

МАТЕМАТИКО-СТАТИСТИЧНА ОЦІНКА ФІТОМАСИ КРОНИ ДЕРЕВ ДУБА ЗВИЧАЙНОГО У ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГАХ

Наведено лісівничо-таксаційну та біометричну характеристики дослідного матеріалу з визначення фітомаси дерев дуба звичайного у полезахисних лісових смугах. Здійснено порівняння статистичних характеристик показників фракцій фітомаси крони дерев дуба звичайного, отриманих за різними методичними підходами.

Ключові слова: полезахисна лісова смуга, крона, фракція фітомаси, коефіцієнт кореляції, деревна зелень, модельне дерево, модельна гілка, статистичні показники.

На сьогодні в Україні наявна проблема комплексної інвентаризації і безперервного впорядкування полезахисних лісових смуг. У сучасних екологічних та економічних потреб людства повне впорядкування лісових об'єктів не можливе без надання інформації про їхню біологічну продуктивність, вплив на вуглецевий баланс атмосфери та енергетичну цінність. Дослідження ж фітомаси лісових фітоценозів відіграє ключову роль у вирішенні зазначених проблем.

Мета дослідження – проаналізувати використання різних методичних підходів, які застосовуються під час досліджень фракцій фітомаси крони дерев дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у полезахисних лісових смугах.

Методика та матеріали досліджень. Збір польового матеріалу для визначення надземної фітомаси полезахисних лісових смуг дуба звичайного базується на загальноприйнятих методиках Н.П. Анучина, А.А. Строчинського, П.І. Лакиди, О.І. Пилипенка, В.Ю. Юхновського та ін. [1, 3, 4, 6, 8].

Відбір зразків фітомаси крони дерев дуба звичайного здійснювали на тимчасових пробних площах, які було закладено у полезахисних лісових смугах. Особливість закладання пробних площ полягає у тому, що перелік дерев за діаметром здійснювали окремо у крайніх (узлісних) і центральних рядах, з огляду на значні відмінності у будові крони ростучих там дерев. Захисну висоту вимірювали за допомогою фотознімків повздовжнього вертикального профілю та уточнювали за методикою В.Ю. Юхновського [8].

Конструкцію лісової смуги визначали за ажурністю поздовжнього вертикального профілю між стовбурами (до середньої висоти прикріплення гілок) і у кронах. Ажурність визначали окомірно з віддалі 50 м від насадження та уточнювали за допомогою фотознімків.

Під час визначення фітомаси модельних дерев було використано методику, розроблену професором П.І. Лакидою [3], в основу якої покладено визначення фітомаси крони модельного дерева через загальне зважування всіх її фракцій та відбір зразків для встановлення їхнього співвідношення. Але зважаючи на специфічність об'єкту дослідження і унеможливлення рубки великої кількості модельних дерев, ми скористалися напрацювання-

¹ Наук. керівник: проф. В.Ю. Юхновський, д-р с.-г. наук

ми О.С. Ватковского, А.І. Уткіна, Р.М. Attiwill, К. Shinozaki, R.H. Whittaker [2, 7, 9-11]. У цьому контексті зрізали 1-2 модельних гілки залежно від розмірів гілок у кроні. У випадку, коли крона складалася із великих скелетних (діаметром при основі більше 10 см) і дрібніших гілок, бралися дві модельні гілки. Якщо великих гілок у кроні не було, то зрізували одну модельну гілку. Далі з цих модельних гілок відокремлювали фракції фітомаси й окремо зважували, відбирали зразки для визначення вологості відповідних фракцій. Під час відбору модельної гілки дотримувалися положення про те, що одна з модельних гілок крони повинна відтворювати (копіювати) вершинку стовбура, у частині однакової маси деревної зелені.

Польові дослідження виконано на 15 тимчасових пробних площах, закладених на території трьох адміністративних районів Чернігівської області. На пробних площах підбрано 46 модельних дерев. На 36 моделях зрізано близько 60-ти модельних гілок, а 10 модельних дерев було зрубано для комплексного дослідження надземної фітомаси. Близько 20 % модельних дерев взято із середніх рядів лісових смуг.

Результати досліджень. Лісівничо-таксаційну характеристику досліджуваних об'єктів наведено у табл. 1.

**Табл. 1. Лісівничо-таксаційна характеристика
полезахисних лісових смуг за даними пробних площ**

№ проби	Склад	Вік, років	Середній діаметр, см	Середня висота, м	Захисна висота, м	Сума площ поперечних перерізів, м ² ·га ⁻¹	Клас бонітету	ТЛЮ	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Конструкція
1	10Дз	60	32,2	19,7	21,0	34,0	II	C ₂	298	ажурна
2	9Дз, 1Вз+Яс, Ос	70	31,3	19,9	21,5	38,1	II	C ₃	373	щільна
3	10Дз+Бп	41	26,3	14,6	14,6	34,6	II	B ₂	212	щільна
4	8Дз2Яс+Вз	45	31,1	21,2	21,5	47,4	I ^a	C ₂	392	ажурна
5	10Дз+Бп	50	31,2	17,8	18,7	32,8	I	B ₂	187	ажурна
6	8Дз2Вз+Кл, Бп	55	27,9	17,6	18,0	32,0	II	C ₃	219	щільна
7	5Дз4Вз1Кл+Яс, Бп	55	28	16,4	16,9	16,7	II	C ₃	112	щільна
8	8Дз2Вз+Кл, Бп	55	27,9	17,7	18,0	32,8	II	C ₃	221	щільна
9	10Дз+Вз, Бп, Кл, Яс	65	28,7	18,0	18,0	47,0	II	C ₂	354	ажурно-продувна (помірно)
10	10Дз+Яс, Кл, Бп	50	24,9	19,8	20,0	25,9	I	B ₂	168	ажурна
11	9Дз1Бп	52	29,5	15,2	16,1	25,4	II	B ₂	164	ажурно-продувна (сильно)
12	9Дз1Кл+Бп	52	25,7	15,3	16,3	27,3	II	B ₂	186	продувна
13	10Дз+Грш, Бп	59	31,7	16,0	16,3	33,8	III	C ₂	236	ажурна
14	10Дз+Тч, Вз, Бп	65	32,2	17,9	18,4	33,9	II	C ₂	287	ажурно-продувна (сильно)
15	10Дз+Бп, Грш	57	25,8	13,7	14,0	21,5	III	B ₂	154	ажурно-продувна (помірно)

Як свідчать дані табл. 1, віковий діапазон досліджуваних насаджень знаходиться у межах 40-70 років і обмежений відсутністю більш молодих по-

лезахисних лісових смуг у цьому регіоні. Полезахисні лісові смуги представлені різними рівнями продуктивності, а саме: від I^a до III класів бонітету. Основні типи лісорослинних умов дуба у цьому регіоні представлені свіжими та вологими суборами і сугрудами (B₂, C₂, C₃). Не зважаючи на відсутність господарського догляду, досліджувані лісові смуги представлені мають різні конструкції, а саме: щільну, ажурну, ажурно-продувну та продувну. Незначна відмінність між середніми та захисними висотами, на користь останніх, свідчать про вирубування у деревостані менших або пригнічених дерев.

Доцільно порівняти статистичні характеристики показників фітомаси крони, отриманих із модельних дерев, які були повністю зрубані та дерев, із яких зрізали тільки модельні гілки. Для порівняння із другого масиву даних були відібрані дерева близькі за діаметром і висотою.

Табл. 2. Статистичні характеристики таксаційних показників та значень фітомаси крони дерев дуба звичайного

Показники	d, см	h, м	МПК, м	V, м ³	M _{дз} , кг	M _л , кг	M _г , кг	M _{кр} , кг
Отримані за результатами оброблення зрубаних модельних дерев								
$\bar{X}$	24	14,5	5,4	0,3	29,52	18,46	87,64	117,16
m_x	1,44	0,61	0,56	0,05	7,27	4,7	20,08	27,13
m_σ	0,58	0,24	0,4	0	1,33	1,89	8,06	10,9
σ	4,55	1,92	3,18	0,02	10,49	14,87	63,49	85,79
E	-0,35	-1,57	0,05	0,95	2,12	-0,53	-1,19	-1,28
A	0,44	0,34	4,9	0,46	1,58	1,02	0,52	0,56
V	19	13,28	59,37	7,15	35,54	80,58	72,44	73,23
P	6,01	4,2	10,53	15,02	24,61	25,48	22,91	23,16
Отримані за результатами оброблення зрізаних модельних гілок								
$\bar{X}$	26,6	15,2	7,1	0,4	21,2	13	106,6	127,9
m_x	0,98	0,69	0,33	0,04	3,8	2,15	14,28	15,93
m_σ	0,69	0,49	0,35	0,01	1,24	1,52	10,1	11,26
σ	4,38	3,08	2,21	0,03	7,83	9,6	63,88	71,22
E	-1,34	0,36	-0,01	0,51	8,15	6,37	0,09	-0,78
A	-0,15	-0,2	5,3	0,68	2,69	2,18	1,09	0,76
V	16,46	20,35	31,07	8,06	36,87	73,98	59,91	55,7
P	3,68	4,55	4,67	10,03	17,92	16,54	13,4	12,45

У табл. 2 наведено статистичні характеристики таксаційних показників і фітомаси повністю зрубаних моделей і дерев, із яких зрізані тільки дослідні гілки. Порівняльний аналіз даних табл. 2 показує, що показники фітомаси крони характеризуються значною мінливістю. Проте у випадку із зрізанням модельних гілок, середнє квадратичне відхилення σ загальної маси деревної зелені $M_{дз}$, маси листя $M_{л}$ та загальної маси крони $M_{кр}$ мають менше значення, ніж відповідні показники для повністю зрізаних модельних дерев, а σ маси гілля $M_{г}$ для зрубаних дерев тільки на 0,06 % менша цього ж показника у порівнюваних моделей. Основна помилка середнього значення m_x , коефіцієнт мінливості V та показник точності дослідів P для всіх показників фітомаси крони менші під час застосування способу зрізування модельних гілок.

Статистичний аналіз показників фітомаси крони дерев дуба дає змогу зробити висновок про те, що застосовуваний нами метод зрізання модельних

гілок для визначення фітомаси крони є коректним і може бути використаний для виконання досліджень з визначення закономірностей біологічної продуктивності полежахисних лісових смуг дуба звичайного.

Беручи до уваги правомірність застосування обох методичних підходів до збирання експериментальних даних, весь дослідний матеріал був об'єднаний та опрацьований за допомогою табличного процесора Excel та програми Statistica. Отримані результати обрахунків наведено у табл. 3 і 4.

Табл. 3. Кореляційна матриця основних таксаційних показників дерева та фітомаси крони дуба звичайного у полежахисних лісових смугах

Показники	d, см	h, м	МПК, м	V, м ³	M _{дз} , кг	M _л , кг	M _г , кг	M _{кр} , кг
d, см	1							
h, м	0,731	1						
МПК, м	0,869	0,511	1					
V, м ³	0,954	0,826	0,766	1				
M _{дз} , кг	0,707	0,390	0,590	0,612	1			
M _л , кг	0,675	0,338	0,561	0,565	0,977	1		
M _г , кг	0,832	0,527	0,799	0,764	0,753	0,732	1	
M _{к.г.} , кг	0,709	0,306	0,730	0,570	0,777	0,801	0,856	
M _{кр} , кг	0,840	0,523	0,793	0,765	0,818	0,796	0,994	1

Аналіз кореляційної матриці табл. 3 показав, що всі досліджувані показники найбільше корелюють із діаметром дерева. Варто зазначити, що маса листя має найменші показники кореляції із основними таксаційними показниками $r_{d M_l} = 0,675$, але сумарна маса деревної зелені та загальна маса крони мають значно вищі відповідні показники $r_{d M_{дз}} = 0,707$, $r_{d M_{кр}} = 0,840$.

Табл. 4. Статистичні характеристики основних таксаційних показників та значень фітомаси модельних дерев дуба звичайного

Статистики	Показники							
	d, см	h, м	МПК, м	V, м ³	M _{дз} , кг	M _л , кг	M _г , кг	M _{кр} , кг
X _{сер}	29,8	15,9	7,9	0,6	33,6	20,5	169,5	203,1
m _x	1,12	0,44	0,40	0,05	3,72	2,31	20,24	23,17
m _σ	0,79	0,31	0,78	0,01	1,09	1,64	14,31	16,39
σ	7,58	3,00	7,46	0,13	10,47	15,68	137,28	157,18
E	-0,57	0,27	0,30	1,29	-0,51	-0,51	0,29	0,01
A	0,45	0,14	10,50	1,54	0,88	0,90	1,10	1,01
V	25,42	18,85	94,23	23,41	31,16	76,38	80,99	77,38
P	3,75	2,78	5,09	9,58	11,07	11,26	11,94	11,41

У табл. 4 наведено загальну статистичну характеристику дослідного матеріалу, зібраного для дослідження надземної фітомаси дерев дуба звичайного, зростаючого у полежахисних лісових смугах. Усі показники фітомаси крони дерева мають значне розсіювання від середнього значення. Найбільше значення середньоквадратичного відхилення серед фракцій фітомаси крони має маса гілля $\sigma_{M_g} = 137,28$. Коефіцієнт мінливості показників фітомаси крони змінюється в межах від $V_{M_g} = 31,16$, для загальної маси деревної зелені, до $V_{M_g} = 80,99$ для маси гілля. Усі показники фітомаси крони мають правос-

торонню асиметрію, що свідчить про закономірне нагромадження фітомаси лісовими смугами.

Висновки. За результатами дослідження статистичних характеристик таксаційних показників та фітомаси крони дерев дуба звичайного, зростаючого у полезахисних лісових смугах, встановлено, що найтісніше показники фітомаси крони корелюють із діаметром дерева.

Математико-статистичним аналізом доведено, що метод зрізання модельних гілок із стоячих дерев із подальшим перерахунком компонентів їхньої фітомаси загалом на модельне дерево є коректним і доцільним для збирання дослідних даних з визначення надземної фітомаси дерев дуба звичайного у полезахисних лісових смугах.

Література

1. **Анучин Н.П.** Лесная таксация. – 5-е изд., [доп.] / Н.П. Анучин. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1982. – 555 с.
2. **Ватковский О.С.** Методы определения фитомассы ствола и кроны дуба / О.С. Ватковский // Лесоведение. – 1968. – № 6. – С. 58-64.
3. **Лакида П.І.** Фітомаса лісів України : монографія / П.І. Лакида. – Тернопіль : Вид-во "Збруч", 2002. – 256 с.
4. **Пилипенко О.І.** Методологічні основи і методи досліджень у захисному лісорозведенні / О.І. Пилипенко, В.Ю. Юхновський, Г.О. Гукасова, О.М. Озірський, М.І. Радучич, О.С. Ситник, Ю.С. Урлюк // Науковий вісник НАУ : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НАУ, 2006. – Вип. 100. – С. 242-249.
5. **Свириденко В.Є.** Лісівництво / В.Є. Свириденко, О.Г. Бабіч, Л.С. Киричок. – К. : Вид-во "Арістей", 2006. – 544 с.
6. **Строчинський А.А.** Методическое и нормативно-информационное обеспечение системы регулирования продуктивности лесных насаждений на Украине / А.А. Строчинський. – К. : Изд-во УСХА, 1992. – 70 с.
7. **Уткин А.И.** Исследования по первичной биологической продуктивности лесов у СССР/ А.И. Уткин // Лесоведение. – 1970. – № 3. – С. 58-89.
8. **Юхновский В.Ю.** Защитная высота полезащитных лесных полос / В.Ю. Юхновский // Совершенствование лесного хозяйства и защитного лесоразведения. – К. : Вид-во УСХА. – 1987. – С. 40-44.
9. **Attiwill P.M.** A method for estimating crown weight in Eucalyptus, and some implications relationships between crown weight and stem diameter / P.M. Attiwill // Ecology. – 1966. – Vol. 47, № 5. – P. 25-37.
10. **Shinozaki K.** A quantitative analysis of plant form – the pipe model theory. II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology / K. Shinozaki, K. Yoda, K. Hozumi, T. Kira // Japan. J. Ecol. – 1964. – Vol. 14, № 4. – P. 133-139.
11. **Whittaker R.H.** Branch dimensions and estimation of branch production / R.H. Whittaker // Ecology. – 1965. – Vol. 46, № 3. – P. 36-52.

Ходаш А.М. Математико-статистическая оценка фитомассы кроны деревьев дуба обыкновенного в полезащитных лесных полосах

Приведена лесотаксационная и биометрическая характеристика экспериментального материала, собранного для определения фитомассы деревьев дуба обыкновенного в полезащитных лесных полосах. Проведено сравнение статистических характеристик показателей фракций фитомассы кроны деревьев дуба обыкновенного, полученные в результате применения разных методических подходов.

Ключевые слова: полезащитная лесная полоса, крона, фракция фитомассы, коэффициент корреляции, древесная зелень, модельное дерево, модельная ветка, статистические показатели.

Khodash A.M. Math-statistic estimation of phytomass of crown of common oak growing in windbreaks

The forest measurement and biometrical characteristics of experiential materials, which collected for identification of phytomass of oak trees in windbreaks, have been showed. The comparison of statistic characteristics of fractions of phytomass of crown, got as a result of application of different methodical approaches, have been done.

Keywords: Windbreak, crown, fractions of phytomass, correlation coefficient, green fraction of tree, model tree, model branch, statistic indices.

УДК 339.92:504.38.054 Аспір. Д.І. Ходико¹ – Львівський НУ ім. Івана Франка

**ПЕРСПЕКТИВИ МІЖНАРОДНИХ ДОМОВЛЕНОСТЕЙ
У СФЕРІ ПРИКОРДОННОГО ВРЕГУЛЮВАННЯ
ПОДАТКІВ НА ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ**

Проблема збереження конкурентоспроможності енергоінтенсивних галузей набуває нової актуальності напередодні Копенгагенської конференції РК ООН з проблем зміни клімату. Зокрема, актуальним для економіки України є передбачення майбутнього режиму прикордонного врегулювання витрат, пов'язаних з обмеженням викидів парникових газів. Розглянуто основні пропозиції щодо такого врегулювання, що наявні в науковій літературі та законодавчих проектах у країнах ЄС та США; проаналізовано їхню еколого-економічну ефективність та відповідність інтересам зацікавлених сторін. На підставі аналізу зроблено прогноз щодо майбутніх міжнародних домовленостей з цієї проблеми. Ймовірно, облік викидів буде здійснюватися на основі середньогалузевих коефіцієнтів викидів на одиницю продукції, а безпосередня компенсація витрат – шляхом придбання прав на весь обсяг викидів за повну ринкову вартість. Таким чином, варто сподіватися у майбутньому істотного зростання витрат для вітчизняних експортно-орієнтованих галузей та вжити відповідних заходів щодо радикального покращення їхньої енергетичної ефективності.

Ключові слова: прикордонне врегулювання податків, прогнозування, Рамкова конвенція ООН з проблем зміни клімату.

Проблема прогнозування майбутніх міжнародних домовленостей щодо окремих режимів міжнародної кліматичної політики є актуальною у контексті істотної невизначеності, яка існує щодо майбутніх узгоджених дій у межах Рамкової Конвенції ООН з проблем зміни клімату (РКЗК). Напередодні Копенгагенської конференції учасників РКЗК є певні очікування щодо прийняття документу-наступника Кіотського протоколу та щодо ролі України в майбутній програмі дій. Однак, для формування довготермінової вітчизняної економічної політики наявна потреба у дослідженнях, присвячених аналізу чинників розвитку економіки України у глобальному середовищі, що змінюється.

Отримання нових наукових даних щодо динаміки глобальної зміни клімату призвело до активізації переговорів щодо формування глобальної узгодженої кліматичної політики. У країнах ЄС із 2005 р. вживаються жорсткі заходи щодо контролю над викидами парникових газів; США долучаються до цього процесу із завершенням розгляду "Закону про чисту енергетику та

¹ Наук. керівник: доц. Т.Ю. Туниця, д-р екон. наук – Львівський НУ ім. Івана Франка