

20. Сабан Я.О., Фелив А.А. Ход роста карпатских буковых насаждений при применении рубок ухода разной интенсивности // Строение, ход роста и динамика товарной структуры древостоев основных лесообразующих пород по типам леса и с лесоводственным районированием. – Львов, 1977. – С. 64-67.

21. Свалов Н.Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования. – М.: Изд-во "Лесн. пром-сть", 1979. – 216 с.

22. Смаглюк К.К. Буковые леса Северной Буковины и основы хозяйства в них : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук, 1964. – 20 с.

23. Тшук А.О., Грицюк М.С. Особливості росту букових насаджень Поділля // Ліси Хмельниччини та їх народногосподарське значення. – Львів : Вид-во "Каменярь", 1974. – С. 15-23.

24. Bergel D. 1973; Formzahluntersuchungen an Buche, Fichte, europascher Lärche und japanischer Lärche zur Ausstellung neuer Massentafeln. Allg. Forst- u. Jygt. – 144 (5/6). – P. 117-124.

25. Nagel J. 2001: Rjnyptionelle Überlegung zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland / Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und Mitteilungen der Forstlichen Versuchsanstalt. Band 128. – S. 70-105.

26. Pollanschütz J, 1974; Formzahlfunktionen der Hauptbaumarten Österreichs / Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien, Folge 153. – S. 92-94.

27. Pretzsch H. Modellierung des Waldwachstums/ Parey Buchverlag Berlin 2001. – 344 s.

28. Richards, F. J., 1959: A flexible growth function for empirical use J. Exp. Bot. 10. – S. 290-300.

29. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей : пер. с нем. / Ахим Бююль, Петер Цёфель. – СПб. : ООО "ДиаСофтЮП", 2002. – 608 с.

УДК 630*12:582.475

Доц. Р.Т. Гут, канд. біол. наук;

доц. М.М. Король, канд. с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ОСНОВНИХ МОРФОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ РІЗНИХ ЦЕНОПОПУЛЯЦІЙ

Будова та форма крони відіграє істотну роль у житті дерева. За її ознаками можна оцінити ріст і стабільність дерева, об'єм стовбурної маси та нагромадження фітотмаси. У представленій роботі опрацьовано модель крони для соснових деревостанів Розточчя і Малого Полісся. Дослідження базуються на матеріалах 97 модельних дерев різних селекційних категорій. Модель крони розраховано за допомогою нелінійних рівнянь, де оцінюють її протяжність, діаметр, а також бічну поверхню та об'єм.

Ключові слова: сосна звичайна, модель крони, відсоток крони, діаметр крони, протяжність крони, бічна поверхня крони.

Assoc. prof. R.T. Gout; assoc. prof. M.M. Korol – NUFWT of Ukraine, L'viv

Correlation of the basic morphometric indexes of the Scots pine trees of Different cenopopulations

A structure and form of Crown plays a substantial role in life of tree, after its signs it is possible to estimate growth and stability of tree, volume of barrel mass, piling up of phytomass. In the presented work the model of crown is worked out for Scots pine plantations in the area of Roztochya and Small Polissya. Researches are based on materials 97 model trees which are up-diffused on plus, normal and negative trees. The model of crown is expected by nonlinear equalizations, its slowness, diameter, and also lateral surface and volume, is here estimated.

Keywords: Scots pine, model of crown, percent of crown, diameter of crown, slowness of crown, lateral surface of crown.

Деревна крона є носієм асиміляційних органів і виконує різні функції, які забезпечують життєдіяльність рослини: утворення й відкладання пластичних речовин, самовідтворення, газообміну з атмосферою, очищення повітря від пороку та шкідливих газів [5]. Важливим процесом є асиміляція CO_2 і респірація, де через окислення вуглеводів стає вільнодоступною енергія, що залежить від деревної породи і величини крони.

Для оцінки життєвого стану деревних рослин, насамперед, використовують характеристики крони і асиміляційного апарату, такі як розмір і форма крони, кількість і локалізація сухих пагонів, щільність крони, довжина і кут нахилу пагонів, забарвлення листя та хвої [2, 5, 7].

У літературі не існує єдиної думки про причини утворення тієї чи іншої форми крони [2, 4, 5]. Розмір і форми крон деревних порід є різноманітними і визначаються по-різному: за генетичними задатками, віком, просторовим розміщенням, за екологічними чинниками та іншими впливами [5]. Г.Г. Самойлович [6] дав детальну класифікацію форм поперечних та поздовжніх перетинів крон. Він виділив вісім класів вертикальної та чотири класи форм горизонтальної проекцій крон для основних лісотвірних порід.

Методика дослідження. Для дослідження форми та параметрів крони, взаємозв'язку між основними показниками використано матеріали трьох пробних площ. На останніх детально обміряно морфометричні показники 97 дерев різних селекційних категорій. Отримані дані обробляли на ПЕОМ за допомогою програми "Microsoft Excel-2003" та "STATISTIKA".

Результати досліджень. Соснові ліси Малого Полісся і Розточчя ростуть на абсолютних висотах у межах 300–450 м н.р.м. Вони переважно формуються у типі лісорослинних умов C_{2-3} . Важливим питанням для формування деревостану є динаміка лісівничо-таксаційних показників та взаємозв'язок між ними. Особливу увагу приділяють вивченню крони дерев, її габітусу та стану.

Розвиток крони, зміна її параметрів у насадженні, залежність форми від лісівничих заходів, густота, киснетвірна продуктивність – це ті комплексні ознаки, які необхідно вивчати в їх взаємодії.

Досліджуючи дерева різних селекційних категорій та встановлюючи взаємозв'язки між різними біометричними показниками, ми особливу увагу приділяли вивченню особливостей формування крони. Для прикладу, можна розглянути сосну звичайну бузької ценопопуляції та взаємозв'язок між такими показниками як висота і діаметр дерева, співвідношення висоти до діаметра, діаметр крони, протяжність крони, відсоток крони й т.д. Взаємодію цих показників наведено на рис. 1.

Як видно із рис. 1, діаметр крони дерева пропорційно залежить від діаметра дерева, відсоток протяжності крони відповідно співвідноситься до коефіцієнта співвідношення висоти до діаметра дерева. У плюсових дерев сосни діаметр крони виявився найбільшим серед дерев різних селекційних категорій. Аналогічна закономірність спостерігається для протяжності крони. Найповнішу інформацію про тісноту та форму зв'язку між біометричними показниками дерев наведено у таблиці.

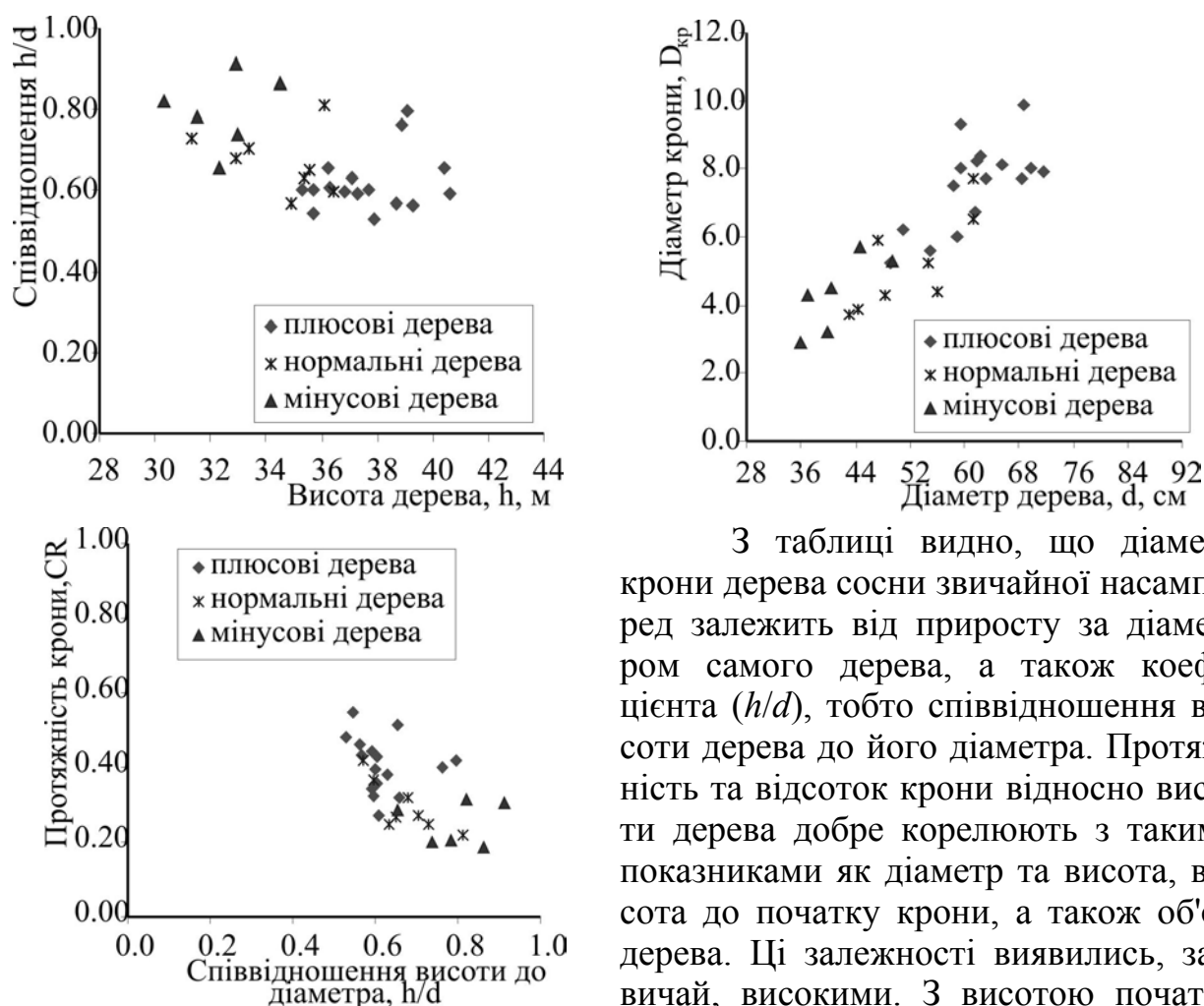


Рис. 1. Зв'язок між біометричними показниками дерев

З таблиці видно, що діаметр крони дерева сосни звичайної насамперед залежить від приросту за діаметром самого дерева, а також коефіцієнта (h/d), тобто співвідношення висоти дерева до його діаметра. Протяжність та відсоток крони відносно висоти дерева добре корелюють з такими показниками як діаметр та висота, висота до початку крони, а також об'єм дерева. Ці залежності виявились, зазвичай, високими. З висотою початку крони спостерігається тісний обернений зв'язок.

Табл. Кореляційна матриця між основними показниками досліджуваних дерев сосни звичайної

Показники	Вік дерева, A, роки	Середній діаметр дерева, D, см	Середній приріст за діаметром, Z _D , см/рік	Середня висота дерева H, м	Середній приріст за висотою, Z _H , м/рік	Співвідношення середньої висоти дерева до середнього діаметра, h/d	Об'єм дерева, V, м ³	Протяжність крони, L _{кр} , м	Висота прикріплення крони, H _{кр} , м	Відсоток крони, CR	Діаметр крони дерева, D _{кр} , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Вік дерева, A, роки	1,00	0,47	-0,21	0,61	-0,47	-0,13	0,53	0,37	0,34	0,16	-0,06
Середній діаметр дерева, D, см	0,47	1,00	0,76	0,75	0,29	-0,80	0,98	0,62	0,24	0,41	0,66
Середній приріст за діаметром, Z _D , см/рік	-0,21	0,76	1,00	0,36	0,65	-0,81	0,67	0,39	0,02	0,31	0,77
Середня висота дерева H, м	0,61	0,75	0,36	1,00	0,40	-0,22	0,83	0,60	0,55	0,27	0,32
Середній приріст за висотою, Z _H , м/рік	-0,47	0,29	0,65	0,40	1,00	-0,11	0,30	0,22	0,24	0,09	0,42

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Співвідношення середньої висоти дерева до середнього діаметра, h/d	-0,13	-0,80	-0,81	-0,22	-0,11	1,00	-0,67	-0,36	0,12	-0,34	-0,69
Об'єм дерева, V , м ³	0,53	0,98	0,67	0,83	0,30	-0,67	1,00	0,65	0,29	0,42	0,61
Протяжність крони, $L_{кр}$, м	0,37	0,62	0,39	0,60	0,22	-0,36	0,65	1,00	-0,34	0,93	0,39
Висота прикріплення крони, $H_{кр}$, м	0,34	0,24	0,02	0,55	0,24	0,12	0,29	-0,34	1,00	-0,65	-0,03
Відсоток крони, CR	0,16	0,41	0,31	0,27	0,09	-0,34	0,42	0,93	-0,65	1,00	0,34
Діаметр крони дерева, $D_{кр}$, м	-0,06	0,66	0,77	0,32	0,42	-0,69	0,61	0,39	-0,03	0,34	1,00

Проблема вивчення особливостей розвитку крони, її параметрів залежно від впливу різних чинників є досить актуальною. Важливе значення при цьому надають математичним моделям, за допомогою яких можна описати основні показники крони (діаметр або радіус, відсоток протяжності до висоти дерева, висота початку крони, об'єм) [1, 8-10].

Внаслідок дослідження соснових насаджень та аналізу взаємозв'язку основних біометричних показників дерев встановлено такі залежності:

- для діаметра крони:

$$d_{кр} = e^{\left(a_1 \cdot Z_d + a_2 \cdot d_{1,3} + a_3 \cdot h + \left(\frac{h}{d_{1,3}} \right)^{a_4} \right)}, \quad (1)$$

- для висоти до початку крони:

$$h_{кр} = h \cdot \left(1 - e^{-\left(a_1 \cdot A + a_2 \cdot d_{1,3} + a_3 \cdot Z_d + a_4 \cdot \frac{h}{d_{1,3}} \right)} \right), \quad (2)$$

- для частки протяжності крони відносно висоти дерева:

$$CR = \frac{1}{1 + e^{\frac{a_1 \cdot d_{1,3} + a_2 \cdot Z_h + a_3 \cdot h + a_4 \cdot \frac{h}{d_{1,3}}}{d_{1,3}}}}, \quad (3)$$

де: $d_{кр}$ – діаметр крони, м; Z_d – середній приріст за діаметром, см/рік; $d_{1,3}$ – діаметр дерева на висоті грудей, см; h – висота дерева, м; $h_{кр}$ – висота, на якій починається крона, м; A – вік дерева, роки; z_d – середній приріст за діаметром, см/рік; $d_{1,3}$ – діаметр дерева на висоті грудей, см; h – висота дерева, м; CR – частка протяжності крони, $d_{1,3}$ – діаметр дерева на висоті грудей, см; z_h – середній приріст за висотою, м/рік; h – висота дерева, м.

Для повнішого аналізу моделей визначали ще додаткові статистичні критерії між замірними і модельними значеннями, а саме:

- сума відхилень між фактичними і модельними значеннями, яка має прямувати до 0;
- коефіцієнт детермінації (R^2) лінійного зв'язку між фактичними і модельними значеннями, де значення вільного коефіцієнта має прямувати до 0 ($\alpha=0$), а коефіцієнт нахилу відповідно до 1 ($\beta=1$);
- адекватність моделі (θ), що описує наскільки модель несе кращу інформацію за середнє значення і розраховується за наступною формулою [3]:

$$\theta = 1 - \frac{\sum (y - \tilde{Y})^2}{\sum (y - \bar{Y})^2}, \quad (4)$$

де: θ – адекватність моделі; y – фактичні значення величини; $\tilde{Y}$ – модельні значення величини; $\bar{Y}$ – середнє значення величини.

Адекватність моделі може набувати значень від $-\infty$ до 1. Якщо значення 1, то це означає, що модель точно описує задану закономірність між фактичними і модальними значеннями,

якщо 0, то модель не є краща, за середнє значення величини, і за негативного значення модель набагато гірша, за середнє значення та містить систематичну помилку.

Визначення киснетвірної продуктивності крони залежить від її об'єму. Об'єм та бічна поверхня крони розраховується на підставі таких показників як деревна порода, діаметр або радіус крони та її протяжність, а також ознак насадження чи деревостану.

Аналізуючи досліджувані моделі, необхідно вказати на значний зв'язок діаметра крони з діаметром та висотою дерева. Модель, яку запропоновано для розрахунку діаметра крони (рівняння 1), адекватно описує закономірність ($Q=0.68$, рис. 2). Вона має три змінних: діаметр дерева на висоті 1,3 м ($d_{1.3}$), висота дерева (h) і середній приріст за діаметром (z_d).

Наступні моделі (рівняння 2 і 3) дають змогу розрахувати довжину крони. У першому випадку довжина крони дерева дорівнюватиме різниці між висотою дерева (h) та висотою до початку крони ($h_{кр}$), у другому випадку, відповідно, добутку частки крони (CR) на висоту дерева (h). Запропоновані моделі (рівняння 2 і 3), адекватно описують цю закономірність (рис. 2). Залежно від того, які показники заміряно, слід і вибирати ту чи іншу модель

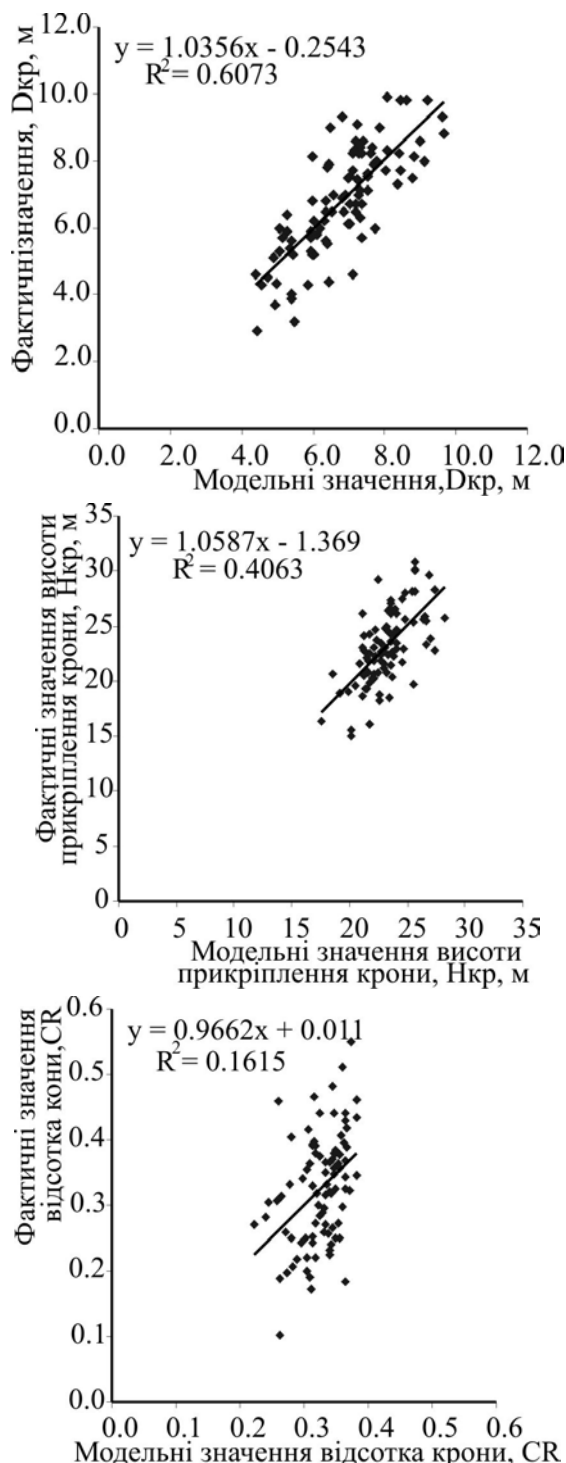


Рис. 2. Оцінка запропонованих моделей для сосни звичайної (розрахунок частки крони, діаметра крони, висоти прикріплення крони)

для сосни звичайної. Розрахунок об'єму та бічної поверхні крони сосни звичайної здійснюють на підставі функції, яку запропонував Г. Преч [11].

Формування крони дерева залежить як від абіотичних, так і біотичних чинників. Розрахунок параметрів крони, а саме діаметра та протяжності, дає як кількісну так і якісну характеристику дерева. Для багаторічного планування лісогосподарських заходів, залежно від функції, яку виконує насадження чи деревостан, слід брати до уваги динаміку та стан деревної крони. Як показали дослідження, відсоток та діаметр крони більші у плюсових та нормальних дерев і власне на ці дерева необхідно звертати увагу.

Література

1. Клаус фон Гадов, Горошко М.П., Король М.М. Моделирование параметров крони деревьев в Украинских Карпатах // Научный вестник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. работ. – Львів : РВВ УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.3. – С. 264-272.
2. Лузганов А.Г., Солодко А.С. Форма кроны и рассеянный свет // Лесной журнал. – 1968. – № 6. – С. 29-33.
3. Мажула О.С. Будова крони сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.): спадкова чи екологічно обумовлена ознака? // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2005. – Вип. 108. – С. 147-151.
4. Ненюхин В.Н. Изменчивость размеров кроны сосны обыкновенной у насаждениях разного возраста // Селекционные основы повышения продуктивности лесов. – Воронеж, 1979. – С. 19-23.
5. Ромедер Э., Шенбах Г. Генетика и селекция лесных пород. – М. : Изд-во "Сельхозиздат", 1962. – 268 с.
6. Самойлович Г.Г. Таксация полог насаждений. – Л. : Изд-во ЛТА, 1986. – С. 47-100.
7. Żybura H. Długość koron w drzewostanach sosnowych // Sylwan. – 1977. – Nr. 1. – S. 13-20.
8. Loague K., Green R.E. Statistical and graphical methods for evaluating solute transport models: overview and application // J. Contam. Hydrol. – 1991. – 7. – P. 51-73.
9. Sterba H. Prognaus – ein abstandsunabhängiger wachstumssimulator für gleichaltrige mischbestände. Deutscher verband forstlicher forschungsanstalten- Sektion Ertragskunde, 29-31. Mai 1995 Joachimsthal, 1995. – S. 173-183.
10. Sterba H., Korol M., Rössler G. Ein ansatz evaluierung eines einzelbaumwachstumssimulators für fichtenreinbestände // Forstwissen-Schaftliches Centralblatt. – Berlin: Blackwell Verlag, 2001. – N 120 (6). – S. 175-182.
11. Pretzsch H. 2001: Modellierung des waldwachstums. – Parey Buchverlag Berlin. – 341 s.

УДК 57.087.1(075.8)

Доц. П.Г. Хомюк, канд. с.-г. наук –
НЛТУ України, м. Львів

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ДВОВИМІРНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ТИПІВ ЛІСОРОСЛИННИХ УМОВ

Описано можливості застосування кластерного і факторного аналізів для класифікації типів лісорослинних умов.

Ключові слова: кластерний аналіз, факторний аналіз, тип лісорослинних умов, евклідова відстань.

Assoc. prof. P.G. Khomyuk – NUFWT of Ukraine, L'viv

Possibilities of application of methods of two-dimension analysis for classification of forest site types

The possibilities of application of cluster and factor analyses are described for classification of forest site types.