

В.А. ОНИЩЕНКО

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України  
вул. Терещенківська, 2, м. Київ, 01601, Україна

## **СЕРЕДНЯ ПЛОЩА АРЕАЛУ ВИДУ ЯК ПОКАЗНИК ФЛОРИСТИЧНОЇ УНІКАЛЬНОСТІ ЦЕНОЗУ ТА ФЛОРИ**

*Ключові слова: флора, рослинне угруповання, ценоз, ендемік, Україна, рослинність, площа, ареал*

### **Вступ**

Своєрідність флори або ценозу зазвичай оцінюють за кількістю ендемічних видів. Однак цей показник має суттєві недоліки. По-перше, результат істотно залежить від конкретного районування. Інколи вузькоареальний вид не враховується, оскільки він має локалітет за межами певного хоріону, незважаючи на те, що цей вид може бути поширеним лише поблизу межі хоріонів і займати ареал дуже малої площі. Другий недолік полягає в тому, що ендеміки є географічно нерівноцінними, оскільки репрезентують території різної площі.

Досить очевидним способом оцінки унікальності видового складу є пряме обчислення площі ареалів та їх середнього значення для сукупностей видів (флор, фітоценонів). Однак досі такий підхід практично не застосовувався. У цій статті ми використовуємо його для аналізу видового складу ценозів і флор з території України, а також оцінюємо точність методу.

### **Матеріали і методи дослідження**

Для цього ми взяли геоботанічні описи з українських публікацій, списки судинних рослин кількох заповідників і національних природних парків [1, 5, 12] та геоботанічні описи автора.

Створено довідкову базу даних, яка накопичує інформацію про площу ареалів усіх видів судинних рослин із аналізованих списків. Загалом на час написання статті вона містила інформацію про 1770 видів.

Джерелами інформації про ареали видів були публікації, в яких представлені карти ареалів видів або текстові описи ареалів [3, 6—9, 13—15]. Для обчислення розмірів ареалів використовували програму GoogleEarth.

При аналізі флористичних списків питома вага всіх видів була однаковою. Для аналізу рослинних угруповань сукупності геоботанічних описів перетворювали на «фітоценони» — списки, в яких кожному виду поставлено у відповідність два числа — постійність і середнє проєктивне покриття в тих описах, де вид присутній. При обчисленні середньої площі ареалу видів у фітоценоні питома вага кожного виду була прямо пропорційною його по-

стійності. Проективне покриття не враховували. Отже, формула має такий вигляд:

$$\bar{S} = e^{\left( \frac{\sum_{i=1}^n C_i \ln(S_i)}{\sum_{i=1}^n C_i} \right)},$$

де  $\bar{S}$  — середня пропорційна (середня геометрична) площа ареалу виду в ценозі,  $S_i$  — площа ареалу  $i$ -го виду. При аналізі флор  $C_i = 1$ .

Обчислювали також інший показник: середнє арифметичне значення величини, обернено пропорційної середній площі ареалу:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{S_i} \cdot C_i \right)}{\sum_{i=1}^n C_i},$$

де  $E$  — показник вузькоареальності видового складу,  $n$  — кількість видів у сукупності,  $C_i$  — постійність  $i$ -го виду,  $S_i$  — площа ареалу  $i$ -го виду. При аналізі флор, як і в попередній формулі,  $C_i = 1$ . Цей показник найточніше відображає географічну унікальність видового складу ценозу (або флори), оскільки прямо пропорційний середній частці ареалу виду в межах території, для якої складено список видів. Цей показник більше, ніж середня площа ареалу виду, залежить від частки вузькоареальних видів. Співвідношення видів із середньою (в межах аналізованої сукупності видів) та великою площею ареалу мало впливає на результат.

Екологічні показники оцінювалися за шкалами, розробленими Я.П. Дідухом та П.Г. Плютою [2].

Набір флористичних списків і геоботанічних описів, перетворення геоботанічних описів на фітоценози й аналіз здійснювали з використанням розробленої автором програми VEGPLOTS [4].

### Результати досліджень

Щоб мати змогу окремо оцінити географічну і локальну варіабельність, аналіз проводили у двох напрямках: для однієї групи ценозів зі всієї території України і для різних ценозів — у межах невеликої території.

У табл. 1 подано результати аналізу для різних груп ценозів у межах природного заповідника «Медобори». Видно, що вузькоареальні види представлені переважно в скельній і степовій рослинності, а частка широкоареальних видів є найвищою в рудеральних і прибережно-водних ценозах. Спектр площ ареалів видів у широколистяних і чагарникових ценозах має максимум на помірно широких (європейських) ареалах. Відмінності середньої площі ареалу між деякими групами ценозів досягають чотирьох разів, а показники вузькоареальності перевищують 20 разів. Середня площа ареалу для лісової, степової та скельної рослинності є близь-

кою, хоча показник вузькоареальності для степової і скельної — значно вищий. Це відображає наявність тут вузькоареальних видів, відсутніх у лісах. Середня площа ареалу виду для степів є досить великою внаслідок вищої, ніж у лісах, представленості видів із дуже великими (палеарктичними) ареалами.

Для оцінки площ ареалів видів у різних лісових ценозах обрано територію з високою різноманітністю лісової рослинності — північну (поліську) частину Хмельницької області [10, 11] (табл. 2). Вузькоареальні види з площею ареалу до  $10^5$  км<sup>2</sup> тут узагалі відсутні. Найменшою середня площа ареалу виду є в темних мезофільних широколистяних лісах на багатих ґрунтах, найбільшою — в заболочених соснових лісах і на соснових оліготрофних болотах. Сухіші соснові, дубово-соснові, ацидофільні і термофільні дубові ліси мають проміжні значення.

У табл. 3 представлено характеристики площ ареалів видів для кількох порядків лісової рослинності, причому виділено показники для рівнинної частини України, Карпат і Кримських гір. Згідно з наведеними даними багато вузькоареальних видів у лісах різних порядків у Криму. В лісах Карпат їх також більше, ніж на рівнині, але менше, ніж у Криму. Привертає увагу різка відмінність між ацидофільними і базифільними хвойними лісами, що значною мірою є географічною варіабельністю — ацидофільні та базифільні хвойні ліси поширені в різних регіонах України. У базифільних хвойних лісах середня площа ареалу виду менша, ніж у листяних тієї самої місцевості. Діапазон географічної варіабельності в межах України співрозмірний з відмінностями цього показника між порядками лісової рослинності, крайні значення в обох випадках відрізняються приблизно в три рази для середньої площі ареалу і в 11—13 разів — для показника вузькоареальності.

Таблиця 1. Показники площі ареалів видів у ценозах природного заповідника «Медобори»

Клас рослинності	Середня площа (10 <sup>6</sup> км <sup>2</sup> )	Вузько-ареальність (10 <sup>-7</sup> км <sup>-2</sup> )	Клас площі ареалів			
			1	2	3	4
<i>Koelerio-Corynephoretea</i>	3,9	15,0	<b>1,3</b>	<b>17,5</b>	60,2	21,0
<i>Thlaspietea rotundifolii</i>	3,8	7,3	0,5	<b>15,3</b>	64,2	20,0
<i>Asplenieta trichomanis</i>	9,8	1,7	0,0	3,3	50,6	46,1
Рудеральна і сеgetальна рослинність (середнє для 5 класів)	12,9	1,2	0,0	0,2	39,2	<b>60,5</b>
<i>Phragmito-Magnocaricetea</i>	15,1	1,1	0,0	1,6	21,4	<b>77,0</b>
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	9,9	1,5	0,0	0,6	49,5	49,9
<i>Trifolio-Geranietea</i>	5,0	19,1	<b>1,4</b>	7,4	64,8	26,4
<i>Festuco-Brometea</i>	5,1	27,1	<b>1,4</b>	9,6	62,7	26,4
<i>Rhamno-Prunetea</i>	5,3	7,6	0,6	2,8	<b>78,8</b>	19,9
<i>Quercu-Fagetea</i>	4,5	3,7	0,0	6,9	<b>78,6</b>	14,5

Примітки: класи площі ареалів: 1 — до  $10^5$  км<sup>2</sup>, 2 —  $10^5$ — $10^6$  км<sup>2</sup>, 3 —  $10^6$ — $10^7$  км<sup>2</sup>, 4 — понад  $10^7$  км<sup>2</sup>; внесок ареалів з площею, яка точно відповідає межі між класами площі, ділиться порівну між двома сусідніми класами площі.

На рис. 1 показано розподіл середньої площі видів для широколистяних лісів порядків *Fagetalia sylvaticae* і *Quercetalia pubescentis* на території України. Ці порядки певною мірою географічно заміщують один одного, тому розділяти їх при географічних аналізах недоцільно. На рис. 2 наведено показник вузькоареальності для 48 територіальних груп описів. Площі ареалів поступово зменшуються з півночі на південь. Океанічність клімату на ці величини суттєво не впливає. Вони приблизно однакові в низькогір'ях Карпат і на тих же широтах

Таблиця 2. Показники площі ареалів видів у лісових асоціаціях поліської частини Хмельницької області

Асоціація	Середня площа (10 <sup>6</sup> км <sup>2</sup> )	Вузько-ареальність	Клас площі ареалів			
			1	2	3	4
<i>Peucedano-Pinetum</i>	9,1	1,6	0,0	2,2	54,4	43,5
<i>Molinio-Pinetum</i>	12,7	1,0	0,0	0,0	46,9	53,1
<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i> + <i>Eriophoro-Pinetum</i>	17,6	0,6	0,0	0,0	13,5	<b>86,5</b>
<i>Quercu-Pinetum</i>	11,8	1,1	0,0	0,8	42,5	56,8
<i>Vaccinio myrtilli-Quercetum</i>	6,6	2,2	0,0	2,4	68,7	28,9
<i>Tilio-Carpinetum</i>	5,3	3,0	0,0	3,6	<b>75,4</b>	21,1
<i>Ficario-Ulmetum</i>	5,5	3,0	0,0	4,5	<b>73,2</b>	23,3
<i>Fraxino-Alnetum</i>	7,9	2,2	0,0	2,4	55,9	41,8
<i>Carici elongatae-Alnetum</i>	11,0	1,5	0,0	1,1	51,9	47,0

Таблиця 3. Показники площі ареалів видів для порядків лісової рослинності України

Порядок рослинності та територія	Середня площа (10 <sup>6</sup> км <sup>2</sup> )	Вузько-ареальність	Класи площі ареалів			
			1	2	3	4
<i>Fagetalia sylvaticae</i> (Україна без Криму, середнє для 25 асоціацій)	5,2	4,4	0,6	5,8	72,1	22,1
<i>Fagetalia sylvaticae</i> (Крим, середнє для 6 асоціацій)	2,3	67,3	7,5	14,7	67,5	10,3
<i>Quercetalia pubescentis</i> (Україна без Криму, середнє для 7 асоціацій)	5,7	2,8	0,1	2,9	73,2	23,8
<i>Quercetalia pubescentis</i> (Крим, середнє для 6 асоціацій)	1,6	60,3	7,7	31,7	53,5	7,1
<i>Vaccinio-Piceetalia</i> s. l. (середнє для 19 асоціацій)	7,1	7,4	2,2	7,9	40,7	47,8
<i>Vaccinio-Piceetalia</i> s.l. (рівнинна частина України, середнє для 11 асоціацій)	10,7	2,2	0,0	1,0	48,2	50,7
<i>Vaccinio-Piceetalia</i> s. l. (Карпати, середнє для 8 асоціацій)	4,4	13,3	4,8	15,8	40,5	38,8
<i>Teucrio-Pinetalia</i> (Крим)	1,3	167,5	13,1	20,8	55,5	10,7
<i>Teucrio-Pinetalia</i> (рівнинна частина України)	3,4	28,6	1,7	12,7	70,5	15,2

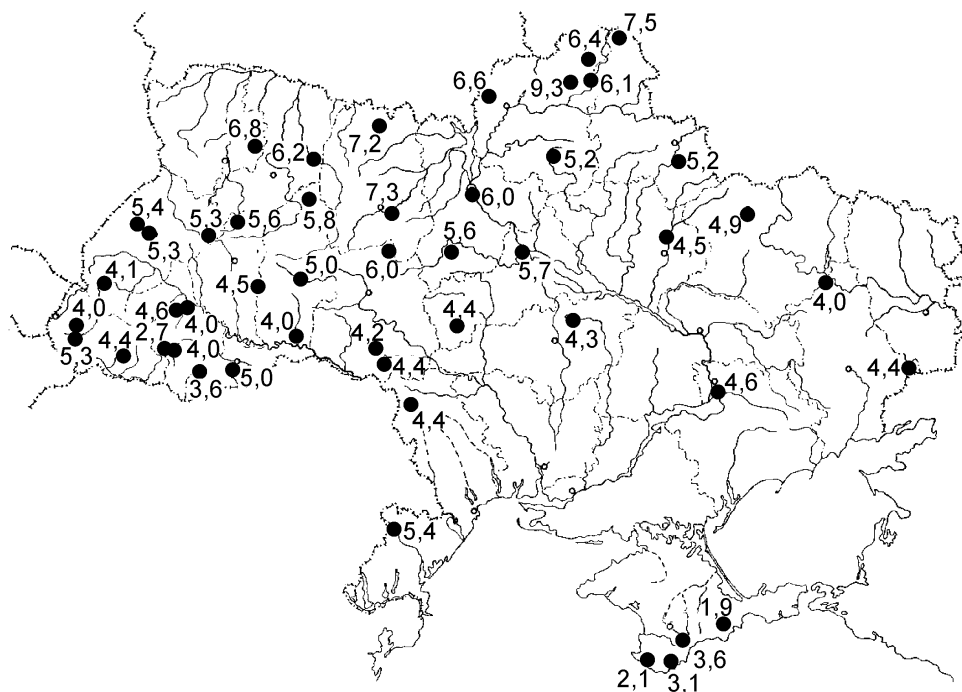


Рис. 1. Середня пропорційна (середня геометрична) площа ареалу видів широколистяних лісів порядків *Fagetalia sylvaticae* і *Quercetalia pubescentis* ( $10^6$  км<sup>2</sup>)

Fig. 1. Proportional mean of species area for broadleaved forests of orders *Fagetalia sylvaticae* and *Quercetalia pubescentis* ( $10^6$  km<sup>2</sup>)

у східній частині степової зони України. Однак у вищих частинах Карпат (дані з природного заповідника «Горгани» і Карпатського НПП) кількість вузькоареальних видів є вищою, що особливо помітно на карті розподілу показника вузькоареальності.

У цій статті наведено лише аналізи для деяких груп ценозів. Аналогічний аналіз для флор різних частин України потребує введення в базу даних про площу ареалів усіх видів судинних рослин спонтанної флори. Наявна база даних є достатньою для оцінки лише флор північної частини України. Середня пропорційна площа ареалів судинних рослин для Шацького НПП [12] становить 9,1 млн км<sup>2</sup>, Поліського природного заповідника [1] — 10,1 млн км<sup>2</sup>, Деснянсько-Старогутського НПП [5] — 8,9 млн км<sup>2</sup>, Ічнянського НПП — 7,8 млн км<sup>2</sup>.

Ми проаналізували залежність площі ареалів видів від їх екологічних (едафічних) характеристик. У цілому кореляція низька. Найвищою і позитивною (коефіцієнт кореляції 0,15–0,30) вона є для показника вологості ґрунту (Нд). Сильнішою виявилася залежність площі ареалів і екологічних показників, які усереднені для ценозів. Для обох проаналізованих сукупностей ценозів (класи рослинності заповідника «Медобори» й асоціації лісової рослинності північної частини Хмельницької області) показник вологості має значну позитивну кореляцію з площею (0,6–0,8), а показник основності ґрунту (Rc) — значну негатив-

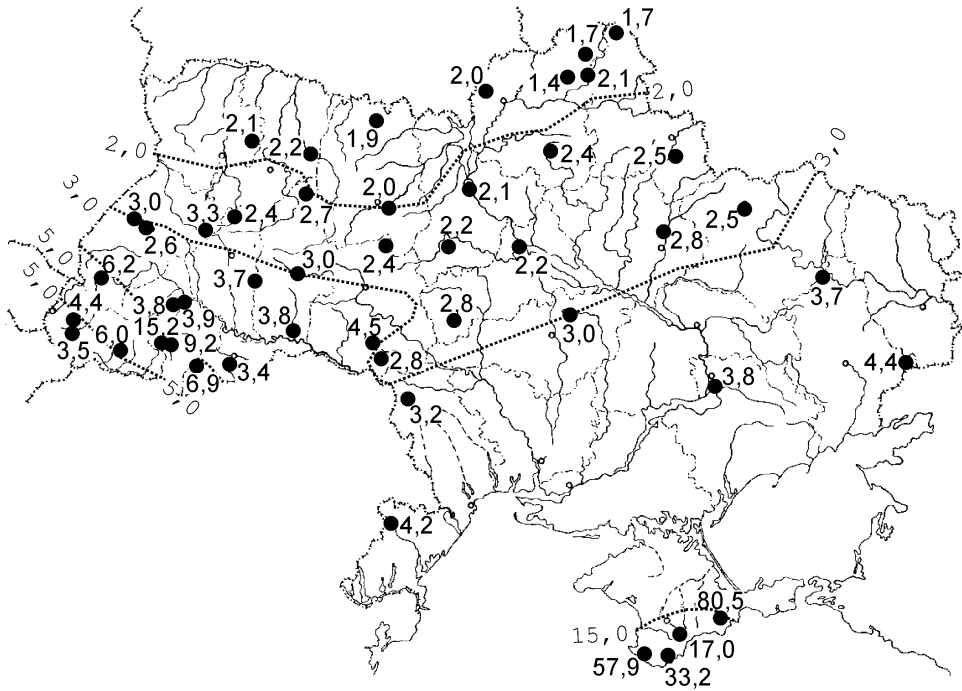


Рис. 2. Середнє арифметичне величини, оберненої площі ареалу виду, для описів широколистяних лісів ( $10^{-7} \text{ км}^{-2}$ )

Fig. 2. Arithmetic mean of reciprocals of species area size for relevés of broadleaved forests ( $10^{-7} \text{ km}^{-2}$ )

ну кореляцію 0,4–0,9). Показники трофності (точніше — сольового режиму) ґрунту (Tr) і вмісту нітратів (Nt) у різних сукупностях ценозів мають різні знаки. Для лісових і лісоболотних асоціацій лісової зони трофність і вміст нітратів нижчі у ценозах з великими площами ареалів. Для всієї рослинності лісостепового регіону показник сольового режиму ґрунту не має істотної кореляції з площею ареалу виду, а вміст нітратів вищий у ценозах з великими ареалами видів.

### Обговорення результатів

Точність наведених вище оцінок визначається насамперед точністю з'ясування площі ареалу для кожного виду. Оцінити її важко, оскільки немає точного еталона, з яким можна було би порівнювати. Для перевірки впливу похибки визначення на остаточний результат створено довідкову базу даних, у якій відомості по всіх видах були навмисне спотворені: площа для всіх парних видів удвічі зменшена, а для непарних — у стільки ж збільшена. При застосуванні спотвореної бази даних для аналізу порядків лісової рослинності відхилення порівняно з використанням «правильної» бази даних становили 4,4%. В аналізі флор природно-заповідних територій північної частини України середнє відхилення сягало 0,7%, широколистяних лісів території України — 2,7%, класів рослинності при-

родного заповідника «Медобори» — 3,0 %, лісових асоціацій північної частини Хмельницької області — 5,4 %. Ці похибки приблизно в 100 разів менші, ніж відмінності між крайніми значеннями для різних територій України або для різних груп ценозів. Істинний середній розмір неточності при визначенні площі ареалу навряд чи перевищує використані для перевірки два рази. Для показника вузькоареальності відхилення за спотвореною базою даних є на порядок більшими, але значно вищий і діапазон його варіабельності. Тому і для цього показника похибка істотно (у кілька десятків разів) менша, ніж його крайні значення. Таким чином, метод виявився достатньо точним і чутливим навіть для аналізу невеликих змін видового складу. Наприклад, використовуючи його, можна помітити відмінності у флорах територій рівнинної України, віддалених одна від одної на 50 км, якщо вони розташовані у напрямку зміни показника.

З метою ширшого застосування оцінок площ ареалів видів для ценозів і, особливо, флор слід розширити довідкову базу даних. На сьогодні вона охоплює близько третини видів флори судинних рослин України. Це види з приблизно 3000 описів лісової рослинності всіх регіонів України та види флори Полісся.

Слід також чітко формалізувати правила оцінки площі дуже малих, дуже вузьких (лінійних) і диз'юнктивних ареалів. Існуюча база даних не охоплює надто малих і надто вузьких ареалів. Диз'юнкціями, які не входять до ареалу, вважались інтервали між сусідніми локалітетами, що становили понад 20 % загальної протяжності ареалу в його найдовшому напрямі.

Показник вузькоареальності може бути одним з основних показників аутфітосозологічної цінності ценозів і територій, оскільки він пропорційний частці ареалу виду, яку в середньому займає певна територія (наприклад, геоботанічний опис). Перевагою цього показника при созологічних оцінках є його об'єктивність, адже тут не застосовуються такі суб'єктивні підходи, як експертне зважування ознак, прив'язка до певного районування, вибір видів на роль індикаторів. Для деяких, насамперед созологічних оцінок, варто враховувати заповненість ареалу видом (його частоту трапляння або кількість особин на одиницю площі).

Як і для інших методів флористичних аналізів, результати оцінки середньої площі ареалу і похідних від неї величин залежать від прийнятого обсягу видів.

## **Висновки**

Унікальність флор і видового складу ценозів можна оцінювати шляхом обчислення середньої площі ареалу виду та похідних від неї величин. Перевагою такого підходу є його об'єктивність. Апробація методу для декількох груп ценозів і територій України показала, що відмінність середньої площі ареалу для різних класів у межах однієї невеликої території досягає 3—4 разів, такою ж є відмінність показника для ценозів одного класу в межах території України. Несистематична похибка коливається на рівні 1—5 %, що на два порядки менше, ніж діапазон варіабельності показника в межах аналізованих об'єктів. У подальшому слід точніше визначати правила оцінки площі малих і лінійних ареалів.

1. Андриенко Т.Л., Попович С.Ю., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Полесский государственный заповедник. — Киев: Наук. думка, 1986. — 208 с.
2. Дідух Я.П., Плюта П.Г. Фітоіндикація екологічних факторів. — К., 1994. — 280 с.
3. Екофлора України / Відп. ред. Я.П. Дідух. — К.: Фітосоціоцентр, 2000—2007. — Т. 1—3, 5.
4. Онищенко В.А. Нова комп'ютерна програма для роботи з геоботанічними описами // Проблеми ботаніки і мікології на порозі третього тисячоліття. Мат-ли Х з'їзду УБТ (Полтава, 22—23 травня 1997 р.). — Київ—Полтава, 1997. — С. 226.
5. Панченко С.М. Флора національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» та проблеми охорони фіторізноманіття Новгород-Сіверського Полісся / За заг. ред. С.Л. Мосякіна. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. — 170 с.
6. Флора Европейской части СССР. — Л.: Наука, 1974—1981. — Т. 1—5.
7. Флора Крыма. — Ялта; М.: Сов. наука, 1927—1969. — Т. 1—3.
8. Флора УРСР. — К.: Вид-во АН УРСР, (з 1965 — Наук. думка), 1938—1965. — Т. 1—12.
9. Червона книга України. Рослинний світ. — К.: «Українська енциклопедія», 1996. — 608 с.
10. Юглічек Л.С., Онищенко В.А. Грабово-дубові ліси на межі Малеого та Житомирського Полісся // Наук. вісн. Чернів. ун-ту. Сер: Біологія. — 2003. — Вип. 169. — С. 151—162.
11. Юглічек Л.С., Онищенко В.А. Соснові та дубово-соснові ліси на межі Малеого та Житомирського Полісся // Рослинність хвойних лісів України. Мат-ли роб. наради (Київ, листопад 2003 р.). — К.: Фітосоціоцентр, 2003. — С. 233—243.
12. Яценко П.Т. Судинні рослини Шацького національного природного парку // Шацький національний природний парк. Наук. дослідження 1983—1993 рр. — Світьязь, 1994. — С. 132—163.
13. Meusel H., Jäger E., Weinert E. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. — Jena: Fischer Verl., 1965. — Bd. 1. — 583 S.
14. Meusel H., Jäger E., Weinert E. Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. — Jena: Fischer Verl., 1978. — Bd. 2. — 421 S.
15. Rothmaler W. Exkursionsflora. — Volk und Wissen Volkseigener Verlag Berlin, 1976. — 612 S.

Рекомендує до друку  
Я.П. Дідух

Надійшла 04.02.2010

*В.А. Онищенко*

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины, г. Киев

#### СРЕДНЯЯ ПЛОЩАДЬ АРЕАЛА ВИДА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ФЛОРИСТИЧЕСКОЙ УНИКАЛЬНОСТИ ЦЕНОЗА И ФЛОРЫ

Статья посвящена наиболее прямому методу оценки своеобразия видового состава флор и ценозов. Осуществлена оценка средней пропорциональной площади ареала вида для различных растительных сообществ разных районов Украины. Вес вида при расчетах принимался пропорциональным постоянству вида. Показано, что маленькие значения этого показателя (3—6 млн км<sup>2</sup>) характерны для широколиственных лесов, степей, растительности скал и кальцифильных сосновых лесов. Максимальные значения (15—18 млн км<sup>2</sup>) свойственны синантропной растительности и болотам. Луга и ацидофильные леса имеют промежуточные значения этого показателя. В лесах Крымских гор средняя площадь ареала в 2—3 раза ниже, чем на равнине Украины (1,3—2,3 млн км<sup>2</sup>). В Карпатских лесах показатель имеет промежуточное значение. В этом регионе он выше на больших высотах. Другой показатель — среднее арифметическое величин, обратных площади ареала, более чувствителен к присутствию видов с малыми ареалами.

*Ключевые слова:* флора, растительное сообщество, эндемик, Украина, растительность, площадь, ареал.



*V.A. Onyshchenko*

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

MEAN SIZE OF SPECIES' RANGE AS AN INDEX OF FLORISTIC SINGULARITY  
OF A COENOSIS AND FLORA

The article describes the most direct method of estimation of originality of species composition of plant communities and floras. Evaluation of proportional means of species ranges for different plant communities of different regions of Ukraine has been performed. The weighed value of species was proportional to the constancy of these species. It is shown that small values (3–6 million km<sup>2</sup>) are characteristic of vegetation of broadleaved forests, steppes, outcrops, and calciphilous pine forests. The maximal values (15–18 million km<sup>2</sup>) are peculiar to synanthropic vegetation and mires. Meadows and acidophilous forests have intermediate levels of the proposed index. In forests of the Crimean Mountains, means of species area are 2–3 times lower (1.3–2.3 million km<sup>2</sup>) than in forests of the same orders in flatland areas. Carpathian forests have intermediate values of this index. In this region, it is higher at higher altitudes. Another index is the arithmetic mean of reciprocals of the species area size. It is more sensitive to the presence of species with small areas.

*Key words:* flora, plant community, endemic, Ukraine, vegetation, area, range.