

: зб. наук. праць. – Сер.: Біологія. – Чернівці : Вид-во Чернівецький ДУ ім. Ю. Федьковича. – 1998. – Вип. 20. – С. 100-107.

13. Термена Б.К. Видовий склад інтродукованих деревних рослин старовинних парків, скверів та зелених насаджень Буковини / Б.К. Термена, М.І. Вилчок, Л.О. Бляхарська // Науковий вісник Чернівецького університету : зб. наук. праць. – Чернівці : Вид-во "Рута". – 2002. – Вип. 145: Біологія. – С. 209-218.

14. Mosyakin S.L. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist / S.L. Mosyakin, M.M. Fedoronchuk. – Kyiv, 1999. – 346 p.

Надійшла до редакції 01.04.2016 р.

### **Решеток О.В. Биологическая оценка насаждений дендропарка "Нижнестановецкий"**

Исследована история создания дендропарка "Нижнестановецкий" в Черновицкой обл., представлен композиционный анализ территории. Проведена инвентаризация древесных насаждений парка, установлены таксономическая и объемно-пространственная структуры дендроценозов, дана оценка современного состояния дендрологических коллекций, общего состояния парка. Проведен комплексный анализ видового и формового разнообразия древесных растений, предоставлена их биологическая оценка. На основе результатов исследований предложены методы оптимизации современной фитоценологической структуры парка и ассортимента декоративных древесных растений для обогащения внутривидового разнообразия коллекции, повышения эстетической ценности и увеличения декоративности парковых насаждений.

**Ключевые слова:** дендропарк "Нижнестановецкий", интродуценты, дендрофлора, таксономическая структура, биологическая оценка древесных насаждений, ландшафтная и эстетическая оценки, устойчивость парковых культурфитоценозов, реконструкция.

### **Reshettiuk O.V. Biological Evaluation of Plantings in the "Nyzhnostanovetski" Arboretum**

The history of the arboretum Nyzhnostanovetski Arboretum in Chernivtsi region and how it was created are researched; compositional analysis of its territory is also presented. The inventory of tree plantings of the park was carried out, a taxonomic and objective-spatial structure of dendrocoenoz was established, a modern state of dendrological collections and general state of the park was marked. The complex analysis of species and tinned variety of tree plantings were carried out, they were biologically marked. There are methods of optimization modern phytocoenotic park structure and the assortment of decorative tree plantings for enrichment intraspecific variety collections, increasing of aesthetic value and augmentation of decorative park plantings, which are based on the results of researches.

**Keywords:** the Nyzhnostanovetski Arboretum, introducents, dendroflora, taxonomic structure, biological evaluation of tree plantings, landscape and aesthetic marks, the stability of park culture phytocoenoz, reconstruction, resistant.

УДК 574.4:581.526.42

### **ДИНАМІКА ДЕПОНУВАННЯ ВУГЛЕЦЮ У СТОВБУРОВІЙ БІОМАСІ QUERCUS ROBUR L. ПАРКУ "ФЕОФАНІЯ"**

**Ю.С. Прокопук<sup>1</sup>, М.В. Нецветов<sup>2</sup>**

На основі деревно-кільцевої хронології (1795-2014 рр.) оцінено динаміку депонування вуглецю у стовбуровій біомасі вікових дерев *Q. robur* парку "Феофанія" у Києві. Встановлено тенденцію збільшення приросту стовбурової біомаси та відповідно запасу вуглецю у дуба звичайного з віком. Максимальне нагромадження вуглецю у стовбурової

вій деревині дуба відбувається у віці 190-220 років і становить близько 20 кг/рік, що є майже вдвічі більше, ніж у віці 60-80 років. Вікова діброва парку "Феофанія" є високобіопродуктивною, темпи нагромадження вуглецю у стовбуровій біомасі дерев дуба значно зросли протягом останніх десятиліть та становлять близько 1,8 т карбону.

**Ключові слова:** вуглецедепонувальна здатність, деревно-кільцева хронологія, стовбура деревина, вікові дуби.

**Вступ.** Дуб звичайний (*Quercus robur* L.) є однією з головних лісоутворювальних і біопродуктивних порід-довгожителів лісостепу України. Старі дуби виконують низку унікальних функцій [25]: вони є ядрами консорцій і забезпечують консортів їжею і житлом, формують під наметом особливі умови, потрібні для життя багатьох лісових трав, у такий спосіб уможлиблюючи велике біологічне різноманіття лісових екосистем [23] та мають високу вуглецедепонувальну здатність [1, 13]. Значення різноманітних екологічних функцій дубів збільшується з віком дерев і деревостанів.

Середня щільність вуглецю лісів України становить 5,4-6,8 кг/м<sup>2</sup> [6-8]. Вуглецедепонувальна функція здійснюється і в зелених міських насадженнях. Так, за масштабними та детальними дослідженнями, щільність вуглецю зелених насаджень Лос-Анджелеса становить 3,6 кг/м<sup>2</sup> [22]. Запас вуглецю у міських лісах Києва становить 3,32 млн т, з яких 0,35 млн т припадає на групу твердолистяних порід, а щільність вуглецю Києва та області, за різними джерелами, змінюється у межах 10,6-17,5 кг/м<sup>2</sup> [1, 5].

Ліси і дерева старшого віку здатні максимально акумулювати вуглець, транспірувати спожиту воду та виділяти кисень. Високоповотні старовікові деревостани здатні депонувати близько 4-6 т/га/рік вуглецю [13]. Разом з тим добре відомий віковий тренд дуба звичайного – експоненційне зменшення радіального приросту стовбура з віком. Але в міських насадженнях за умов догляду та охорони довговічність дерев може збільшитися. У зв'язку з цим постає питання щодо депонування функції найстаріших вікових дерев в урбанізованому середовищі. На більшій території широколистяного лісу парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва (ППСПМ) "Феофанія" переважають насадження дуба звичайного, що представлені стиглими та перестійними рослинами [4], вік окремих дерев сягає 300 років [10].

**Мета роботи** – на основі дендрохронологічного аналізу оцінити запас вуглецю у стовбуровій біомасі вікових *Q. robur* ППСПМ "Феофанія" у багатівіковій динаміці.

**Матеріали та методи дослідження.**

**Об'єкт дослідження.** Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва "Феофанія" загальною площею 107 га розташований у південній частині Києва. Переважну частину урочища (80 %) вкривають типові для Правобережного Лісостепу грабові діброви, фітоценози яких, за сучасними еколого-флористичними підходами, відповідають обсягу асоціації *Galeobdolon lutei-Carpinetum* Shevchuk et al., 1996 [3]. Ці насадження разом з лісами НПП "Голосіївський" та урочища "Ліса гора" є залишком лісового масиву, що зростав на Придніпровському лесовому плато [12]. Для території урочища характерний долинно-балковий рельєф, середня висота – 167 м н.р.м., найвища точка – 189 м н.р.м. [2]. Ґрунти переважно сірі лісові, дерново-опідзолнені та лучно-болотні [3].

<sup>1</sup> аспір. Ю.С. Прокопук – Інститут еволюційної екології НАН України, м. Київ;

<sup>2</sup> ст. наук. співроб. М.В. Нецветов, д-р біол. наук – Інститут еволюційної екології НАН України, м. Київ

**Збір первинного дендрохронологічного матеріалу.** Як модельні обра-но 35 доміантних, візуально непошкоджених дерев старшого віку, що зростають у межах лісового масиву ППСМ "Феофанія". Для кожної моделі виміряно діаметр на висоті 1,3 м та висоту дерева. Збір зразків деревини проведено за загальноприйнятими в дендрохронології методиками [9]. У зимово-весняний пе-ріод 2015 р. відбирали не менше двох кернів з дерева на висоті 1,3 м за допо-мою бурава Преслера.

Після камерального оброблення кернів за допомогою програми "AxioVi-sion (CarlZeiss)" вимірювали ширину річних кілець з точністю 0,01 мм з одно-часним візуальним контролем фальшивих кілець або таких, що випали, під мік-роскопом (МБС-1). Шляхом перехресного датування рядів даних із двох раді-усів для кожного дерева уклали індивідуальні хронологічні серії радіального приросту. Якість датування та розрахунок стандартних дендрохронологічних статистичних параметрів оцінено з використанням програм "COFECHA [19]" та "R", пакету "dplR [18]".

**Визначення динаміки депонованого вуглецю.** На основі дендрохроно-логічного аналізу модельних дерев, таблиць ходу росту та лісовпорядних мате-ріалів встановлено динаміку депонування вуглецю у стовбуровій біомасі дуба звичайного ППСМ "Феофанія".

Визначення динаміки запасу вуглецю у стовбуровій деревині *Q. robur* проведено на основі щорічної зміни площі поперечного перетину, розрахованої за радіальним приростом відібраних кернів. Дані лісовпорядних матеріалів що-до співвідношення віку і висоти слугували вихідним матеріалом для визначення динаміки приросту дуба у висоту, яку розраховано за рівнянням  $y=8,566\ln(x)-15,11$  ( $R^2 = 0,901$ ), де:  $y$  – висота,  $x$  – вік дерев. Форму стовбура прийнято за ко-нусоподібну, тому щорічну зміну об'єму стовбура ( $V_i$ ) розраховано за форму-лою  $V_i = S_i \times H_i / 3$ , де  $S_i$  – площа поперечного перетину стовбура  $i$ -го року;  $H_i$  – висота дерева  $i$ -го року. Для розрахунків фітомаси стовбура використано щіль-ність сухої речовини для стовбурної деревини дуба звичайного – 575 кг/м<sup>3</sup> [11], а для визначення маси депонованого в ній вуглецю – коефіцієнт 0,5 [21].

**Результати та обговорення.** З модель-них дерев відібрано 73 керни, що містили 10194 річних кілець, сформованих з 1795 по 2014 рр. Вік досліджених дубів становить 156-274 років, їх середній річний радіальний при-ріст –  $1,94^{+0,848}$  мм, а середня довжина індивіду-альної серії, тобто кількість датованих кілець окремих дерев – 153 роки. За деревно-кільцевими хронологіями вікових дерев дуба звичайно-го (1795-2014 рр.) розраховано динаміку стов-бурової біомаси і відповідно депонованого в ній вуглецю. Усереднені значення маси нагро-мадженого вуглецю найкраще описуються полі-номіальним трендом, величина вірогідності а-проксимації ( $R^2$ ) становить 0,999 (рис. 1).

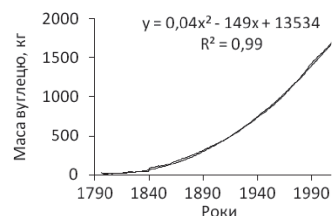


Рис. 1. Усереднена динаміка нагромадження вуглецю у стовбурі *Q. robur* ППСМ "Феофанія" за багаторічний період

Депонування вуглецю впродовж 1795-2014 рр. має рівномірно зростаючий характер, що пов'язано із вертикальним ростом та щорічним приростом за діаметром і відповідно збільшенням площі поперечного перетину стовбура та нагромадженням його біомаси. Станом на 2014 р., в одному стовбурі вікового дуба парку "Феофанія" в середньому депоновано  $1,8^{+0,74}$  т вуглецю. Щорічне нагромадження вуглецю у стовбурах вікових дерев *Q. robur* має зростаючий тренд (рис. 2). Середні значення щорічного депонування карбону досягають свого максимуму в 1980-1990 рр. За цей десятирічний період у стовбурі одного дуба в середньому нагромаджено 191 кг вуглецю, що відповідає близько 16-20 кг/рік. Продовж 1990-2000 рр. спостережено деякий спад вуглецедепо-нувальної функції дубів, середня маса нагромадженого карбону за ці десять років становить 14 кг/рік. Зростаючий тренд знову спостерігається протягом 2000-2014 рр. За цей період у середньому було акумульовано 230 кг карбону в стов-буровій біомасі одного дуба, а протягом 1940-1954 рр. – 166 кг вуглецю.

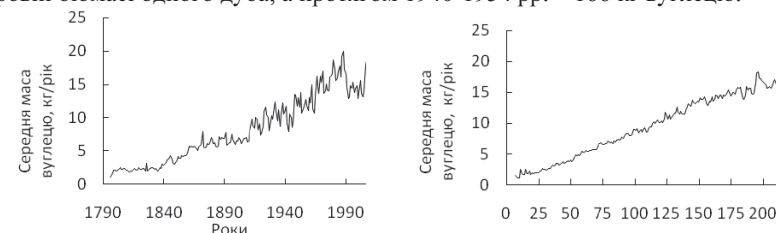


Рис. 2. Щорічна динаміка нагромадження вуглецю у стовбуровій біомасі *Q. robur* ППСМ "Феофанія"

Рис. 3. Залежність щорічного нагромадження вуглецю у стовбуровій біомасі *Q. robur* від віку

Вуглецедепоновальна здатність збільшується протягом онтогенезу віко-вих дерев *Q. robur* парку "Феофанія" (рис. 3). Найкраще свою вуглецедепо-нувальну функцію, нагромаджуючи близько 20 кг/рік, виконують дерева у віці 190-220 років, що є майже вдвічі більше, ніж дерева у 60-80 років. Така тен-денція тісно пов'язана зі значними об'ємами стовбурової деревини дерев старшого віку. Залежність приросту біомаси дерева від віку є питанням, яке інтенсивно вивчають протягом останніх років. У широколистяних лісах спостережено за-гальну тенденцію до зменшення приросту біомаси з віком [18]. Наші дослі-дження дещо не узгоджуються з цією закономірністю, що пов'язано з оціненням вуглецедепоновальної здатності окремих модельних доміантних дерев, а не деревостану загалом. Якщо врахувати, що модельні дерева є більш життєздат-ними, довговічними порівняно з іншими деревами деревостану, можна припус-тити, що зменшення приросту фітомаси досліджених дерев спостерігатиметься пізніше.

Зниження нагромадження біомаси з віком можна пояснити кількома причинами [18]: зменшенням площі листової поверхні у масштабах деревостану [20] та дерева [24]; падінням гідравлічної провідності стовбура та продихо-вої провідності листя із збільшенням висоти дерева [17]; зменшенням доступ-ності поживних речовин [27]; менш ефективним поглинанням світла стиглими

деревостанами [22]; зменшенням тургорного тиску, що лімітує пружність клітин та зменшує приріст депонованого вуглецю [29].

Однак зв'язок кількості нагромадженої фітомаси та віку залежить і від біологічних особливостей самого деревного виду. Так, у бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) спостережено зниження приросту фітомаси з віком, коли у дуба скельного (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) приріст фітомаси з віком залишається стабільним [18]. Ці відмінності пов'язані, головним чином, з регулярністю плодоношення бука лісового, яке потребує використання вуглецю та вуглеводів для продукування насіння та анатомо-фізіологічними особливостями функціонування деревини розсіяно-судинних та кільцево-судинних рослин.

Навесні у кільцево-судинних порід унаслідок зимових заморозків переважна частина судин ранньої деревини емболізована [18], що позначається на гідравлічній провідності стовбура. Це компенсується утворенням судин ранньої деревини до розпускання листя [26, 28], що частково забезпечується завдяки пластичним матеріалам, нагромадженим у деревині минулого сезону [14]. Саме тому фіксація карбону у стовбурній деревині кільцево-судинних рослин є потрібною умовою забезпечення ксилогенезу на початку сезону вегетації. Розсіяно-судинні породи, такі як бук, є менш чутливими до зимової емболізації, їх гідравлічна провідність частково зберігається із року в рік, і тому судини починають утворюватись після розпускання листя, тобто залежність цих порід від запасу карбону та вуглеводів менша [15].

**Висновки.** Дослідження динаміки депонованого вуглецю в багатовіковій динаміці на основі дендрохронологічного аналізу дало змогу встановити, що вміст акумульованого вуглецю у стовбуровій біомасі вікових дерев *Q. robur* змінюється із року в рік, але встановлено тенденцію до її збільшення з віком. Так, дерева дуба звичайного у віці 200 років і більше здатні максимально депоновувати вуглець у стовбурній деревині – 20 кг/рік. У стовбуровій деревині одного вікового дуба нагромаджується в середньому  $1,8^{±0,74}$  т вуглецю.

## Література

1. Альошкіна У.М. Акумуляція вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі модельних ділянок у заказнику "Лісники" м. Київ) / У.М. Альошкіна, А.А. Жовтенко, І.Г. Вишенська, В.В. Рясевич, С.О. Гаврилов, А.О. Ткачова // Наукові записки НаУКМА. – Сер.: Біологія та екологія. – 2011. – Т. 119. – С. 52-55.
2. Гаврилюк В.С. Природа Кисва та його околиць / В.С. Гаврилюк, І.О. Речмедін. – К.: Вид-во Київ. ун-ту, 1955. – 45 с.
3. Гончаренко І.В. Лісова рослинність урочища Феофанія та її антропогенна трансформація / І.В. Гончаренко, О.А. Ігнатюк, Ю.Р. Шеляг-Сосонко // Екологія і ноосферологія: зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 24, № 3-4. – С. 51-63.
4. Клименко Ю.О. Оцінка стану популяцій основних парко утворюючих видів у виділах вікової *Querceta goboris* парку "Феофанія" (м. Київ) / Ю.О. Клименко, В.В. Мороз, М.М. Дружина, В.В. Кондратьєв // Наукові доповіді НУБіП України. – 2015. – № 5 (54). [Електронний ресурс]. – Доступний з [http://nd.nubip.edu.ua/2015\\_5/27.pdf](http://nd.nubip.edu.ua/2015_5/27.pdf)
5. Лакида П.І. Оцінювання вугледепоновувальної функції міських лісів Києва / П.І. Лакида // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.14. – С. 246-252.
6. Лакида П.І. Динаміка запасов вуглероду в лесах України / П.І. Лакида // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. – 2001. – Вып. 56. – С. 86-90.
7. Лакида П.І. Фітомаса лісів України: монографія / П.І. Лакида. – Тернопіль: Вид-во "Збруч", 2002. – 256 с.

8. Лісове господарство України: проблеми та перспективи / за ред. акад. НАН України І.Р. Юхновського [Міжвідомча аналітично-консультативна рада з питань розвитку продуктивних сил і виробничих відносин]. – К.: [б. в.], 2003. – 178 с.

9. Методи дендрохронології. – Ч. I. Основи дендрохронології. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: учебно-метод. пособ. – Красноярск: Изд-во КрасГУ, 2000. – 80 с.

10. Нецветов М.В. Вік та радіальний приріст старовікових дерев *Quercus robur* парку "Феофанія" / М.В. Нецветов, Ю.С. Прокопук // Український ботанічний журнал: наук. журнал НАН України. – 2016. – у друці.

11. Нецветов М.В. Механическая устойчивость деревьев и кустарников к вибрационным нагрузкам / М.В. Нецветов, Е.П. Суслова // Промышленная ботаника: сб. науч. тр. – 2009. – Вып. 9. – С. 60-67.

12. Падун І.М. Сучасний стан рослинності урочища Феофанія / І.М. Падун // Український ботанічний журнал: наук. журнал НАН України. – 1985. – Т. 42, № 2. – С. 17-20.

13. Черневський І.Ю. Приріст старовікових деревостанів та його екологічне значення / І.Ю. Черневський, П.Р. Третяк // Науковий вісник НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.9. – С. 70-77.

14. Barbaroux C. Analyse et modélisation des flux de carbone de peuplements forestiers pour la compréhension de la croissance de deux espèces feuillues *Quercus petraea* et *Fagus sylvatica* / C. Barbaroux // PhD Thesis, University of Paris-Sud, Orsay, France. – 2002. – 178 p.

15. Barbaroux C. Contrasting distribution and seasonal dynamics of carbohydrate reserves in stem wood of adult ring-porous sessile oak and diffuse-porous beech trees / C. Barbaroux, N. Bréda // Tree Physiol. – 2002. – Vol. 22. – Pp. 1201-1210.

16. Bunn A.G. Statistical and visual crossdating in R using the dplR library // Dendrochronologia. – 2010. – Vol. 28, № 4. – Pp. 251-258.

17. Delzon S. Hydraulic responses to height growth in maritime pine trees / S. Delzon, M. Sartore, R. Burrell, R. Dewar, D. Loustau // Plant Cell Environ. – 2004. – Vol. 27. – Pp. 1077-1087.

18. Genet H. Age-related variation in carbon allocation at tree and stand scales in beech (*Fagus sylvatica* L.) and sessile oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) using a chronosequence approach / H. Genet, N. Bréda, E. Dufréne // Tree Physiology. – 2010. – Vol. 30. – Pp. 177-192. doi:10.1093/treephys/tpp105.

19. Grissino-Mayer H.D. Evaluating Crossdating Accuracy: A Manual and Tutorial for the Computer Program COFECHA // Tree-Ring Research. – 2001. – Vol. 57, № 2. – Pp. 205-221.

20. Leuschner C. Variation in leaf area index and stand leaf mass of European beech across gradients of soil acidity and precipitation / C. Leuschner, S. Voss, A. Foetzki, Y. Clases // Plant Ecol. – 2006. – Vol. 186. – Pp. 247-258.

21. Matthews G. The Carbon Contents of Trees / G. Matthews // Forestry Commission. Tech. Paper 4. – Edinburgh, 1993. – 21 p.

22. Niinemets U. Light capture efficiency decreases with increasing tree age and size in the southern hemisphere gymnosperm *Agathis australis* / U. Niinemets, A. Sparrow, A. Cescatti // Trees. – 2005. – Vol. 19. – Pp. 177-190.

23. Nilsson S.G. Densities of large living and dead trees in old-growth temperate and boreal forests / S.G. Nilsson, M. Niklasson, J. Hedin, G. Aronsson, J.M. Gutowski, P. Linder, H. Ljungberg, G. Mikusinski, T. Ranius // For. Ecol. Manage. – 2002. – Vol. 161, № 1-3. – Pp. 189-204.

24. Nock C.A. Large ontogenetic declines in intra-crown leaf area index in two temperate deciduous tree species / C.A. Nock, J.P. Caspersen, S.C. Thomas // Ecology. – 2008. – Vol. 89. – Pp. 744-753.

25. Nowak D.J. Assessing urban forest effects and values, Los Angeles' urban forest / D.J. Nowak, R.E. III Hoehn, D.E. Crane, L. Weller, A. Davila // Resour. Bull. NRS-47. – Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 2011. – 30 p.

26. Pérez-de-Lis G. Do changes in spring phenology affect earlywood vessels? Perspective from the xylogenesis monitoring of two sympatric ring-porous oaks / G. Pérez-de-Lis, S. Rossi, R.A. Vázquez-Ruiz, V. Rozas, I. García-González // New Phytol. – 2016. – Vol. 209, Issue 2. – Pp. 521-530. doi:10.1111/nph.13610.

27. Ryan M.G. An experimental test of the causes of forest growth decline with stand age / M.G. Ryan, D. Binkley, J.H. Fownes, C.P. Giardina, R.S. Senock // Ecol. Monogr. – 2004. – Vol. 74. – Pp. 393-414.

28. Sass-Klaassen Ute. Vessel formation in relation to leaf phenology in pedunculate oak and European ash / Ute Sass-Klaassen, Clifton R. Sabajo, Jan den Ouden // Dendrochronologia. – 2011. – Vol. 29. – Pp. 171-175. doi:10.1016/j.dendro.2011.01.002.

29. Woodruff D.R. Does turgor limit growth in tall trees? / D.R. Woodruff, B.J. Bond, F.C. Meinzer // Plant Cell Environ. – 2004. – Vol. 27. – Pp. 229-236.

Надійшла до редакції 21.03.2016 р.

### Прокопук Ю.С., Нецветов М.В. Динамика депонирования углерода в стволовой биомассе *Quercus robur* L. парка "Феофания"

На основе древесно-кольцевой хронологии (1795-2014 гг.) оценена динамика депонирования углерода в стволовой биомассе вековых деревьев *Q. robur* парка "Феофания" в Киеве. Установлена тенденция увеличения прироста стволовой биомассы и соответственно запаса углерода у дуба черешчатого с возрастом. Максимальное накопление углерода в стволовой древесине дуба происходит в возрасте 190-220 лет и составляет около 20 кг/год, что почти вдвое больше, чем в возрасте 60-80 лет. Вековая дубрава парка "Феофания" является высокобиопродуктивной, темпы накопления углерода в стволовой биомассе деревьев дуба значительно выросли за последние десятилетия и составляют около 1,79 т углерода.

**Ключевые слова:** углерододепонирующая способность, древесно-кольцевая хронология, стволовая древесина, вековые дубы.

### Prokopyuk Yu.S., Netsvetov M.V. The Dynamics of Carbon Storage in Oak (*Quercus Robur* L.) Stem Biomass of Theofania Park

Within the last 220 years the dynamics of carbon storage in stem biomass from age-old pedunculate oaks has been assessed using the tree-ring chronology. The study site was an urban forest Theofania Park in Kyiv. In this research we revealed the trend to increase in annual oak stem biomass with the age and respectively increase in the carbon fixation. The maximum carbon storage 20 kg per year occurs in the oak stem at the age of 190-220. An annual value of carbon storage in the stem of old-age oak is almost twice as much as in 60-80 years aged trees. Oak forest of Theofania Park is highly productive and the rates of carbon stocks in the stem biomass of oak trees have considerably grown for the last decades, which constitute about 1.79 tons of carbon per tree.

**Keywords:** carbon storage, tree-ring chronology, stem wood, age-old oaks.

УДК 630\*5

## ТАКСАЦІЙНА БУДОВА ЛИПОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЗА ДІАМЕТРОМ

О.М. Сошенський<sup>1,2</sup>

Здійснено статистичний аналіз дослідних даних. Виконано кореляційний аналіз та досліджено взаємозв'язки між основними таксаційними показниками та параметрами будови дослідних лісостанів, на основі чого встановлено закономірності розподілу дерев у деревостанах за діаметром. На основі  $\beta$ -розподілу опрацьовано математичну модель рядів розподілу дерев за діаметром та категоріями технічної придатності. Внаслідок виконаних досліджень побудовано узагальнені ряди розподілу дерев за діаметром, що є основою для подальшого розроблення нормативів товарної структури деревостанів.

**Ключові слова:** ряд розподілу, діаметр, категорії технічної придатності, коефіцієнт мінливості, редуційні числа, середнє квадратичне відхилення.

Закономірності таксаційної будови насаджень є основою розроблення раціональних способів обліку лісу. У лісовій таксації найбільшу увагу приділяють вивченню таксаційної будови деревостанів за діаметром, оскільки за характером розподілу діаметра дерев опосередковано можна оцінити інші таксаційні

показники [1, 2, 4-7]. Перші дослідження таксаційної будови насаджень здійснив німецький проф. Вейзе у 1880 р. Він встановив, що розподіл дерев за діаметром у чистих одновікових насадженнях є нерівномірним відносно середнього дерева, а саме: дерев з діаметром, меншим від середнього, у насадженні приблизно 55-60 %, а з більшим – 40-45 %. Пізніше, у 1890 р. проф. Вімменауер для ялинових насаджень встановив, що приблизно такий розподіл спостерігається і за об'ємом дерев [1, 2, 5].

Угорський проф. Фекете визначив величину діаметра стовбурів, які розташовані від найтоншого дерева на відстані 10, 20 ... 100 % від загальної кількості їх у насадженні. За отриманими даними автор зробив висновок, що діаметри дерев, котрі займають визначене місце в ряду їхнього відсоткового розподілу, за однакового середнього діаметра є тотожними. У сучасній теорії таксаційної будови насаджень встановлена закономірність дає змогу узагальнити поняття "ранг дерева" [1, 2, 5].

Австрійський лісівник А. Шиффель (1903) відобразив діаметри дерев у насадженнях не в абсолютних величинах, а у відносних залежно від величини середнього діаметра. Виражені таким чином відносні діаметри виявились практично однаковими (за винятком насаджень із середнім діаметром меншим аніж 20 см). Такі відносні значення діаметрів у лісовій таксації отримали назву редуційних чисел за діаметром ( $R_d$ ). Пізніше за такою методикою було вивчено редуційні числа за висотою ( $R_h$ ), видовим числом ( $R_f$ ), площею поперечного перерізу ( $R_g$ ) та об'ємом ( $R_v$ ) [1, 2, 5]. За даними К.С. Нікітіна, мінливість діаметра дерев у стиглих деревостанах становить 20-25 %, причому з віком цей показник має чітку тенденцію до зменшення. Результати досліджень багатьох авторів засвідчили, що таксаційна будова залежить не лише від породи і середнього діаметра, а й від складу, віку, повноти, густоти, типу лісорослинних умов та інших показників [2, 5].

Починаючи з XIX ст. сформувалися два напрями дослідження таксаційної будови деревостанів: перший – шляхом вивчення рядів розподілу кількості дерев за їх розмірами (насамперед за діаметром) та встановлення місця середнього дерева у насадженні (Вейзе, Вімменауер, Гуттенберг, Гергардт, Тюрін); другий – на основі аналізу редуційних чисел (Шиффель, Третьяков) [4]. Подальше вдосконалення методів вивчення таксаційної будови деревостанів супроводжувалося застосуванням математичних моделей розподілу, функцій, які характеризують зміну редуційних чисел, і множинного регресійного аналізу [4].

**Мета дослідження** – встановити особливості розподілу дерев липи у деревостанах з її участю за діаметром та категоріями технічної придатності залежно від величини середнього діаметра.

**Матеріали та методика дослідження.** Вихідною дослідною інформацією для дослідження таксаційної будови липи серцелистої, як елемента лісу, слугували матеріали виробничих переліків рубок головного користування (168 переліків) та закладених автором тимчасових пробних площ (16 переліків). Основні статистичні характеристики таксаційних показників дослідних деревостанів подано у таблиці. Аналіз даних цієї таблиці засвідчив порівняно невисоку мінливість основних таксаційних показників деревостанів, що вказує на

<sup>1</sup> аспір. О.М. Сошенський – НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

<sup>2</sup> наук. керівник: проф. О.А. Гірс, д-р с.-г. наук