

## ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ФІТОМАСИ КРОНИ ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ПІВНІЧНОСТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

**ЛОВИНСЬКА В.М.** – доктор сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7359-9443>

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**СИТНИК С.А.** – доктор сільськогосподарських наук, доцент

<https://orcid.org/0000-0002-7646-6347>

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**ГРИЦАН Ю.І.** – доктор біологічних наук, професор

<https://orcid.org/0000-0002-7443-0930>

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**РОССИХІНА-ГАЛИЧА Г.С.** – молодший науковий співробітник

<https://orcid.org/0000-0002-5469-0014>

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**МАМРАК О.О.** – здобувач вищої освіти

<https://orcid.org/0000-0003-3561-8698>

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**ПІСКОХА В.М.** – здобувач вищої освіти

<https://orcid.org/0000-0002-8587-9522>

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

### Постановка проблеми.

Процес вирощування і використання біомаси для виробництва енергії має величезний потенціал, головний сенс якого полягає у тому, що як джерело енергії біомаса здатна обмежувати використання викопного палива. Нині саме стало використання біомаси лісів як основного відновлювального енергоресурсу є центральним завданням для багатьох європейських країн, зокрема Норвегії, Швеції, Фінляндії, Данії та інших [1].

В якості промислової сировини і джерела енергії традиційно використовується стовбур дерева. Однак зі зростанням попиту на паливо все більш поширеним стає використання біомаси інших компонентів надземної фітомаси дерев, зокрема, гілок [2]. Оцінка біопродуктивності лісів тісно пов'язана з еколого-фізіологічними моделями, заснованими на концепції розподілу асимілятів між частинами дерева під час його росту [3].

Вирішальну роль під час оцінювання гілок як додаткового джерела сировини відіграють якісні показники крони. Адже встановлення ефективності функціонування деревних насаджень із відповідним розробленням інформаційного забезпечення для визначення компонентів крони надземної фітомаси не є можливим за відсутності якісних показників щільності гілок, що характеризують фізико-механічні якості дерев у деревостанах [4].

Сосна звичайна належить до порід, у котрих протягом перших двох десятиріч формується густа крона, у цей період у зімкнених насадженнях під намет проникає мало світла і тепла. У таких насадженнях нагромаджується велика кількість органічного опаду і відсутній самосів, підріст деревних рослин і трав'яниста рослинність. Починаючи із третього десятиліття, крона сосни поступово зріджується і з цього періоду екологічна роль її залежить від повноти насаджень і зімкнутості [5].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Продуктивність соснових деревостанів відзначається високою варіабельністю і може бути різною навіть за умови їхнього зростання в однакових лісових рослинних умовах. Параметричне оцінювання структури насаджень сосни і компонентів надземної фітомаси дерев, зокрема компонентів крони, більш ніж чверть століття здійснюється професором П. І. Лакидою і послідовниками його наукової школи [6; 7].

Наукові роботи, присвячені якісним характеристикам компонентів крони дерев сосни звичайної в умовах Байрачного Степу України, фактично відсутні, хоча існують публікації про особливості створення лісонасаджень в умовах Степу та їхнє функціонування за участю швидкорослих деревних порід із широкою амплітудою щодо дії лімітуючих екологічних чинників [8].

**Мета.** Визначення щільності деревини і кори гілок крони дерев сосни звичайної в умовах Північного Степу із перспективою подальшого розроблення нормативного забезпечення для розрахунку фітомаси крони сосняків досліджуваного регіону.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження показників параметрів крони модельних дерев сосни звичайної здійснювалося на тимчасових пробних площах (ТПП) у кількості 25 штук у межах Північного Степу України. Опис закладання ТПП та оцінювання таксаційних характеристик дерев сосни у межах дослідних ділянок детально описано в роботі [6].

Для визначення природної і базисної щільності деревини та кори гілок на закладених ТПП відібрано і зрубано 25 модельних дерев (МД). Відбір МД здійснено відповідно до вимог методу пропорційно-ступінчастого представництва. У різних частинах крони (верхній, середній та нижній) МД проведено відбір дослідних зрізків деревини та кори гілок товщиною 2–3 см. Оскільки діаметр зрізів модельних гілок дерева був незначним (< 5 см),

їхнє вимірювання визначали у 4-х точках периметру за двома взаємно перпендикулярними напрямками. Визначення якісних показників щільності деревини та кори гілок здійснено із використанням методики проф. П. І. Лакиди та пакету прикладного програмного забезпечення ZRIZ і PLOT [6].

**Результати досліджень.** За результатами дослідження, середня частка гілок крони від усїєї надземної фітомаси деревостану становить 6,34 %.

Середні значення як природної, так і базисної щільності деревини гілок є вищими за показники щільності кори на 14,5 і 25 % відповідно (табл. 1).

За порівняння середньої щільності гілок із даними П.І. Лакиди, О. М. Мельника для зони Полісся та Лісостепу України [6; 7] виявлено доволі значну розбіжність переважно для показників природної щільності (табл. 2). Природна щільність для всіх компонентів фітомаси крони сосни звичайної за результатами досліджень є значно нижчою, ніж ті ж самі показники для умов Полісся та Лісостепу. Водночас показник базисної щільності деревини гілок є вищим за базисну щільність, отриману П.І. Лакидою [6], тоді як порівняно із Волинською областю розрахована величина є значно нижчою [7]. Головною причиною такої невідповідності отриманих результатів є різні умови місцезростання досліджуваних деревостанів.

У табл. 3 представлені основні статистики таксаційних показників дерев і показники базисної щільності деревини, кори і деревини у корі гілок сосни.

Розподіл майже всіх якісних показників щільності гілок дерева відповідає вимогам нормального, оскільки отримані значення є нижчими за теоретичні ( $A \leq 0,723$ ;  $E \leq 0,843$ ). Винятком стали показники асиметрії та ексцесу для базисної щільності кори гілок, де відзначаються суттєві перевищення цих параметрів порівняно із критичними. Показники природної щільності гілок характеризуються від'ємними значеннями асиметрії, що свідчить про зсув кривої розподілу ліворуч. У свою чергу, базисна щільність для будь-якого дослідженого компоненту фітомаси гілок має додатні значення асиметрії, але від'ємні значення (крім щільності кори) ексцесу, що свідчить про плоску верхинність розподілу кривої.

Надалі нами проведено кореляційний аналіз тісноти зв'язків якісних компонентів фітомаси крони із таксаційними ознаками дерев (віком, діаметром та висотою дерева) (табл. 4).

За даними табл. 4, якісні показники компонентів крони мають слабкий обернений кореляційний зв'язок із усіма таксаційними характеристиками дерев. Зі збільшенням віку, діаметра та висоти дерев відбувається зменшення щільності компонентів фітомаси гілок. Слід зазначити, що сильніший зв'язок із досліджуваних ком-

Таблиця 1

**Середня щільність компонентів фітомаси гілок сосни звичайної**

Вид	Щільність, кг·(м <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>		
	деревина	Кора	деревина у корі
Природна	850±23,8	727±30,9	828±21,7
Базисна	436±12,4	338±19,2	415±10,4

Таблиця 2

**Порівняльний аналіз середньої щільності гілок сосни звичайної**

Щільність, кг·(м <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>	Компонент гілок	Регіон досліджень				
		Байрачний Степ	Полісся і Лісостеп (П.І. Лакида)	Відхилення від Байрачного Степу, %	Полісся (П.І. Лакида, О.М. Мельник)	Відхилення від Байрачного Степу, %
природна	деревина	850	931	9,5	-	-
	кора	727	993	36,6	-	-
	деревина у корі	828	938	13,3	-	-
базис-на	деревина	436	396	-9,2	584	33,9
	кора	338	344	1,8	353	4,4

Таблиця 3

**Основні статистики природної і базисної щільності деревини та кори гілок**

Щільність, кг·(м <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>		Значення		Статистики			
		min	max	Х	Σ	A	E
природна	деревина	621	1047	850	106,39	-0,498	0,450
	кора	401	956	727	138,6	-0,428	0,286
	деревина у корі	628	998	827	96,97	-0,499	0,277
базисна	деревина	351	551	436	55,38	0,425	-0,441
	кора	237	553	338	67,89	1,479	4,590
	деревина у корі	333	500	416	46,69	0,261	-0,287

## Коефіцієнти кореляції щільності компонентів фітомаси стовбура соснових деревостанів із їхніми таксаційними показниками

Таксаційні показники	Щільність, кг·(м <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup>					
	Природна			Базисна		
	деревина	кора	деревина у корі	деревина	кора	деревина у корі
Вік, років	-0,27	-0,21	-0,22	-0,09	-0,33	-0,06
Діаметр, см	-0,34	-0,16	-0,29	-0,09	-0,13	-0,02
Висота, м	-0,18	-0,13	-0,13	-0,16	-0,27	-0,15

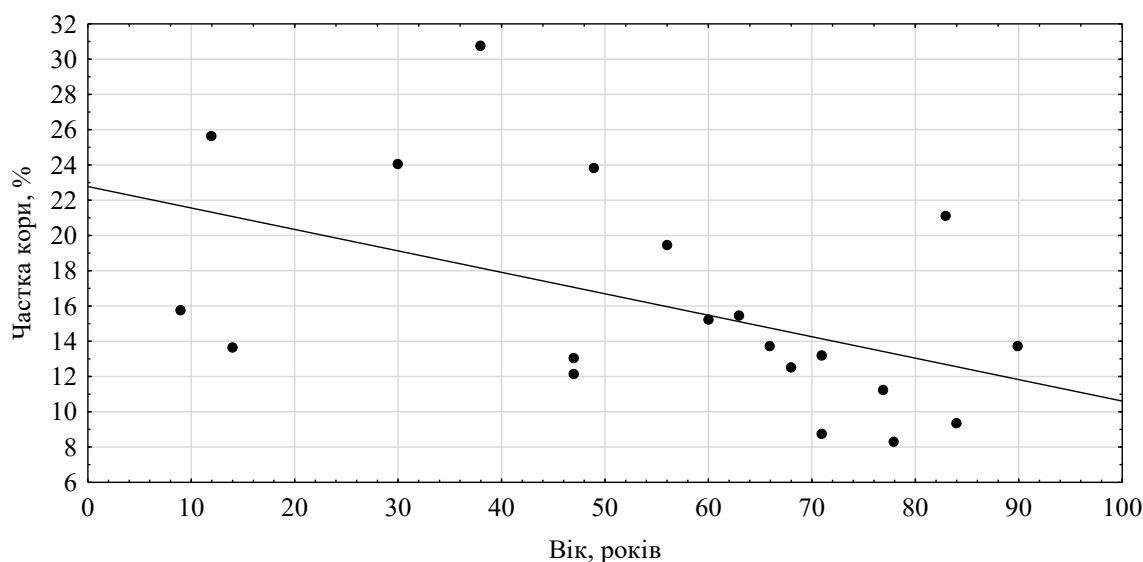


Рис. 1. Динаміка частки кори гілок сосни звичайної за об'ємом

понентів простежується для природної щільності деревини, особливо за діаметром дерева ( $r=-0,34$ ).

Тенденція до зниження величини щільності кори гілок особливо виражена як зі зростанням віку, так і під час збільшення діаметра і висоти дерева. На відміну від природної, базисна щільність кори залежить насамперед від віку дерева. Саме вік стає для цього параметру визначальним, що узгоджується із висновками О.І. Полубояринова [9]. Унаслідок динамічних змін конуса приросту гілки під час ростових процесів відбуваються зміни співвідношення деревини і кори, обумовлені різними фізіологічними потребами.

Частка кори на гілках зазвичай знижується з віком унаслідок збільшення ажурності крони дерев більш старшого віку та переважання товстих гілок [6]. Нисхідний характер зміни частки кори гілок сосни звичайної за об'ємом залежно від віку демонструє рис. 1.

За даними рис. 1, зменшення величини частки кори є досить стрімким: якщо у молодняках вона становить близько чверті відсотків від усього об'єму свіжозрубаних гілок, то після досягнення 70-річного віку – менше 10,0 %.

**Висновки.**

1. Середня природна щільність деревини гілок становить 850 кг·(м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>, кори гілок – 727 кг·(м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>; середня базисна щільність деревини та кори гілок дорівнюють відповідно 436 кг·(м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup> і 338 кг·(м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>.

2. Зафіксована загальна тенденція до зниження значень як природної, так і базисної щільності деревини та кори гілок дерев зі збільшенням віку, діаметру та висоти дерева.

3. Порівняння показника середньої щільності гілок із таким показником, отриманим для інших природних зон України, виявило значну розбіжність переважно за показником природної щільності.

4. Із віком рослин для дерев сосни звичайної спостерігається нисхідний характер зміни частки кори гілок сосни звичайної за об'ємом.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Dibdiakova J., Vadla K. Basic density and moisture content of coniferous branches and wood in Northern Norway. *EPJ Web of Conferences*. 2012. № 33. 02005. DOI:10.1051/epjconf/20123302005.
2. Skovsgaard J. P., Bald C., Nord-Larsen T. Functions for biomass and basic density of stem crown and root system of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Denmark. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2011. № 26. P. 3–20. DOI: 10.1080/02827581.2011.564381.
3. Davidson R. L. Effect of root/leaf temperature differentials on root/shoot ratios in some pasture grasses and clover. *Ann. Bot.* 1969. № 33(131). P. 561–569.
4. Рябоконт А. П., Литаш Н. П. Физико-механические свойства древесины в культурах разной густоты. *Лесоведение*. 1981. № 11. С. 39–42.

5. Гордієнко, М. І., Гордієнко, Н. М. (2005). Лісівничі властивості деревних рослин. Київ: ТОВ «Вістка». 816 с.
6. Лакида П. І. *Фітомаса лісів України*: монографія. Тернопіль: Збруч, 2002. 256 с.
7. Лакида П. І., Мельник О. М. Якісні показники компонентів фітомаси стовбура та крони дерев основних лісоутворювальних порід Національного природного парку «Прип'ять-Стохід». *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2015. Вип. 126. С. 60-65.
8. Бельгард А.Л. *Степное лесоведение*. Москва: Лесная промышленность, 1971. 336 с.
9. Полубояринов О. И. *Плотность древесины*. Москва: Лесная промышленность, 1976. 160 с.

**REFERENCES:**

1. Dibdiakova, J. & Vadla, K. (2012). Basic density and moisture content of coniferous branches and wood in Northern Norway. *EPJ Web of Conferences*. 33. 02005. DOI:10.1051/epjconf/20123302005.
2. Skovsgaard, J.P., Bald, C., Nord-Larsen, T. (2011). Functions for biomass and basic density of stem crown and root system of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Denmark. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26, 3-20. DOI: 10.1080/02827581.2011.564381.
3. Davidson, R. L. (1969). Effect of root/leaf temperature differentials on root/shoot ratios in some pasture grasses and clover. *Ann. Bot.*, 33(131), 561–569.
4. Ryabokon, A. P., Litash, N. P. (1981). Fiziko-mekhanicheskie svoystva drevesiny v kul'turah raznoj gustoty. *Lesovedenie*, 11. [Physico-mechanical properties of wood in crops of different densities]. S. 39–42 [in Russian].
5. Gordiyenko, M. I., Gordiyenko, N. M. (2005). Lisivnychi vlastyvoli derevnykh roslyn. Kyiv: TOV "Vistka". [Forestry properties of woody plants]. 816 s. [in Ukrainian].
6. Lakyda, P. I. (2002). Fitomasa lisiv Ukrayiny: monografiya. Ternopil: Zbruch [Forest phytomass of Ukraine]. 256 s. [in Ukrainian].
7. Lakyda, P. I., Mel'nyk O. M. (2015). Yakisni pokaznyky komponentiv fitomasy stovbura ta krony derev osnovnykh lisoutvoryval'nykh porid Nacional'nogo pryrodnogo parku "Prypyat'-Stokhid". *Lisivnyctvo i agrolisomeliioraciya*, 126. [Qualitative characteristics of trunk phytomass and crown components of forest forming species of national park "Prypiat-Stokhid"]. S. 60–65 [in Ukrainian].
8. Bel'gard, A. L. (1971). Stepnoe lesovedenie. Moskva: Lesnaya promyshlennost' [Steppe forestry]. 336 s. [in Russian].
9. Poluboyarinov, O. I. (1976). Plotnost' drevesiny. Moskva: Lesnaya promyshlennost'. [Wood density]. 160 s. [in Russian].

**Ловинська В.М., Ситник С.А., Грицан Ю.І., Россихіна-Галича Г.С., Мамрак О.О., Піскоха В.М. Якісні показники фітомаси крони дерев сосни звичайної Північностепової зони України**

**Мета.** Визначення щільності деревини та кори гілок крони дерев сосни звичайної в умовах Північного Степу із перспективою подальшого розроблення нормативного забезпечення визначення фітомаси крони сосняків досліджуваного регіону.

**Методи.** Задля визначення природної і базисної щільності деревини та кори гілок закладено тимчасові пробні площі у кількості 25 штук, де для встановлення зазначених параметрів зрубано 25 модельних дерев. Дослідні зрізи деревини та кори проведено на трьох модельних гілках із різних частин крони. Вимірювання зрізів модельних гілок здійснено у 4-х точках периметру за двома взаємно перпендикулярними напрямками. Якісні показники щільності деревини та кори гілок ми визначали із використанням методики проф. П. І. Лакиди та із залученням пакету прикладного програмного забезпечення ZRIZ і PLOT.

**Результати.** За результатами дослідження встановлено, що розраховані середні значення природної і базисної щільності деревини гілок є вищими за показники щільності кори. Порівняння показника середньої щільності гілок із тим самим показником в інших природних зонах України (Полісся та Лісостепу) виявило більш істотну розбіжність за показником природної щільності порівняно із базисною.

Наведено основні статистики таксаційних показників дерев та показники базисної щільності компонентів гілок сосни. Крім того, представлено результати кореляційного аналізу тісноти зв'язків якісних компонентів фітомаси крони з основними таксаційними показниками дерев, тобто віком, діаметром та висотою дерева. Визначено, що показники щільності компонентів крони мають слабкий обернений кореляційний зв'язок із усіма таксаційними характеристиками дерев. Установлено, що на відміну від природної базисна щільність кори залежить насамперед від віку дерева.

**Висновки.** За результатами дослідження якісних показників компонентів крони дерев сосни звичайної, середня природна щільність деревини гілок становить  $850 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ , кори гілок –  $727 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ ; середня базисна щільність деревини та кори гілок дорівнюють відповідно  $436 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$  й  $338 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ . Зі збільшенням віку, діаметра та висоти дерев спостерігається зниження значень як природної, так і базисної щільності компонентів фітомаси крони. Частка кори гілок сосни звичайної зменшується із віком.

**Ключові слова:** природна щільність, базисна щільність, тимчасові пробні площі, деревина гілок, кора гілок

**Lovynska V.M., Sytnyk S.A., Grytsan Yu.I., Rossikhina-Galycha H.S., Mamrak O.O., Piskokha V.M. Qualitative indicators of phytomass of the crown of pine trees of the Northern Steppe of Ukraine**

**Purpose.** Determine the branches wood and bark density of the Scots pine trees of crown in the Northern Steppe with the prospect of further development of regulatory support for determining the phytomass of pine crowns of the studied region.

**Methods.** To determine the natural and basic density of wood and bark of branches, 25 temporary sample plots were laid. Within temporary sample plots 25 model trees were cut down to establish density parameters. Wood and bark cuts were performed on three model branches from different parts of the crown. Measurements of sections of model branches were carried out at four points of the perimeter in two mutually perpendicular directions. Qualitative indicators of density of wood and bark of branches were determined using the method of Pr. Lakyda P. I., with the involvement of the application software package ZRIZ and PLOT.

Results. Studies have shown that the calculated average values of natural and basic density of wood branches are higher than the density of bark. Comparison of the average density of branches with data for other natural areas of Ukraine as Polissya and Forest-Steppe revealed a more significant difference between the indicators of natural density compared to the basic. The main statistics of biometric indicators of trees and data of basic density of components of pine branches are given. The results also present a correlation analysis of the closeness of the relationships of qualitative components of the crown phytomass with the main biometric indicators of trees, ie age, diameter and height of tree. It is determined that the density of the components of the crown has a weak

inverse correlation with all the biometric indexes of trees. It is established that in contrast to the natural, the basic density of the bark depends primarily on the age of the tree.

Findings. According to the results of research on the quality of the crown components of Scots pine trees, the average natural density of wood of branches is  $850 \text{ kg} \cdot (\text{m}^3)^{-1}$ , bark of branches  $727 \text{ kg} \cdot (\text{m}^3)^{-1}$ ; the average basic density of wood and bark is  $436 \text{ kg} \cdot (\text{m}^3)^{-1}$  and  $338 \text{ kg} \cdot (\text{m}^3)^{-1}$  respectively. With increasing age, diameter and height of trees, there is a decrease in the values of both natural and basic density of the crown components of the phytomass. The part of bark of pine branches decreases with age.

**Key words:** natural density, basic density, temporary sample plots, wood of branches, bark of branches.