

Сидоренко М.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ФІТОІНДИКАЦІЯ ЯК МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОГЕОЛОГІЧНОГО РЕЖИМУ ЛАНДШАФТУ

Ключові слова: *екологічний режим фактору; фітоіндикація; гідрологічний режим; фітоценоз; класифікація рослин за вологолюбністю*

Вступ. Гідрологічний режим ландшафту є комплексом кількісної і якісної характеристик надходження, розподілу вологи та її міграції в літосфері. Найпростішим методом визначення гідрологічного режиму є фітоіндикація, оскільки живі організми чутливі до змін умов зволоження, кількості вологи в ґрунті та її руху. Використання цього методу дає можливість простеження закономірностей перебігу природних процесів в літосфері та обґрунтування оптимального використання території для певних господарських цілей.

Вихідні передумови. Фітоіндикацію як метод вивчення дії екологічних факторів досліджували: Дідух Я.П., Плюта П.Г., [5, 6] Циганов Д.М. [12]. Питанням індикаційної геоботаніки присвячені роботи Вікторова С.В., Ремезової Г.Л. [2]. Фітоіндикація стану водних об'єктів і якості води досліджена і детально викладена і працях Гроховської Ю.Р., Клименко М.О., Гриб І.В., Сондак В.В., Ольхович О.П. [3, 4]. Важливим науковим внеском є робота Родінки О.С. [10] оскільки в ній детально викладено і обґрунтовано фітоіндикацію показників гідрологічного режиму екотопів.

Хоча велика кількість робіт присвячена даній тематиці, та науковці більше уваги приділяють фітоіндикації як методу визначення антропогенного забруднення території. Мало висвітленим залишається питання природних змін гідрологічного режиму та характеру реакції рослинних угруповань на них.

Формулювання цілей статті, постановка завдання. Головною ціллю є висвітлення зв'язку між зміною гідрологічного режиму території та зміною складу місцевого фітоценозу, вивчення характеру цих змін.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання: вивчити класифікацію рослин за вологолюбністю, методи фітоіндикації, дослідити зв'язок між реакцією рослини на зміну фактора та шириною екологічної амплітуди за даним фактором.

Виклад основного матеріалу. Кожна природна система знаходиться під впливом багатьох зовнішніх факторів, які викликають зміни у її режимі функціонування, що викликає процес переходу від одного стану системи до інших.

Важливим моментом у вивченні переходів виступає градація, що дає можливість вивчення кількісних і якісних показників цього процесу. На її основі відбувається систематизація переходів, що є основою наукової класифікації для чіткого розмежування характеристик різних процесів.

Перебіг процесів і зміни в одних компонентах системи за ланцюговою реакцією через певний час (залежить від характеру і масштабу зміни) обов'язково проявляються через інші компоненти, оскільки геосистеми є замкненими системами. Найвиразніше і найхарактерніше зміни в ландшафтах проявляються через рослинність. Особливо чітко простежується взаємозв'язок між двома мобільними компонентами – гідросферою та біотою, тому фітоіндикація є найкращим методом вивчення змін і визначення гідрогеологічних режимів ландшафтів.

Гідрогеологічний режим – це взаємодія підземних вод з гірськими породами, поверхневими водами та атмосферою. Безпосередньо зміни гідрогеологічних режимів призводить до виникнення різних гідрогеологічних процесів. Серед сучасних гідрогеологічних процесів у ландшафтах виділяють: підтоплення – процес збільшення природної вологості ґрунтів понад 80% повної їхньої вологоємності, що відбувається під впливом підйому рівня ґрунтових вод в зону аерації або значного надходження атмосферних опадів тривалий час; заболочення – процес стійкого довготривалого підтоплення земель; осушення – процес появи в літологічному профілі повітряно-сухих ґрунтів і зниження природної вологості до показника менше 60% повної вологоємності; карст – це порушення цілісності масивів розчинних гірських порід (карбонатів, гіпсів, солі, соди тощо) внаслідок хімічної та, частково, механічної дії підземних і поверхневих вод, розвиток карсту визначається гідродинамічними елементами дренажного потоку підземних вод; засолення – процес обумовлений підняттям рівня ґрунтових вод до 2,5–1,5 м на довготривалий час; та інші процеси.

Зміна гідрогеологічного режиму через виникнення, посилення або послаблення вище вказаних процесів, знаходить своє відображення в змінах складу фітоценозів.

Індикація умов навколишнього середовища не можлива без екологічного підходу до індикаторів, і до об'єктів, які індикуються, до їх причинно-наслідкових зв'язків. Це означає, що індикаторами є види, підвиди і т.д. не як таксономічні категорії, а як певного типу екобіоморфи. Вони індукують не інструментально вимірювані фізичні і хімічні величини, а загальні екологічні режими прямодіючих факторів. [12, с.120]

Але оскільки існування організмів і популяцій забезпечує весь комплекс процесів їх життєдіяльності, то при аналізі зв'язку видів і популяцій з режимом будь-якого фактору необхідно враховувати, що цей зв'язок здійснюється завжди на фоні і у взаємодії з усім комплексом факторів навколишнього середовища.

Наближення до оптимального режиму будь-якого з факторів покращує умови існування індивідів і популяцій, підвищує їхній КЗ (коефіцієнт

задоволеності умовами середовища). Однак це підвищення КЗ покращенням режиму одного з факторів лімітується станом режимів інших факторів, і, перш за все, фактора, який знаходиться в найменш сприятливому режимі. КЗ виду за режимом найменш сприятливого фактора є тією межею, вище якої не може піднятися загальний КЗ, навіть якщо оптимізувати до оптимуму режими всіх інших факторів. [12, с.121]

В природі зміна режиму одного з факторів, в силу принципу їх взаємодії, ніколи не буває ізольованою, найбільш тісно зв'язані між собою фактори (наприклад, зволоження та сольовий режим ґрунтів, тепловий і водний режими атмосфери тощо) змінюються майже синхронно.

Потенціальна екологічна амплітуда виду по відношенню до режимів данного фактору – це та амплітуда, яку можна спостерігати лише при оптимальних режимах інших факторів. В природних умовах вона, як правило, звужена в тій чи іншій мірі, оскільки КЗ її режимів в поєднанні з КЗ режимів інших факторів дає дуже низький загальний КЗ середовища по мірі віддалення від оптимуму вида як режима данного фактора, так і режимів всіх інших (включно і конкуренцію з іншими видами, оскільки вплив конкуренції здійснюється через погіршення режимів тих чи інших факторів). Але цей факт ніяк не означає змін вимог виду до режимів одного фактора під впливом станів режимів інших факторів. Він означає лише обмеження потенційних можливостей задоволення потреб виду при кожному з придатних для нього типів режиму данного фактора під впливом погіршення життєвого стану цього виду через не досить сприятливим поєднанням режимів других факторів. [12, с.123]

Екологічні режими прямиодіючих факторів і екологічні амплітуди встановлені на основі критичного співставлення шкал Раменського, шкал Елленберга і деяких принципово схожих з ними, з врахуванням, по можливості, зпівставних з ними даних по екології видів авторів інших нарядків.

Вищі рослини реагують на зміну екологічних умов середовища існування і намагаються адаптуватись до нових. За адаптаційними властивостями водні рослини, досить умовно, поділяються на політопні – очерет звичайний (*Phragmites australis*), лепешняк великий (*Glyceria maxima*), стрілолист стрілолистий (*Sagittaria sagittifolia*), сусак зонтичний (*Butomus umbellatus*) і ін., стенотопні – катаброза водяна (*Catabrosa aquatica*), зіркоплідник частуховидний (*Damasonium alisma*), руслиця мокрична (*Elatine alsinastrum*), кушир напівзанурений (*Ceratophyllum submersum*) та проміжні види. Індикаційні властивості видів, залежно від їх адаптаційних можливостей, розглядаються у зв'язку зі зміною їх структурних, продукційних показників, або зі змінами їх життєвого циклу. В даному випадку спостереження за показниками життєдіяльності цих рослин відповідає фітоіндикації стану якості водного середовища, що є місцем мешкання даних видів. Найбільшою чутливістю до якості води володіють занурені рослини, оскільки контакт з водним середовищем у них максимальний. Згідно результатів досліджень науковців у цій галузі,

найменшою чутливістю до стану водного середовища з усіх екологічних груп володіють прибережні повітряно-водні рослини. [6]

У вище наведеному прикладі політопні і стенотопні рослини виступають індикаторами якості води, в якій, або біля якої існують. Таким самим чином певні групи рослин виступають індикаторами режимів зволоження та гідрогеологічних режимів.

Взагалі вся система фітоіндикації умов середовища основана на співставленні екологічних властивостей рослин з екологічно значущими якостями середовища, в першу чергу з режимами прямодіючих факторів, наприклад фактора зволоження.

Існує кілька методів фітоіндикації режимів зволоження:

1. Метод визначення режиму фактора за видами коіндикаторами (індукують даний тип режиму лише в поєднанні з іншим видом, оскільки лише в ньому можуть бути знайдені разом). Його сутність полягає в тому, що один вид своєю присутністю вказує на максимальну межу режима даного фактора в даному місці існування, а інші – на мінімальну. Наприклад, поєднання в одному угрупованні дзвіночка персиколистого і жовтеця кашубського вказує на тип режиму зволоження – перехідний між свіжолісовим і вологолісовим. Осока плевельна вказує на тип режиму – не сухіше вологолісового, а жовтець кашубський – не сухіше свіжолісового. Таким чином, цим методом в даному прикладі індукується не якийсь певний тип режиму зволоження, а його можливий діапазон. Такі випадки і по відношенню режиму даного фактору, і по відношенню до режимів інших факторів аж ніяк не рідкість, а навіть частіші ніж випадки можливості точної індикації таким методом. [12, с.121]

2. Метод визначення режиму фактора за перевагою видів відповідних екологічних угруповань. Цей метод нагадує метод засічок в техніці Раменського, але там великі кількості певних видів індукують певні інтервали градацій шкали фактора і потім за співставленням вказаних різними видами інтервалів обирається певний рівень, а за допомогою даного метода тип режиму визначається зпівставленням числа видів в різних угрупованнях.

Метод дає однозначну відповідь в тому випадку, коли одне з угруповань явно переважає за чисельністю видів, а число видів в інших угрупованнях поступово зменшується по мірі віддалення від нього. Такі випадки не рідкісні, але також є звичайними випадки, коли важко визначити, яке з сусідніх угруповань переважає. В першому випадку (відносно рівноважні за числом видів сусідні угруповання) можна припускати або проміжний тип режиму, або його сукцесійну зміну, а в другому випадку (відносно рівноважні за числом видів віддалені одне від одного угруповання) вірогідно припустити сильно змінний режим з частими різнорічними флуктуаціями. Цей метод також не завжди дає чітку відповідь і частіше всього може бути доповненням попереднього. Крім цього, цей метод потребує чіткого знання флори. [12, с.126]

3. Метод визначення режиму фактора знаходженням середнього бала. Аналогічний метод використовується послідовниками Елленберга і відрізняється від даного номенклатурою і способом оцінювання екологічних характеристик видів. Взагалі, це зводиться до того, що Елленберг дає видам в більшості однозначні бальні оцінки, тоді як система, яка пропонується Цигановим, виходить з амплітуд толерантності і в ній бали відповідають порядковим номерам відповідних угрупованням режимів. Сутність методу полягає в сумуванні показників всіх видів і виведенні з їх суми середнього арифметичного. [12, с.127]

Показником виду є добуток його бала на певний коефіцієнт, який характеризує його значущість в рослинному покриві даної ділянки. Західноєвропейські екологи посилення виводять цей коефіцієнт з бальної оцінки кількості-покриття шкали Браун-Бланке: 5=5, 4=4, 3=3, 2=2, 1=1, + і r =0,1. Така система оцінки значимості оцінювання значущості виду вида в принципі може бути прилаштована і до інших шкал оцінювання кількості-покриття, навіть до оцінок, які основані на шкалі Друде. Визначення типу режиму фактора цим методом може бути виражено формулою:

$$x = \frac{k_1 x_1 + k_2 x_2 + \dots + k_n x_n}{k_1 + k_2 + \dots + k_n} = \frac{\sum kx}{\sum k}$$

де x – бал типу режиму фактора; x_1, x_2, \dots, x_n – бали угруповань, до яких належать види; k_1, k_2, \dots, k_n – коефіцієнти значущості видів; $\sum kx$ - сума показань видів; $\sum k$ – сума значимості значущості видів. [12, с.128]

У випадку досить диференційованого за балами кількість-покриття списку видів опису можливе спрощене визначення режимів факторів цим методом, тобто тих видів, коефіцієнт значимості значущості яких ≥ 1 .

Звертає на себе увагу і більш диференційована оцінка режиму, ніж в попередніх методах, хоча межа точності визначається десятими долями. Все ж навіть можливість індукувати тип режиму до десятих долей балу означає можливість розрізняти більше 100 варіантів зональних режимів тепла, більше 50 варіантів режимів континентальності, більше 200 варіантів режимів зволоження ґрунтів, понад 150 варіантів сольового режиму ґрунтів і понад 20 варіантів режиму затінення, навіть при самій примітивній шкалі режимів цього фактора. В той же час беручи до уваги лише масові види, неможливо претендувати на більшу точність, ніж 0,5 бала.

Зміна гідрогеологічного режиму через виникнення, посилення або послаблення процесів, які відбуваються в літосфері, знаходить своє відображення в змінах складу фітоценозів. Характеризуючи розвиток процесів підтоплення та осушення необхідно володіти загальною класифікацією рослин за вологолюбністю. За відношенням до використання води всі рослини діляться на три основні екологічні типи: гігрофіти, мезофіти, ксерофіти. [8]

Гігрофіти – рослини перезволожених районів з високою вологістю повітря та ґрунту. Типові гігрофіти – рис, плакун-трава, калюжниця тощо. У

всіх гігрофітів є повітроносна тканина – аеренхіма. Надлишок вологи у них в умовах сильно вологого повітря виділяється шляхом гутації (плач рослин) – виділення краплин води через спеціальні клітини по краю листя. Часто гутація спостерігається перед дощем. [8]

Мезофіти – рослини середніх умов зволоження. До них відноситься більшість лучних і лісових, а також культурних рослин. Мезофіти мають помірно розвинуті кореневі системи та листя середнього розміру. Виділяють також перехідні групи: гігромезофіти та ксеромезофіти. [8] Перехідні групи означають наближення до меж екологічної амплітуди по відношенню до середніх вимог зволоження, але ще не достатні показники для віднесення їх в сусідні категорії даної класифікації. До мезофітів відносяться також ефемери та ефемероїди. Ефемери – однорічні рослини з коротким періодом розвитку. Ефемероїди – багаторічні рослини з короткою щорічною вегетацією (тюльпани, нарциси, іриси). Активний розвиток ефемерів та ефемероїдів спостерігається весною в степах, коли є достатньо вологи.

Ксерофіти – рослини посушливих зон, які можуть переносити ґрунтову і атмосферну посуху. Особливо їх багато в степах, напівпустелях і пустелях. У лісовій зоні вони зустрічаються на сухих і напівсухих схилах. Для зменшення випаровування вологи в них є пристосування: дрібне шкірясте листя, потужне опушення, посилено розвинута механічна тканина, довге коріння. До них відносяться також сукуленти – рослини з соковитим листям і стеблами, з розвиненою тканиною (алоє, кактуси). [8]

Порушення водного режиму ґрунту і в лісі негативно впливає на деревостан. Тому продуктивність насаджень залежить не лише від родючості ґрунту, а й від достатньої кількості вологи в ньому. Як недостача, так і надлишок ґрунтової вологи негативно впливають на зростання і продуктивність лісу. Однак, не всі деревні породи однаково реагують на зміну водного режиму ґрунту; одні вимогливіші до вологи, інші – більш посухостійкі. П.С. Погребняк поділяє деревні породи за їх вологолюбністю на такі групи: ксерофіти (сухолобні) – саксаул, сосна звичайна, сосна чорна, сосна кримська, ялівець, дуб пухнастий, акація біла, груша, степові кущі; ксеромезофіти (помірно сухолобні) – клени гостролистий і польовий, берест, дуби звичайний і скельний, гледичія, яблуня, черешня; мезофіти (помірно вимогливі до вологості ґрунту) – граб, ясен, липа, горіх, ялиця, каштан посівний, бук, сосна Веймутова, явір, ліщина, бархат амурський, бузина; мезогігрофіти (середньо вологолюбні) – в'яз, черемха, тополя, верби козяча, срібляста і ламка, береза пухнаста, вільха сіра; гігрофіти (вологолюбні) – вільха чорна, ясен (болотний екотип), болотні верби [9].

При зміні умов зволоження і розвитку процесів підтоплення або осушення якісний склад екологічних угруповань змінюється поступово. Першими реагують стенобіонти – рослини, які мають вузьку екологічну амплітуду по відношенню до фактора зволоження, тобто малу пристосованість до змін показників вмісту вологи в ґрунті. Перші ознаки зміни гідрологічного режиму проявляються в погіршенні росту, розвитку і продуктивності стенобіонтів певної ділянки. При продовженні змін

показників зволоження і вмісту вологи в ґрунті стенобіонти починають зникати з даної ділянки, мігруючи до більш сприятливих районів для їхньої життєдіяльності. При значних змінах гідрогеологічного режиму спостерігаються порушення вегетаційного циклу і еврибіонтів, зменшення числа їх популяції та поступового розповсюдження видів, в яких змінені гідрогеологічні показники займають фазу оптимуму їхньої екологічної амплітуди.

Прикладом може бути ділянка хвойно-широколистяного лісу, на території якої почали розвиватись процеси підтоплення. Через певний час, дуб звичайний, сосна звичайна, граб звичайний, береза поникла, липа дрібнолиста, клен гостролистий, липа широколиста, які є основою рослинного угруповання даної місцевості, будуть знижувати свою продуктивність, а в підрослі почнуть з'являтися вільха чорна, ясен звичайний, осика, верби.

Звичайно, реакція деревних порід займає більше часу, ніж трав'янистої рослинності. Тому найшвидше перші ознаки зміни гідрогеологічного режиму будуть проявлятися в нижніх ярусах рослинного угруповання.

Термін змін є також важливим фактором, оскільки короткотривале різке порушення встановленого режиму не встигає знайти своє відображення в змінах якісного і кількісного складу екоморф.

Висновки. Вивчена класифікація рослин за вологолюбністю, що дає можливість використання фітоіндикації як метода визначення гідрогеологічного режиму ландшафту. Необхідно враховувати підхід до цієї класифікації за шириною екологічної амплітуди по відношенню до водного фактора.

Розглянуті основні методи фітоіндикації режимів зволоження. Індикацію за присутніми видами найлегше провести, коли даний тип режиму найближче до загальнокомфортного, чим далі даний тип режиму від загальнокомфортного, тим більше зростає значення індикації за відсутністю видів певних екоморф.

Найкраще цим методом володіють біогеографи, оскільки є спеціалістами з питань належності певних рослинних видів до категорій, що є показовими у визначенні гідрогеологічного режиму місцевості. Користуючись цим методом необхідно вносити поправки на інертність реакції рослин на зміни режиму та на ширину екологічної амплітуди за даним фактором.

Список літератури.

1. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А.Д. Армад. – М. : Наука, 1988. – 261 с.
2. Викторов С.В. Индикационная геоботаника / С.В. Викторов, Г.Л. Ремезова. – М. : Изд-во МГУ, 1988. – 167 с.
3. Гриб И.В. Индикация санитарно-экологического состояния притоков р. Припяти по ценозам высших водных растений / И.В. Гриб, Ю.Р. Гроховская // Гидробиол. журн. – 2001. – Т. 37, №2. – С. 44-57.
4. Гриб И.В. Біоіндикація стану річкової мережі за якісним складом угруповань макрофітів та синтезованої біомаси / И.В.Гриб, В.В. Сондак, Ю.Р. Гроховська // Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем – Рівне: Волинські береги, 1999. – Т. 1. – С. 68-69.
5. Дідух Я.П. Методологічні підходи до проблем фітоіндикації

екологічних факторів / Я.П.Дідух // Укр. ботан. журн. – 1990. – 47, № 6. – С. 5–12. **6.** Дідух Я.П. Фітоіндикація екологічних факторів / Я.П.Дідух, П.Г.Плюта. – К.: Ін-тут ботаніки НАН України, 1994. – 280 с. **7.** Клименко М.О. Порівняльна характеристика результатів оцінки якості води за гідрохімічними показниками та водною рослинністю / М.О.Клименко., Ю.Р.Гроховська // Вісник РДГУ. – 2001. – Вип. 3(10). – С. 15-22. **8.** Миркин Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг, Л.Г. Наумова – М. : Наука, 1989. – 223 с. **9.** Погребняк П.С. Общее лесоводство / П.С.Погребняк– М. : Колос, 1968. – 440 с. **10.** Родінка О.С. Фітоіндикація показників гідрологічного режиму екотопів : Дис. канд. біол. наук: 03.00.16 / О.С.Родінка ; Інститут ботаніки НАН України. – К., 2002. – 146 с. **11.** Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах / В.Б.Сочава. – Новосибирск: Наука, СО, 1978. – 319 с. **12.** Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических факторов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов – М. : Наука, 1983. – 198 с.

Фітоіндикація як метод визначення гідрогеологічного режиму ландшафту

Сидоренко М.В.

Проаналізовано основні методи фітоіндикації. Розглянуто класифікацію рослин за вологолюбністю. Охарактеризовано зв'язок між зміною складу фітоценозів та змінами гідрогеологічного режиму ландшафту.

Ключові слова: екологічний режим фактору; фітоіндикація; гідрогеологічний режим; фітоценоз; класифікація рослин за вологолюбністю.

Фитоиндикация как метод определения гидрогеологического режима ландшафта

Сидоренко М.В.

Выполнен анализ основных методов фитоиндикации. Рассмотрена классификация растений по отношению к водному фактору. Определена связь изменений состава фитоценозов с изменением гидрогеологического режима ландшафта.

Ключевые слова: экологический режим фактора; фитоиндикация; гидрогеологический режим; фитоценоз; классификация растений по отношению к водному фактору

Phytoindication as a method of identification territorial hydrological mode

Sidorenko M.V.

Main phytoindicational methods are analysed. Plants water resistance classification is discussed. The interrelation of the phytocenosis content changes and landscape's hydrogeological mode is characterized.

Keywords: ecological mode of factor; phytoindication; hydrogeological mode; phytocenosis; classification of plants according to water factor

Надійшла до редколегії 27.12.10