
БІОЛОГІЯ ҐРУНТІВ

УДК 502.521

І. А. Мальцева¹, О. О. Баранова²

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬГОДІАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ВОЛОГОСТІ ЕКОТОПІВ НА ПРИКЛАДІ БІОГЕОЦЕНОЗІВ КРИВОРІЖЖЯ

¹Мелітопольський державний педагогічний університет

²Таврійський державний агротехнологічний університет

Ґрунтові водорості як структурний елемент біогеоценозів характеризуються значним діагностичним потенціалом для оцінки екологічного стану едафотопів. На основі дослідження альгогруповань різних біогеоценозів на Криворіжжі запропоновано методику оцінки зволоження екотопів за складом життєвих форм водоростей та їх активністю в альгогрупованнях.

Ключові слова: альгодіагностика, гігротоп, біогеоценоз.

І. А. Мальцева¹, О. А. Баранова²

¹Мелітопольський державний педагогічний університет

²Таврійський державний агротехнологічний університет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬГОДИАГНОСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛАЖНОСТИ ЭКОТОПОВ НА ПРИМЕРЕ БИОГЕОЦЕНОЗОВ КРИВОРОЖЬЯ

Почвенные водоросли как структурный элемент биогееценозов характеризуются значительным диагностическим потенциалом для оценки экологического состояния эдафотопов. На основании исследования альгогруппировок различных биогееценозов Криворожья предложена методика оценки увлажнения экотопов по составу жизненных форм водорослей и их активности в альгогруппировках.

Ключевые слова: альгодиагностика, гигротоп, биогееценоз.

І. А. Maltseva¹, О. О. Baranova²

¹Melitopol State Pedagogical University

²Tavriya State Agrotechnical University

ALGADIAGNOSTIC USE FOR THE ESTIMATION OF HUMIDITY OF ECOTOPS ON THE EXAMPLE OF BIOGEOCENOSES OF KRYVROZHJA

Soil algae as a structural element of biogeocenoses is characterized by considerable diagnostic potential for an estimation of an ecological condition edaphotops. On the basis of research algae groups various biogeocenoses of Krivorozhja the technique of an estimation of humidifying ecotops on structure of vital forms of seaweed and their activity in algae groups is offered.

Key words: algadiagnostics, gigratop, biogeocenosis.

З позиції загальної теорії систем внутрішня структура екосистем визначається характером і способом взаємодії елементів, які формують дві найголовніші підсистеми. З одного боку – це біотичне угруповання, з іншого – комплекс абіотичних факторів. Інтеграція цих підсистем в єдину систему здійснюється в результаті взаємодії різноякісної матерії – живої і неживої або неорганічної (Зонн, 1989). Середовищні показники екосистеми постійно змінюються, і безперервні флуктуації середовища викликають адекватні перебудови у видовому складі і структурі видових популяцій і угруповань видів (Юрцев, 1990), у зв'язку із чим

існування тієї чи іншої системи в конкретних умовах середовища, стан екосистеми, визначається адекватністю структури її угруповань даним умовам (Емельянов, 1999). Таким чином, структурні характеристики біогеоценозу, або його частини, наприклад водоростей, можуть виступати у якості показників дії комплексу факторів, інтенсивності їх впливу на екосистему.

Біоіндикація може здійснюватися на різних ступенях організації живого (від молекулярного до ценотичного). З підвищенням рівня організації зростає складність реакції індикаторів, оскільки ускладнюються взаємозв'язки з факторами середовища в екосистемах.

Біоіндикацію проводять шляхом пасивного і активного моніторингу. У першому випадку у вільно існуючих організмів досліджуються пошкодження або відхилення від норми, що є ознаками стресового впливу. Зокрема, до пасивного моніторингу відноситься вивчення концентрації елементів та вплив забруднення на різні організми природних екосистем (Безсонова, 1991). За допомогою активного моніторингу намагаються виявити ті ж самі впливи на тест-організмах, які знаходяться у стандартизованих умовах на території досліджень.

Зонн С. В. та Травлєєв А. П. (1989) підкреслюють, що кожна біогеоценотична система еволюціонує під впливом як прямих, так і зворотних взаємозв'язків. На першому етапі чи стадії живі організми змінюють ґрунти, а на другій стадії, коли змінюється склад і властивості ґрунту, може змінюватися видовий склад і продуктивність рослин і тварин.

Ґрунт, як компонент біогеоценозу, знаходячись у динамічній рівновазі з усіма іншими його складовими, в умовах зростаючої антропогенної трансформації природного середовища зазнає негативних змін, що призводить до втрати його потенційної родючості, деградації чи навіть цілковитої руйнації. Складність і різноплановість деструктивних факторів, які впливають на стан ґрунтів і потребують оцінки, ускладнюють їх технічне визначення і виводять на перший план методи біологічної діагностики.

При цьому застосування методів біологічної діагностики дозволяє отримати інтегральну оцінку змін, яка викликана дією і взаємодією (підсиленням чи послабленням) цілого ряду діючих одночасно факторів.

Перспективність біодіагностичних методів при оцінці стану ґрунтового покриву показано у ряді робіт провідних вчених у галузі ґрунтової біології і ґрунтознавства: М. С. Гілярова (1965), Є. М. Мішустіна (1975), Л. Г. Апостолова, А. П. Травлєєва (1975), Е. А. Штиной, М. М. Голлербаха (1976), А. П. Травлєєва та ін. (1981), Б. Р. Стриганової (1983), Ю. Г. Гельцера (1986), Д. Г. Звягінцева (2003) та ін.

При цьому під біологічною діагностикою ґрунтів розуміють визначення фактичного і прогнозованого стану ґрунту за його біологічними властивостями (Яковлев, 2000). Біологічна діагностика ґрунтів полягає в реалізації подвійної задачі: по-перше, біоіндикації (біотестування) властивих ґрунту ознак і тенденцій у конкретному місці у конкретний час, тобто визначення сучасного стану ґрунту за його біологічними властивостями, по-друге, прогнозування процесів і тенденцій, що динамічно розвиваються в ньому, із визначенням як часткового, так і сумарного ефекту впливу на ґрунт факторів природного та антропогенного походження.

Значним діагностичним потенціалом характеризуються ґрунтові водорості. Як первинноводні організми вони у значній мірі залежні від ґрунтової вологи. При цьому волога виступає як необхідна умова життєдіяльності водоростей, що визначає інтенсивність їх розвитку і, відповідно, сезонну динаміку їх чисельності і біомаси. Зокрема встановлено, що коефіцієнт кореляції кількості клітин і вологості ґрунту при їх сезонних змінах знаходиться у межах від 0,76–0,98, тобто між цими показниками існує майже прямолінійна залежність (Алексахина, 1984). Кількість видів водоростей є більш постійною ознакою альгоугруповання, і у більшості випадків достовірної кореляції із сезонними змінами вологості немає. З іншого боку, вологість місцезнаходження як фактор зумовлює склад і видове багатство угруповань водоростей. Серед видів водоростей є як стійкі до посухи організми, так і ті, що мешкають у ґрунтах із високою вологістю. Останні відносять до амфібіальних і гідрофільних

представників. Серед ксерофітних видів відомі нитчасті синьозелені без значного слизу (Р-форма), які переважають в аридних ґрунтах, тяжіють до голих ділянок ґрунту і займають простір між рослинами. Наприклад види *Phormidium*, *Leptolyngbya*. Індикаторами високої вологості ґрунтів є гідрофільні і амфібіальні види, а з едафотрофільних представників: крупні нитчасті зелені водорості, крупні діатомеї, види Х- і С- життєвої форми.

Метою роботи було розробити методику оцінки зволоження екотопів на основі альгологічних даних та використати її для встановлення вологості екотопів різних біогеоценозів на Криворіжжі.

ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В основу роботи покладені результати дослідження альгоугруповань промислових відвалів та степових і лісових біогеоценозів, що їх оточують, на Криворіжжі. Для аналізу використані списки видів альгоугруповань відвалів залізородних кар'єрів (Першотравневий відвал Північного гірничо-збагачувального комбінату (ГЗК) (Пробні площі (ПП) 1–11), Новокриворізький ГЗК (ПП 14–16), Ігулецький ГЗК (ПП 17)); хвостосховищ процесів збагачення залізних руд (хвостосховище Північного ГЗК (ПП 18 —22) та Центрального ГЗК (ПП 23)), степових біогеоценозів: балка «Північна Червона» (ПП 37, 38), курган «Дубова могила» (ПП 39), біля підніжжя хвостосховища Північного ГЗК (ПП 40), балка Свистунова (ПП 41), лісових біогеоценозів: штучні насадження Калинівського лісу в балці Петрякова біля хвостосховища Північного ГЗК (ПП 42, 43).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зволоження ґрунтів залежить від багатьох складових: кількості атмосферних опадів, випаровуваності, особливостей рельєфу, рослинного покриву, глибини ґрунтових вод тощо. Питаннями кількісної оцінки зволоження територій займалися Г. М. Висоцький, Н. І. Іванов, С. Л. Міркін та ін. (цит. по Белова, Травлєєв, 1999), спираючись на дані кількісного співвідношення тепла і вологи. Включення просторової складової в алгоритм визначення зволоження місцевіснвань дозволило перейти до оцінки характеру зволоження кожного конкретного екотопу через розрахунок локального коефіцієнту зволоження (ЛКЗ). ЛКЗ – це співвідношення між опадами, що випадають, стоком і випаровуваністю для кожного характерного гіртопу, сформованого специфічними умовами місцевості (Л. П. Травлєєв, 1976; А. П. Травлєєв, Л. П. Травлєєв, 1988). Цей показник, запропонований Л. П. Травлєєвим на основі розвитку ідей Г. М. Висоцького та А. А. Роде, дає можливість за рівнем зволоження диференціювати різні елементи рельєфу.

Наприклад, в степовій зоні в плакорно-балочних умовах його значення залежно від характеру місцезонашування (крутосхили, балки тощо) коливається від значень менших 0,15 до більших 2,0, які відповідають ступеням зволоження від дуже сухих до мокрих за О. Л. Бельгардом (1971). В умовах промислових відвалів зволоження екотопів додатково змінюється формою відвалів, складом субстратів та ін. Це призводить до утворення різноякісних за умовами зволоження ділянок, які можуть мати як додаткове зволоження, так і зменшене порівняно з усередненою кількістю вологи, що отримується плакорною ділянкою.

Враховуючи різне відношення видів водоростей до вологи нами здійснена оцінка зволоження досліджених екотопів на основі складу альгоугруповань. В основу альгодіагностики умов зволоження екотопів покладено коефіцієнт мезофільності, який пропонується розраховувати на основі активності видів життєвих форм водоростей, що входять у відповідне альгоугруповання, взамін врахування їх кількості (Дубовик, 1988). Активність видів – це інтегрований показник значення виду в угрупованні, який враховує його численність і частоту трапляння (Кузяхметов, 2001) (із зміною):

$$x = \sqrt{F \cdot D},$$

де x – активність виду; F – показник частоти трапляння у %; D – численність виду по 7 – бальній шкалі.

Такий підхід дозволяє більш точно розділити участь у формуванні угруповань видів водоростей різних за екологічними характеристиками.

Коефіцієнт мезофільності розраховували за формулою:

$$K_m = \frac{\sum x_i}{\sum x_j}$$

де x_i – значення активності видів $X, H, C, B, amph, hydr$ -життєвих форм,

x_j – значення активності загальної кількості видів.

Значення коефіцієнту мезофільності лежить в діапазоні від 0 до 1, який був розбитий на 8 градаций і перетворений у шкалу ступенів зволоження (табл. 1).

Таблиця 1

Шкала ступенів зволоження за коефіцієнтом мезофільності альгогруповань

Значення коефіцієнту мезофільності альгогруповання, K_m	Локальний коефіцієнт зволоження (ЛКЗ) за Л. П. Травлєєвим (1976)		Гігротоп за О. Л. Бельгардом (1971) (бали)
	Формула розрахунку* ЛКЗ	Значення ЛКЗ	
0–0,125	$LK3 = \frac{P - n}{E_0}$	<0,15	Дуже сухий (0)
0,126–0,25	$LK3 = \frac{P - n}{E_0}$	0,15–0,25	Сухий (0–1)
0,251–0,375	$LK3 = \frac{P}{E_0}$	0,25–0,5	Сухуватий (1)
0,376–0,5	$LK3 = \frac{P + n - n''}{E_0}$	0,5–0,8	Свіжуватий (1–2)
0,501–0,625	$LK3 = \frac{P + n - n''}{E_0}$	0,8–1,2	Свіжий (2)
0,626–0,75	$LK3 = \frac{P + \Delta W + n - n''}{E_0}$	1,2–1,5	Вологий (3)
0,751–0,875	$LK3 = \frac{P + \Delta W + n - n''}{E_0}$	1,5–2,0	Сирий (4)
0,876–1,0	$LK3 = \frac{P + \Delta W + n}{E_0}$	> 2,0	Вологий (5)

*Примітка: P – кількість опадів; E_0 – випаровуваність; n – загальний стік; n' – приходна величина стоку досліджуваної ділянки; n'' – витратна величина стоку досліджуваної ділянки; ΔW – величина, що характеризує поповнення вологи за рахунок ґрунтових вод.

Після підрахунку, кожний досліджений екотоп був диференційований за умовами зволоження (табл. 2).

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів мезофільності та зволоження відповідних екотопів по відношенню формування альгогруповань

Пробна площа	Значення коефіцієнту мезофільності альгогруповання, K_m	Значення ЛКЗ за Л. П. Травлєєвим (1976)	Гігротоп за О. Л. Бельгардом (1971) (бали)
1	2	3	4
1	0,554	0,8–1,2	Свіжий (2)
2	0,437	0,5–0,8	Свіжуватий (1–2)
3	0,398	0,5–0,8	Свіжуватий (1–2)

1	2	3	4
4	0,5	0,5–0,8	Свіжуватий (1–2)
5	0,635	1,2–1,5	Вологий (3)
6	0,362	0,25–0,5	Сухуватий (1)
7	0,357	0,25–0,5	Сухуватий (1)
8	0,672	1,2–1,5	Вологий (3)
9	0,324	0,25–0,5	Сухуватий (1)
10	0,6	0,8–1,2	Свіжий (2)
11	0,238	0,15–0,25	Сухий (0–1)
14	0,3	0,25–0,5	Сухуватий (1)
15	0,5	0,5–0,8	Свіжуватий (1–2)
16	0,714	1,2–1,5	Вологий (3)
17	0,085	<0,15	Дуже сухий (0)
18	0,330	0,25–0,5	Сухуватий (1)
19	0,521	0,8–1,2	Свіжий (2)
20	0,422	0,5–0,8	Свіжуватий (1–2)
21	0,544	0,8–1,2	Свіжий (2)
22	0,614	0,8–1,2	Свіжий (2)
23	0,235	0,15–0,25	Сухий (0–1)
37	0,064	<0,15	Дуже сухий (0)
38	0,122	<0,15	Дуже сухий (0)
39	0,412	0,5–0,8	Свіжуватий (1–2)
40	0,381	0,5–0,8	Свіжуватий (1–2)
41	0,191	0,15–0,25	Сухий (0–1)
42	0,562	0,8–1,2	Свіжий (2)
43	0,606	0,8–1,2	Свіжий (2)

Таким чином, формування альгогруповань на досліджених пробних площах відповідає різним за зволоженням ектопам: від дуже сухих до вологих (табл. 2). Найбільш посушливі умови для формування угруповань водоростей відмічені на ПП 17, 37, 38, що відповідають насадженням білої акації на відвалі Інгулецького ГЗК, а також степовим біогеоценозам в приплакорних позиціях балки Північна Червона. Найбільш вологі ектопи, за рахунок поєднання різних за походженням і формуванням видів зволоження (атмосферне, транзитне) та співвідношення приточно-відточних процесів в умовах конкретного типу рослинного покриву, відповідають штучним насадженням сосни кримської на першій та другій бермі Першотравневого відвалу Північного ГЗК та в природних поселеннях абрикосу звичайного на відвалі Новокириворізького ГЗК (ПП 5, 8, 16).

ВИСНОВКИ

Грунтові водорості – структурний елемент біогеоценозів і характеризуються значним діагностичним потенціалом для оцінки екологічного стану едафотопів. Як первинноводні організми вони у значній мірі залежні від ґрунтової вологоти. Враховуючи різну потребу видів водоростей у вологості ґрунтів, запропоновано методику оцінки зволоження ектопів за складом життєвих форм водоростей та їх активністю в альгогрупованнях та здійснено оцінку режиму зволоження ектопів різних біогеоценозів на Криворіжжі по відношенню до формування альгогруповань. Запропонована методика об'єднала у собі ідеї Л. П. Травлеєва стосовно визначення локального коефіцієнта зволоження, О. Л. Бельгарда у підході до виділення градацій зволоження та напрацювання І. Є. Дубовик по розрахунку коефіцієнтів мезофільності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Алексахина Т. И. Почвенные водоросли лесных биogeоценозов / Т. И. Алексахина, Э. А. Штина. – М. : Наука, 1984. – 150 с.

Апостолов Л. Г. Почвенные беспозвоночные как индикатор генезиса почв под лесной растительностью в степи / Л. Г. Апостолов, А. П. Травлеев // Проблемы почвенной зоологии. – Вильнюс, 1975. – С. 67.

Безсонова В. П. Пассивный мониторинг загрязнения среды обитания важными металлами з використанням трав'яних рослин / В. П. Безсонова // Укр. ботан. журн. – 1991. – Т. 48, № 2. – С. 77-80.

Белова Н. А. Естественные леса и степные почвы (экология, микроморфология, генезис) / Н. А. Белова, А. П. Травлеев. – Д. : Изд-во ДГУ, 1999. – 348 с.

Бельгард А. Л. Степное лесоведение / А. Л. Бельгард. – М. : Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.

Гельцер Ю. Г. Биологическая диагностика почв / Ю. Г. Гельцер. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 81 с.

Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров. – М. : Наука, 1965. – 278 с.

Дубовик И. Е. О некоторых закономерностях распределения почвенной альгофлоры в аласах Центральной Якутии / И. Е. Дубовик // Научные доклады высшей школы. Биологические науки. – 1988. – № 2. – С. 52-55.

Емельянов И. Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем / И. Г. Емельянов. – К., 1999. – 168 с.

Звягинцев Д. Г. Строение и функционирование комплекса почвенных микроорганизмов / Д. Г. Звягинцев // Структурно-функциональная роль почв и почвенной биоты в биосфере / Отв. ред. Г. В. Добровольский. – М. : Наука, 2003. – С. 102-115.

Зонн С. В. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С. В. Зонн, А. П. Травлеев. – К. : Наукова думка, 1989. – 216 с.

Кузяхметов Г. Г. Методы изучения почвенных водорослей: Учебное пособие / Г. Г. Кузяхметов, И. Е. Дубовик. – Уфа : Изд-во Башкирского ун-та, 2001. – 60 с.

Мишустин Е. Н. Ассоциации почвенных микроорганизмов / Е. Н. Мишустин. – М. : Наука, 1975. – 108 с.

Стриганова Б. Р. Структурные особенности детритных пищевых цепей в почве / Б. Р. Стриганова // Теоретические основы и опыт экологического мониторинга. – М. : Наука, 1983. – С. 96-109.

Травлеев А. П. Лес и почва в условиях степи (спутник полевых исследований геоботаника) / А. П. Травлеев, Л. П. Травлеев. – Д. : ДГУ, 1988. – 84 с.

Травлеев А. П. Об использовании раковинных амёб (Testacida, Protozoa) в индикации степных и лесных почв Присамарья на Днепропетровщине / А. П. Травлеев, И. К. Булик, Н. А. Белова и др. // Проблемы почвенной зоологии. – К., 1981. – С. 230.

Травлеев Л. П. О локальных коэффициентах увлажнения эдафотопов в лесных биогеоценозах степной Украины / Л. П. Травлеев // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д. : ДГУ, 1976. – С. 37-49.

Штина Э. А. Экология почвенных водорослей / Э. А. Штина, М. М. Голлербах. – М. : Наука, 1976. – 143 с.

Юрцев Б. А. Общая концепция биологического разнообразия: типы и уровни / Б. А. Юрцев // Проблемы изучения и сохранения биологического разнообразия. – Фрунзе, Илим, 1990. – С. 155-156.

Яковлев А. С. Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв / А. С. Яковлев // Почвоведение. – 2000. – № 1. – С. 70-79.

Надійшла до редколегії 05.07.11