

## ГРУНТОВО-АЛЬГОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ У ДІАГНОСТИЦІ ГРУНТІВ

І.А.Мальцева\*, О.О.Баранова\*\*

\**Мелітопольський державний педагогічний університет, Maltseva\_Irina@ukr.net*

\*\**Таврійський державний агротехнологічний університет*

Розглядаються принципи використання ґрунтово-альгологічних даних для розв'язання питань індикації ґрунтів в умовах степу. Аналізуються особливості альгоугруповань різних типів ґрунтів під лісовими фітоценозами у степовій зоні України.

*Ключові слова: ґрунтові водорості, діагностика, лісовий фітоценоз, ґрунт.*

**Вступ.** Коло питань загального і прикладного спрямування із залученням результатів біологічних досліджень надзвичайно широке. Тісний зв'язок організмів і середовища їх існування є підставою широкого застосування біодіагностики для вирішення різноманітних завдань.

Під біологічною діагностикою ґрунтів розуміють визначення певного фактичного і прогнозованого стану ґрунту за його біологічними властивостями [16]. Положення генетичного ґрунтознавства, висвітлені у класичних працях В.В. Докучаєва, Г.М. Висоцького, В.М. Сукачова та ін., переконливо засвідчили значення біологічних чинників у процесах ґрунтоутворення. Детальне вивчення різноманітних груп ґрунтових організмів показало, що вони мають тісний зв'язок із відповідними типами ґрунтів, чутливо реагують на зміни, які відбуваються у ґрунті внаслідок дії як природних, так і антропогенних чинників. Паралельно із отриманням доказів про наявність різниці між різними типами ґрунтів за кількісним співвідношенням певних груп мікроорганізмів та складом переважаючих видів [12], із розвитком зоологічного методу діагностики ґрунтів [5, 6] було отримано чимало прикладів своєрідності водоростевих угруповань у різних типах ґрунтів [7, 14] і розгорнулися дослідження із з'ясування особливостей реакції ґрунтових водоростей на різні забруднювачі [9].

Біодіагностику ґрунтів із використанням водоростей можна проводити на різних рівнях: організменному, популяційному, ценотичному [9, 15]. Організменний рівень передбачає використання у якості індикаційних ознак тих порушень, які відбуваються у клітині під впливом фізичних і хімічних чинників. Найбільш часто спостерігаються зміни морфологічного характеру за наявності у середовищі токсикантів: потовщення слизистих чохлаві навколо клітин, збільшення розмірів, або навпаки, їх мінімізація [15]. Головна складність використання альгоіндикації у цьому випадку полягає у знаходженні і реєструванні таких змін безпосередньо у природних умовах.

Популяційний рівень включає використання різних характеристик водоростевих популяцій в індикаційних цілях: зміна чисельності, біомаси, вікового складу (співвідношення дрібних молодих і великих старих клітин), співвідношення живих і мертвих клітин та ін. У ґрунтовій альгології накопичений достатній матеріал, який дозволяє проводити альгоіндикацію [9, 14].

Найбільш перспективним з нашої точки зору є ценотичний рівень, пов'язаний із аналізом складу і структури альгоугруповань у різних за генезисом і станом ґрунтах, в тому числі, тих, які зазнали змін внаслідок антропогенного впливу. Головними критеріями, які характеризують водоростеві угруповання, прийнято вважати: видовий склад, домінантні і субдомінантні види, спектр життєвих форм, частоту знаходження (трапляння) окремих видів або груп водоростей, специфічні види або їх групи [9, 13, 15]. Менше значення у біодіагностиці мають кількісні показники – чисельність і біомаса водоростей, які суттєво змінюються у будь-якому ґрунті у зв'язку із сезонними чинниками і способами використання ґрунтів.

Узагальнюючи результати досліджень ґрунтових водоростей різних ґрунтово-кліматичних зон, Е.А. Штина із співавторами [15] виділили специфічні риси фітоедафону для основних ґрунтоутворних процесів і запропонували діагностичний ключ для визначен-

ня основних типів ґрунтів. Проте для створення деталізованої діагностичної схеми, яка об'єднувала б дані стосовно альгокомплексів зональних та інших типів і підтипів ґрунтів того чи іншого регіону, даних недостатньо і потрібні подальші дослідження. Метою нашої роботи було виділення діагностичних ознак альгогруповань ґрунтів під лісовими фітоценозами в степовій зоні України.

**Об'єкти та методи.** Об'єктом досліджень була структурно-функціональна організація угруповань ґрунтових водоростей лісових біогеоценозів справжніх степів України. Ґрунтові водорості вивчали у лісах природного та штучного походження з охопленням основних елементів привододільно-балкового та долинно-терасового ландшафту степової зони [3], а також створених при рекультивативі відвалів різного походження, у межах розповсюдження звичайних і південних чорноземів та темно-каштанових ґрунтів. За адміністративним поділом дослідження проводились у Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Херсонській та Кіровоградській областях. Видовий склад водоростей встановлювали на основі ґрунтових культур із скельцями обростання і агарових на середовищі Болда (3 N BBM) [4, 7, 8, 11]; систематичну структуру – за системою І.Ю. Костікова із співавторами [4], екологічну – за класифікацією Е.А. Штиной і М.М. Голлербаха [14]. На основі ґрунтових культур, які вважаються найбільш наближеними до природних умов, встановлювали доміанти. Провідні родини виділяли, вираховуючи середню кількість видів у родині; ті родини, що мали кількість видів, вищу від середнього показника, вважали провідними. При аналізі отриманих даних були застосовані принципи і методи дослідження ценотичної організації водоростей [7, 13-15 та ін.].

**Результати та їх обговорення.** На території справжніх степів панують звичайні і південні чорноземи, а на крайньому півдні – темно-каштанові ґрунти. Відомо, що для чорноземних ґрунтів під степовою рослинністю характерне велике різноманіття синьозелених, зелених і меншою мірою – жовтозелених і особливо діатомових водоростей. При переході від типових чорноземів до звичайних, південних і до темно-каштанових ґрунтів спостерігається зростання частки синьозелених серед загальної кількості видів водоростей і зменшення жовтозелених [15]. У звичайних і південних чорноземах серед провідних родин перше місце посідає родина *Oscillatoriaceae*, далі йдуть: *Chlorococcaceae*, *Pleurochloridaceae*, *Ulotrichaceae*, *Chlamydomonadaceae*, 6-9 місця поділяють *Chlorosarcinaceae*, *Schizotrichaceae*, *Nostocaceae*, *Naviculaceae*. У спектрі провідних родин альгогруповань темно-каштанових і каштанових ґрунтів із жовтозелених особливо різноманітними є *Chloropodiaceae*, *Heterococcaceae*. Родинний спектр очолює *Oscillatoriaceae*, далі: *Schizotrichaceae*, *Nostocaceae*, *Chlorococcaceae*, *Pleurochloridaceae*, *Chlamydomonadaceae*, 7-8 місце поділяють *Ulotrichaceae*, *Naviculaceae* (назви родин відповідають наведеному у авторській роботі, без коректувань згідно з використаною нами системою водоростей [10]).

Для чорнозему звичайного невеликої степової цілинки в межах Великоанадольського лісництва (с. Волноваха, Донецька обл.) нами відмічено 49 видів водоростей, з яких *Cyanophyta* – 17 видів (34,7 %), *Eustigmatophyta* – 2 (4,1 %), *Xanthophyta* – 10 (20,4 %), *Bacillariophyta* – 4 (8,2 %), *Chlorophyta* – 16 (32,6 %). Провідні родини: *Phormidiaceae* – 6 видів (12,2 %), *Pleurochloridaceae* – 6 (12,2 %), *Pseudanabaenaceae* – 5 (10,2 %), *Stichococcaceae* – 4 (8,2 %), *Chlorellaceae* – 4 (8,2 %), *Nostocaceae* – 3 (6,1 %). Основну роль у групі доміантів відіграють представники з родин *Phormidiaceae* та *Nostocaceae*. Домінанти: *Phormidium autumnale* (Ag.) Gom., *Leptolyngbya gracillima* (Zopf ex Hansg.) Anagn. et Kom., *L. notata* (Schmidle) Anagn. et Kom. *Chlorella vulgaris* Beijer., *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. Щодо екологічної структури альгогруповання степової цілини, то великим різноманіттям характеризуються види Р-, Х- і Сh-форми. Види Р-форми - нитчасті синьозелені без значного слизу. Це типові ксерофіти, які переважають в аридних ґрунтах, тяжіють до голих ділянок ґрунту і займають простір між рослинами. Слід відзначити, що альгогруповання дослідженої степової цілинки сформувалось під впливом розташованих поряд на-

саджень і має досить помітні риси мезофільності. Це стосується як систематичних і екологічних спектрів, так і комплексу домінантів.

Альгоугруповання степової ділянки на чорноземах звичайних Червоної балки (м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл.) сформовані представниками чотирьох відділів: *Cyanophyta*, *Eustigmatophyta*, *Bacillariophyta* та *Chlorophyta*. Найбільш різноманітними у видовому відношенні є синьозелені водорості (13 видів) і саме вони складають групу домінантів. Це такі види, як *Phormidium bohneri* Schmidle, *Ph. retzii* (Ag.) Gom., *Ph. paulsenianum* B. Petersen, *Microcoleus lacustris* (Rabenh.) Farlow. У групу субдомінантів входять *Schizothrix friesii* (Ag.) Gom., *Leptolyngbya fragilis* (Gom.) Anagn. et Kom., *Phormidium (Leptolyngbya) henningsii* Lemm. Крім синьозелених до субдомінантів віднесений *Eustigmatos magnus* (B. Petersen) Hibberd з евстигматофітових. З діатомових до альгоугруповання входить 2 види: *Navicula pelliculosa* (Breb.) Hilse та *Hantzschia amphioxys* які трапляються у невеликій кількості. Незначною рясністю відрізнялись і зелені водорості, усього 4 види: *Tetracystis excentrica* Brown et Bold, *Bracteacoccus minor* (Chodat) Petrova, *Scotiellopsis rubescens* Vinatzer, *Myrmecia incisa* Reisingl. Таким чином, отримані нами дані стосовно характерних рис альгоугруповань чорноземів звичайних під степовою рослинністю у цілому відповідають відомим із літератури.

Крім зональних, в степовій зоні під впливом геоморфологічних особливостей формуються й інші генетичні типи і різновиди ґрунтів. В заплавах річок у ґрунтовому покриві чорноземний, лучний і болотяний процеси ґрунтоутворення поєднуються із явищами осолончакування, осолонцювання, осолодіння. Тут формуються чорноземно-лучні, лучні, лучно-болотяні, болотяні, нерідко засолені ґрунти. Друга тераса річкових долин – піщана. На других піщаних терасах формуються дерново-степові, дерново-борові, а у негативних елементах рельєфу трапляються лучні і болотяні ґрунти; на третій терасі річок утворюються ґрунти засоленого ряду, солончаки, солонці і солоді. Лісові біогеоценози створюють у негативних елементах рельєфу лучно-лісові, болотяно-лісові та інші типи, підтипи і види ґрунтів [2, 3].

На вододілах у байрачних дібровах в умовах атмосферного зволоження і непромивного типу зволоження, де дія зонального чинника виявляється більш виразно, формуються своєрідні лісові ґрунти чорноземного типу ґрунтоутворення. У процесі сільватизації середовища відбуваються певні зрушення і у ґрунтоутворенні. Ці зрушення бувають двох напрямків. У випадку, коли лісовий біогеоценоз одвічно росте на степовому плакорі (деякі байрачні ліси), то ґрунтоутворення йде шляхом удосконалення лісового біологічного кругообігу і формування чорноземів лісових. Але у випадку, коли лісовий біогеоценоз поселився відносно недавно, він може поєднувати у собі ознаки степу і лісу. Накладання двох процесів поступово виводить чорноземні ґрунти із підтипу звичайних у підтип звичайних лісопокращених чорноземів [3].

Проведені нами дослідження показали взаємозв'язок фітоедафону з типологічними особливостями степових лісів [2] – типом лісорослинних умов (гранулометричний склад, режим зволоження, мінералізованість ґрунтового розчину), типом деревостану (породний склад) і типом світлової структури (визначається архітектонікою крон), що дало підставу для виділення особливостей структурно-функціональної організації альгоугруповань, які пов'язані з певним типом ґрунтоутворення і відображають поєднання процесів, що беруть участь у генезисі того чи іншого ґрунту.

Встановлено, що альгоугруповання лучно-лісових, болотяно-лісових ґрунтів характеризуються значним видовим різноманіттям, великою кількістю хламідомонад. При переході до більш зволених варіантів ґрунтів збільшується різноманіття жовтозелених, з'являється велика кількість їх нитчастих представників, стають різноманітними діатомові водорості, особливо великоклітинні види *Pinnularia* Ehr., *Nitzschia* Hassal, зростає частка амфібіальних і гідрофільних видів. Проте нами не відмічено значного різноманіття десмідієвих водоростей, які поряд із нитчастими жовтозеленими із *Tribonemataceae*, наводяться у якості специфічних для болотного процесу [15].

Особливістю альгоугруповань дерново-борових піщаних ґрунтів є велике різноманіття зелених і жовтозелених водоростей з родин *Chlamydomonadaceae*, *Pleurochloridaceae*, *Chlorococcaceae*, *Klebsormidiaceae* та *Stichococcaceae*, а серед них, дрібноклітинних видів з родів *Ellipsoidion Pascher*, *Monodus Chodat*, *Stichococcus Näg.* Поліпшення режиму зволоженості піщаних і супіщаних ґрунтів сприяє збільшенню різноманіття *Chlamydomonadaceae*, діатомових з родів *Navicula Borg*, *Pinnularia*.

Альгоугруповання чорноземів лісових під байрачними дібровами формують представники різних відділів. Специфічною рисою північних байраків [2] є відсутність діатомових водоростей. Серед провідних родин головну роль відіграє *Nostocaceae*, менш різноманітні види *Pseudanabaenaceae* та *Pleurochloridaceae*. Домінанти представлені синьо-зеленими водоростями. Серед життєвих форм водоростей провідна роль належить видам Ch-, CF-, X-форм. У спектрі провідних родин західного типу байраків залежно від рівня зволоження представлені: *Chlorococcaceae*, *Chlamydomonadaceae*, *Bacillariaceae*, *Pleurochloridaceae*, *Protosiphonaceae*. Комплекс домінантів формують нитчасті і кокоїдні зелені, дрібноклітинні діатомові, та, частково, синьозелені водорості. Серед життєвих форм переважають види Ch-форми. У альгоугрупованнях південних байраків, крім зелених водоростей, значною кількістю видів представлені діатомові і жовтозелені водорості. Синьозелені не характерні. До провідних родин входять: *Naviculaceae*, *Chlorococcaceae*, *Xanthonemataceae*, *Stichococcaceae*, *Pleurochloridaceae*.

Основну роль у альгоугрупованнях штучних насаджень плакорно-балкового ландшафту і давніх суглинистих терас, відіграють зелені водорості. В складі провідних родин відмічені: *Nostocaceae*, *Pleurochloridaceae*, *Chlorellaceae*, *Chlorococcaceae*, *Pseudanabaenaceae*. Встановлено, що при переході від зони поширення звичайних чорноземів до південних і темно-каштанових ґрунтів, у альгоугрупованнях даних місцезростань зменшується роль хламідомонад і діатомових.

Вивчення альгоугруповань різновікових відсіпок відвалу «Першотравневий» Криворізького Північного гірничо-збагачувального комбінату показало, що альгоугруповання ділянок відвалу, сформованих 3-10 років тому (вищі рослини відсутні), відповідає аерофітону і об'єднує види: *Phormidium (Leptolyngbya) henningsii*, *Eustigmatos magnus*, *Scotiellopsis rubescens Vinatzer*, *Chlorella minutissima Fott et Novakova*, *Ch. vulgaris*. Ділянка відвалу 20 річного віку (вищі рослини відсутні) характеризується примітивним епіліфітоном у склад якого входять нитчасті неазотфіксуючі синьозелені, кокоїдні зелені, жовтозелені, евстигматофітові та діатомові водорості. Основу угруповання складають нитчасті синьозелені. Домінантами і субдомінантами є види: *Phormidium bohneri* Schmidle, *Ph. pavlovskoënsë* Elenkin, *Ph. subfuscum* (Ag.) Kütz., *Ph. inundatum* Gom., *Ph. formosum* (Borg ex Gom.) Anagn. et Kom., *Ph. (Leptolyngbya) henningsii*, *Leptolyngbya frigida* (Fritsch) Anagn. et Kom., *L. foveolarum* (Rabenh. ex Gom.) Anagn. et Kom., *Chlorella minutissima*. В альгоугрупованнях соснових і білоакацієвих насаджень, створених у старій частині відвалу близько 30-35 років тому, переважають види відділу *Chlorophyta* (50% загальної кількості). Провідними родинами є *Chlamydomonadaceae*, *Bracteacoccaceae* та *Chlorellaceae*.

Лісовий фітоценоз має міцний перетворювальний вплив на степове середовище, спричинює специфіку ґрунтових процесів та особливий склад і структуру водоростевих угруповань. З точки зору розвитку ґрунтових водоростей слід відзначити особливу роль типу екологічної структури насадження, який являє собою єдність світлової структури і тривалості впливу лісу на навколишнє середовище. У насадженнях з освітленою структурою та насадженнях із освітленим станом внаслідок деструктивних явищ значного розвитку набувають світлолюбні види степових фітоценозів із Р-життєвої форми. Насадження напівосвітленої, напівтіньової і, особливо, тіньової структури сприяють розвитку видів, типових для лісових фітоценозів, особливо видів Х-форми, крім місцезростань із значним дефіцитом вологи. Тіньова структура насаджень у сухих позиціях місцезростань, з одного боку, обмежує розвиток ксерофільних світлолюбних видів, а посушливі умови, з іншого, є несприятливими для розвитку вологолюбних тіньовитривалих видів лісових біогеоценозів. У таких умовах основну частину

альгоугруповань формують види-убіквісти. На розвиток водоростевих угруповань впливає також рівень розвиненості трав'яного покриву через зміну фітоклімату приземного шару.

Сильватуючий ефект у плакорних місцезростаннях справжніх степів тісно пов'язаний із типом світлової структури насаджень та гідрологічним режимом і збільшується в тінювих насадженнях і при наближенні режиму зволоження до оптимального. Сильватуючий вплив лісових насаджень як штучного, так і природного походження у заплачних і аренних місцезростаннях найбільш виражений. Саме ці альгоугруповання мають найбільшу частку вологолюбних, тінювитривалих видів, які найбільш поширені у лісових фітоценозах інших фізико-географічних зон.

Вплив типу деревостану відбувається по-різному: як безпосередньо, через ризосферний ефект, особливості мертвого покриву (підстилки), так і через зміну фітокліматичних умов насадження. Нами відмічено збіднення хвойної підстилки на синьозелені водорості та діатомові. Представники цих відділів з'являються лише за умови домішування листяного опаду до хвойного. В той же час, хвойна підстилка багата на дрібноклітинні жовтозелені і зелені водорості (особливо Х-форми). Ця особливість характерна як для сосняків аренних місцезростань, так і для соснових і ялівцевих насаджень плакорно-балкового ландшафту і давніх терас річкових долин. Це збігається із висновками інших дослідників стосовно фітоедафону хвойних лісів [1].

Підводячи підсумок особливостям поширення водоростей у ґрунтах лісових фітоценозів зони справжніх степів, слід відзначити наявність окремих груп водоростей, які пов'язані із тими чи іншими властивостями ґрунтів. Індикатором низької забезпеченості вологою у насадженнях тінювої структури є високе різноманіття видів Сh-життєвої форми і відсутність видів С-форми, у насадженнях напівосвітленої структури – поява видів Р-форми, а у найбільш жорстких умовах – зменшення загального видового різноманіття. Показниками перезволоження є зростання в альгоугрупованнях частки амфібіальних і гідрофільних видів, а з едафофільних – представників С- і В-форми і особливо великоклітинних *Pinnularia*.

## Висновки

Фітоедафон ґрунтів під лісовими фітоценозами степової зони України має свої особливі риси, які відрізняють його від альгоугруповань, які формуються в лісах, що представляють зональний тип рослинності. Така специфічність цілком закономірна, оскільки визначена характером протікання процесів ґрунтоутворення, в яких знайшли відбиток взаємодії всіх компонентів лісового біогеоценозу на тлі конкретної фізико-географічної зони, де перетнулись у своїй дії два біологічних кругообіги – степовий і лісовий. Склад і структура водоростевих угруповань тісно пов'язані із генетичними особливостями ґрунтів, процесами, які в них відбуваються, а також відповідними лісовими фітоценозами. Встановлені структурно-функціональні характеристики альгоугруповань слід використовувати при розв'язанні питань індикації ґрунтів в умовах степу, а також при оцінці стану та змін, які відбуваються у лісових екосистемах степової зони.

## Література:

1. **Алексахина Т.И., Штина Э.А.** Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. – М.: Наука, 1984. – 150 с.
2. **Белова Н.А., Травлеев А.П.** Естественные леса и степные почвы (экология, микроморфология, генезис). – Днепропетровск: ДГУ, 1999. – 348 с.
3. **Бельгард А.Л.** Степное лесоведение. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
4. **Водорості ґрунтів України** (історія та методи дослідження, система конспект флори) / І.Ю. Костіков, П.О. Романенко, Е.М. Демченко та ін. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 300 с.
5. **Гельцер Ю.Г.** Биологическая диагностика почв. М.: Изд-во МГУ, 1986. – 81 с.
6. **Гиляров М.С.** Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука, 1965. – 278 с.

7. **Голлербах М.М., Штина Э.А.** Почвенные водоросли. – Ленинград: Наука, 1969. – 143с.
8. **Зенова Г.М., Штина Э.А.** Почвенные водоросли. – М.: Изд-во Московского ун-та, 1990. – 80 с.
9. **Кабиров Р.Р.** Альготестирование и альгоиндикация. – Уфа, 1995. – 124 с.
10. **Костиков И. Ю.** К вопросу о зональных особенностях состава почвенных водорослей // Альгология. – 1991. – Т. 1, № 4. – С. 15–22.
11. **Кузяхметов Г.Г., Дубовик И.Е.** Методы изучения почвенных водорослей: Учебное пособие. – Уфа: Изд-во Башкирского ун-та, 2001. – 60 с.
12. **Мишустин Е.Н.** Ассоциации почвенных микроорганизмов. М.: Наука, 1975. – 108 с.
13. **Новичкова-Иванова Л.Н.** Почвенные водоросли фитоценозов Сахаро-Гоббийской пустынной области. – Ленинград: Наука, 1980. – 255 с.
14. **Штина Э.А., Голлербах М.М.** Экология почвенных водорослей. – М.: Наука, 1976. – 143 с.
15. **Штина Э.А., Зенова Г.М., Манучарова Н.А.** Альгологический мониторинг почв // Почвоведение. – 1998. – № 12. – С. 1449–1461.
16. **Яковлев А.С.** Биологическая диагностика и мониторинг состояния почв // Почвоведение. – 2000. – № 1. – С. 70–79.

## SOIL-ALGOLOGICAL INVESTIGATIONS ON SOILS DIAGNOSTIC

**I.A.Maltseva\*, O.O.Baranova\*\***

*\*Melitopol state pedagogical university*

*\*\*Tavriya state agrotechnical university*

The principles of using soil-algological investigations to decision the questions of soil indications on the steppe zone are considered. Peculiarity of algae groups of different soil types on the forest phytocoenoses on the steppe zone of Ukraine is analyzed.

*Key words: soil algae, diagnostics, forest phytocoenoses, soil.*