

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПОШИРЕННЯ ПРИБЕРЕЖНО-ВОДНИХ РОСЛИН У ЗАХІДНІЙ ЧАСТИНІ КУЛЬТУРНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕРЕЖІ УКРАЇНИ

Український державний лісотехнічний університет

¹*Інститут екології Карпат НАН України*

На основі математичного моделювання методами добування даних виявлено, що основна закономірність формування місцезростань прибережно-водних видів рослин у західній частині культурно-екологічної мережі України (зелена зона м. Львова) полягає у визначальній ролі едафічних факторів: кислотності ґрунту, вмісту азоту та засолення.

Ключові слова: прибережно-водні рослини, екологічні закономірності, багатовимірна ординація, математичне моделювання.

V. M. Skrobala, R. M. Danylyk, I. M. Danylyk¹

Ukrainian State University of Forestry and Wood Technology

¹*Institute of Ecology of Carpathians National Academy of Sciences of Ukraine*

CONFORMITIES OF SHORE-WATER PLANTS DISTRIBUTION IN THE WESTERN PART OF CULTURAL AND ENVIRONMENTAL NETWORK OF UKRAINE

Based on mathematical modeling by the data mining methods it was exposed, that basic conformity of settlements forming of shore-water plant species under the conditions in the western part of cultural and environmental network (L'viv city green zone) was determined by the edaphical factors: soil acidity, content of nitrogen and salting.

Keywords: shore-water plants, ecological conformities, multidimensional ordination, mathematical modeling.

Екологічна специфічність місцезростань прибережно-водної рослинності полягає в їх розташуванні на межі між водними та наземними екосистемами (Биоиндикация..., 1988; Макрофиты ..., 1993). Періодичне підняття рівня води, а також постійне надходження поверхневих і ґрунтових вод з вододілів і схилів сприяють перезволоженню ґрунту (Шеляг-Сосонко, 1982). Крім ґрунтових та гідрологічних умов, поширення прибережно-водних видів рослин великою мірою визначається інтенсивністю антропогенного навантаження: гідротехнічне будівництво, забруднення нафтопродуктами, засолення, рекреація, механічні пошкодження тощо (Биоиндикация ..., 1988). У теперішній час цей вплив має широкомасштабний характер. Це зумовлює необхідність проведення невідкладних заходів, спрямованих на підтримання нормального функціонування екосистем перезвожених територій, охорону зникаючих видів тощо (Макрофиты ..., 1993). Першим етапом вирішення цієї проблеми повинні стати дослідження екологічних закономірностей поширення видів, механізму становлення потенційних фітоценоструктур в умовах комплексного впливу природних і антропогенних чинників (Дідух, Плюта, 1994). Усі ці засади повинні враховуватися під час формування культурно-екологічної мережі України (Національна доповідь України ..., 2003).

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження прибережно-водної флори проводилися на території західної частини культурно-екологічної мережі України (зелена зона м. Львова) на прикладі 54 водних екосистем (озера, ставки, річки, канали, кар'єри тощо) упродовж 1994–2004 рр. Збір матеріалів проводився згідно з загальноприйнятими ботанічними

методиками досліджень водних рослин (Катанская, 1981), назви й автори видів відповідають наведенням в «Определителе ...» (1989).

Екологічні закономірності поширення прибережно-водних рослин вивчали методами добування даних (Дюк, Самойленко, 2001). Дослідження включали три основні етапи: вивчення структури взаємного розташування видів у багатовимірному просторі екологічних параметрів, математичне моделювання структури та перевірку математичної моделі. Основу геоботанічної інформації становлять відомості про екологічні умови місцезростання ста дванадцяти видів за сімома параметрами: *L* – освітленість, *T* – термічний режим, *K* – континентальність, *F* – режим зволоженості, *R* – кислотність, *N* – уміст азоту, *S* – засоленість ґрунту (Ellenberg, et al., 1992). Зведення екологічних параметрів до спільного масштабу здійснювали в рамках процедури стандартизації (Енюков, 1986).

Математичне моделювання проводили шляхом установаження систематичних взаємозв'язків між екологічними параметрами прибережно-водних рослин (Дюк, Самойленко, 2001; Енюков, 1986; Миркин, 1980). Кожен вид можна представити у вигляді точки в багатовимірному просторі ознак, координати якої відповідають значенням параметрів екологічних режимів (Айвазян и др., 1989; Дейвисон, 1988; Миркин, 1980). У цьому випадку подібність видів за сукупністю екологічних параметрів можна визначити на основі відстаней між точками. Суть подальшої математичної процедури полягає у виділенні осей максимального варіювання, визначенні їх кількості, оцінці вкладу кожного екологічного параметра у варіювання на основі класичного багатовимірного масштабування (Айвазян и др., 1989; Дейвисон, 1988; Самойленко, 2001; Енюков, 1986; Миркин, 1980). Перевірку математичної моделі виконували на основі порівняльної оцінки положення видів на осях максимального варіювання (багатовимірної ординації) із результатами геоботанічних досліджень і даними літературних джерел (Биоиндикация ..., 1988; Дідух, Плюта, 1994; Макрофиты ..., 1993).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У результаті досліджень на території зеленої зони м. Львова виявлено 112 прибережно-водних видів рослин. Характерними видами берегових смуг водостоків із повільною течією води є *Glyceria maxima*, *G. fluitans*, *Typha angustifolia*. Пояси рослинності на прибережних ділянках і куртини на відкритих мілководдях озер і ставків формують *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Schoenoplectus lacustris*, *Oenanthe aquatica*, *Glyceria maxima*. На заболочених ділянках із торф'янистими ґрунтами часто трапляються *Scirpus sylvaticus*, *Thelypteris palustris*, *Cicuta virosa*, *Caltha palustris*, рідше – *Sagittaria sagittifolia*, *Sparganium emersum*, *Bolboschoenus maritimus*, *Typha laxmanii*, *Carex pseudocyperus*, *Schoenoplectus tabernaemontani*.

Близько половини видів прибережно-водних місцезростань характеризуються широким діапазоном толерантності за одним або декількома екологічними факторами (табл. 1). Найбільшу амплітуду мають фактори кислотності ґрунту та вмісту мінерального азоту, найменшу – термічний режим.

Аналіз залежності між екологічними параметрами видів вказує на відсутність тісного зв'язку між змінними (рисунк). Коефіцієнти кореляції характеризуються низькими значеннями, і тільки для параметрів кислотність – вміст азоту цей показник дещо перевищує 0,6. У більшості випадків зв'язок між змінними має криволінійний характер. Значні відхилення точок від кривої регресії свідчать про відсутність впорядкованої структури в розташуванні видів у багатовимірному просторі ознак екологічних параметрів. Унаслідок цього двовимірні діаграми розсіювання не дозволили виявити чітких закономірностей, на основі яких можна було б пояснити особливості поширення видів прибережно-водної флори.

Ідея наших досліджень полягала в математичному моделюванні структури розташування видів у гіперпросторі ознак екологічних параметрів. Оскільки візуально неможливо розпізнати структуру в багатовимірному просторі, основна увага приділялася методам багатовимірної ординації (Айвазян и др., 1989; Дейвисон,

1988; Самойленко, 2001; Енюков, 1986; Миркин, 1980). Завдання математичного моделювання полягало в заміні безладного масиву чисел на такий розкид точок, що допоміг би виявити його структуру як відображення екологічних закономірностей (Дюк, Самойленко, 2001). Оскільки екологічні параметри прибережно-водних видів корельовані між собою, можна зробити висновок, що дані спостережень можна пояснити невеликою кількістю нових змінних, які безпосередньо не вимірюються, але можуть бути отримані через лінійну комбінацію вихідних даних (Дюк, Самойленко, 2001; Енюков, 1986). Це дає змогу зменшити вимірність простору спостережень. Графічно процедура розрахунків зводиться до переміщення початку координат у центр даних і повороту осей координат таким чином, щоб абсциса проходила в напрямі максимальної дисперсії множини даних.

Таблиця 1

**Екологічна характеристика прибережно-водних видів рослин
зеленої зони м. Львова**

| Екологічний індекс, бали | Кількість видів за екологічними факторами* | | | | | | |
|--------------------------|--|----|----|----|----|----|----|
| | L | T | K | F | R | N | S |
| 0 | – | – | – | – | – | – | 89 |
| 1 | – | – | 1 | – | – | – | 16 |
| 2 | – | – | 4 | – | 1 | 5 | 5 |
| 3 | – | – | 35 | – | 6 | 9 | 1 |
| 4 | – | 2 | 15 | – | 4 | 17 | 1 |
| 5 | 1 | 30 | 23 | – | 5 | 16 | – |
| 6 | 10 | 51 | 2 | 3 | 11 | 14 | – |
| 7 | 61 | 6 | 5 | 12 | 36 | 21 | – |
| 8 | 31 | – | – | 30 | 15 | 20 | – |
| 9 | 9 | – | – | 37 | 3 | 6 | – |
| 10 | – | – | – | 28 | – | – | – |
| 11 | – | – | – | 2 | – | – | – |
| Індиферентні види | 0 | 23 | 27 | 0 | 31 | 4 | 0 |

* Умовні позначення наведені на рисунку.

Результати аналізу головних компонент на основі кореляційної матриці є такими:

$$Y_1 = -0,253*L - 0,365*T - 0,298*K - 0,284*F - 0,514*R - 0,531*N - 0,295*S (\lambda_1 = 1,922);$$

$$Y_2 = -0,554*L - 0,229*T - 0,189*K - 0,177*F + 0,459*R + 0,419*N - 0,432*S (\lambda_2 = 1,201);$$

$$Y_3 = -0,051*L - 0,296*T - 0,675*K + 0,393*F + 0,212*R - 0,086*N + 0,498*S (\lambda_3 = 1,001);$$

$$Y_4 = 0,234*L + 0,300*T - 0,415*K - 0,778*F + 0,079*R + 0,120*N + 0,242*S (\lambda_4 = 0,931),$$

де Y_i – компонентні координати; L, T, K, F, R, N, S – стандартизовані значення екологічних параметрів (освітленість, термічний режим, континентальність, режим зволоженості, кислотність, вміст азоту, засоленість); λ_i – власні значення векторів.

Із аналізу характеристик власних чисел λ_i випливає, що три головні компоненти забезпечують усього 58,9 % загальної дисперсії. Це вказує на відсутність впорядкованої структури видів у багатовимірному просторі ознак екологічних параметрів, велику різноманітність екотопів прибережної смуги, зумовлених поєднанням впливу природних і антропогенних чинників. Тому для багатьох цілей аналізу потрібно використовувати чотиривимірну проекцію вихідної матриці даних, яка забезпечує 72,2 % загальної дисперсії (Енюков, 1986; Миркин, 1980).

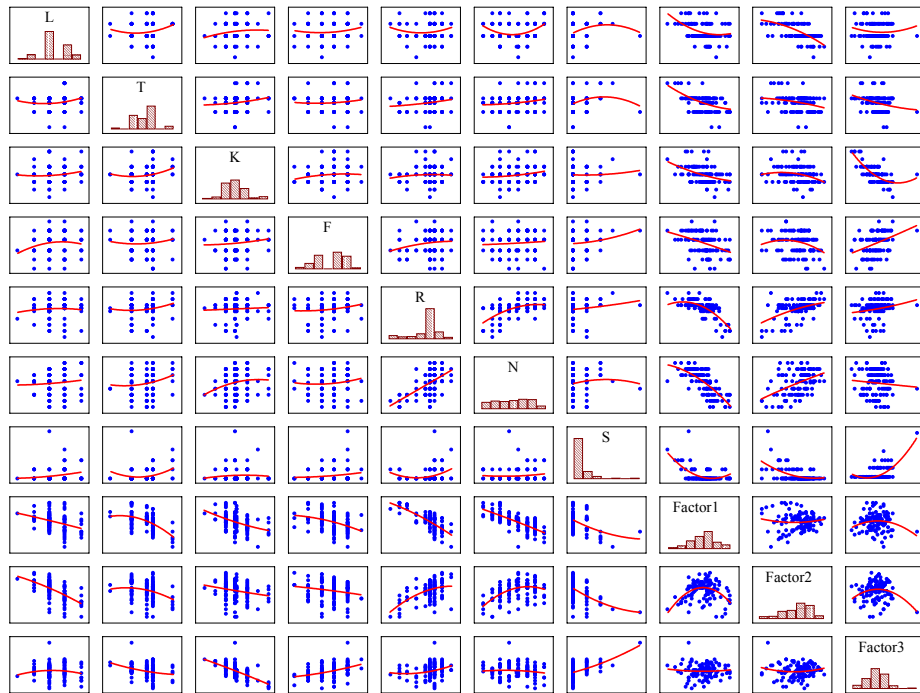
Власні вектори кореляційної матриці дають змогу виділити комбінації екологічних факторів, які визначають осі максимального варіювання прибережно-водних

видів рослин. Основна закономірність формування екотопів прибережної смуги водойм в умовах зеленої зони м. Львова (перша головна компонента) полягає в такій структурі взаємозв'язків між екологічними параметрами: із збільшенням освітленості в ценозі зростають показники термічного режиму, континентальності, режиму зволоженості, кислотності, вмісту азоту та засоленості ґрунту. Перша головна компонента пояснює всього 27,5 % загальної дисперсії, але на основі її значень досить чітко прослідковується основна закономірність формування екотопів прибережно-водної смуги. Так, низькими значеннями першої головної компоненти Y_1 характеризуються види, які є індикаторами високих значень pH , великого вмісту азоту та засолення ґрунту (табл. 2): *Schoenoplectus tabernaemontani*, *Rumex maritimus*, *Typha laxmanii*, *Ranunculus sceleratus*, *Typha laxmanii*, *T. latifolia*, *Bolboschoenus maritimus*. Перший з наведених видів є індикатором евтрофних, слабко- і середньосолонуватоводних малопротічних водойм із коливанням рівня води, мулистопіщаними донними відкладами, ділянок із постійним ґрунтовим і поверхневим підтопленням (Макрофіти ..., 1993). Види роду *Typha* в умовах зеленої зони м. Львова відзначаються високою стійкістю до антропогенного впливу і значною різноманітністю місцезростань. Вони трапляються в озерах, ставках, болотах, руслах рік, меліоративних каналах, часто виступають піонерами заростання на алювіальних відкладах, мілководді, ямах і канавах.

Високі значення першої головної компоненти властиві видам, які є індикаторами кислих, бідних ґрунтів без ознак або невеликого засолення: *Epilobium palustre*, *E. obscurum*, *Juncus bufonius*, *J. effusus*, *J. conglomeratus*, *Scirpus sylvaticus*, *Ranunculus flammula*, *Carex nigra*, *Elatine gyrosperma*, *Gnaphalium uliginosum*. Вони трапляються на лісових болотах, вільшняках, заболочених луках, берегах водойм з торф'янистими відкладами. Ці види розвиваються в умовах меншого зволоження ґрунту, не витримують тривалого підтоплення. В умовах осушувальної меліорації угруповання вказаних видів швидко деградують. Не витримують вони також інтенсивної евтрофікації водойм. Таким чином, ординація видів на першій осі максимального варіювання може служити показником антропогенного навантаження. В умовах зеленої зони м. Львова, розташованої в лісовій зоні, екологічними еквівалентами зростаючого антропогенного впливу виступають збільшення вмісту азоту, засолення, зменшення кислотності ґрунту, збільшення температури. Аналогом цього процесу можна вважати також закономірності широтної зональності при переході від лісової до степової області. Їх прояв на порівняно невеликій території західного регіону України є відображенням впливу як природних (широкий географічний ареал прибережно-водних видів), так і антропогенних чинників.

Друга вісь максимального варіювання прибережно-водних видів рослин додатково пояснює 17,2 % загальної дисперсії даних. Вона відображає практично таку саму закономірність, що і перша головна компонента, за винятком додатної кореляції комплексного фактора Y_2 із параметрами кислотності та вмісту азоту (рисунком). Значення функції Y_2 в основному залежать від фактора освітленості ($r = -0,61$), кислотності ($r = 0,50$), засолення ґрунту ($r = -0,47$) і вмісту азоту ($r = 0,46$). Мінімальними значеннями фактора відзначаються види відкритих місцезростань із кислими, бідними на азот і засоленими ґрунтами (табл. 2): *Elatine gyrosperma*, *Carex nigra*, *Ranunculus flammula*. Так, *E. gyrosperma* (геліосціофіт, ацидофіл) є індикатором мілководних слабкозамулених водойм із коливанням рівня води упродовж вегетації, ділянок оголення дна (Макрофіти ..., 1993). Він трапляється в озерах, ставках, ріках, заплавах на мілководдях із піщаними та слабкозамуленими донними відкладами з нейтральною або слабкокислою реакцією. Указана закономірність дещо порушується за рахунок видів третьої координатної чверті, яким властиві низькі значення першого і другого фактора (*Eleocharis uniglumis*, *Schoenoplectus tabernaemontani*). Максимальні значення другої головної компоненти характерні видам затінених евтрофних місцезростань: *Aethusa cynapium*, *Mentha longifolia*, *Rorippa sylvestris*, *R. prostrata*, *Eupatorium cannabinum*, *Myosoton aquaticum*, *Epilobium parviflorum*, *Thelypteris palustris*. Для місцезростань цих видів характерні високий вміст азоту, відсутність засолення, нейтральна реакція середовища. Дві головні

компоненти забезпечують усього 44,6 % загальної дисперсії, тому для багатьох цілей аналізу не завжди достатньо використовувати тільки двовимірну проекцію вихідної матриці даних.



Діаграма залежності між екологічними параметрами прибережно-водних видів рослин і комплексними градієнтами середовища

Умовні позначення: *L* – освітленість, *T* – термічний режим, *K* – континентальність, *F* – режим зволоженості, *R* – кислотність, *N* – уміст азоту, *S* – засоленість, Factor₁ – комплексні градієнти середовища.

Положення видів на третій осі максимального варіювання передусім залежить від континентальності ($r = -0,67$) та засолення ґрунту ($r = 0,50$) (рисунки). Вісь формують види *Rumex aquaticus*, *Cicuta virosa*, *Senecio arcticus*, *Rorippa amphibia*, *Carex acuta* із від’ємними значеннями третьої головної компоненти Y_3 (відсутність засолення, висока континентальність місцезростань) та *Eleocharis uniglumis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Naumburgia thyrsoflora*, *Bolboschoenus maritimus*, *Siella erecta*, *Carex elata*, *C. otrubae*, *Alopecurus geniculatus* із додатними значеннями фактора Y_3 . На нашу думку, ця вісь характеризує змінність зволоження місцезростань. Так, *Cicuta virosa* і *Rorippa amphibia* часто трапляються в умовах постійного коливання рівня води – на мілководді або заболочених ділянках. *Naumburgia thyrsoflora*, навпаки, є індикатором підняття рівня води на сфагнових і трав’яних болотах, постійного ґрунтового підтоплення (Макрофіти ..., 1993).

Четверта головна компонента, яка додатково пояснює 13,3 % загальної дисперсії, в основному залежить від фактора зволоженості ґрунту ($r = -0,75$). Індикаторами високого рівня вологозабезпеченості виступають види із від’ємними значеннями Y_4 : *Sparganium minimum*, *Rorippa amphibia*, *Equisetum fluviatile*. Менший рівень обводненості характеризують види *Rorippa austriaca*, *Carex hirta*, *Alopecurus geniculatus*, *Aethusa cynapium*, *Calystegia sepium*, *Rumex conglomeratus*, *Cyperus fuscus*, *Juncus inflexus*. Таким чином, фактор зволоженості ґрунту відіграє другорядну роль у поширенні видів прибережно-водної смуги, оскільки в даних умовах він не виступає лімітуючим.

Таблиця 2

**Багатовимірна ординація прибережно-водних видів рослин за результатами
математичного моделювання**

| № з/п | Назва виду | Положення на осях максимального варіювання | | | |
|-------|--------------------------|--|----------|----------|----------|
| | | Фактор 1 | Фактор 2 | Фактор 3 | Фактор 4 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Acorus calamus | -1,43 | -0,37 | -0,57 | -0,93 |
| 2 | Aethusa cynapium | 0,68 | 2,15 | -0,45 | 2,07 |
| 3 | Agrostis stolonifera | 0,31 | -0,38 | -1,47 | 0,88 |
| 4 | Alisma plantago-aquatica | -0,27 | 0,96 | 0,54 | -1,33 |
| 5 | Alopecurus aequalis | -1,66 | -0,52 | -1,00 | 0,01 |
| 6 | Alopecurus geniculatus | -1,50 | -1,59 | 1,23 | 2,20 |
| 7 | Bidens cernua | -1,74 | 0,23 | -1,02 | -0,09 |
| 8 | Bidens frondosa | -0,59 | 1,06 | -0,63 | 0,65 |
| 9 | Bidens tripartita | -0,98 | 0,01 | -0,41 | 0,21 |
| 10 | Bolboschoenus maritimus | -2,35 | -1,03 | 1,59 | 0,18 |
| 11 | Butomus umbellatus | -1,00 | 0,27 | 0,16 | -1,23 |
| 12 | Calla palustris | 0,43 | 0,01 | -1,43 | -1,44 |
| 13 | Caltha palustris | 0,11 | 0,40 | -0,09 | -0,38 |
| 14 | Calystegia sepium | -0,96 | 0,72 | -2,10 | 2,04 |
| 15 | Cardamine amara | 0,85 | -0,22 | -0,11 | -0,56 |
| 16 | Cardamine dentata | 0,59 | 0,71 | -0,02 | -0,61 |
| 17 | Carex acuta | 0,49 | -0,45 | -1,58 | -2,05 |
| 18 | Carex acutiformis | 0,45 | 0,52 | 0,61 | -0,06 |
| 19 | Carex bohemica | -0,01 | -1,76 | -1,37 | 0,54 |
| 20 | Carex elata | 0,33 | -0,35 | 1,44 | -0,13 |
| 21 | Carex hirta | 1,22 | 0,70 | -0,71 | 2,21 |
| 22 | Carex nigra | 2,38 | -2,66 | 0,37 | 0,85 |
| 23 | Carex otrubae | 0,41 | 1,06 | 1,40 | 1,29 |
| 24 | Carex paniculata | 1,12 | -0,05 | 0,50 | -0,18 |
| 25 | Carex pseudocyperus | 0,63 | 0,05 | 0,29 | 0,05 |
| 26 | Carex riparia | 0,53 | 0,17 | 0,49 | 0,04 |
| 27 | Carex rostrata | 1,41 | -3,04 | -0,28 | -0,90 |
| 28 | Carex vesicaria | 1,68 | 0,70 | 0,76 | -1,38 |
| 29 | Carex vulpina | -0,48 | -1,37 | -1,34 | 0,63 |
| 30 | Catabrosa aquatica | -1,21 | -0,17 | 0,23 | -0,36 |
| 31 | Cicuta virosa | -0,05 | -0,99 | -2,31 | -1,51 |
| 32 | Cyperus fuscus | 0,33 | -1,26 | -1,04 | 1,66 |
| 33 | Elatine alsinastrum | -0,20 | -1,98 | -1,64 | 0,00 |
| 34 | Elatine gyosperma | 2,02 | -3,09 | -0,61 | 0,65 |
| 35 | Eleocharis acicularis | 1,03 | -0,61 | 0,86 | -0,83 |
| 36 | Eleocharis ovata | 0,11 | -0,50 | -0,67 | 0,71 |
| 37 | Eleocharis palustris | 0,37 | -1,13 | 0,34 | -0,99 |
| 38 | Eleocharis uniglumis | -1,64 | -2,47 | 4,15 | 0,15 |
| 39 | Epilobium hirsutum | -1,02 | 1,04 | 0,10 | 0,12 |
| 40 | Epilobium obscurum | 2,87 | -0,13 | 0,79 | 0,42 |
| 41 | Epilobium palustre | 3,03 | -1,42 | -0,11 | -1,21 |
| 42 | Epilobium parviflorum | 0,23 | 1,37 | 1,09 | -0,30 |
| 43 | Epilobium roseum | -1,25 | 1,23 | -0,14 | -0,02 |
| 44 | Epilobium tetragonum | 0,63 | 0,04 | -0,68 | 0,38 |
| 45 | Equisetum fluviatile | 0,90 | 0,00 | 1,13 | -1,76 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 46 | <i>Equisetum palustre</i> | 0,93 | -0,28 | -0,95 | -0,26 |
| 47 | <i>Eupatorium cannabinum</i> | 0,57 | 1,79 | 0,12 | 1,19 |
| 48 | <i>Galium palustre</i> | 1,69 | 1,11 | 1,00 | -0,82 |
| 49 | <i>Galium rivale</i> | 1,64 | 0,17 | 0,02 | -0,25 |
| 50 | <i>Glyceria fluitans</i> | 0,09 | 0,79 | 0,44 | 0,04 |
| 51 | <i>Glyceria maxima</i> | -1,78 | 0,30 | 0,60 | -0,59 |
| 52 | <i>Glyceria plicata</i> | -0,92 | 0,95 | 1,29 | -0,59 |
| 53 | <i>Gnaphalium uliginosum</i> | 1,94 | -0,72 | -1,31 | 0,91 |
| 54 | <i>Hypericum tetrapterum</i> | 1,42 | 1,13 | 1,23 | 0,66 |
| 55 | <i>Iris pseudacorus</i> | -0,12 | 0,66 | 0,28 | 0,20 |
| 56 | <i>Juncus articulatus</i> | 0,77 | -1,61 | 1,29 | 0,35 |
| 57 | <i>Juncus bufonius</i> | 2,99 | -0,65 | -0,92 | 0,34 |
| 58 | <i>Juncus compressus</i> | 0,43 | -0,33 | 1,23 | 0,91 |
| 59 | <i>Juncus conglomeratus</i> | 2,82 | -1,06 | -0,20 | 0,99 |
| 60 | <i>Juncus effusus</i> | 2,93 | -1,19 | -0,40 | 0,99 |
| 61 | <i>Juncus inflexus</i> | 0,58 | -0,04 | 1,08 | 1,62 |
| 62 | <i>Leersia oryzoides</i> | -1,57 | 0,54 | 0,77 | -0,06 |
| 63 | <i>Limosella aquatica</i> | 1,07 | 0,11 | 0,18 | 0,69 |
| 64 | <i>Lycopus europaeus</i> | -0,85 | 0,49 | -0,86 | -0,52 |
| 65 | <i>Lysimachia vulgaris</i> | 0,74 | 1,23 | -0,38 | 0,02 |
| 66 | <i>Lythrum salicaria</i> | 0,37 | -0,13 | -0,12 | -0,14 |
| 67 | <i>Mentha aquatica</i> | 0,90 | 0,80 | 0,98 | -0,43 |
| 68 | <i>Mentha arvensis</i> | 0,68 | 0,69 | -0,81 | 1,03 |
| 69 | <i>Mentha longifolia</i> | -0,45 | 1,93 | 0,23 | 0,16 |
| 70 | <i>Mentha verticillata</i> | 0,66 | 0,98 | -0,00 | -0,02 |
| 71 | <i>Menyanthes trifoliata</i> | 0,63 | -0,96 | -0,02 | -0,28 |
| 72 | <i>Myosotis palustris</i> | 0,37 | 0,16 | -1,05 | -0,13 |
| 73 | <i>Myosoton aquaticum</i> | 0,31 | 1,63 | 0,48 | 0,48 |
| 74 | <i>Nasturtium officinale</i> | -0,37 | 0,80 | 0,88 | -0,65 |
| 75 | <i>Naumburgia thyrsoiflora</i> | 1,26 | 0,34 | 1,63 | 0,76 |
| 76 | <i>Oenanthe aquatica</i> | -0,83 | 0,11 | -0,46 | -1,29 |
| 77 | <i>Phalaroides arundinacea</i> | 0,34 | 1,24 | -0,06 | 0,06 |
| 78 | <i>Phragmites australis</i> | -0,18 | 0,92 | 0,66 | -1,37 |
| 79 | <i>Poa palustris</i> | -0,59 | 1,25 | -0,18 | -0,99 |
| 80 | <i>Poa trivialis</i> | 0,52 | 1,23 | 0,47 | 1,49 |
| 81 | <i>Polygonum hydropiper</i> | 0,18 | 0,36 | -0,95 | 0,53 |
| 82 | <i>Ranunculus flammula</i> | 2,44 | -2,12 | 0,79 | -0,16 |
| 83 | <i>Ranunculus lingua</i> | -0,24 | 0,29 | 0,14 | -1,06 |
| 84 | <i>Ranunculus sceleratus</i> | -2,58 | -1,47 | 0,92 | 1,26 |
| 85 | <i>Rorippa amphibia</i> | -1,93 | 0,21 | -1,77 | -1,91 |
| 86 | <i>Rorippa austriaca</i> | -1,70 | 0,45 | -1,45 | 2,24 |
| 87 | <i>Rorippa palustris</i> | -0,19 | 1,01 | -0,54 | 0,45 |
| 88 | <i>Rorippa prostrata</i> | -1,64 | 1,58 | 0,02 | 0,04 |
| 89 | <i>Rorippa sylvestris</i> | 0,16 | 1,83 | 0,27 | 0,65 |
| 90 | <i>Rumex aquaticus</i> | -1,41 | 0,53 | -2,49 | -0,49 |
| 91 | <i>Rumex conglomeratus</i> | -0,20 | 0,50 | -0,55 | 1,99 |
| 92 | <i>Rumex hydrolapathum</i> | -0,58 | 0,67 | 0,72 | -0,48 |
| 93 | <i>Rumex maritimus</i> | -3,30 | -0,83 | 0,61 | 1,55 |
| 94 | <i>Sagittaria sagittifolia</i> | -0,56 | 0,28 | 0,15 | -0,92 |
| 95 | <i>Schoenoplectus lacustris</i> | -1,28 | -1,00 | 1,74 | -0,63 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 96 | <i>Schoenoplectus tabernaemontani</i> | -4,06 | -2,25 | 0,70 | 0,27 |
| 97 | <i>Scirpus sylvaticus</i> | 2,65 | 0,23 | -0,36 | -0,63 |
| 98 | <i>Scrophularia umbrosa</i> | -1,24 | 0,84 | -0,70 | -0,46 |
| 99 | <i>Senecio arcticus</i> | -2,03 | -1,26 | -2,21 | -0,67 |
| 100 | <i>Senecio paludosus</i> | -0,11 | 0,27 | -0,29 | -0,23 |
| 101 | <i>Siella erecta</i> | -1,41 | -0,49 | 1,54 | 0,14 |
| 102 | <i>Sium latifolium</i> | -0,84 | 0,50 | 0,11 | -0,85 |
| 103 | <i>Solanum dulcamara</i> | 0,25 | 1,29 | -0,18 | 0,09 |
| 104 | <i>Sparganium emersum</i> | -0,19 | 0,33 | 0,56 | -0,54 |
| 105 | <i>Sparganium erectum</i> | -1,11 | 0,33 | -0,50 | -1,23 |
| 106 | <i>Sparganium minimum</i> | 1,18 | -1,00 | 0,25 | -2,85 |
| 107 | <i>Thelypteris palustris</i> | 1,39 | 1,33 | -0,73 | -0,19 |
| 108 | <i>Typha angustifolia</i> | -2,49 | -1,37 | -0,41 | -0,07 |
| 109 | <i>Typha latifolia</i> | -2,12 | -0,74 | 0,07 | -0,54 |
| 110 | <i>Typha laxmanii</i> | -2,91 | -1,58 | -0,14 | 1,04 |
| 111 | <i>Veronica anagallis-aquatica</i> | 0,16 | 0,44 | 0,32 | 0,14 |
| 112 | <i>Veronica beccabunga</i> | -0,09 | 0,58 | 0,93 | -0,71 |

Важливе значення для розуміння екологічних закономірностей поширення мають види, що розташовані в центрі координатного простору. У першу чергу це види, які характеризуються близькими до нульових значеннями першої та другої головних компонент. Це, зокрема, *Sagittaria sagittifolia*, *Ranunculus lingua*, *Rumex conglomeratus*, *Sparganium emersum*, *Senecio paludosus*, *Veronica beccabunga*, *Caltha palustris*, *Eleocharis ovata*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Polygonum hydropiper*, *Agrostis stolonifera*, *Carex elata*, *Lythrum salicaria*, *Myosotis palustris*. Як видно із наведеного переліку, більшість рослин мають широкий діапазон толерантності, трапляються як у природних, так і в антропогенно змінених місцезростаннях. Незначні відхилення від центру координатного простору властиві видам *Alisma plantago-aquatica*, *Nasturtium officinale*, *Iris pseudacorus*, *Phragmites australis*, *Glyceria fluitans*, *Carex acutiformis*, *C. acuta*.

Власні вектори кореляційної матриці дають змогу оцінити внесок кожного екологічного параметра в осі максимального варіювання. За абсолютними значеннями факторного навантаження на першу та другу осі, що пояснюють основні екологічні закономірності поширення прибережно-водних видів рослин, можна побудувати такий ряд екологічних параметрів у порядку зменшення їх значущості: вміст азоту (відповідно 28,2 і 17,5 % дисперсії) – кислотність (26,4 і 21,1 %) – освітленість (6,4 і 30,7 %) – засолення ґрунту (8,7 і 18,7 %) – температурний режим (13,3 і 5,3 %) – континентальність (8,9 і 3,6 %) – режим зволоженості (8,1 і 3,1 %). Перша вісь максимального варіювання може слугувати відображенням антропогенного навантаження за параметрами кислотності ґрунту, вмісту азоту та засолення. Значущість азотного режиму й кислотності ґрунту підтверджується наявністю тісного зв'язку між указаними параметрами та положенням виду на першій осі максимального варіювання (рисунки).

ВИСНОВКИ

1. Результати багатовимірної ординації прибережно-водних рослин свідчать про складну структуру розташування видів у гіперпросторі ознак екологічних параметрів. Це пояснюється значною різноманітністю екоотопів прибережної смуги водойм і водостоків в умовах зеленої зони м. Львова.

2. Основна закономірність формування екоотопів прибережної смуги водойм полягає в такій структурі взаємозв'язків між екологічними параметрами: із

збільшенням освітленості в ценозі зростають показники термічного режиму, континентальності, режиму зволоженості, кислотності, вмісту азоту та засоленості ґрунту. Ця закономірність може слугувати відображенням інтенсивності антропогенного впливу (процеси алкалізації, евтрофікації та засолення), що необхідно враховувати при формуванні культурно-екологічної мережі України.

3. Особливості поширення прибережно-водних видів рослин визначаються в основному едафічними факторами: кислотністю ґрунту, вмістом мінерального азоту та засоленістю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Айвазян С. А., Бухштабер В. М., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: Классификация и снижение размерности. – М.: Финансы и статистика, 1989. – 607 с.
- Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 348 с.
- Дейвисон М. Многомерное шкалирование: Методы наглядного представления данных. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 254 с.
- Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К.: Наук. думка, 1994. – 280 с.
- Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / Д. В. Дубына, С. Гейны, З. Гродова и др. – К.: Наук. думка, 1993. – 434 с.
- Дюк В., Самойленко А. Data Mining: учебный курс. – С.-Пб.: Питер, 2001. – 368 с.
- Енюков И. С. Методы, алгоритмы, программы многомерного статистического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 232 с.
- Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. – Ленинград: Наука, 1981. – 187 с.
- Миркин Б. Г. Анализ качественных признаков и структур. – М.: Статистика, 1980. – 349 с.
- Національна доповідь України про гармонізацію життєдіяльності суспільства у навколишньому природному середовищі. Спеціальне видання до 5-ї Всеєвропейської конференції міністрів навколишнього середовища «Довкілля для Європи». – К., 2003. – 128 с.
- Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
- Шеляг-Сосонко Ю. Р., Осычнюк В. В., Андриенко Т. Л. География растительного покрова Украины. – К.: Наук. думка, 1982. – 286 с.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., et al. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa // Scripta Geobot. – 1992. – Vol. 18. – 258 S.

Надійшла до редколегії 28.09.04