

1. ЛІСОВЕ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

УДК 630*228

*Ст. наук. співроб. С.В. Бойко, канд. с.-г. наук;
ст. наук. співроб. Н.П. Купріна; ст. наук. співроб. О.М. Тарнопільська;
ст. наук. співроб. В.А. Лук'янець – УкрНДЛГА ім. Г.М. Висоцького, м. Харків*

ОСОБЛИВОСТІ ГОРИЗОНТАЛЬНОЇ СТРУКТУРИ ПРИРОДНИХ СОСНЯКІВ

Проаналізовано горизонтальну структуру природних соснових деревостанів різного віку за допомогою індексу Доннеллі. Результати досліджень свідчать про переважання у природних сосняках I і IV класів віку рівномірного типу розміщення всіх дерев, а в двох'ярусних деревостанах II класу віку – групового.

Ключові слова: горизонтальна структура деревостану, тип розміщення, індекс Доннеллі, природне поновлення.

Вступ. Дослідження особливостей формування горизонтальної структури природних сосняків є вкрай важливим для розроблення моделей росту і розвитку деревостанів і окремих дерев, удосконалення системи лісівничих заходів та під час виконання лісовпорядних робіт. Вивчаючи горизонтальну структуру деревостану найчастіше розглядають один з її основних елементів – тип розміщення дерев на площині. Для об'єктивної оцінки типу розміщення дерев важливе значення має вибір методики. Індекс Кларка-Іванса, або його модифікація, запропонована Доннеллі, є випробуваним інструментом визначення типу розміщення дерев, який досить часто використовують дослідники [2, 5, 9].

Об'єкти. Дослідження проводились у природних сосняках (*Pinus sylvestris* L.) на території шести надлісництв у різних регіонах Польщі на 17 пробних площах відділу лісівництва Польського науково-дослідного інституту лісового господарства (IBL). Загальна площа дослідних об'єктів становить 7 га.

Методика. В оригінальній версії цієї методики, описаної Кларком та Івансом [4, 6, 16], передбачено визначення індексу нерівномірності розміщення об'єктів на площині (R) за формулою

$$R = \frac{\tilde{r}_E}{\tilde{r}_A}, \quad (1)$$

де: $\tilde{r}_A$ – середнє значення відстані від певної кількості випадково вибраних об'єктів до їх найближчих сусідів; $\tilde{r}_E$ – значення очікуваної середньої відстані від випадково вибраних об'єктів до їх найближчих сусідів за випадкового типу розміщення об'єктів.

Значення $\tilde{r}_E$ є функцією кількості об'єктів, що припадають на одиницю поверхні ρ в досліджуваному розміщенні, тобто

$$\tilde{r}_E = \frac{1}{2\sqrt{\rho}}. \quad (2)$$

У випадку ідеально групового розміщення об'єктів (всі об'єкти знаходяться в одному пункті) індекс R приймає значення, що дорівнює нулю. Для ідеально рівномірного розміщення об'єктів індекс R приймає значення 2,1491. За випадкового розміщення об'єктів R приймає значення, близьке до одиниці. Для визначення істотності відхилення аналізованого розміщення від взірця випадковості Пуассона, обчислюється значення стандартизованої змінної c :

$$c = \frac{\tilde{r}_A - \tilde{r}_E}{\sigma_{\tilde{r}_E}}, \quad (3)$$

де $\sigma_{\tilde{r}_E}$ – стандартна помилка середньої відстані від даних об'єктів до їх найближчих сусідів за випадкового типу розміщення.

Значення цієї помилки визначаємо за формулою [4]:

$$\sigma_{\tilde{r}_E} = \sqrt{\frac{(4 - \pi)}{(4\pi\rho N)}} = \frac{0,26136}{\sqrt{(\rho N)}}, \quad (4)$$

де N – кількість відстаней від об'єктів до їх найближчих сусідів.

Методика Кларка та Іванса в оригінальній версії має певні недоліки: нехтування ефектом країв, а також небезпека втрати незалежності вимірюваних відстаней внаслідок зростання кількості об'єктів, для яких визначаються відстані до їх найближчих сусідів [7, 15].

Доннеллі [7] запропонував модифікацію цієї методики, що передбачає використання відстаней до найближчих сусідів, визначених для всіх об'єктів на пробній площі, та дає змогу врахувати ефект країв. Її можна використовувати лише на пробних площах правильної геометричної форми за наявності більше 7 об'єктів.

У модифікації Доннеллі використано суму відстаней T від даних об'єктів до їх найближчих сусідів. Сума відстаней T визначається за формулою

$$T = \sum_{i=1}^n \min u(o_i, o_j), j \neq i, \quad (5)$$

де: $u(o_i, o_j)$ – відстань між об'єктами o_i і o_j ; n – кількість об'єктів на пробній площі.

Значення суми відстаней від об'єктів до найближчих сусідів $E(T)$ при ідеально випадковому їх розміщенні визначається так [7]:

$$E(T) = 0,5 \sqrt{nA} + \left(0,051368 + \frac{0,041}{\sqrt{n}} \right) L, \quad (6)$$

де: n – кількість об'єктів на пробній площі; A – площа пробної площі; L – периметр пробної площі.

Відношення T до $E(T)$ можна використати для визначення типу розміщення об'єктів на пробній площі:

$$D = \frac{T}{E(T)} \quad (7)$$

Якщо $D \neq 1$, то можна стверджувати, що досліджуване розміщення відрізняється від взірця випадковості. Доннеллі [7] запропонував також пере-

вірку істотності отриманих результатів, що базується на стандартизованій змінній z :

$$z = \frac{T - E(T)}{\sqrt{\text{var } T}}, \quad (8)$$

$$\text{де} \quad \text{var } T = 0,0703A + 0,037L\sqrt{A/n}. \quad (9)$$

Якщо $-1,96 \leq z \leq 1,96$, то немає підстав відхилити гіпотезу про випадковість досліджуваного розміщення, незважаючи на значення індексу D .

Результати.

а) тип розміщення всіх дерев

У деревостанах I і IV класів віку переважає рівномірний тип розміщення дерев, а в деревостанах II класу віку – груповий.

б) тип розміщення дерев різних біосоціальних класів (за класифікацією Іль-мужинського)

Дерева 1 біосоціального класу. У деревостанах II класу віку переважає випадковий тип розміщення дерев, а в деревостанах IV класу віку – рівномірний.

Дерева 2 біосоціального класу. У деревостанах II і IV класів віку переважає груповий тип розміщення дерев.

Дерева 3 і 4 біосоціальних класів. У деревостанах II класу віку характерним є груповий тип розміщення дерев.

Кращі дерева. У деревостанах II класу віку переважає випадковий тип розміщення дерев, а в деревостанах IV класу віку – рівномірний.

в) тип розміщення дерев різної товщини

У деревостанах I і IV класів віку найтонші дерева на половині пробних площ розміщені переважно випадково, а на іншій половині – групами. Дерева II класу віку розміщені переважно групами. Дерева середньої товщини всіх аналізованих класів віку розміщені переважно випадково. У деревостанах I та II класів віку найтовтіші дерева розміщені переважно випадково, а в деревостанах IV класу віку – рівномірно.

г) тип розміщення дерев різної висоти

У деревостанах I та II класів віку найнижчі дерева розміщені групами, а в деревостанах IV класу – випадково. У деревостанах I класу віку дерева середньої висоти розміщені переважно випадково, в деревостанах II класу віку – групами, в деревостанах IV класу віку – рівномірно. У деревостанах I та II класів віку найвищі дерева розміщені переважно випадково, а в деревостанах IV класу віку – рівномірно.

На ступінь просторового різноманіття деревостану впливають насамперед умови місцезростання, а також прийнятний спосіб господарювання, зокрема доглядові рубання. Метою доглядових рубань за лісом є формування рівномірного розміщення дерев, зокрема кращих. Виявлена нами рівномірність розміщення дерев у деревостанах IV класу віку може бути власне наслідком проведення лісогосподарських заходів за класичною схемою. Доглядові рубання, в основу яких покладено селективну модель Шаделіна, не враховують важливої природної особливості формування горизонтальної структури деревостанів – утворення і сталого функціонування біогруп дерев [21, 22].

Методиці Шаделіна можна протиставити концепцію доглядових рубань Буссе [3], в якій враховується природний процес групування дерев. Згідно з Буссе, зріджування біогруп спричиняє зменшення продуктивності деревостану. Тому він рекомендує збереження всіх найкращих носіїв приросту незалежно від відстані між ними. Концепцію Буссе підтримували Като і Мульдер [10].

Деякі автори вважають, що природний відпад дерев, що є наслідком міжособової конкуренції, призводить до зміни з віком типу розміщення на рівномірний [8, 14]. В.В. Кузьмичев і О.Р. Секретенко [1], а також Вард Дж. [19] виявили у сосняках поступове збільшення рівномірності розміщення дерев з віком.

Наші результати досліджень горизонтальної структури сосняків не підтверджують переважання групового розміщення у молодих природних деревостанах, на яке вказують дослідження інших авторів [12, 14, 20]. Рівномірний тип розміщення може формуватися внаслідок значної щільності дерев та посиленої конкуренції між ними [11], зокрема в екстремальних умовах середовища, а також під впливом інших факторів, дія яких не залежить від густоти деревостану – пошкодження тваринами, шкідниками і хворобами і т. ін [17]. Деякі автори стверджують, що тип розміщення дерев може бути індикатором природності лісів і в непорушених господарською діяльністю лісах рівномірне розміщення трапляється рідко [13, 18]. Рівномірне розміщення дерев властиве природним чистим одноярусним одновіковим деревостанам, слабо диференційованим за розмірами дерев [2].

Висновки:

- Переважаючим типом розміщення всіх дерев у соснових деревостанах природного походження I і IV класів віку є рівномірне розміщення, а II класу – групове розміщення.
- Для кращих дерев у соснових деревостанах II класу віку характерним є випадковий тип розміщення дерев, а в деревостанах IV класу віку – рівномірний.
- Дерев 3 і 4 біосоціальних класів у сосняках II класу віку розміщені переважно групами.
- Врахування природних процесів формування просторової структури соснових деревостанів у нових лісівничих концепціях може істотно збільшити стабільність і стійкість деревостанів.

Література

1. Кузьмичев В.В. Связь горизонтальной структуры и динамики состава сосново-лиственных культур / В.В. Кузьмичев, О.Р. Секретенко // Лесоведение. – 2001. – № 5. – С. 60-67.
2. Bolibok L. Analiza prawidłowości przestrzennego rozmieszczenia drzew w drzewostanach naturalnych Białowieckiego Parku Narodowego: Praca doktorska / L. Bolibok. – Warszawa, 2001. – 107 s.
3. Busse J. Gruppendurchforstung / J. Busse // Forstliche Wochenschrift Silva. – 1935. – № 19.
4. Clark P.J. Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations / P.J. Clark, F.C. Evans // Ecology. – 1954. – № 35. – P. 445-453.
5. Cox G.W. Nearest-neighbor relationships of overlapping circles and the dispersion pattern of desert shrubs / G.W. Cox // J. Ecol. – 1987. – № 75. – P. 193-199.
6. Dixon Ph. M. Nearest Neighbor Methods. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.stat.iastate.edu/preprint/articles/2001-19.pdf>.
7. Donnelly K.P. Simulations to determine the variance and edge effect of total nearest neighbor distance // Simulation studies in archeology / K.P. Donnelly. – London, 1978. – P. 91-95.
8. Duncan R.P. Competition and the coexistence of species in a mixed podocarp stand / R.P. Duncan // J. Ecol. – 1991. – № 79. – P. 1073-1084.

9. Erfanifard Y. Comparison of Two Distance Methods of Forest Spatial Pattern Analysis (Case Study: Zagros Forests of Iran) / Y. Erfanifard, J. Fegghi, M. Zobeiri, M. Namiranian // J. of Applied Sciences. – 2008. – № 8 (1). – P. 152–157.
10. Kató F. Qualitative Gruppendurchforstung der Buche-Wertentwicklung nach 25 Jahren / F. Kató, D. Mülde // Allg. Forst-u. Jagdztg. – 1992. – H. 11/12.
11. Kershaw K.A. Pattern in vegetation and its casuality / K.A. Kershaw // Ecology. – 1963. – № 2. – P. 377–388.
12. Kint V. Structural development in ageing temperate Scots pine stands / V. Kint // For. Ecol. Manag. – 2005. – № 214. – P. 237–250.
13. Kuuluvainen T. Statistical opportunities for comparing stand structural heterogeneity in managed and primeval forests: an example from boreal spruce forest in southern Finland / T. Kuuluvainen, A. Penttinen, K. Leinonen, M. Nygren // Silva Fennica. – 1996. – № 30 (2-3). – P. 315–328.
14. Moeur M. Characterizing spatial patterns of trees using stem-mapped data / M. Moeur // Forest Science. – 1993. – Vol. 39. – P. 756–775.
15. Ripley B.D. Tests of "randomness" for spatial point patterns / B.D. Ripley // J. Roy. Stat. Soc. – 1979. – Vol. 41. – P. 368–374.
16. Simberloff D. Nearest neighbor assessment of spatial configurations of circles rather than points / D. Simberloff // Ecology. – 1979. – Vol. 60. – P. 679–685.
17. Szwagrzyk J. Spatial patterns of trees in natural forests of East-Central Europe / J. Szwagrzyk, M. Czerwczak // J. Veg. Sci. – 1993. – № 4. – P. 469–476.
18. Tomppo E. Models and methods for analysing spatial pattern of trees / E. Tomppo // Communicationes Instituti Forestalis Fenniae. – Helsinki, 1986. – № 138. – P. 1–64.
19. Ward J.S. Long-term spatial dynamics in old-growth deciduous forest / J.S. Ward, G.R. Parker, F.J. Ferrandino // For. Ecol. Manag. – 1996. – № 83 (3). – P. 189–202.
20. Zajączkowski J. Biogrupy drzew w drzewostanach – możliwość i celowość ich wykorzystania przy prowadzeniu trzebieży / J. Zajączkowski. – Warszawa, 1994. – S. 5–38.
21. Zajączkowski J. Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu / Zajączkowski J. – Warszawa : Świat, 1991. – P. 1–224.
22. Zajączkowski J. Grupowa struktura rozmieszczenia drzew w drzewostanach a metody trzebieży / J. Zajączkowski // Las Polski. – 1995. – № 5. – P. 4–7.

Бойко С.В., Куприна Н.Ф., Тарнопільська О.М., Лукьянец В.А. Особенности горизонтальной структуры естественных сосняков

Проанализирована горизонтальная структура естественных сосновых древостоев разного возраста с помощью индекса Доннелли. Результаты исследований свидетельствуют о преобладании в естественных сосняках I и IV классов возраста равномерного типа размещения всех деревьев, а в двухъярусных древостоях II класса возраста – группового.

Ключевые слова: горизонтальная структура древостоя, тип размещения, индекс Доннелли, естественное возобновление.

Boiko S.V., Kuprina N.P., Tarnopilska O.M., Lukyanets V.A. Specialities of spatial pattern of the natural Scots Pine stands

Spatial pattern has been investigated in the natural Scots Pine stands of different age by Donnelly's index. The dominating distribution pattern of all trees in pine stands of age classes I and IV is regular, while distribution in two-layered stands of age class II is clustered.

Keywords: spatial pattern, type of distribution, Donnelly's index, natural regeneration.

УДК 630.228 Доц. В.М. Куриляк, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

**РІСТ І ПРОДУКТИВНІСТЬ МОДАЛЬНИХ БУКОВИХ
ДЕРЕВОСТАНІВ ПЕРЕДКАРПАТТЯ**

Досліджено особливості росту чистих букових деревостанів Передкарпаття у найпоширеніших типах лісу. Здійснено порівняльний аналіз отриманих результатів із опублікованими нормативами і складено таблицю ходу росту модальних букових деревостанів.

Ключові слова: бук лісовий, модальні деревостани, ріст, таблиці ходу росту.