша за ГДК_{Cu}, на *Tetracystis pulchra* не мала суттєвого негативного впливу (табл. 3). У той же час вже при наявності у розчині 10 мг/л *Cu* практично створювало непридатні для існування виду умови. Подібний сценарій характерний і для *Botridioptis arhiza* з тією різницею, що при концентрації в 1 мг/л *Cu* відбулася незначна стимуляція. Розрахований показник токсичності показав, що дія купрум ацетату на *Mychonastes homosphaera* і *Nostoc linckia* виявилась більш токсичною.

Таблиця 2

Показники альготоксичного ефекту п्लумбум хлорид і п्लумбум ацетат на мікроскопічні види ґрунтових водоростей

Концентрація, мг/л	Показники альготоксичності				
	PbCl ₂		Pb(CH ₃ COO) ₂ ·2·H ₂ O		
	<i>Tetracystis pulchra</i>	<i>Botridioptis arhiza</i>	<i>Nostoc linckia</i>	<i>Mychonastes homosphaera</i>	<i>Oocystis parva</i>
0,6	—*	—	224,9	132,5	—
1	90,2	85,7	—	—	108,4
3	—	—	73,5	79,7	—
6 (ГДК)	84,9	59,0	52,0	46,3	71,7
10	112,1	65,9	41,1	13,1	43,7
20	103,8	74,7	14,0	7,7	11,1
30	—	—	5,3	0,7	0
60	71,3	65,9	1,6	0	0
100	57,9	58,2	0	0	0
150	46,2	21,6	—	—	—
200	9,5	0	—	—	—

* Тут і в табл. 3: дана концентрація не досліджувалась.

Таблиця 3

Показники альготоксичного ефекту купрум хлорид і купрум ацетат на мікроскопічні види ґрунтових водоростей

Концентрація, мг/л	Показники альготоксичності			
	CuCl ₂ ·2H ₂ O		Cu(CH ₃ COO) ₂ ·2·H ₂ O	
	<i>Tetracystis pulchra</i>	<i>Botridioptis arhiza</i>	<i>Nostoc linckia</i>	<i>Mychonastes homosphaera</i>
0,03	96,9	91,6	43,6	53,3
0,3	90,1	84,8	34,5	20,0
1,0	80,1	112,8	36,4	9,9
3,0 (ГДК)	55,9	51,9	25,5	3,3
5,0	51,1	42,4	20,0	—
10,0	1,2	13,7	5,0	—
30,0	0,4	1,0	0	—
50,0	0,1	0	0	—

ВИСНОВКИ

Водорості є важливою складовою частиною ґрунтової біоти. Поселяючись на недоступних для рослин місцях і в проміжках між ними, вони в повному розумінні слова здійснюють «розтікання живої речовини» по поверхні землі, збільшують тим самим кількість акумульованої зеленою речовиною сонячної енергії. Водорості грають позитивну роль у мобілізації корисної мікрофлори. Надзвичайно важлива роль водоростей у поліпшенні фізико-хімічних властивостей ґрунту, у підтримці балансу елементів живлення. Значення вивчення ґрунтових водоростей останнім часом починає зростати у зв'язку з посиленням антропогенного впливу на складові екосистем. Необхідно знати закони, за якими функціонують угруповання водоростей у природних екосистемах, визначити зміни, що відбуваються в них, і намітити шляхи їх регулювання. На даний момент досліджено досить великий спектр антропогенних факторів, які мають вплив на водоростеві угруповання. У всіх розглянутих випадках водорості швидко, часто випереджаючи вищі рослини, реагують на зовнішній вплив, проявляючи при

цьому специфічну реакцію на певний антропогенний фактор. Зміни спостерігаються на рівні чисельності, видового складу, трапляння окремих видів, життєвих форм водоростей. Показником може бути реакція як цілої групи, так і окремих видів водоростей. Характер впливу може бути як стимулюючим, так і пригнічуючим, що в одному випадку призводить до створення різноманітних альгоугруповань, а в іншому – до формування маловидових угруповань, а іноді до повного «вибивання» водоростей з екосистеми.

Однією з властивостей ґрунтових водоростей є різна стійкість до дії різних важких металів, які акумулюються в ґрунтах, втягуються в біологічний кругообіг, передаються по ланцюгах живлення і є деструктивним чинником екосистем. Установлено, що незалежно від систематичної належності водоростей відбувається пригнічення їх розвитку під впливом надлишкових доз плюмбуму і купруму. Проте у таких видів, як *Tetracystis pulchra*, у досліджах із низькими і середніми (до 20 мг/л *Pb*) дозами плюмбум хлориду і *Nostoc linckia*, *Mychonastes homosphaera* та *Oocystis parva* із застосуванням плюмбум ацетату в концентрації не більше 1 мг/л *Pb* спостерігається стимулюючий ефект порівняно із контрольними варіантами. Вплив іонів купруму на досліджені водорості порівняно з плюмбумом є більш токсичним.

Таким чином, для біоіндикації стану ґрунту в умовах прогресуючого забруднення його важкими металами можна використовувати реакцію окремих представників мікробіоти. Подальше вивчення екології як окремих видів ґрунтових водоростей, так і поведінки їх угруповань дозволить розробити достатньо точні методи оцінки техногенних впливів на навколишнє середовище та допоможуть установити критичні дози забруднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Голлербах М. М. Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. – Л.: Наука, 1969. – 228 с.
- Дідух Я. П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я. П. Дідух, П. Г. Плюта. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
- Кабиров Р. Р. Альготестирование и альгоиндикация. – Уфа, 1995. – 125 с.
- Корженевский В. В. Современное состояние и уровни фитоиндикации // Журн. общ. биологии. – 1992. – Т. 53, № 5. – С. 704-714.
- Штина Э. А. Почвенные водоросли как экологические индикаторы // Ботан. журн. – 1990. – Т. 75, № 4. – С. 441-453.
- Штина Э. А. Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М.: Наука, 1976. – 144 с.

Надійшла до редколегії 12.03.08