

ВОДОРОСТІ У МОНІТОРИНГУ ЗМІН pH СЕРЕДОВИЩА ҐРУНТІВ

Мелітопольський державний педагогічний університет

Розглянуто значення водоростей як біоіндикаторів pH середовища ґрунтів. Досліджено вплив різних значень pH на представників відділів *Chlorophyta*, *Cyanophyta* та *Xanthophyta*. Установлено оптимальні значення pH середовища для *Tetracystis pulchra*, *Mychonastes homosphaera*, *Nostoc linckia* та *Botrydiopsis arhiza*.

Ключові слова: водорості, біоіндикація, pH середовища.

I. A. Maltseva, A. V. Posrednykova, L. I. Dobrorez, V. Y. Symonenko

Melitopol State Pedagogical University

ALGAE USAGE IN THE MONITORING OF SOIL pH CHANGES

The importance of algae as the bioindicators of soil pH was considered. The influence of various pH values on the life cycle of representatives of algae departments, namely *Chlorophyta*, *Cyanophyta*, and *Xanthophyta* was studied. The optimum pH values for *Tetracystis pulchra*, *Mychonastes homosphaera*, *Nostoc linckia* and *Botrydiopsis arhiza* were determined.

Key words: algae, bioindication, pH value.

Ґрунтові водорості є складовою частиною ґрунтових біоценозів, вони першими з'являються на антропогенних субстратах, починаючи їх біологічне освоєння. Вони є елементом уже сформованих біогеоценозів і виконують функцію продуцентів. Разом з тим водорості використовуються як зручні і перспективні біоіндикатори різноманітних антропогенних впливів як на ґрунт, так і на екосистеми в цілому (Голлербах, 1969).

З літературних джерел відомо (Голлербах, 1969), що pH середовища місцезростань має велике значення для життєдіяльності водоростей. Порівняння альгофлор ґрунтів із різними показниками pH показало, що цей фактор за своїм впливом на водоростеве угруповання має суттєве значення, який можна порівняти, наприклад, із значенням вологості ґрунту для водоростей. Це дозволяє використовувати водорості для оцінки pH ґрунтового розчину в моніторингових дослідженнях ґрунтів. На сьогоднішні кислі ґрунти в Україні складають загалом 10692,0 тис. га і поширені на території сільськогосподарських угідь 19 областей (крім Донецької, Запорізької, Луганської, Дніпропетровської, Херсонської областей та АР Крим) (Назаренко, 2006). За даними Мінагрополітики, щорічне вапнування необхідно проводити на площі 1,5 млн га, у той час коли реально вапнування проводиться на площі не більше 30 тис. га щороку. Внаслідок незадовільного вапнування, поширення кислотних дощів, неконтрольованого використання фізіологічно кислих добрив без одночасного вапнування спостерігається вторинне підкислення ґрунтів, що збільшує вміст рухомих форм алюмінію, важких металів, зменшує біологічну активність, погіршує поживний режим. Негативні наслідки вторинної кислотності ґрунтів довгий час недооцінювались, проте на сьогодні вже усвідомлена потреба в довготривалих цільових програмах попередження та ліквідації кислотності ґрунтів (Надточний, 1998; Назаренко, 2006). З огляду на це, особливого значення набувають біоіндикаційні дослідження стану ґрунтів. Приуроченість альгоугруповань до ґрунтів з певним значенням pH дає можливість використовувати їх як індикатори ґрунтових умов за цим показником і зумовлює значні перспективи цього напрямку дослідження водоростей (Lukesova, 1995, 1996). Відомо, що основними реакціями ґрунтових водоростей на забруднення є такі: перебудова у систематичній структурі на різному рівні, заміна однієї групи іншою, повне зникнення водоростей та ін.

Наукові джерела (Голлербах, 1969) подають загальну картину (на рівні відділів) стійкості водоростей до значень pH. Установлено, що підкислення ґрунтів несе за собою зменшення загального різноманіття видів водоростей. Зелені водорості у порівнянні з іншими краще пристосувались до кислих ґрунтів. Число їх видів у кислому ґрунті складає майже половину числа видів (Штина, 1990). Проте багато питань, що стосується реакцій окремих видів водоростей на зміну pH, майже не вивчено, і кількість робіт з цього напрямку незначна.

Метою нашої роботи було виявити вплив різних значень pH середовища на види ґрунтових водоростей з відділів *Chlorophyta*, *Cyanophyta* та *Xanthophyta* і оцінити можливість використання їх як біоіндикаторів у моніторингових дослідженнях.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріалом для досліджень послужили агарові альгологічно чисті культури водоростей *Tetracystis pulchra* Brown et Bold та *Mychonastes homosphaera* (Skuja) Kalina et Puncoscharova з відділу *Chlorophyta*, *Botrydiopsis arhiza* Borzi з відділу *Xanthophyta* та *Nostoc linckia* (Roth) Bornet et Flahault з відділу *Cyanophyta*, отримані в лабораторії кафедри ботаніки МДПУ та надані С. О. Яровим з персональної колекції (види *Mychonastes homosphaera* та *Nostoc linckia*).

Дослідження проводилися з вересня 2007 р. по березень 2008 р.

Для експерименту використовували поживне середовище Болда (ВВМ), рН якого змінювали розчинами *HCl* та *NaOH*. Досліди проводили в діапазоні рН від 2 до 9. Таким чином, у кожній пробірці були створені умови для росту водоростей при різній концентрації рН середовища. До кожної пробірки з експериментальним розчином додавали по 5 крапель суспензії, яка містить клітини відповідного виду водоростей. Кількість клітин, внесених на початку експерименту та на його завершенні, установлювали методом прямого підрахунку С. Н. Виноградського у видозмінненні Е. А. Штини (Зенова, 1990).

Розвиток водоростей в експериментальних культурах тривав один місяць із застосуванням ламп ЛБ-40 для додаткового освітлення. Залежно від концентрації рН інтенсивність позеленіння розчинів у пробірках на кінець досліду була різною. По закінченні вказаного періоду для припинення подальшого розмноження водоростей у кожну пробірку було внесено по 4 мл 40%-ного формаліну і проведено підрахунок кількості клітин.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Відомо, що в кислих ґрунтах переважають зелені і жовтозелені водорості, які в нашому дослідженні представлені широко поширеними в різних біогеоценозах видами *Tetracystis pulchra*, *Mychonastes homosphaera* та *Botrydiopsis arhiza*. У ґрунтах із лужним середовищем переважають синьозелені, у тому числі *Nostoc linckia*, який є типовим для ґрунтів України азотфіксуючим видом.

На основі експерименту було встановлено: кількість клітин *Nostoc linckia* після місяця інкубації найбільша в поживному середовищі з рН 8 – 106,8 тис. кл/мл (таблиця). У середовищі з рН 7 кількість клітин трохи менша і становить 101,7 тис. кл/мл. При подальшому підкисленні кількість клітин помірно зменшується, а при рН 2–5 середовище стало непридатним для існування *Nostoc linckia*. Отримані результати узгоджуються з літературними даними про чутливість синьозелених водоростей, у тому числі азотфіксуючих, до змін рН середовища. За даними інших дослідників (Штина, 1976), у ґрунтах із рН 4 синьозелені водорості не трапляються.

Для зеленої водорості *Tetracystis pulchra* найменша кількість клітин відмічена в кислому середовищі при рН 2–4. Максимальний розвиток *Tetracystis pulchra* відповідає нейтральним значенням рН. У цілому ж зона оптимуму відповідає діапазону від рН 6 до рН 9 (таблиця).

На відміну від *Tetracystis pulchra*, найбільша кількість клітин *Mychonastes homosphaera* відмічена в кислому середовищі з рН 5 – 3,1 тис./мл та рН 4 – 2,9 тис. кл/мл. Далі кількість клітин зменшувалась і при рН 9 становила лише 0,041 тис. кл/мл. У середовищах з рН 2–3 клітини виду *Mychonastes homosphaera* взагалі відсутні.

Для *Botrydiopsis arhiza* найбільша кількість клітин відмічена в поживному середовищі з рН 8–9. У середовищі з рН 2 усі клітини *Botrydiopsis arhiza* загинули.

Вплив рН середовища на водорості різних відділів (через місяць інкубації)

Вид	Кількість клітин водоростей, тис. кл./мл							
	рН 2	рН 3	рН 4	рН 5	рН 6	рН 7	рН 8	рН 9
<i>Nostoc linckia</i>	–	–	–	–	99,6	101,7	105,8	60,3
<i>Tetracystis pulchra</i>	7,9	7,5	5,2	43,4	804,8	11122,3	788,2	1110,4
<i>Mychonastes homosphaera</i>	–	–	2,9	3,1	2,7	1,9	0,075	0,041
<i>Botrydiopsis arhiza</i>	–	127,5	167,3	185,3	198,8	204,2	219,0	212,3

Таким чином, досліджені види водоростей по-різному відносять до рН середовища і мають різну чутливість до його коливань. *Nostoc linckia* виявився найчутливішим до кислого середовища, а *Mychonastes homosphaera* – до лужного. Як уже наголошувалось, зелені та жовтозелені водорості вважаються ацидофілами (Braun, 1999), проте це справедливо не для всіх видів, зокрема для *Botrydiopsis arhiza* і *Tetracystis pulchra* зона оптимуму знаходилась у межах

pH 6–9. Аналізуючи отримані результати, слід погодитись із висновками інших дослідників, що нейтральні ґрунти мають найбільш багаті на види альгоугруповання. У сильнокислих ґрунтах слід очікувати розвиток обмеженої кількості видів.

ВИСНОВКИ

Ґрунтові водорості є чутливими до коливань pH середовища. Базуючись на поведінці окремих видів, можливий підбір індикаторів кислотності ґрунтів. Серед досліджених представників з відділів *Chlorophyta*, *Cyanophyta* та *Xanthophyta* *Mychonastes homosphaera* є ацидофілом, а для *Tetracystis pulchra*, *Botrydiopsis arhiza* та *Nostoc linckia* найбільш сприятливі умови відповідали діапазону pH 6–9. Найменшу стійкість до підкислення ґрунтів установлено у *Nostoc linckia*, який гине вже при pH 5.

Таким чином, pH середовища суттєво впливає на ріст і розмноження водоростей і відповідно на формування якісного і кількісного складу альгоугруповань природних і антропогенних екосистем, що можна використовувати у моніторингових та біоіндикаційних дослідженнях. Для того щоб оцінювати та прогнозувати зміни, що відбуваються в ґрунтах при антропогенному впливі, пов'язаному з коливаннями pH ґрунтового розчину, у подальшому необхідно створити базу даних стосовно реакції найпоширеніших видів водоростей на цей фактор.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Голлербах М. М. Почвенные водоросли / М. М. Голлербах, Э. А. Штина. – Л.: Наука, 1969. – 228 с.
- Ґрунтознавство з основами геології: Підручник. / І. І. Назаренко, С. М. Польшина, Ю. М. Дмитрук, І. С. Смага, В. А. Нікорич. – Чернівці: Книги – XXI, 2006. – 206 с.
- Зенова Г. М. Почвенные водоросли / Г. М. Зенова, Э. А. Штина. – М.: Изд-во МГУ, 1990. – 80 с.
- Надточій П. П. Екологія ґрунту та його забруднення / П. П. Надточій, Ф. В. Вольвач, В. Г. Гермашенко. – К.: Аграрна наука, 1998. – 286 с.
- 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.
- Braun F. J., Hegemann P. Direct measurement of cytosolic calcium and pH in living *Chlamydomonas reinhardtii* cells // Eur. J. Cell Biol. – 1999. – 78. – P. 199-208.
- Lukesova A., Hoffmann L. Soil algae from acid rain impacted forest areas of the Krusne hory Mts. 1. Algae communities // Vegetatio. – 1996. – Vol.125. – P. 123-136.
- Lukesova A., Hoffmann L. Soil algae from acid rain impacted forest areas of the Krusne hory Mountains. 2. Effect of pH on growth // Algological Studies. – 1995. – Vol.78. – P. 39-51.

Надійшла до редколегії 12.03.08