



<https://doi.org/10.15407/ukrbotj75.06.517>

Реконструкція щорічної акумуляції вуглецю в стовбурах дерев *Quercus robur* (*Fagaceae*) заплавних лісів Києва

Юлія С. ПРОКОПУК

Інститут еволюційної екології НАН України
вул. акад. Лебедева, 37, Київ 03143, Україна
ju.prokopuk91@gmail.com

Prokopuk Yu.S. **Reconstruction of annual carbon sequestration in stems of *Quercus robur* (*Fagaceae*) in the floodplain forests of Kyiv.** Ukr. Bot. J., 2018, 75(6): 517–524.

Institute for Evolutionary Ecology, National Academy of Sciences of Ukraine
37 Lebedeva Str., Kyiv 03143, Ukraine

Abstract. Floodplain forests are highly productive terrestrial ecosystems that perform crucial ecological functions, e.g. carbon sequestration. *Quercus robur*, a long-lived hardwood species often dominating in floodplains, is an appropriate object to investigate the long-term aboveground carbon fixation. In this study we apply dendrochronological approaches for reconstruction of the carbon sequestration in *Q. robur* stem biomass. We studied trees growing in five floodplain sites in Kyiv and compared them with a site situated about 4 km away from the nearest floodplain, Feofania Park. The total carbon stock in stems of *Q. robur* at the age of 50 years averages 319 kg in the Muromets forest, 129 kg in Zhukiv Ostriv Reserve (zakaznyk), 114 kg in Lisnyky Reserve (zakaznyk), 101 kg and 72 kg in the Bychok and Dubysche forests, respectively. At the age of 150, oaks growing in the Zhukiv Ostriv Reserve show the largest amount of stems carbon, 902 kg, while in Lisnyky Reserve trees contain the lowest value of 708 kg. Long-term estimation reveals an increasing trend in the annual carbon stock in all studied floodplain forests, although the highest values up to 15 kg per year are found to occur in periods with optimal growth conditions. In the periods of drought and low water level of the Dnipro River, floodplain oaks yearly carbon stock is found to drop to 9 kg. At the same time, carbon accumulated in old-grown oaks outside the floodplain is higher than in the floodplain forests by 37% at the age of 25 and by 14–28% in older trees. In the Muromets site, 25 year old oaks are found to have 56% higher carbon accumulation than in the trees of the same age in Feofania. Hence, this difference becomes nonsignificant with trees aging. The analyses using 25-yr successive intervals reveal that carbon stock in Feofania is higher than that in the floodplain by 1.6 and 1.5–2.8 times in young and in mature trees, respectively.

Keywords: *Quercus robur*, floodplain forests, radial growth, carbon, dendrochronology

Вступ

Заплавні ліси виконують важливі екологічні функції – регулюють водний потік, зменшують ерозію ґрунтів, є осередком біорізноманіття та джерелом деревини, а також місцем для відпочинку (Gren et al., 1995; Klímo, 1998). Завдяки постійній наявності вологи та поживних речовин заплавні ліси вважаються найпродуктивнішими серед лісових екосистем, тому виконують одну з ключових ролей в глобальному вуглецевому циклі (Cierjacks et al., 2010).

Незважаючи на високу продуктивність заплавних екосистем, приріст біомаси дерев лімітується надлишком вологи в ґрунті та пов'язаною з ним нестачею кисню. Приріст наземної біомаси зменшується при тривалому затопленні (Rieger

© Ю.С. ПРОКОПУК, 2018

et al., 2015) і залежить від виду (Glenz et al., 2006) й сукупності факторів, які варіюють у часі (клімат, рівень води в річці) та просторі (відстань до річки, рівень залягання ґрунтових вод, конкуренція). Така велика кількість чинників ускладнює оцінку умов зростання видів у екосистемах з періодичним перезволоженням ґрунту.

Quercus robur L. – один із широко розповсюджених у лісових екосистемах Європи видів (Ducousso, Bordacs, 2004; Ellenberg, 2009), що часто домінує у прибережних та заплавних лісах. Так, у зеленій зоні Києва вид зростає у різних біотопах, у т. ч. заплавах (Didukh, Alioshkina, 2012), і може бути зручним об'єктом для порівняння впливу локальних умов на приріст біомаси. Оцінена біомаса деревного ярусу грабово-дубових лісів Києва становила 229,4 т/га (Didukh, Alioshkina, 2007), тоді як

заплавних дубового та ясенево-дубового лісів – 338,2 та 273,8 т/га відповідно (Alioshkina et al., 2011).

Однак дані щодо продуктивності та накопичення вуглецю *Q. robur* у заплавах досить обмежені (Cierjacks et al., 2010; Alioshkina et al., 2011), а багаторічна динаміка взагалі не досліджена. Щорічне накопичення вуглецю наземною біомасою можна оцінити ретроспективно за динамікою радіального приросту дерев (Babst et al., 2014; Rieger et al., 2016).

Мета цієї роботи – на основі аналізу приросту річних кілець реконструювати щорічне накопичення вуглецю у стовбуровій біомасі *Q. robur*, що зростає в заплаві Дніпра в межах Києва та порівняти з даними поза заплавою – в насадженнях парку пам'ятки садово-паркового мистецтва "Феофанія".

Матеріали та методи

Місця дослідження. Ділянки, що вивчалися, знаходяться в заплаві р. Дніпро та розташовані на територіях: 1) урочища Дубище; 2) регіонального ландшафтного парку "Дніпровські острови", о. Муромець; 3) урочища "Бичок"; 4) ландшафтного заказника "Жуків острів"; 5) ботанічного заказника "Лісники". Насадження урочища "Бичок", заказника "Жуків острів" та о. Муромець належать до рідкісних біотопів Києва G1.225 Заплавні діброви (Alioshkina, 2011; Didukh, Alioshkina, 2012). Значний фрагмент заплавної діброви також зберігся в урочищі "Дубище", що знаходиться на півночі затоки Верблюд (Parnikoza, 2014). Досліджені ділянки заказника "Лісники" в долині р. Сіверка належать до біотопу G1. A133 Ясенево-дубові ліси з *Allium ursinum* (Alioshkina, 2011; Didukh, Alioshkina, 2012).

Відбір та обробка зразків деревини. Впродовж 2015–2016 рр. відібрано 64 домінуючих дерева: 15 – з деревостану о. Муромець, 11 – з урочища "Бичок", 13 – із заказника "Жуків острів", 9 – з урочища "Дубище", 16 дерев – із заказника "Лісники". З кожного дерева взято не менше двох кернів на висоті 1,3 м за допомогою бурава Преслера, Naglof (Швеція). Керни, висушені на повітрі, фіксували на дерев'яній основі, зачищали скальпелем та сканували планшетним сканером "Epson V33" з роздільною здатністю 3200 dpi.

Ширину річних кілець вимірювали з точністю до 0,01 мм, використовуючи програму "AxioVision (Carl Zeiss)". Наявність фальшивих кілець

Таблиця. Вік, діаметр та радіальний приріст досліджених дерев

Table. Age, diameter and mean tree-ring width of trees by study sites

Місце збору	Кількість дерев	Середня ширина річного кільця, мм ± стандартне відхилення	Вік, роки		Діаметр*, см	
			min	max	min	max
BYC	11	2,00±1,115	72	180	63	89
DUB	9	1,99±1,023	151	175	72	95
ZHU	13	2,32±1,371	75	195	58	101
LIS	16	2,07±1,233	116	154	59	85
MUR	15	5,12±2,023	33	52	41	73

BYC – урочище "Бичок", DUB – урочище "Дубище", ZHU – заказник "Жуків острів", LIS – заказник "Лісники", MUR – о. Муромець.

*Діаметр дано на висоті 1,3 м з урахуванням товщини кори.

встановлювали під мікроскопом МБС–1. Дані двох кернів з одного дерева використали для подальшого аналізу як одну деревно-кільцеву хронологію після перехресного датування та осереднення. Точність датування оцінювали за програмою "COFESHA" (Holmes, 1983; Grissino-Mayer, 2001).

Оцінка депонування вуглецю. Багаторічне накопичення вуглецю в стовбуровій деревині *Q. robur* оцінювали на основі аналізу радіального приросту. Вік дерев визначали шляхом підрахунку річних кілець, а у зразків без серцевини – геометричним методом (Rozas, 2003).

Для кожного стовбура за щорічним приростом розраховували кумулятивний радіус. Зміну площі поперечного перерізу (S_i) визначали за формулою: $S_i = \pi r_i^2$, де r_i – кумулятивний радіус в i -ому році. Для розрахунку щорічного вертикального приросту використовували рівняння залежності висоти дерева від віку, що встановлене на основі даних лісовпорядних робіт *Q. robur* у "Феофанії" (Prokopyuk, Netsvetov, 2016). Щорічну зміну об'єму стовбура (V_i) розраховували за формулою: $V_i = S_i \times H_i / 3$, де H_i – висота дерева в i -ому році.

Для визначення фітомаси стовбура використовували значення щільності сухої речовини для стовбурної деревини *Q. robur* 575 кг/м³ (Netsvetov, Suslova, 2009), а для розрахунку маси депонованого в ній вуглецю – коефіцієнт 0,5 (Matthews, 1993).

Результати та обговорення

Станом на 2015-й рік досліджені дерева мали вік 33–52 років на о. Муромець, 72–180 років в урочищі "Бичок", 75–195 років у заказнику "Жуків острів", 151–175 років в урочищі "Дубище" та 116–154 років у заказнику "Лісники". Середній річний радіальний приріст у дерев із заказника "Жуків острів" становив $2,32 \pm 1,371$ мм, із заказника "Лісники" – $2,07 \pm 1,233$ мм, з урочища "Бичок" – $2,00 \pm 1,115$ мм та "Дубище" – $1,99 \pm 1,023$ мм. Середня ширина річного кільця дерев на о. Муромець складала $5,12 \pm 2,023$ мм (див. таблицю).

У 2015 р. середня площа поперечного перерізу досліджених дерев в урочищі "Бичок" становила $0,345$ м² (рис. 1, а) та варіювала в межах $0,217$ – $0,552$ м², в урочищі "Дубище" – $0,363$ м² ($0,200$ – $0,499$ м²), в заказнику "Жуків острів" – $0,347$ м² ($0,121$ – $0,528$ м²), в заказнику "Лісники" – $0,266$ м² ($0,177$ – $0,369$ м²), на о. Муромець – $0,179$ м² ($0,108$ – $0,286$ м²).

Загальна маса фіксованого вуглецю в стовбурі *Q. robur* збільшувалась з віком дерев (рис. 1, б). У середньому в стовбуровій фітомасі дерев віком 25 років у заказнику "Жуків острів" накопичено 36 кг вуглецю, в урочищі "Бичок" – 25 кг, у заказнику "Лісники" – 21 кг, в урочищі "Дубище" – 18 кг. Середня маса акумульованого вуглецю у дерев, що зростають на о. Муромець за умов низької конкуренції за світло, становила близько 80 кг, що в 3–4 рази більше, ніж у стовбуровій деревині інших досліджених насаджень. Дерев *Q. robur* віком 50 років у середньому акумулювали 319 кг вуглецю на о. Муромець, 129 кг у заказнику "Жуків острів", 114 кг у заказнику "Лісники", 101 кг та 72 кг в урочищах "Бичок" та "Дубище" відповідно. Середня маса накопиченого вуглецю дерев віком 75 років становила 262 кг у заказнику "Жуків острів", 222 кг у заказнику "Лісники", 210 та 175 кг в урочищах "Бичок" і "Дубище" відповідно. У віці 100 років у стовбуровій деревині було акумульовано 435 кг вуглецю в заказнику "Жуків острів", 366 кг у заказнику "Лісники", 353 та 325 кг в урочищах "Бичок" і "Дубище" відповідно. У віці 125 років в середньому зафіксовано 648 кг вуглецю в деревині в заказнику "Жуків острів", 526 кг у заказнику "Лісники", 530 та 524 кг відповідно в урочищах "Бичок" і "Дубище". Середня маса акумульованого вуглецю в стовбурах *Q. robur* віком 150 років становила 902 кг у заказнику "Жуків острів", 770

та 740 кг в урочищах "Дубище" та "Бичок", 708 кг у заказнику "Лісники" (рис. 1, б).

Щорічне накопичення вуглецю в стовбуровій деревині варіює з року в рік, але в цілому зростає протягом усього досліджуваного періоду. У вікових заплавах до 1930-х років спостерігалось рівномірне зростання маси фіксованого вуглецю, а після – щорічне його коливання, яке пов'язано з віковими змінами приросту площі поперечного перерізу (рис. 2). Піки максимального накопичення вуглецю (до 15 кг) припадають на 1969–1971 рр., 1996–1998 рр. та 2013 р., мінімального (до 9 кг) – на 1972–1974 рр. та 2002–2004 рр. У період з 1972 до 1974 рр. спостерігалась посуха та мінімальні значення рівнів води в Дніпрі (Vyshnevskiy, 2005), а в 2002–2004 рр. вімічена одна з найсуворіших посух за останні десятиріччя (Netsvetov et al., 2018). Отже роки максимальних значень накопичення вуглецю передували посухам і характеризувалися оптимальними умовами для росту *Q. robur*.

Для з'ясування, на скільки умови заплавної лісових екосистем Дніпра сприятливі для росту *Q. robur*, було проведено порівняльний аналіз насаджень парку "Феофанія", розташованого поза заплавою, але в подібних кліматичних умовах. Маса вуглецю, фіксованого віковими деревами *Q. robur* у парку "Феофанія", була більшою на 37%, ніж у заплавної діброви віком до 25 років та на 14–28% – у дерев старшого віку (рис. 3, а). У насажденні на о. Муромець накопичення вуглецю 25-річними деревами на 56% більше, ніж у лісових культурах парку "Феофанія", а в дерев віком 50 років різниця зменшилася та стала недостовірною (рис. 3, б). При аналізі накопичення вуглецю в динаміці встановлено, що воно в 1,5–2,8 разів більше у вікових (рис. 3, с) та у 1,6 разів у середньовікових (рис. 3, д) деревостанах парку "Феофанія" порівняно з заплавними дібровами відповідного віку.

Згідно з результатами наших досліджень, найоптимальними для росту *Q. robur* є умови парку "Феофанія", де спостерігається помірне зволоження. Можливим винятком є лише окремі ділянки заплави заказника "Лісники", де періодично відмічається надлишок вологи взимку й на початку вегетаційного сезону та її дефіцит із середини літа (Netsvetov et al., 2018). Схожі дані було отримано на півночі Бельгії (Vincke et al., 2005).

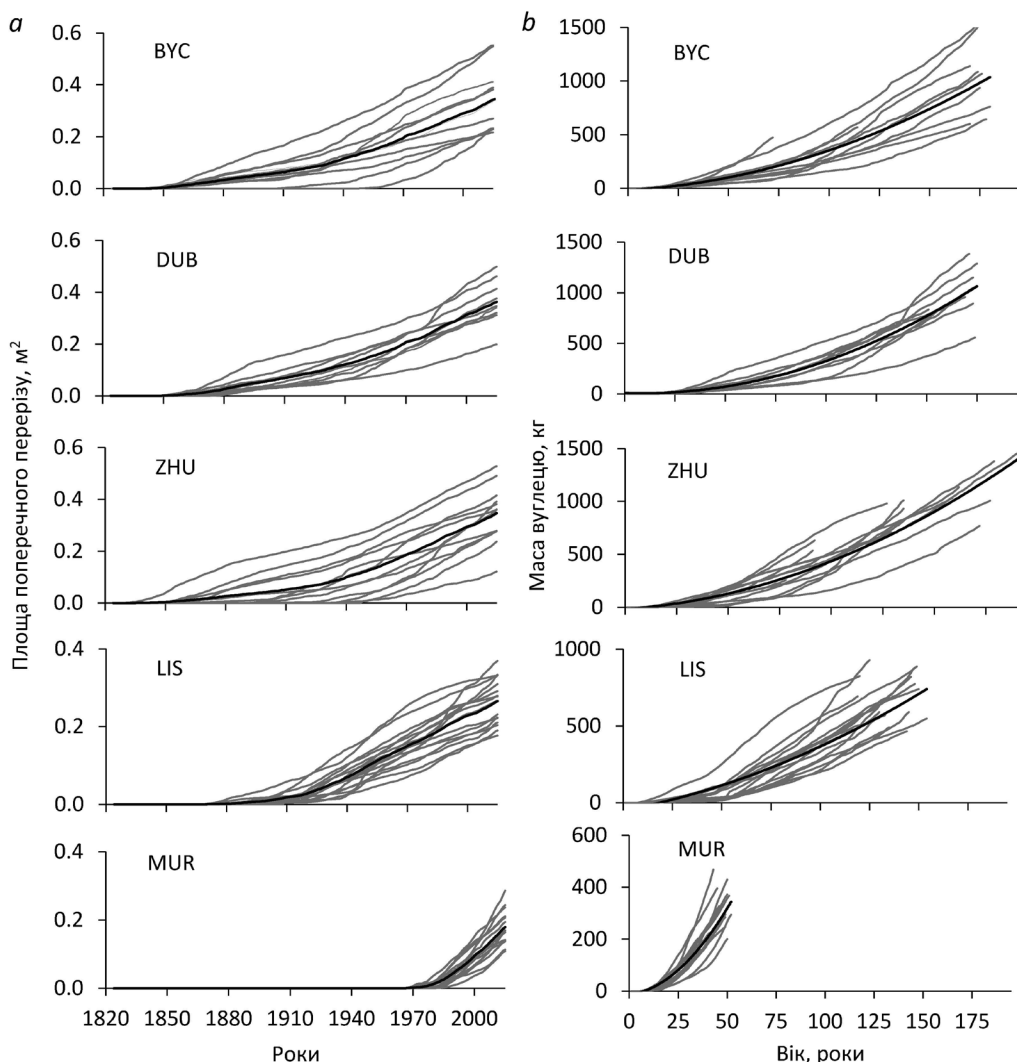


Рис. 1. Кумулятивні криві площі поперечного перерізу (а) та маси накопиченого вуглецю в стовбуровій деревині *Quercus robur* залежно від віку (b): BYC – урочище "Бичок", DUB – урочище "Дубище", ZHU – заказник "Жуків острів", LIS – заказник "Лісники", MUR – о. Муромець. Сірі лінії – залежність для окремих дерев, чорні – середнє (а) або зглажене (поліном другого ступеня) середнє (b) для деревостанів

Fig. 1. Cumulative annual basal area increment (a) and carbon stock in *Quercus robur* stems according to tree age (b): BYC – Vychock forest, DUB – Dubysche forest, ZHU – Zhukiv Ostriv Reserve, LIS – Lisnyky Reserve, MUR – Muromets forest. Gray lines denote individual tree series. Black lines denote site-level averages (a) and smoothed by squared polynomial averages (b)

Результати порівняння накопичення вуглецю в дібровах, розташованих у заплаві та поза нею, виявилися несподіваними. Загальновідомо, що відсутність дефіциту вологи та оптимальне забезпечення рослин поживними речовинами роблять заплави продуктивнішими за інші наземні екосистеми (Wright et al., 2001). Паводки та збільшення рівня ґрунтових вод підвищують наземну продуктивність деревостанів (Burke et al., 1999), а також опад (Conner, Day, 1992) та коріння

(Rieger et al., 2013). Однак тривале підтоплення та насичення ґрунту вологою може призвести до зменшення приросту (Rozas, García-González, 2012) та біопродуктивності (Day et al., 1988), що підтверджується нашими даними.

Стійкість дерев до підтоплення варіює залежно від виду, віку, фази розвитку та умов росту. Так, *Quercus robur* є помірно толерантним видом до повеней (Späth, 1988; Siebel et al., 1998): у старшому віці може витримувати понад 100 днів затоплення,

Рис. 2. Хронологія середньої річної маси вуглецю в стовбуровій деревині *Quercus robur*: ВУС – урочище "Бичок", DUB – урочище "Дубище", ZHU – заказник "Жуківострів", LIS – заказник "Лісники", MUR – о. Муромець

Fig. 2. Chronology of average annual carbon mass in *Quercus robur* stem by study sites. ВУС – Vychook forest, DUB – Dubysche forest, ZHU – Zhukiv Ostriv Reserve, LIS – Lisnyky Reserve, MUR – Muromets forest

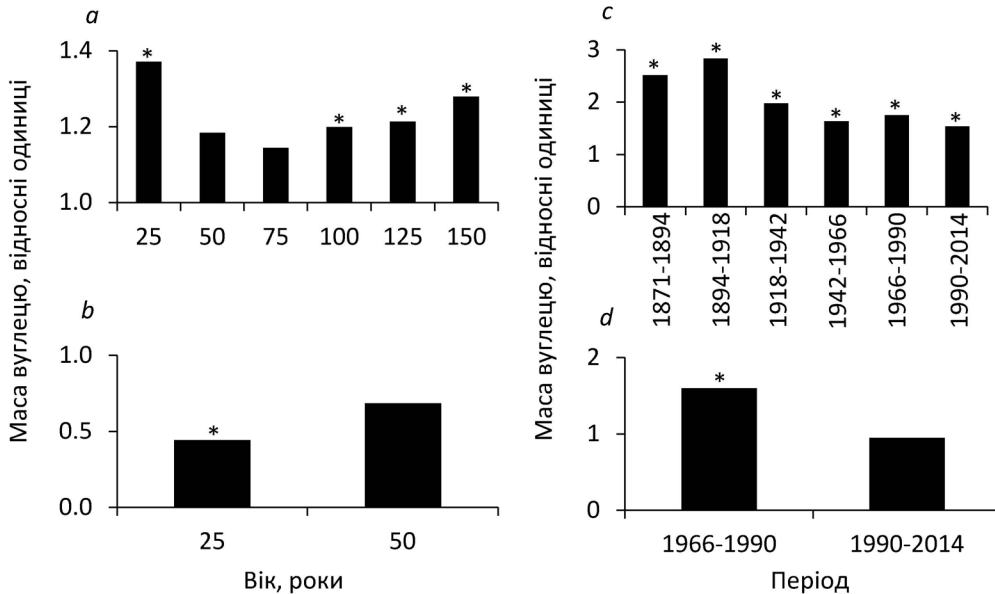
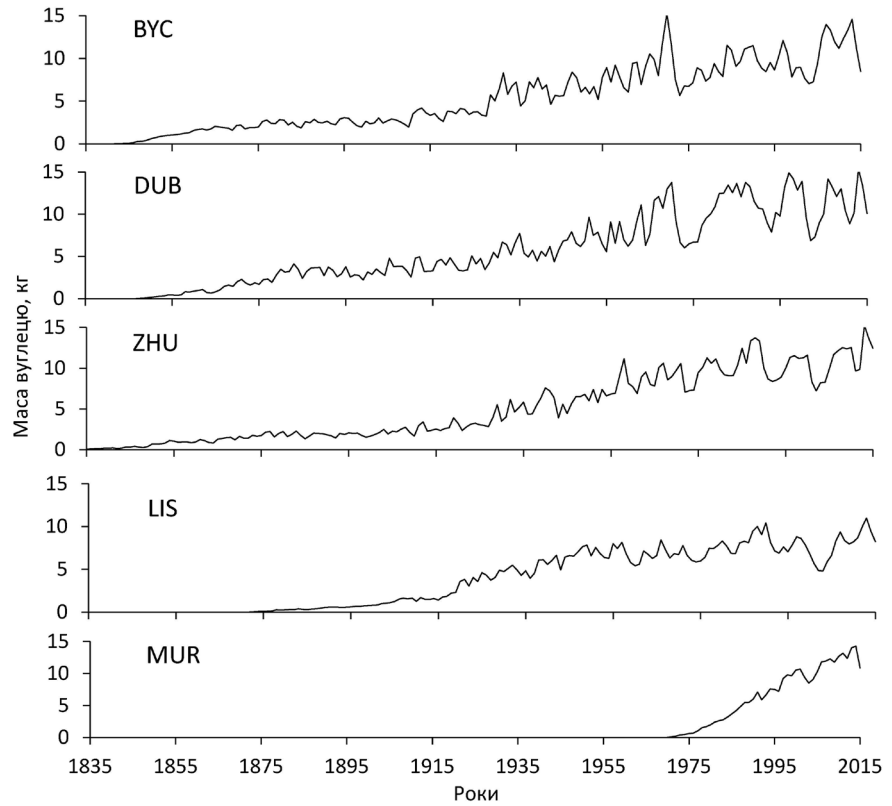


Рис. 3. Співвідношення маси накопиченого вуглецю в стовбуровій деревині *Quercus robur* парку "Феофанія" й заплавних дібров залежно від віку (a, b) та в динаміці (c, d). Вікові, понад 100 років, деревостани (a, c); середньовікові, 40–70 років (b, d). Зірочкою позначені достовірні ($p < 0,05$) значення

Fig. 3. Carbon stock in *Quercus robur* stem ratio in Feofania and floodplains by age (a, b) and 25-yr time periods (c, d) for mature, over 100 year old trees (a, c) and younger, 40–70 year old trees (b, d). Asterisk (*) indicates significant ($p < 0,05$) values

проте в молодому – лише до 50 днів (Siebel et al., 1998; Kreuzwieser et al., 2004; Glenz et al., 2006). Відповідно негативний вплив повеней на приріст *Q. robur* більш вірогідний у молодшому віці (Sorini et al., 2016), тоді як підтоплення старших дерев може призвести, навпаки, – до формування ширшого річного кільця (Gričar et al., 2013). Проте отримані нами результати не узгоджуються з вищезгаданими, адже приріст у заплавах був меншим, ніж у дерев парку "Феофанія" як в молодому, так і в старшому віці (див. рис. 3, а).

Причиною невідповідності наших даних літературним може бути врахування нами лише стовбурової біомаси. Так, надлишок ґрунтової вологи в заплавних деревостанах може одночасно позитивно впливати на накопичення вуглецю в підстилці та корінні й негативно – в наземній біомасі (Rieger et al., 2015). Ймовірно, це пов'язано з уникненням загрози аноксії шляхом підвищення інтенсивності транспірації дерева за рахунок збільшення маси коренів і листя та її зменшення в стовбурі (Rieger et al., 2015, 2016).

Висновки

Встановлено, що в заплавних дібровах Києва щорічне накопичення вуглецю в стовбуровій деревині *Quercus robur* збільшується з віком дерев. Однак мають місце й значні коливання цього показника, викликані посухами в 1972–1974 та 2002–2004 рр. Середня маса вуглецю, акумульована в стовбуровій деревині *Q. robur* у заплавах, є меншою порівняно з грабовою дібровою парку "Феофанія", що суперечить загальним уявленням про продуктивність заплавних екосистем. З'ясування причин такої невідповідності потребує подальших досліджень з урахуванням розподілу фіксованого вуглецю за фракціями.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Alioshkina U.M. *Ukr. Bot. J.*, 2011, 68(1): 76–90. [Альошкіна У.М. Поширення та характеристика рідкісних біотопів м. Києва. *Укр. бот. журн.*, 2011, 68(1): 76–90].
- Alioshkina U.M., Zhovtenko A.A., Vyshenska I.G., Rasevych V.V., Gavrylov S.O., Tkachova A.O. *Naukovi zapysky NaUKMA*, 2011, 119: 52–56. [Альошкіна У.М., Жовтенко А.А., Вишенська І.Г., Расевич В.В., Гаврилов С.О., Ткачова А.О. Акумуляція вуглецю лісовими екосистемами (на прикладі модельних ділянок у заказнику "Лісники", м. Київ). *Наук. записки НаУКМА*, 2011, 119: 52–56].

- Babst F., Bouriaud O., Papale D., Gielen B., Janssens I.A., Nikinmaa E., Ibrom A., Wu J., Bernhofer C., Köstner B., Grünwald T., Seufert G., Ciais P., Frank D. Above-ground woody carbon sequestration measured from tree rings is coherent with net ecosystem productivity at five eddy-covariance sites. *New Phytol.*, 2014, 201: 1289–1303. <https://doi.org/10.1111/nph.12589>
- Burke M.K., Lockaby G.B., Conner W.H. Aboveground production and nutrient circulation along a flooding gradient in a South Carolina Coastal Plain forest. *Canad. J. For. Res.*, 1999, 29: 1402–1418.
- Cierjacks A., Kleinschmit B., Babinsky M., Kleinschroth F., Markert A., Menzel M., Ziechmann U., Schiller T., Graf M., Lang F. Carbon stocks of soil and vegetation on Danubian floodplains. *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, 2010, 173(5): 644–653. <https://doi.org/10.1002/jpln.200900209>
- Conner W.H., Day J.W. Water level variability and litterfall production of forested fresh-water wetlands in Louisiana. *Amer. Midl. Nat.*, 1992, 128: 237–245.
- Copini P., den Ouden J., Robert E.M.R., Tardif J.C., Loesberg W.A., Goudzwaard L., Sass-Klaassen U. Flood-ring formation and root development in response to experimental flooding in young *Quercus robur* trees. *Front. Plant Sci.*, 2016, 7: e775. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00775>
- Day F.P., West S.K., Tupacz E.G. The influence of groundwater dynamics in a periodically flooded ecosystem, the Great Dismal Swamp. *Wetlands*, 1988, 8: 1–13.
- Didukh Ya.P., Alioshkina U.M. *Ukr. Phytosoc. Coll. Ser. C*, 2007, 25: 48–56. [Дідух Я.П., Альошкіна У.М. Оцінка енергетичного балансу екосистем м. Києва та його зеленої зони. *Укр. фітоценоз. зб. Сер. C*, 2007, 25: 48–56].
- Didukh Ya.P., Alioshkina U.M. *Biotope Kyeva (Biotope of Kyiv)*. Kyiv: NaUKMA, 2012, 163 pp. [Дідух Я.П., Альошкіна У.М. *Біотопи міста Києва*. Київ: НаУКМА, 2012, 163 с.].
- Ducouso A., Bordacs S. *Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (Quercus robur and Q. petraea)*. Rome, 2004. Available at: <http://www.euforgen.org> (accessed 2 October 2018).
- Ellenberg H.H. *Vegetation Ecology of Central Europe*. 4th ed. Cambridge; New York: Cambridge Univ. Press, 2009, 756 pp.
- Glenz C., Schlaepfer R., Iorgulescu I., Kienast F. Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. *For. Ecol. Manage.*, 2006, 235: 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.065>
- Gren I.-M., Groth K.-H., Sylvén M. Economic values of Danube floodplains. *J. Environ. Manag.*, 1995, 45(4), 333–345. <https://doi.org/10.1006/jema.1995.0080>
- Gričar J., Luis M., Hafner P., Levanič T. Anatomical characteristics and hydrologic signals in tree-rings of oaks (*Quercus robur* L.). *Trees*, 2013, 27: 1669–1680. <https://doi.org/10.1007/s00468-013-0914-9>

- Grissino-Mayer H. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Research*, 2001, 57: 205–221.
- Holmes R.L. Computer assisted quality control in tree ring dating and measurement. *Tree-Ring Bull.*, 1983, 43: 69–78.
- Klimo E. History, condition and management of floodplain forest ecosystems in Europe. In: *Environmental Forest Science*. Ed. K. Sassa. Dordrecht: Springer Science+Business Media, 1998, pp. 173–186.
- Kreuzwieser J., Papadopoulou E., Rennenberg H. Interaction of flooding with carbon metabolism of forest trees. *Plant Biol.*, 2004, 6(3): 299–306. <https://doi.org/10.1055/s-2004-817882>
- Matthews G. The carbon content of trees. *Forestry Commission Technical Paper*, 1993, 4: 1–21.
- Netsvetov M.V., Suslova E.P. *Industrial botany (Promyshlennaya botanika)*, 2009, 9: 60–67. [Нецветов М.В., Сулова Е.П. Механическая устойчивость деревьев и кустарников к вибрационным нагрузкам. *Промыш. ботаника*, 2009, 9: 60–67].
- Netsvetov M., Prokopuk Yu., Didukh Ya., Romenskyu M. Climatic sensitivity of *Quercus robur* L. in floodplain near Kyiv under river regulation. *Dendrobiology*, 2018, 79: 20–30. <https://doi.org/10.12657/denbio.079.003>
- Parnikoza I.Yu. *Strana znaniy*, 2014, 9: 43–46. [Парникоза И.Ю. Растительность поймы Днепра в Киеве. *Страна знаний*, 2014, 9: 43–46].
- Prokopuk Yu.S., Netsvetov M.V. *Naukovyi visnyk NLTU*, 2016, 26(3): 158–164. [Прокопук Ю.С., Нецветов М.В. Динаміка депонування вуглецю в стовбуровій біомасі *Quercus robur* L. парку "Феофанія". *Наук. вісник НЛТУ*, 2016, 26(3): 158–164].
- Rieger I., Kowarik I., Cierjacks A. Drivers of carbon sequestration by biomass compartment of riparian forests. *Ecosphere*, 2015, 6(10): art185. <https://doi.org/10.1890/ES14-00330.1>
- Rieger I., Kowarik I., Cherubini P., Cierjacks A. A novel dendrochronological approach reveals drivers of carbon sequestration in tree species of riparian forests across spatiotemporal scales. *Sci. Total Environ.*, 2016, 574: 1261–1275. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.174>
- Rieger I., Lang F., Kleinschmit B., Kowarik I., Cierjacks A. Fine root and aboveground carbon stocks in riparian forests: the roles of diking and environmental gradients. *Plant Soil*, 2013, 370(1–2): 497–509. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1638-8>
- Rozas V. Tree age estimates in *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: testing previous and improved methods. *Plant Ecol.*, 2003, 167(2): 193–212.
- Rozas V., García-González I. Non-stationary influence of El Niño-Southern Oscillation and winter temperature on oak latewood growth in NW Iberian Peninsula. *Int. J. Biometeorol.*, 2012, 56: 787–800. <https://doi.org/10.1007/s00484-011-0479-5>
- Siebel H.N., van Wijk M., Blom C.W .P.M. Can tree seedlings survive increased flood levels of rivers? *Acta Bot. Neerl.*, 1998, 47(2): 219–230.
- Späth V. Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen. *Natur und Landschaft*, 1988, 63: 312–315.
- Vincke C., Delvaux B. Porosity and available water of temporarily waterlogged soils in a *Quercus robur* (L.) declining stand. *Plant Soil*, 2005, 271: 189–203. <https://doi.org/10.1007/s11104-004-2388-4>
- Vyshnevskiy V.I. *Dnipro bilya Kyeva*. Kyiv: Interpres LTD, Nika-Tsentr, 2005, 92 pp. [Вишневіський В.І. *Дніпро біля Києва*. Київ: Інтерпрес ЛТД, Ніка-Центр, 2005, 92 с.]
- Wright R.B., Lockaby B.G., Walbridge M.R. Phosphorus availability in an artificially flooded southeastern floodplain forest soil. *Soil Sci. Soc. Amer. J.*, 2001, 65(4): 1293–1302. <https://doi.org/10.2136/sssaj2001.6541293x>

Рекомендує до друку
Я.П. Дідух

Надійшла 02.07.2018

Прокопук Ю.С. Реконструкція щорічної акумуляції вуглецю в стовбурах дерев *Quercus robur* (Fagaceae) заплавлних лісів Києва. Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 517–524.

Институт еволюційної екології НАН України
вул. акад. Лебедева, 37, Київ 03143, Україна

Заплавні ліси – високопродуктивні наземні екосистеми, що виконують надзвичайно важливі екологічні функції, зокрема накопичення вуглецю. В заплавлних біоценозах часто домінує *Quercus robur*, який відрізняється великою тривалістю життя й тому є зручним об'єктом для оцінки багаторічної фіксації вуглецю наземною фітомасою. В даній роботі на основі деревно-кільцевої хронології ми реконструювали накопичення вуглецю в стовбуровій деревині *Q. robur* п'яти заплавлних дібров Києва та порівняли з даними деревостану парку "Феофанія", що знаходиться на відстані близько 4 км до найближчої заплави. Загальний вміст вуглецю в стовбуровій деревині *Q. robur* віком 50 років становив у середньому 319 кг на о. Муромець, 129 кг у заказнику "Жуків острів", 114 кг у заказнику "Лісники", 101 та 72 кг в урочищах "Бичок" та "Дубище" відповідно. Найбільший середній вміст вуглецю (902 кг) у стовбуровій деревині *Q. robur* віком 150 років зафіксовано в заказниках "Жуків острів", мінімальний (708 кг) – у заказнику "Лісники". Оцінка багаторічної динаміки депонування вуглецю в стовбурі показала тренд, який підвищується в усіх заплавах. Найбільша маса, до 15 кг/рік, акумульованого вуглецю спостерігалася в роки з оптимальними умовами росту, найменша, до 9 кг/рік, у період посух або низьких рівнів води в Дніпрі. При цьому ретроспективний аналіз свідчить, що поза заплавою кількість вуглецю в стовбуровій деревині *Q. robur* віком до 25 років була вищою, ніж у заплавах на 37% та на 14–28% у дерев старшого віку. Винятком є деревостан на о. Муромець, в якому середня кількість накопиченого вуглецю 25-річними деревами була на 56% більшою, ніж в лісових культур парку "Феофанія" того ж віку, але вже в деревостані віком 50 років різниця зменшилася та стала недостовірною. В цілому, поза заплавою кількість щорічно депонованого вуглецю в стовбуровій деревині перевищує його значення в заплавах більше ніж у 1,5–2,8 разів у деревостанах віком понад 100 років і в 1,6 разів у середньовікових культур віком до 70 років.

Ключові слова: *Quercus robur*, заплавлні ліси, радіальний приріст, вуглець, дендрохронологія

Прокопук Ю.С. Реконструкция ежегодной аккумуляции углерода в стволах деревьев *Quercus robur* (Fagaceae) пойменных лесов Киева. Укр. бот. журн., 2018, 75(6): 517–524.

Институт эволюционной экологии НАН Украины
ул. акад. Лебедева, 37, Киев 03143, Украина

Пойменные леса – высокопроизводительные наземные экосистемы, которые выполняют чрезвычайно важные экологические функции, в частности накопление углерода. В пойменных биоценозах часто доминирует *Quercus robur*, который отличается большой продолжительностью жизни и поэтому является удобным объектом для оценки многолетней фиксации углерода наземной фитомассой. В данной работе на основе древесно-кольцевой хронологии мы реконструировали накопление углерода в ствольной древесине *Q. robur* пяти пойменных дубрав Киева и сравнили с данными древостоя парка "Феофанія", который находится на расстоянии около 4 км до ближайшей поймы. Общее содержание углерода в ствольной древесине *Q. robur* возрастом 50 лет составляло в среднем 319 кг на о. Муромець, 129 кг – в заказнике "Жуков остров", 114 кг – в заказнике "Лесники", 101 и 72 кг – в урочищах "Бичок" и "Дубище" соответственно. Наибольшее содержание углерода (902 кг) в ствольной древесине *Q. robur* возрастом 150 лет зафиксировано в заказнике "Жуков остров", наименьшее (708 кг) – в заказнике "Лесники". Оценка многолетней динамики накопления углерода в стволе показала растущий тренд во всех поймах. Наибольшая масса аккумулированного углерода – до 15 кг/год наблюдалась в годы с оптимальными условиями роста, а наименьшая – до 9 кг/год – в период засухи или низких уровней воды в Днепре. При этом по результатам ретроспективного анализа количество углерода в ствольной древесине *Q. robur* в возрасте до 25 лет вне поймы было на 37% выше, чем в поймах, и на 14–28% выше у деревьев старшего возраста. Исключением является древостой о. Муромець, в котором среднее количество накопленного углерода 25-летними деревьями было на 56% больше, чем в лесных культурах парка "Феофанія" того же возраста, но уже в древесине возрастом 50 лет разница уменьшилась и стала недостовірною. В целом, вне поймы количество ежегодно накопленного углерода в ствольной древесине превышает его значения в пойме более, чем в 1,5–2,8 раза у деревьев возрастом свыше 100 лет и в 1,6 раза у средневековых – возрастом до 70 лет.

Ключевые слова: *Quercus robur*, пойменные леса, радиальный прирост, углерод, дендрохронология