



С. А. СИТНИК, П. І. ЛАКИДА

ФІТОМАСА ТА ДЕПОНОВАНИЙ ВУГЛЕЦЬ У РОБІНІЄВИХ НАСАДЖЕННЯХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Наведено результати оцінювання обсягів загальної фітомаси та акумульованого в ній вуглецю в робінієвих насадженнях степової зони України, підпорядкованих Дніпропетровському обласному управлінню лісового та мисливського господарства, в період 1973–2011 рр. За ревізійний період площа робінієвих насаджень досягла 17,6 тис. га із загальною фітомасою до 1,96 млн т. Оцінено розподіл загальної фітомаси за структурними компонентами насадження – фітомасою деревини та кори стовбурів, фітомасою деревини та кори гілок крони, листям, коренями й піднаметовою рослинністю. У робінієвих насадженнях регіону дослідження акумульовано до 0,98 млн т вуглецю. Середня щільність вуглецю в робінієвих насадженнях варіювала від 3,21 до 5,56 кг·(м²)⁻¹.

Ключові слова: робінія звичайна, загальна фітомаса, структурні компоненти фітомаси, пул вуглецю.

Вступ. Біогеохімічний цикл вуглецю є комплексом процесів, у ході яких відбувається перенесення вуглецю між біосферними резервуарами, в яких він є присутнім у вигляді біоорганічних сполук і в різних формах: нейтральній (вугілля, графіт, карбіди), відновній (вуглеводні, метан), окисній (карбонати, вуглекислий газ) (Vyshenska 2014). У біотичному циклі вуглецю виділяють два етапи, які відіграють біосферну роль і пов'язані з виділенням і поглинанням кисню: фіксацію вуглекислого газу в процесі фотосинтезу з еквівалентним виділенням кисню та мінералізацію органічних речовин із виділенням вуглекислого газу й поглинанням кисню (Zavarzin & Kudеyаrov 2006).

На суходолі органічні сполуки вуглецю розподілені нерівномірно в абсолютному та відносному співвідношеннях, що пояснюється багатьма факторами, основними серед яких є кліматичні показники – температура й вологість (Hudiburg et al. 2009). У холодному кліматі переважна кількість органічного вуглецю міститься в ґрунті, а в природних зонах теплового клімату – зв'язана у фітомасі. У контексті глобальної зміни клімату на особливу увагу заслуговують дослідження кількісних змін потоків і пулів вуглецю в лісових екосистемах, що знаходить відображення в роботах українських і закордонних учених (Kauffman et al. 2009, Mendoza-Ponce & Galicia 2010, Head et al. 2019, Lesiv et al. 2019).

Зміна концентрації вуглекислого газу в атмосфері свідчить про необхідність дослідження ролі лісів як найбільш потужного резервуару акумуляції атмосферного вуглецю в надземній фітомасі деревостанів. Складніша, проти інших наземних екосистем, фітоценотична структура лісів обумовлює високу енергоємність системи і, відповідно, інтенсивний фотосинтетичний стік вуглекислого газу (Shvidenko et al. 2008). Ратифікація Україною в 2004 р. Кіотського протоколу відкрила нові перспективи в оцінюванні ролі лісів держави у поглинанні вуглецю. Роботами вітчизняних учених переконливо доведено ефективність депонування вуглецю деревними породами лісостанів у різних природних зонах України – Карпатах (Vasylyshyn & Lakyda 2005), Поліссі (Lakyda & Blishhik 2010, Lakyda et al. 2010), Лісостепу (Lakyda & Mateiko 2016).

Особливо актуальним є дослідження вуглецедепонувальних властивостей лісоутворювальних деревних порід у лісах природної зони степу, де рівень лісистості в Україні є найнижчим, а видове різноманіття деревних видів, які використовують для створення лісових культур, – найбіднішим. У лісостанах Північного Степу України, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, широко представлені штучні за походженням та чисті за складом деревостани робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.), які в межах Дніпропетровської області займають площу до 17 683,7 га (Lakyda & Sytnyk 2014). Біологічним та екологічним особливостям робінії звичайної, яка формує протиерозійні та рекультивацийні лісові насадження у степовій зоні, присвячені

роботи С. Г. Коханого (Kohaniy 1978), М. А. Лохматова (Lokhmatov 1990), О. М. Масюка (Masuyk 2009).

Оцінювання обсягів фітомаси й вуглецю та їхніх трендів на регіональному рівні за наявності таксаційної оцінки лісів, одержаної в процесі періодичного або безперервного лісовпорядкування на регіональному рівні, дасть змогу визначити роль фітомаси лісів у депонуванні парникового газу на рівні держави.

Мета дослідження – оцінювання динаміки обсягів загальної фітомаси та депонованого вуглецю в насадженнях робінії звичайної Північного Степу України.

Матеріали й методи. Об'єктом дослідження були лісові робінієві насадження степової зони. Предмет дослідження – фітомаса й депонований вуглець робінієвих насаджень.

Вихідними даними для оцінювання загальної фітомаси та розподілу за структурними компонентами й депонованого вуглецю робінієвих насаджень були матеріали лісовпорядкування лісів, які підпорядковані Дніпропетровському обласному управлінню лісового та мисливського господарства, а саме: площа вкритих робінієвими деревостанами лісових ділянок; запас стовбурової деревини, вікова структура, середній бонітет. Таксаційні й лісівничі характеристики робінієвих насаджень наведено станом на 01.01.1973, 01.01.1978, 01.01.1983, 01.01.1996, 01.01.2002, 01.01.2011. Розподіл запасу стовбурової деревини за групами віку наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Розподіл запасу стовбурової деревини робінієвих деревостанів за групами віку, %

Група віку	Рік					
	1973	1976	1983	1996	2001	2011
Молодняки	40,4	9,5	4,1	12,5	9,5	1,9
Середньовікові	45,2	46,7	61,6	42,9	36,2	35,6
Пристигли	8,2	23,4	19,9	18,3	10,6	8,7
Стигли і перестійні	6,2	20,4	14,4	26,3	43,7	58,8

Оброблення вихідних дослідних даних здійснено за допомогою Excel та прикладної програми Carbon, розробленої П. І. Лакидою (Lakyda 2002). Калькуляційна програма Carbon передбачає розрахунок та інтегрування обсягів загальної фітомаси лісових насаджень у межах адміністративної області за такими компонентами фітомаси: деревина і кора стовбурів; деревина і кора гілок крони; листя; корені; піднаметова рослинність. Окрім перелічених компонентів розраховують щільність фітомаси й вуглецю ($\text{кг}\cdot(\text{м}^2)^{-1}$). Як і для компонентів фітомаси, алгоритмом програми передбачено калькуляцію загального обсягу депонованого вуглецю та його щільності на 1 м^2 укритих робінієвими насадженнями ділянок. Розрахунок фітомаси здійснено з використанням даних запасу стовбурової деревини та середньої щільності. Загальні обсяги вуглецю, депонованого у фітомасі, оцінювали за перехідними коефіцієнтами. Дослідники беруть уміст вуглецю рівним 0,50 абсолютно сухої маси коренів, стовбура і гілок, для фракції фітомаси листя цей коефіцієнт дорівнює 0,45 (Matthews 1993).

Результати та обговорення. Актуальна концентрація вуглекислого газу в атмосферному повітрі певного регіону залежить від обсягів викидів техногенного вуглецю та функціонування його біотичних резервуарів. Оцінювання загальної фітомаси й бюджету вуглецю в лісах Північного Степу України дасть змогу приймати оптимальні рішення щодо режимів експлуатації промислових об'єктів та розрахувати баланс парникових газів.

Ресурсний потенціал регіону дослідження є втричі більшим проти загальнодержавного рівня. Загалом у Дніпропетровській області видобувається до 40 видів мінеральної сировини, що обумовлює високий рівень індустріального розвитку й антропопресії, похідною яких є забруднення атмосферного повітря внаслідок викидів поллютантів від стаціонарних і пересувних джерел. На рисунку 1 наведено динаміку емісії діоксиду вуглецю в Дніпропетровській області.

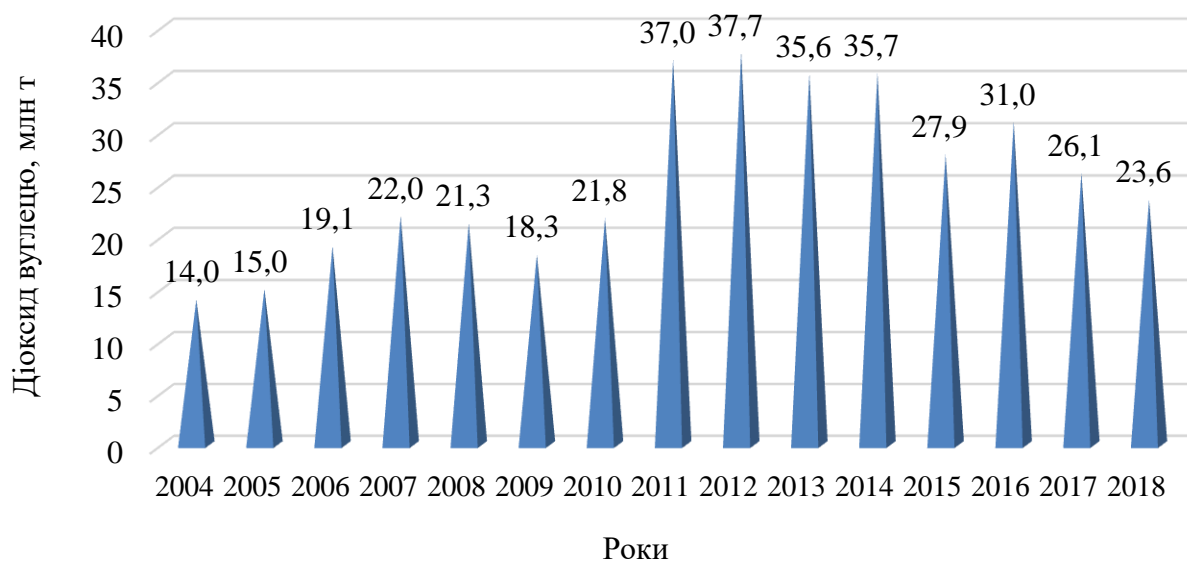


Рис. 1 – Викиди діоксиду вуглецю в атмосферне повітря Дніпропетровської області (Environment 2020)

Максимальні обсяги антропогенного вуглецю (35,6–37,7 млн т), викинутого до атмосферного повітря, зареєстровано у 2011–2014 роках, в останні п'ять років емісія зменшувалася, проте рівня обсягів викидів 2004–2005 рр. не досягнуто. Акумуляуючи вуглець техногенного походження, лісові екосистеми постають регуляторами змін, зумовлених впливом додаткової емісії парникового газу, який є результатом діяльності виробничих технологій (Gough 2008). Основним показником вуглецевого циклу є його запас у пулах екосистеми з розмірністю тС·га⁻¹ (Shvidenko et al. 2008).

Використання програми Carbon дало змогу одержати характеристику обсягів загальної фітомаси, її розподіл за структурними компонентами надземної й підземної фітомаси та бюджет вуглецю в робінієвих насадженнях лісів Дніпропетровської області (табл. 2).

Таблиця 2

Фітомаса й депонований вуглець робінієвих насаджень лісів Дніпропетровської області

Площа, тис. га	Запас стовбурової деревини, млн м ³	Компоненти фітомаси, млн т						Щільність фітомаси, кг·(м ²) ⁻¹	Вуглець, млн т
		Листя	Деревина і кора гілок	Деревина і кора стовбурів	Корені	Піднаметова рослинність	Разом		
1973 рік									
10,8	0,27	0,0323	0,1175	0,4487	0,0731	0,0249	0,6965	6,44	0,3466
1978 рік									
15,8	0,87	0,036	0,1774	0,7052	0,0974	0,0316	1,0476	6,63	0,5220
1983 рік									
15,1	0,71	0,0411	0,195	0,8059	0,1104	0,0322	1,1846	7,85	0,5907
1996 рік									
16,1	1,76	0,0319	0,2392	0,9812	0,1338	0,0384	1,4245	8,90	0,7107
2002 рік									
16,6	2,18	0,0376	0,3191	1,2300	0,1654	0,0409	1,7930	10,80	0,8949
2011 рік									
17,6	2,73	0,0379	0,381	1,3506	0,1497	0,0424	1,9616	11,20	0,9789

Станом на 01.01.2011 фітомаса робінієвих насаджень регіону дослідження сягала майже 2,0 млн т, і у ній акумульовано до 0,98 млн т вуглецю. Упродовж 38 років площа робінієвих

насаджень збільшилася від 10,8 до 17,6 тис м². Усі насадження робінії мають штучне походження, лісові культури цього виду створено переважно для виконання протиерозійної функції та як рекультиваційні насадження на девастрованих землях. У ревізійний період закономірно інтенсивно збільшувався загальний запас стовбурової деревини від 0,27 до 2,73 млн м³. Середні запаси за роками змінювалися таким чином: 1973 – 25,11; 1978 – 55,16; 1983 – 47,00; 1996 – 66,72; 2002 – 131,33; 2011 – 154,62 м³·га⁻¹ (див. табл. 2).

Щільність фітомаси та вуглецю значною мірою залежить від якісних параметрів компонентів фітомаси деревного виду, умов місцезростання та динаміки запасів стовбурової деревини за віком (Lakyda et al. 2010, Lakyda & Mateiko 2016). Проти 1973 р. у 2011 р. відбулося збільшення фітомаси робінієвих насаджень на 226,8 %. Зазначене збільшення зумовлене зміною вікової структури насадження, яка призвела до переважання стиглих і перестійних деревостанів. У лісогосподарській зоні Північного Степу України вік стиглості робінії звичайної в лісах із особливим режимом користування становить 31–35 років, із обмеженим режимом користування – 26–30 років. Аналіз динаміки середньої щільності загальної фітомаси робінієвих деревостанів демонструє непропорційну їхню зміну. У період 1973–1978 рр. площа, зайнята робінієвими насадженнями, збільшилася на 5,0 тис. га, а загальна фітомаса змінилася на 0,3511 млн т. Зміна середньої щільності фітомаси у зазначений період відбулася незначною мірою – від 6,44 до 6,63 кг·(м²)⁻¹, що може бути зумовлене збільшенням площі молодняків, внесок яких у формування загальної фітомаси насадження був незначним. У наступні періоди обліку збільшення площі під створеними лісовими культурами робінії звичайної було несуттєвим, проте ріст і розвиток деревостанів із перерозподілом загального запасу за групами віку спричиняв збільшення загальної фітомаси насаджень та її кількості на одиницю площі.

Вуглець, акумульований у фітомасі досліджуваних насаджень, становив 0,3466 (1973 р.) – 0,9789 млн т (2011 р.). Зміна середньої щільності вуглецю для вкритих робінієвими насадженнями ділянок у період обліку становила : 1973 – 3,21; 1978 – 3,30; 1983 – 3,91; 1996 – 4,41; 2002 – 5,39; 2011 – 5,56 кгС·(м²)⁻¹. Збільшення щільності вуглецю у фітомасі робінієвих насаджень за один рік знаходиться в діапазоні 0,02–0,11 кгС·(м²)⁻¹. За середньорічного об'єму викидів діоксиду вуглецю в атмосферне повітря регіону дослідження 27,7 млн т та річного збільшення щільності вуглецю депонування техногенного вуглецю робінієвими насадженнями може становити від 3,5 до 19,4 тис. т, що становить дуже незначну частку емісії, а саме 0,01–0,07 % (див. табл. 2).

Насадження робінії звичайної були об'єктом у дослідженнях зміни запасу вуглецю, депонованого у фітомасі згаданого виду в Сеулі (Kil et al. 2006). Запаси вуглецю розраховано за алометричними рівняннями. У 2010 рр. на площі 3,37 тис. га вуглець у фітомасі робінієвих деревостанів оцінено у 185,2 тис. т, тобто його щільність становила 0,05 тС·га⁻¹. Середня щільністю вуглецю фітомаси робінієвих деревостанів, які ростуть в умовах Північного степу, – 4,30 кгС·(м²)⁻¹, що також є більшим значенням за аналогічний показник у лісах Фінляндії – 3,8 кгС·(м²)⁻¹ та Іспанії – 3,1 кгС·(м²)⁻¹. Продуктивнішими за робінієві насадження за цим показником є ліси Швеції – 4,6 кгС·(м²)⁻¹, Італії – 5,5 кгС·(м²)⁻¹, Польщі – 11,9 кгС·(м²)⁻¹ та Німеччини – 13,1 кгС·(м²)⁻¹ (Harmon 1986, Vasylyshyn & Lakyda 2005).

Одним із завдань роботи було оцінювання динаміки фракційної структури фітомаси насадження за досліджуваними роками. Розподіл загальної фітомаси за структурними компонентами на початок ревізійного періоду (01.01.1973) та станом на 01.01.2011 наведено на рисунку 2. Наведені діаграми демонструють збереження тенденції розподілу загальної фітомаси насаджень за фракціями протягом усього періоду спостереження: найбільшу частку в загальній фітомасі робінієвих насаджень становила фітомаса деревини й кори стовбурів деревостанів, найменшою часткою відзначалася піднаметова рослинність.

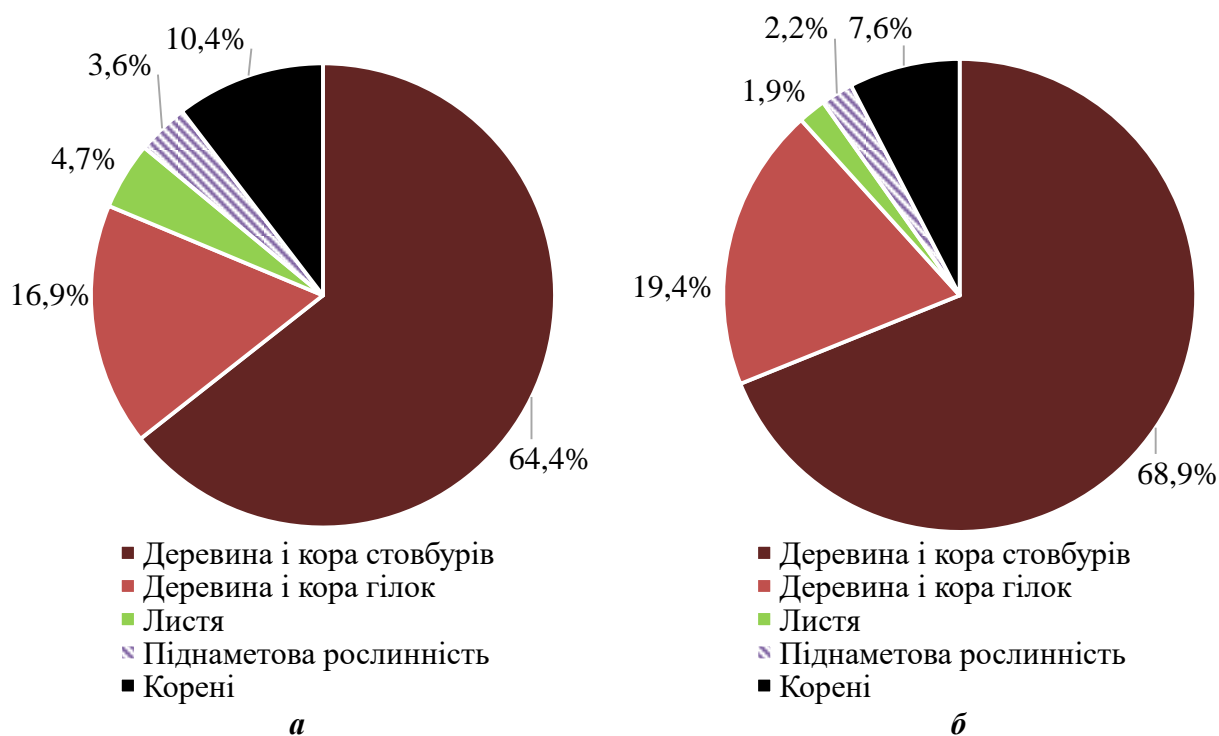


Рис. 2 – Розподіл загальної фітомаси робінієвих насаджень Північного Степу України за структурними компонентами у 1973 (а) та 2011 (б) роках.

За розрахунками часток (%) складових надземної та підземної частини робінієвих насаджень отримано такі тренди:

- деревина і кора стовбурів – 64,4→67,3→68,0→68,9→68,6→68,9;
- деревина і кора гілок – 16,9→16,9→16,5→16,7→17,8→19,4;
- листя – 4,7→3,4→3,4→2,2→2,1→1,9;
- піднаметова рослинність – 3,6→3,0→2,7→2,7→2,3→2,2;
- корені – 10,4→9,3→9,3→9,3→9,2→7,6.

З ростом і формуванням робінієвих насаджень протягом трьох десятиріччів відбувався незначний перерозподіл часток фітомаси між структурними складовими. Частка фітомаси надземної частини деревостанів, а саме фітомаси деревини й кори стовбурів, збільшилася на 4,5 %, деревини й кори гілок – на 3,5 %. Збільшення часток зазначених фракцій фітомаси відбувалося на тлі зменшення асиміляційних органів. У молодняках частка фітомаси листя сягає 5 %, тоді як у стиглих і перестійних деревостанах фотосинтезувальні вегетативні органи можуть становити до 2 % від загальної фітомаси насаджень.

Встановлені тенденції зміни загальної фітомаси насаджень робінії звичайної за структурними компонентами узгоджуються з біоекологічними особливостями їхнього функціонування, зазначеними в роботі М. А. Лохматова (Lokhmatov 1990). У розвитку насаджень досліджуваного виду в найпоширеніших типах сухих умов степової зони автор наводив такі закономірності, як інтенсивність ростових процесів від перших років формування насаджень; швидке розростання кореневих систем у перші роки та зниження його інтенсивності надалі; раннє, з 3–5-річного віку, утворення суцільної, пухкої, але тонкої підстилки; добра збереженість, проте слабкий ріст інших видів під наметом у сухих умовах (переважно через брак вологи) і значне пригнічення, та навіть повне їхнє випадання зі складу в сприятливих умовах місцезростання.

Висновки. За період із 1973 до 2011 р. площа робінієвих насаджень у лісах, що перебувають у постійному користуванні підприємств, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України, в межах Дніпропетровської області збільшилася на 6,8 тис. га і становила 17,6 тис га із загальним запасом стовбурової деревини до 2,73 млн м³. У

фракційному складі загальної фітомаси простежується домінування фітомаси компонентів стовбурів. На 1 м² площі робінієвих насаджень у середньому припадає до 11,2 кг загальної фітомаси. За середньорічного обсягу викидів діоксиду вуглецю в атмосферне повітря регіону дослідження 27,7 млн т та річного збільшення депонування техногенного вуглецю функціональні робінієві насадження Північного Степу України можуть депонувати незначну частку емісії техногенного вуглецю – 0,01–0,07 %.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

- Environment. 2020. [Electronic resource]. Main Department of Statistics in Dnipropetrovsk Region. Available from: <http://www.dneprstat.gov.ua/statinfo/ns/> (last accessed date 25.03.2020).
- Gough, C. 2008. State of the art in carbon dioxide capture and storage in the UK: an experts' review. *Int. J. Greenhouse Gas Control*, 2 (1): 155–168.
- Harmon, M. E. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in ecological research*, 15: 133–302.
- Head, M., Bernier, P., Lefasseur, A., Beauregard, R., Margni, M. 2019. Forestry carbon budget models to improve biogenic carbon accounting in life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 213: 289–299.
- Hudiburg, T., Law, B., Turner, D. P. 2009. Carbon dynamics of Oregon and Northern California forests and potential land-base carbon storage. *Ecological Applications*, 19: 163–180.
- Kauffman, J., Hughes, R., Heider, C. 2009. Dynamics of C and nutrient pools associated with land conversion and abandonment in Neotropical landscapes. *Ecological Applications*, 19: 1211–1222.
- Kil, S. H., Kim, J. H., Newman, G., Park, G. S., Ohga, S. 2016. Estimation and Change in Carbon Stock of *Robinia pseudoacacia* L. in Seoul, Korea. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 61(1): 17–21.
- Kohanyy, S. G. 1978. Productivity of the mast form black locust in the Lower Dnipro. *Forestry and Forest Melioration [Lesovodstvo i agrolesomelioratsiya]*, 50: 77–82 (in Russian).
- Lakyda, P. I. 2002. Phytomass of Ukrainian forests. Ternopil, Zbruch, 256 p. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I., Bilous, A. M., Vasilishin, R. D. 2010. Aspen forests in Eastern Polissya of Ukraine – the aboveground phytomass and deposited carbon. *Korsun-Shevchenkivskiyi, FOP Majdachenko I. S.*, 255 p. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. and Blishchik, I. V. 2010. Phytomass of alder forests in Western Polissya of Ukraine. *Korsun-Shevchenkivskiyi, FOP Majdachenko I. S.*, 237 p. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. and Mateiko, I. M. 2016. Phytomass and deposited carbon of common ash trees and stands in Right-Bank Forest Steepe of Ukraine. *Kyiv, Komprint*, 218 p. (in Ukrainian).
- Lakyda, P. I. and Sytnyk, S. A. 2014. Peculiarities of forest inventory structure of *Robinia pseudoacacia* L. stands in Dnieper Northern Steppe of Ukraine. *Forestry and Forest Melioration [Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya]*, 125: 25–31 (in Ukrainian).
- Lesiv, M., Shvidenko, A., Shhepashhenko, D. 2019. Spatial assessment of the carbon budget of the forest for Ukraine. *Mitigation and Adaptation Strategy for Global Change*, 24: 985–1006 (in Russian).
- Lokhmatov, N. A. 1990. Development and restoration of steppe forest stands. *Balakleya, Sim*, 495 p. (in Russian).
- Masuyk, O. N. 2009. Features of the formation of the root system of black locust in the different forestry condition created on reclamation lands. *Visnyk DNU*, 10(1–2): 65–70 (in Ukrainian).
- Mathews, G. 1993. The carbon contents of tree. *Forestry Commission*, 4: 1–21.
- Mendoza-Ponce, A. and Galicia, L. 2010. Aboveground and belowground biomass and carbon pools in highland temperate forest landscape in central Mexico. *Forestry*, 83(5): 497–506.
- Shvidenko, A., Lakyda, P., McCallum, I. 2008. Carbon, climate and managed land in Ukraine: Integrated data and models of land use for NEESI (Forest Sector). Report on work of the International Institute for Applied System Analysis. Laxenburg, Austria.
- Vasylyshyn, R. D. and Lakyda, P. I. 2005. Performance analysis of the stands in the Ukrainian carpathians. *Scientific Bulletin of National Agrarian University [Naukovyi visnyk NAU]*, 83: 282–287 (in Ukrainian).
- Vyshenska, I. H. 2014. The role of forest ecosystem components in carbon accumulation as a factor in maintaining stability to extremal factors. *Proceeding. Biology and Ecology [Naukovi zapysky. Bioloheia ta ekoloheia chynnykiv]*, 158: 61–65 (in Ukrainian).
- Zavarzin, G. A. and Kudayarov, V. N. 2006. Soil as the main source of carbon dioxide and a reservoir of organic carbon in Russia. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 76(1): 4–29 (in Russian).

Sytnyk S. A., Lakyda P. I.

PHYTOMASS AND CARBON DEPOSITED BY BLACK LOCUST STANDS WITHIN NORTHERN STEPPE OF UKRAINE

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

The assessment results of the total phytomass amount and the carbon accumulated in the black locust forest stands in the Steppe zone of Ukraine subordinated to the Dnipropetrovsk Regional Forestry and Hunting Department, carried

out from 1973 to 2011, are presented. During the analysed period, the area of black locust stands reached 17.6 thousand ha with a total phytomass of up to 2.0 million tons. The study estimated the phytomass distribution by the stands' structural components, namely by the trunks' wood and bark phytomass, the crown branches' wood and bark phytomass, by leaves, roots and understorey vegetation. Up to 0.98 million tons of carbon were accumulated in the black locust stands within the study region. The average carbon density in the studied stands varied from 3.21 to 5.56 kg·(m²)⁻¹.

К е у w o r d s : *Robinia pseudoacacia*, total stand phytomass, structural components of phytomass, carbon pool.

Сытник С. А., Лакида П. И.

ФИТОМАССА И ДЕПОНИРОВАННЫЙ УГЛЕРОД РОБИНИЕВЫХ НАСАЖДЕНИЙ СЕВЕРНОЙ СТЕПИ УКРАИНЫ

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Приведены результаты оценивания общей фитомассы и аккумулированного углерода в робиниевых насаждениях лесов степной зоны Украины, находящихся в подчинении Днепропетровского управления лесного и охотничьего хозяйства, в период с 1973 по 2011 г. За ревизионный период площадь робиниевых насаждений достигла 17,6 тыс. га с общей фитомассой до 2,0 млн т. Оценено распределение фитомассы по структурным компонентам насаждения – фитомассе древесины и коры стволов, фитомассе древесины и коры ветвей кроны, листьям, корням и подпологовой растительности. В робиниевых насаждениях северной Степи Украины аккумулировано до 0,98 млн т углерода. Средняя плотность углерода в робиниевых насаждениях варьировала от 3,21 до 5,56 кг·(м²)⁻¹.

К л ю ч е в ы е с л о в а : робиния псевдоакация, общая фитомасса, структурные компоненты фитомассы, пул углерода.

E-mail: sytnyk.s.a@dsau.dp.ua

Одержано редколегією: 08.04.2020