

УДК 581.5

МОРФОЛОГІЧНА ЦІЛІСНІСТЬ ОСОБИН У ПОПУЛЯЦІЯХ РОСЛИН ТРАВ'ЯНО-ЧАГАРНИЧКОВОГО ЯРУСУ

І. М. КОВАЛЕНКО

Сумський національний аграрний університет

*В статті розглядається цілісність рослин трав'яно-чагарничкового ярусу лісових екосистем північно-східної України. За допомогою індексу морфологічної інтеграції було досліджено більше ніж 1000 особин восьми видів рослин. Встановили, що індекс морфологічної інтеграції насамперед залежить від виду рослини. Він був найнижчим у *Calluna vulgaris* (20,2) і найвищим у *Asarum europaeum* (67,9). Морфогенетична інтегрованість особин рослин статистично достовірно змінюється залежно від віку і зімкнутості деревостану.*

Ключові слова: *цілісність рослин, мінливість ознак, трав'яно-чагарничковий ярус, лісові екосистеми.*

Важливим показником стану будь-якої особини рослин є рівень її морфоструктурної та фізіологічної цілісності [4]. Оцінити інтегрованість (цілісність) рослин можна шляхом вивчення мінливості ознак і скорельованості між ними.

Крім змін абсолютних значень морфометричних параметрів рослин від популяції до популяції, змінюється й ступінь скорельованості між ними. Морфометричні ознаки скорельовані по-різному. В оптимальних умовах серед коефіцієнтів кореляції переважають позитивні зв'язки. Кореляція різних ознак не постійна у просторі та часі. Тому оцінка системи скорельованості основних ознак виступає індикатором стану рослин [2, 12].

Під впливом стресу ступінь скорельованості структур рослини змінюється. У деяких випадках в стресових умовах у рослин підвищується ступінь зв'язності кореляційної матриці і, отже, інтегрованість морфологічної структури, а в інших, навпаки, пов'язаність матриці падає в більш жорстких умовах зростання [9]. З огляду на це мала розвиток кореляційна адаптометрія – як метод оцінки стану особин рослин [1, 8].

Даний напрямок досліджень є актуальним, оскільки досить мало досліджень присвячені визначенню морфологічної цілісності рослин і її залежності від еколого-ценотичних умов і параметрів конкретної популяції.

Опираючись на ці дані, нами були проведені дослідження 8-ми видів рослин трав'яно-чагарничкового ярусу в лісових екосистемах Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» і на прилеглих територіях. Кожен вид був представлений 3-5 ценопоуляціями, що зростали в різних еколого-ценотичних умовах (табл. 1). Для кожної особини визначали від 11 до 14 морфопараметрів (надземна фітомаса, фітомаса листків, репродуктивне зусилля, фотосинтетичне зусилля тощо). Усього було обстежено більше 1000 особин.

Таблиця 1

Коротка геоботанічна характеристика лісових асоціацій за участю домінантів трав'яно-чагарничкового ярусу

Номер і назва асоціації	Склад дерево-стану	Зімкненість дерево-стану	Середній вік дерево-стану, р	Середня висота дерево-стану, м	Середнє проєктивне покриття домінанта, %
1	2	3	4	5	6
<i>Aegopodium podagraria</i>					
I. Quercetum coryloso-aegopodiosum	6Д4С	0,7	79	27	55
II. Querceto-Pinetum coryloso-aegopodiosum	7С3Д	0,6	61	27	60
III. Betuleto-Pinetum coryloso-aegopodiosum	6С4Б+Д	0,8	53	24	55
<i>Asarum europaeum</i>					
I. Quercetum coryloso-asarosum	8Д2С+Б	0,7	65	23	60

1	2	3	4	5	6
II. Pinetum coryloso- asarosum	9C1Д+Б	0,8	68	24	50
III. Querceto-Pinetum asarosum	6C4Д	0,5	59	22	65
<i>Carex pilosa</i>					
I. Querceto-Pinetum caricosum (pilosae)	6C4Д	0,6	48	20	65
II. Quercetum coryloso- caricosum (pilosae)	8Д2С	0,7	53	21	60
III. Betuleto-Quercetum coryloso-caricosum (pilosae)	6Д4Б	0,8	55	23	50
<i>Calluna vulgaris</i>					
I. Betuleto-Pinetum callunoso-myrtillosum	8C2Б	0,5	48	20	30
II. Pinetum callunoso- hylocomiosum	10C+Б	0,5	50	21	25
III. Querceto-Pinetum callunoso-hylocomiosum	9C1Д	0,4	45	18	35
<i>Molinia caerulea</i>					
I. Pinetum myrtilloso- moliniosum	9C1Д+Б	0,6	52	23	55
II. Querceto-Pinetum franguloso-molinioso- hylocomiosum	7C3Д+Б	0,7	54	24	50
III. Betuleto-Pinetum moliniosum	8C2Д	0,4	49	20	65
<i>Stellaria holostea</i>					
I. Querceto-Pinetum coryloso-stellariosum	7C3Д+Б	0,6	52	22	55
II. Quercetum coryloso- caricoso (pilosae)- stellariosum	8Д2С	0,7	55	24	50
III. Querceto-Pinetum stellariosum	6C4Д	0,5	51	21	60
<i>Vaccinium myrtillus</i>					
I. Pinetum myrtilloso- hylocomiosum	10C+Д	0,6	64	25	40
II. Pinetum molinioso- myrtillosum	10C	0,4	57	23	60
III. Querceto-Pinetum myrtillosum	7C3Д	0,7	55	18	50
IV. Betuletum molinioso- myrtillosum	8Б2С	0,5	59	20	55
V. Betuleto-Pinetum franguloso-myrtillosum	7C3Б+Д	0,8	56	21	45
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>					
I. Pinetum vacciniioso- myrtillosum	10C+Б	0,4	51	22	40

1	2	3	4	5	6
II. Betuleto-Pinetum vaccinoso-myrtillosum	6С4Б	0,6	50	24	45
III. Querceto-Pinetum vaccinoso-myrtillosum	8С2Д+Б	0,7	55	25	50
IV. Pinetum vaccinoso- hylocomiosum	9С1Д	0,6	48	21	40

Для оцінки рівня морфологічної цілісності особин рослин існує кілька індексів. Так Ю.А. Злобіним [3] була проведена перевірка чотирьох індексів. З них найбільш інформативним виявився індекс, який розраховується за наступною формулою [2]:

$$I_{m.i.} = \frac{B}{(n^2 - n) / 2} \cdot 100 ,$$

де B – кількість статистично істотних коефіцієнтів кореляції при 95 % рівні значимості; n – загальна кількість коефіцієнтів кореляції в кореляційній матриці. Для забезпечення високої достовірності результатів необхідні досить великі вибірки [12].

Велике значення індексу морфологічної інтеграції свідчить про високу скорельованість і взаємообумовленість морфометричних параметрів. Індекс є зручною характеристикою ступеня взаємозв'язку різних структурних характеристик особин рослин.

Фактичні дані показують, що в залежності від умов зростання рівень морфологічної цілісності рослин може істотно змінюватися. У *Vaccinium vitis-idaea* стресові умови ведуть до морфологічної дезінтеграції і зниження індексу морфологічної цілісності з 17,5 до 7,5% [11]. Так, В.В. Крічфалушій і Г.М. Мезев-Крічфалушій [6] становили, що при погіршенні умов зростання величина індексу I у *Ornithogalum umbellatum* падає з 42 до 35%. Зниження скорельованості між морфологічними параметрами рослин реєстрували і в багатьох інших випадках. М.М. Ішмуратова та ін. [5] спостерігали це явище у представників род. Orchidaceae. Таку ж залежність виявила А.Д. Монастир'єва [7] при дослідженні *Puccinellia tenuiflora*. *Platanthera bifolia*, реагують на погіршенням умов зростання спадом морфологічної цілісності особин і

зниженням індексу морфологічної цілісності від 0,17 до 0,11 – в різних типах угруповань і від 0,39-0,48 до 0,08 – в різних ценопопуляціях [10].

В наших дослідженнях при обліку у кожного виду 11–14 морфометричних параметрів нами були обчислені індекси морфологічної інтеграції для особин усіх 27 вивчених популяцій рослин трав'яно-чагарничкового ярусу. Результати наведені в табл. 2. Виявилось, що індекс морфологічної інтеграції насамперед залежить від виду рослини. Він був найнижчим у *Calluna vulgaris* (20,2) і найвищим в *Asarum europaeum* (67,9), змінюючись від виду до виду приблизно в три рази. Інші види мали проміжні значення індексу морфологічної інтеграції. Одночасно виявилось й досить широке варіювання індексу морфологічної інтеграції від популяції до популяції в межах одного виду. Тут значення індексу змінювалися також у 2–3 рази. Однак, не було встановлено статистично достовірного зв'язку величини індексу морфологічної інтеграції як з якістю популяції (Q), так і з індексом віковості популяції ($I_{\text{віков}}$). Очевидно, індекс морфологічної інтеграції має самостійне біологічне значення, характеризуючи цілісність особин як морфоструктурні утворення.

Таблиця 2

Індекс морфологічної інтеграції особин у популяціях рослин трав'яно-чагарничкового ярусу

Асоціація	Індекс морфологічної інтеграції	Середнє значення індексу морфологічної інтеграції
1	2	3
<i>Aegopodium podagraria</i>		
I. Quercetum coryloso-aegopodiosum	43,94	45,46
II. Querceto-Pinetum coryloso-aegopodiosum	46,97	
III. Betuleto-Pinetum coryloso-aegopodiosum	53,03	
<i>Asarum europaeum</i>		
I. Quercetum coryloso-asarosum	67,27	67,88
II. Pinetum coryloso-asarosum	70,91	
III. Querceto-Pinetum asarosum	65,45	
<i>Carex pilosa</i>		
I. Querceto-Pinetum caricosum	54,55	55,05
II. Quercetum coryloso-caricosum	56,06	

1	2	3
III. Betuleto-Quercetum coryloso-caricosum	54,55	
<i>Calluna vulgaris</i>		
I. Betuleto-Pinetum callunoso-yrtillosum	33,33	20,20
II. Pinetum callunoso-hylocomiosum	15,15	
III. Querceto-Pinetum callunoso-hylocomiosum	12,12	
<i>Molinia caerulea</i>		
I. Pinetum myrtilloso-moliniosum	48,48	39,39
II. Querceto-Pinetum franguloso-molinioso-hylocomiosum	40,91	
III. Betuleto-Pinetum moliniosum	39,39	
<i>Stellaria holostea</i>		
I. Querceto-Pinetum coryloso-stellariosum	54,55	45,46
II. Quercetum coryloso-caricoso-stellariosum	42,42	
II. Querceto-Pinetum stellariosum	39,40	
<i>Vaccinium myrtillus</i>		
I. Pinetum myrtilloso-hylocomiosum	28,57	38,90
II. Pinetum molinioso-myrtillosum	31,87	
III. Querceto-Pinetum myrtillosum	49,45	
IV. Betuletum molinioso-myrtillosum	47,25	
V. Betuleto-Pinetum franguloso-myrtillosum	37,36	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>		
I. Pinetum vaccinoso-myrtillosum	62,82	46,79
II. Betuleto-Pinetum vaccinoso-myrtillosum	34,62	
III. Querceto-Pinetum vaccinoso-myrtillosum	41,03	
IV. Pinetum vaccinoso-hylocomiosum	48,72	

Одночасно було встановлено, що морфогенетична інтегрованість особин рослин (парціальних кущів) у досліджуваних клоноутворювальних видів рослин трав'яно-чагарничкового ярусу статистично достовірно змінюється залежно від віку і зімкнутості деревостану (результати проведення попарних порівнянь з використанням критерію Ст'юдента наведені в таблиці 3). Залежність подана у вигляді тривимірного графіка, виконаного методом квадратичного згладжування, на рис. 1. Виявилось, що найбільш морфологічно цілісними є особини, які ростуть у деревостанах віком у 60–75 років.

Попарні порівняння індексу морфологічної інтеграції

Параметри	t	p
Зімкненість деревостану	4,60	0,000027
Середній вік деревостану, p	18,68	0,000000

$$z = 149,923 - 51,074 * x + 6,324 * y + 7,859 * x * x + 1,47 * x * y - 0,056 * y * y$$

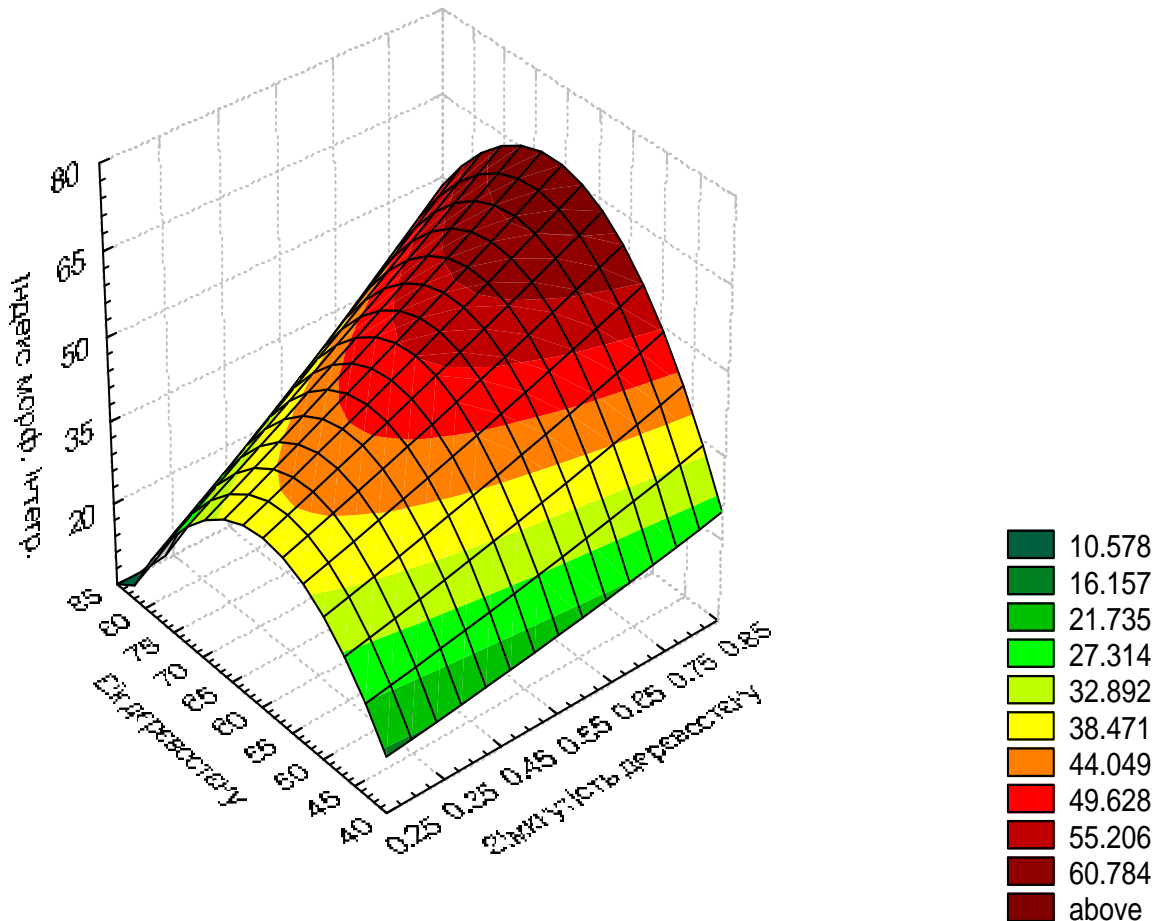


Рис. 1. Залежність індексу морфологічної інтеграції особин рослин трав'яно-чагарничкового ярусу від зімкнутості та віку деревостану

ВИСНОВКИ

У таких лісових асоціаціях індекс морфологічної інтеграції (Im_i) чітко зростає при збільшенні зімкнутості деревного покриву в інтервалі від 0,25 до 0,85. У цілому, морфологічно найбільш цілісними, з найбільш розвиненими кореляційними зв'язками між морфоструктурними ознаками виявлялись рослини лісів віком 60–75 років при зімкнутості деревостану в 0,75–0,85.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Горбань А.Н. Групповой стресс: динамика корреляций при адаптации и организация систем экологических факторов / Горбань А.Н., Смирнова Е.П., Чеусова Е.П. – Красноярск, 1997. – 50 с.
2. Злобин Ю.А. Теория и практика оценки виталитетного состава ценопопуляций растений / Ю.А. Злобин // Ботанический журнал. – 1989. – Т. 74, № 6. – С. 769–781.
3. Злобин Ю.А. Структурная интеграция особей растений / Ю.А. Злобин // Nauka: teoria i praktika. – Przemysl, 2007. Т. 4. – Р. 37–41.
4. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста / Ю. А. Злобин. – Сумы: Университетская книга, 2009. – 263 с.
5. Состояние ценопопуляций некоторых видов семейства Orchidaceae на Южном Урале. Сообщение 1. Виды со стеблекорневыми тубероидами / Ишмуратова М.М., Суюндуков И.В., Ишбирдин А.Р., Жирнова Т.В. // Растит. Ресурсы. – 2003. – Т. 39, № 2. – С. 1–17.
6. Кричфалушій В.В. Популяційна біологія рослин / В.В. Кричфалушій, Г.М. Мезев-Крічфалушій. – Ужгород, 1994. – 80 с.
7. Монастырева А.Д. Онтогенетические тактики и стратегия *Pucciniella tenuiflora* в условиях Центральной Якутии / А.Д. Монастырева // Сб. «Принципы и способы сохранения биоразнообразия». – Йошкар-Ола – Пушкино, 2008. – С. 359–361.
8. Разжевайкин В.Н. Оценка уровня адаптации травянистых видов в условиях стресса методом корреляционной адаптометрии / В.Н.Разжевайкин, М.И. Шпитонков. – 2007. – Режим доступа: <http://adaptometry.narod.ru/tra.pdf>.
9. Тихонова И.В. Сопряженная изменчивость морфологических признаков сосны обыкновенной на юге Средней Сибири / И.В. Тихонова, М.А. Шемберг // Лесовед. – 2004. – № 1. – С. 48–55.

10. Федченко Е.А. Эколого-биологические особенности *Platanthera bifolia* (L.) Rich. и *Dactylorhiza hebridensis* (Wilmott.) Aver. на юге Тюменской области / Е.А. Федченко // Автореф. дисс. канд. биол. н. – Пермь, 2010. – 24 с.

11. Чирикова Н.Ю. Стратегия выживания *Vaccinium vitis-idaea* L. на организменном и популяционном уровнях / Н.Ю. Чирикова // Сб. «Проблемы регион. экологии в условиях устойчив. развития». – Вып. 5, часть 2. – Киров, 2007. – С. 37–39.

12. Murren C.J. Phenotypic integration in plants / C.J. Murren // Plant Species Biol. – 2002. – Vol. 17. – P. 89–99.

13. Schlichting C. D. Phenotypic integration and environmental change / C. D. Schlichting // BioScience. – 1989. – V. 39. – P. 460–464.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛОСТНОСТЬ ОСОБЕЙ В ПОПУЛЯЦИЯХ РАСТЕНИЙ ТРАВЯНИСТО-КУСТАРНИЧКОВОГО ЯРУСА

И. Н. КОВАЛЕНКО

Сумской национальной аграрный университет

*В статье рассматривается целостность растений травянисто-кустарничкового яруса лесных экосистем северо-восточной Украины. С помощью индекса морфологической интеграции было исследовано более 1000 особей восьми видов растений. Установили, что индекс морфологической интеграции прежде всего зависит от вида растения. Он был самым низким у *Calluna vulgaris* (20,2) и самым высоким у *Asarum europaeum* (67,9). Морфогенетическая интегрированность особей растений статистически достоверно изменяется в зависимости от возраста и сомкнутости древостоя.*

Ключевые слова: *целостность растений, изменчивость признаков, травянисто-кустарничковый ярус, лесные экосистемы.*

**MORPHOLOGICAL INTEGRITY OF INDIVIDUALS IN PLANT
POPULATIONS OF GRASS AND SUBSHRUB LAYER**

I.M. KOVALENKO

Sumy National Agrarian University

*The article deals with the integrity of plants of grass and subshrub layer in forest ecosystems of the north-east of Ukraine. More than 1000 individuals of eight plant species have been studied with the use of the morphological integration index. It has been found that the morphological integration index depends primarily on plant species. The lowest index was found in *Calluna vulgaris* (20,2), and the highest index – in *Asarum europaeum* (67,9). Morphogenetic integration of plant individuals varies significantly, depending on the age and density of stands.*

Key words: *plant integrity, variability of characteristics, grass and subshrub layer, forest ecosystems.*